

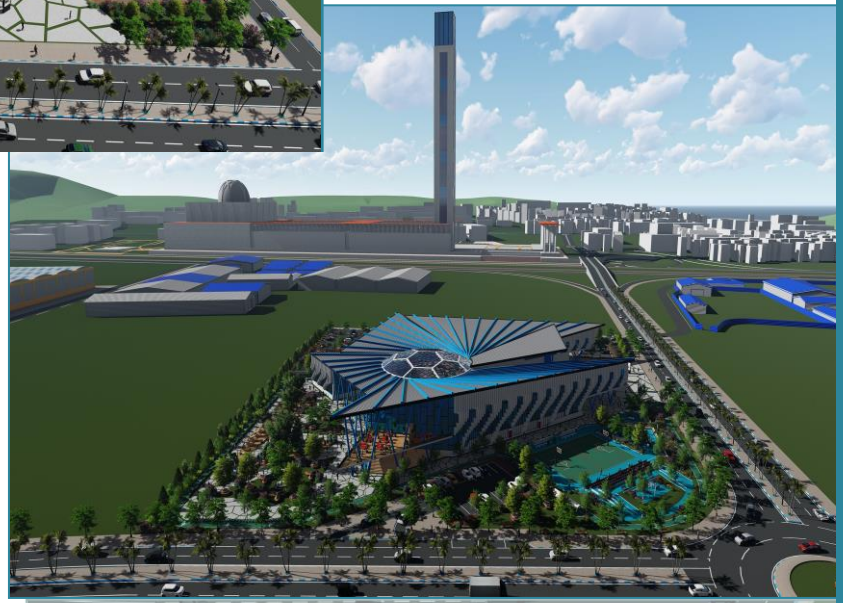


Université Mouloud Mammeri Tizi Ouzou
Faculté du Génie de la Construction
Département d'architecture

Mémoire de master en architecture
Option : Architecture environnement et technologie
Atelier : Archi-Bio

Projet : Forum des activités sportives et de loisirs à El Mohammadia

« Whilwind sports »



Réalisé par :

- ☐ Medjbour Sandra
- ☐ Hamouche Ferhat

Encadré par :

- ☐ Mme. Mehaoued Karima

Année universitaire :2019/2020

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier le bon Dieu, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Nous tenons à présenter nos profonds et sincères remerciements à notre promotrice Madame Mehaoued Karima, qui nous a épaulé, soutenu, conseillé et guidé durant toute cette année malgré les circonstances survenue dus au corona virus elle nous a offert une agréable ambiance de travail.

Nos reconnaissances sont décernées également à l'ensemble des membres du jury pour avoir consacré leur temps pour lire et évaluer notre travail.

Notre gratitude et reconnaissance envers tous les enseignants de notre département et toute l'équipe pédagogique pour leur accueil, patience et gentillesse.

Merci à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail.

Dédicace

Du fond du cœur, je dédie ce modeste travail à tous ceux qui me sont Chers,

A ma très chère mère, quoi que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta présence à mes coté à toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.

A mon très cher père, pour ses encouragements, son soutien, surtout son amour et son sacrifice afin que rien n'entrave le déroulement de mes études.

A ma chère sœur Karima et Son mari Samir.

A ma chère Sœur Louiz, son mari Kamel et mon neveu adoré Ayden.

A mon cher frère Amesten et ma très chère sœur Léaticia.

A mes amis : Mokrane, Amina, ouerdia, Sarah, Kenza, ,

A mon binôme Ferhat qui a contribué à la réalisation de ce modeste travail.

A Lyes, qui a su être là pour moi, me comprendre et me soutenir dans les moments les plus durs ... Merci infiniment pour tout

Sandra

Dédicace

Je tiens à remercier Dieu le tout puissant de m'avoir donné la force et le courage de finir ce modeste travail, que je dédie à :

Mes chers parents Mohamed et Ouardia pour leurs sacrifices et leur soutien durant toute ma formation.

Mes sœurs Siham et Lynda

Mes oncles et tantes, cousins et cousines

Mes amis proches M'Hamed , Yacine, Ghiles et l'ensemble de mes amis et camarades

Ma binôme Sandra, à qui je souhaite une bonne réussite dans sa vie professionnelle.

Enfin, j'adresse mes plus sincères remerciements à ma promotrice Mehaoued Karima et tous nos enseignants qui nous ont enseigné nos années d'études.

Ferhat.

Résumé :

Alger, capitale d'un pays qui possède des ressources matérielles et humaines importantes, a l'ambition de devenir une grande capitale moderne. Ces ambitions audacieuses d'évolution s'expriment par des plans d'aménagement stratégiques tels que le Master plan d'Alger 2035 qui a été élaboré pour faire d'Alger une ville méditerranéenne et une métropole internationale. Il se trouve que le projet d'aménagement de la baie d'Alger figure parmi les plus importants projets porteurs d'ambitions clefs pour la capitale : équilibre entre cohésion et attractivité, développement et durabilité, tradition et modernité...etc .C'est dans ce contexte que nous sommes intervenus, notre assiette d'intervention se situe dans la partie nord d'El Mohammadia appartenant à la baie d'Alger qui présente une grande commune de la façade maritime choisie pour sa disponibilité foncière et ses potentialités naturelles et économiques ainsi la présence de plusieurs projets structurant d'importance internationale.

Notre objectif central se porte sur la conception d'un projet qui va contribuer à la réparation de la façade maritime et la redynamisation du quartier en projetant un équipement sportif et de loisir pour satisfaire les besoins de la population d'El Mohammadia et inscrire les pratiques sportives dans la vie des jeunes vu leur importance dans les relations humaines, elles présentent un moyen de socialisation, d'échange et de partage.

Notre complexe sportif et de loisir est le résultat de l'interaction de plusieurs éléments et facteurs liés aux données relatives au contexte, aux exigences du thème, et au développement durable. C'est un projet socialement bénéfique, significatif par sa forme et son architecture qui s'inscrit dans une approche respectueuse de l'environnement, un élément de repère et d'appel à l'échelle du quartier El Mohammadia ainsi la baie d'Alger.

Mots clefs: la baie d'Alger , El Mohammadia ,sport ,loisir ,architecture bioclimatique .

Abstract:

Algiers the capital of a country which has a significant material and human resources with the ambition to become a great modern capital. These daring ambitions for development are expressed through strategic development plans such as the master plan of Algiers 2035, which was drawn up to make Algiers a Mediterranean city and international metropolis. The bay of Algiers development project happens to be one of the most important projects caring key ambitions for the capital: balance between cohesion and attractiveness, development and sustainability, tradition and modernity. In this context, we intervened in the northern part of El Mohammadia belonging to the bay of Algiers that presents a large municipality of the maritime façade. Our choice is based on the availability of land and its natural and economic potential as well as the presence of several projects of international importance.

Our central objective is the design of a project that will contribute to repair the maritime façade and the revitalization of the district by planning sports and leisure facilities to meet the needs of the population of El Mohammadia as well as to include sports practices in the daily lives of young people because of their importance in human relations. They represent a means of socialization, of exchange and sharing.

Our sports and leisure complex is the result of the interaction of several elements and factors related to data linking to the context, the requirements of the theme, and sustainable development. It is a socially beneficial project, significant by its form and its architecture which is part of an environmentally friendly approach, an element of reference and appeal on the scale of the district of EL MOHAMMADIA as well as the bay of Algiers.

Key words: The bay of Algiers, El Mohammadia, sports, leisure, bioclimatique architecture.

ملخص:

الجزائر العاصمة ، عاصمة دولة ذات موارد مادية وبشرية كبيرة لديها الطموح لتصبح عاصمة حديثة كبيرة يتم التعبير عن هذه الطموحات من خلال خطط التنمية الإستراتيجية مثل مخطط الجزائر 2035 الذي تم تطويره لجعل الجزائر مدينة متوسطة ومدينة عالمية. مشروع تطوير خليج الجزائر يعد من أهم المشاريع التي تحمل الطموحات الرئيسية للعاصمة: التوازن بين التماسك والترفيه ، والتنمية والاستدامة ، والتقليد والحداثة ... الخ. يقع المشروع في الجهة الشمالية من بلدية المحمدية التابعة لخليج الجزائر العاصمة والتي تمثل بلدية كبيرة للواجهة البحرية، تم اختيارها لتوفرها على أراضي فارغة قابلة للبناء و إمكانياتها الطبيعية و الاقتصادية و أيضا بالنسبة لوجود العديد من المشاريع ذات أهمية دولية .

هدفنا المركزي هو تصميم مشروع من شأنه أن يساهم في إصلاح الواجهة البحرية وتنشيط المنطقة من خلال بناء مركز رياضي وترفيهي تلبينا لاحتياجات سكان المحمدية و دمج الممارسات الرياضية في جدول الأعمال اليومية للشباب نظرا لتأثيرها الإيجابي في العلاقات الإنسانية والاجتماعية فهي تعتبر وسيلة تقارب و تآلف . مركزنا الرياضي والترفيهي هو نتيجة دمج العديد من العناصر والعوامل المتعلقة بمقر المشروع ومتطلبات الموضوع والتنمية المستدامة. إنه مشروع مفيد اجتماعيا، مهم من خلال شكله وهندسته المعمارية وهو جزء من نهج يحترم البيئة، ويعتبر مشروع مرجعي ومهم على نطاق منطقة المحمدية وكذلك خليج.

الكلمات المفتاحية: خليج الجزائر ، المحمدية ، رياضة ، ترفيه ، عمارة مناخية.

Sommaire:

Remerciements.....	II
Dédicace	III
Résumé	V
Sommaire	VIII
Liste des figures	XIII
Liste des tableaux.....	XIX

Introduction générale :

Introduction.....	1
Problématique	2
Hypothèse.....	3
Objectifs.....	4
Méthodologie de recherche.....	4
Structure du mémoire	6

Première partie : Repères théoriques

Chapitre01 : Etat de l'art de la recherche sur l'architecture bioclimatique.

Introduction.....	7
I.1.Définition de l'architecture bioclimatique.....	7
I.2.Objectifs de l'architecture bioclimatique.....	8
I.3.L'évolution de l'architecture bioclimatique.....	8
I.4.La bioclimatique : à la recherche du confort	9
I.4.1.Notion du confort	9
I.4.2.Le confort thermique	9
I.4.3.Les paramètres affectant le confort thermique.....	9
I.4.4.Les stratégies bioclimatiques pour assurer le confort thermique et l'efficacité énergétique.....	10
I.5.Principes de l'architecture bioclimatique.....	11
I.5.1.Implantation et intégration au site.....	11
I.5.2.Orientation et ensoleillement.....	11
I.5.3.La forme et la configuration architecturale.....	11
I.5.4.la lumière naturelle.....	11
I.5.5.Le choix des matériaux	12
I.5.6.L'énergie renouvelable.....	12
I.5.7.L'isolation thermique.....	12
I.5.7.1.Procédés d'isolation thermique des murs extérieurs	13
I.5.8.La ventilation naturelle.....	14
I.5.8.1. Définition.....	14
I.5.8.2.Les moteurs de la ventilation.....	15
I.5.8.3.La ventilation à l'échelle urbaine.....	15
I.5.8.4.La ventilation à l'échelle du bâtiment	19
I.5.8.4.1.La ventilation naturelle	19

I.5.8.4.2. Les modes de ventilation.....	19
I.6. Les dispositifs de l'architecture bioclimatique.....	23
I.6.1. Les dispositifs passifs de l'architecture bioclimatique.....	23
I.6.1.1. La serre bioclimatique.....	23
I.6.1.2. Les protections solaires	24
I.6.1.2.1. Les masques architecturaux.....	24
I.6.1.2.1.1. Le masque architectural par la stratégie de l'auto-ombrage.....	25
I.6.1.2.2. Les protections mobiles.....	28
I.6.1.2.2.1. L'architecture cinétique.....	29
I.6.1.2.3. Les films réfléchissants / ionisants.....	30
I.6.1.2.3. Les protections végétales.....	30
I.6.1.3. Le mur capteur accumulateur	30
I.6.1.4. La toiture végétale.....	31
I.6.1.5. Le mur végétal intérieur et extérieur.....	32
I.6.1.6. Le vitrage et ses performances.....	32
I.6.1.6.1. Caractéristique principales des vitrages	33
I.6.1.6.2. Les types de vitrage	34
I.6.1.6.3. Synthèse.....	36
I.6.1.7. Façade double peau.....	37
I.6.1.7.1. Les composants de la FDP et leurs caractéristiques.....	37
I.6.1.7.2. Les types de façade double peau.....	37
I.6.1.7.3. Les types de ventilation.....	39
I.6.1.7.4. Contribution de la façade double peau au confort.....	39
I.6.2. Les dispositifs bioclimatiques actifs.....	40
I.6.2.1. Les panneaux solaires	40
I.6.2.2. Chauffage chauffant rafraichissant.....	42
I.6.2.3. La pompe à chaleur air-air.....	43
I.6.2.4. La pompe à chaleur (PAC) air-eau.....	43
I.6.2.5. La pompe à chaleur (PAC) géothermique.....	44
I.6.2.6. L'éolienne	44
I.6.3. Les matériaux à changement de phase	45
I.6.1.1. Fonctionnement	45
I.6.1.2. Domain d'application.....	46
I.6.1.3. Classification des matériaux à changement de phase.....	46
I.6.1.4. Procédures d'intégration des MCP.....	46
I.6.1.5. Utilisations passives des matériaux à changement de phase en bâtiment.....	47
I.6.1.6. Utilisation active des matériaux à changement de phase dans le bâtiment.....	49
Conclusion.....	51
Chapitre02 : Analyse des projets modèles.	
Introduction.....	52
I.1. Choix du thème	52
I.2. Présentation de la thématique.....	53
II.2.1. Sport.....	53

II.2.1.1.Types de sport.....	53
II.2.1.2.Equipement sportif.....	53
II.2.1.2.1.Types d'équipements sportifs	55
II.2.1.3.Les avantages du sport	55
II.2.1.4.Le sport en Algérie.....	57
II.2.3.Loisir	57
II.2.3.1.Equipement de loisir	57
II.2.3.2.Classification des loisirs	60
I.3. Analyse des exemples	60
I.3.1. .Exemple 01 : le complexe sportif Saint Laurent.....	60
1.3.1.1. Le choix d'exemple.....	60
1.3.1.2.Fiche technique	60
1.3.1.3. Présentation du projet.....	61
1.3.1.4. Analyse architecturale.....	61
1.3.1.4.1. Analyse formelle	63
1.3.1.4.2.Analyse fonctionnelle.....	71
1.3.1.5.Ambiances intérieurs	72
1.3.1.6.Analyse bioclimatique	76
1.3.1.7.Système constructif	76
1.3.1.8.Synthèse	77
I.3.2.Analyse d'exemple 02 : Complexe Sportif du Campus Trivaux Garenne Clamart.....	77
I.3.2.1.le choix d'exemple.....	77
I.3.2.2.Présentation du projet.....	78
I.3.2.3.Le projet dans son contexte.....	80
I.3.2.4.Analyse architecturale.....	80
I.3.2.4.1.Analyse formelle	81
I.3.2.4.1.Analyse fonctionnelle.....	84
I.3.2.5.Ambiances intérieurs	84
I.3.2.6.Analyse bioclimatique	84
I.3.2.17.La charpente en bois.....	87
I.3.2.8.Synthèse.....	87
Conclusion.....	88
Deuxième partie : Elaboration du projet.	
Chapitre03 : Etude du site d'intervention	
Introduction	88
III.1.Analyse à l'échelle de la ville.....	88
III.1.1.Présentation de la ville d'Alger.....	89
III.1.2.Situation et limites	90
III.2.Analyse à l'échelle du quartier.....	90
III.2.1.Choix du site.....	90
III.2.2.Présentation d'El Mohammedia.....	90
III.2.2.1 .situation à différentes échelles	91

III.2.2.2. Accessibilité	91
III.2.2.3. Environnement immédiat	92
III.2.2.3. Aperçu historique d'El Mohammadia	95
III.2.2.3. Lecture urbaine d'El Mohammadia	95
III.2.2.3.1. Structure urbaine	95
III.2.2.3.2. Système bâti	101
III.2.2.4. système viaire	103
III.2.2.5. Topographie et géologie	103
III.2.2.6. La sismicité	104
III.2.2.6. Hydrographie	105
III.2.2.7. Synthèse	105
III.3. Présentation du site d'intervention	105
III.3.1. Situation et limites	106
III.3.2. Forme et topographie	107
III.3.3. Accessibilité	107
III.3.4. Environnement immédiat	108
III.3.5. Panorama	108
III.3.6. Synthèse	109
III.4. Analyse socio-économique	109
III.4.1. Répartition de la population selon les tranches d'âge	109
III.4.2. Répartition de la population selon le niveau d'instruction	110
III.4.3. Répartition de la population selon l'emploi	110
III.4.5. Répartition de la population selon le taux d'activité	110
III.5. Analyse climatique	110
III.6. Analyse bioclimatique	114
III.6.1. Diagramme givoni	114
III.6.2. Diagramme solaire	117
III.6.3. Les vents	118
III.6. Synthèse	119
Conclusion	119
Chapitre 04 : Programmation et conception du projet.	
Introduction	120
IV.1. Processus de conception	120
IV.1.2. Idéation	120
IV.1.3. Les concepts développés	121
IV.1.3.1. Les concepts liés au thème	121
IV.1.3.2. Concepts liés au site	121
IV.1.3.3. Concept liés au contrôle bioclimatique	122
IV.1.4. Plan de situation	122
IV.1.5. Genèse de la forme	123
IV.2. Programme qualitatif et quantitatif	129
IV.3. Description du projet	140
IV.3.1. Plan de masse	140
IV.3.1.1. Accessibilité	142

I.V.3.2.Description des plans.....	144
IV.3.2.1.Plan du Sous sol.....	144
IV.3.2.2.Plan du Rez de chaussée.....	145
IV.3.2.3.Plan du premier étage.....	151
IV.3.3.Description des façades	153
IV.4.Solutions bioclimatiques.....	156
IV.4.1.Forme et orientation du projet.....	157
IV.4.2.Stratégie du chauffage passif en hiver	157
IV.4.2.1.Chauffage passif par atrium.....	157
IV.4.2.2.Puits canadien	159
IV.4.3.Rafrachissement passif en été	159
IV.4.3.1.Ventilation par atrium	159
IV.4.3.2.Puits canadien.....	160
IV.4.3.3.Protection solaire.....	161
IV.4.4.La lumière naturelle.....	163
I.V.4.4.Solution microclimatiques au niveau du plan masse	165
IV.5.Système structurel.....	165
IV 5.1.Choix du système structurel.....	166
IV.5.2.Infrastructure du projet.....	167
IV.5.3. Superstructure du projet.....	169
IV.7.Matériaux	171
Conclusion.....	172

Listes des figures :

Figure 1 : structure du mémoire.....	6
Figure 2 : Architecture M'Zab, Ghardaïa.....	8
Figure 3 : Balcomb House, Nouveau Mexique, Années 70.....	8
Figure 4 : Les paramètres affectant le confort thermique.....	9
Figure 5 : Stratégie du chaud.....	10
Figure 6 : Stratégie du froid.....	10
Figure 7 : Stratégie du froid.....	11
Figure 8 : Eclairage naturel.....	12
Figure 9 : Isolation thermique dans la lame d'air.....	13
Figure 10: Isolation thermique par l'extérieur.....	13
Figure 11: Isolation thermique par l'intérieur.....	14
Figure 12: Isolation thermique par l'intérieur.....	14
Figure 13: effet du vent.....	15
Figure 14: effet cheminée.....	15
Figure 15: influence de l'effet topographique.....	16
Figure 16: utilisation de la végétation pour améliorer la végétation naturelle.....	17
Figure 17: Effet de trous sous immeuble.....	17
Figure 18: Effet de sillage.....	17
Figure 19: Effet de coin.....	18
Figure 20: Effet de barre	18
Figure 21: Effet de canalisation	18
Figure 22: effet de pyramide.....	19
Figure 23: ventilation mono exposée.....	21
Figure 24: ventilation transversale.....	21
Figure 25: capteur de vent.....	22
Figure 26: ventilation par conduit vertical.....	22
Figure 27: ventilation par atrium.....	23
Figure 28: Schéma de principe d'un puits canadien.....	23
Figure 29: Principe de fonctionnement d'une serre.....	24
Figure 30: le masque architectural durant l'année.....	24
Figure 31: Self-shading sur L'immeuble à gradins d'H. Sauvage.....	25
Figure 12: L'auto-ombrage dans la nature.....	25
Figure 33: Fonctionnement de l'auto-ombrage.....	26
Figure 34: Mosquée du nord du Ghana.....	26
Figure 35: Bureaux solaires au Madrid.....	26
Figure 36: Immeuble de bureau en suède.....	26
Figure 37: L'hôtel de ville de Tempe.....	27
Figure 38: Parc informatique à Bangalore.....	27
Figure 39: Banque d'Israël, Jérusalem.....	27
Figure 40: Les motifs de l'auto-ombrage.....	27
Figure 41: L'usine d'incinération d'Ivry-sur Seine.....	29
Figure 42: Parasols géants.....	29

Figure 43 : Musée MAXXi.....	29
Figure 44 : La Sharifi-ha house.....	29
Figure 45 : processus de rotation de Scharifi-ha house.....	30
Figure 46 : Schéma d'un mur trombe.....	31
Figure 47 : les différents composants d'une toiture végétale.....	31
Figure 48 : Mur végétal extérieur.....	32
Figure 49 : mur végétal intérieur.....	32
Figure 50 : Schématisation du phénomène de l'éblouissement et d'îlot de chaleur.....	33
Figure 51 : Le confort intérieur en fonction des coefficients de transmission thermique.....	33
Figure 52 : le vitrage isolant	34
Figure 53 : verre électro-chromique.....	35
Figure 54 : verre photovoltaïque.....	36
Figure 55 : Principe de vitrage rétro-réfléchissant.....	36
Figure 56 : Façade double peau et ses différents composants.....	37
Figure 57 : Les types de Façades double peau.....	37
Figure 58 : Les modes de ventilation naturelle.....	39
Figure 59 : fonctionnement du panneau solaire thermique.....	40
Figure 60 : fonctionnement du panneau solaire thermique	41
Figure 61 : fonctionnement d'un panneau solaire hybride.....	41
Figure 62 : plancher chauffant rafraichissant.....	42
Figure 63 : Fonctionnement d'une pompe à chaleur air air	43
Figure 64 : Fonctionnement d'une pompe à chaleur air /eau.....	43
Figure 65 : Fonctionnement d'une pompe à chaleur géothermique.....	44
Figure 66 : Le principe de fonctionnement des MCP.....	45
Figure 67 : Schéma comparatif des inerties thermiques en fonction de l'épaisseur et de la nature du matériau.....	45
Figure 68 : classification des MCP	46
Figure 69 : Procédures d'intégration des MCP.....	46
Figure 70 : Configuration d'un modèle de mur trombe MCP.....	47
Figure 21 : Les enduits à base de MCP.....	48
Figure 72 : Fenêtre GlassX fabriqué par Dietrich	48
Figure 73 : Rideaux à MCP mis au point par Harald Melhing.....	48
Figure 74 : Système d'intégration des MCP dans le sol.....	49
Figure 75 : Schéma du système de chauffage solaire.....	49
Figure 76 : Applications actives des systèmes de plafond améliorés par MCP.....	50
Figure 77: Concept de refroidissement avec MCP intégré dans le sol.....	50
Figure 78 : Concept de refroidissement avec MCP intégré dans le sol.....	50
Figure 79 : Stade de football.....	54
Figure 80 : Stade omnisport.....	54
Figure 81 : Salle de basketball.....	54

Figure 82 : Salle omnisports.....	54
Figure 83 : Schémas des fonctions d'un équipement de loisir.....	57
Figure 84 : Simulateur de la chute libre	57
Figure 85 : Murs d'escalades.....	57
Figure 86 : La pétanque.....	57
Figure 87 : Le bowling.....	58
Figure 88 : Le karaoké.....	58
Figure 89 : Le paint-ball.....	58
Figure 90 : Laser Game	58
Figure 91 : Le squash.....	58
Figure 92 : Le Tire à l'arc	58
Figure 93 : Les jeux vidéo.....	58
Figure 94 : Le skate bord	58
Figure 95 : Atelier de dessin.....	59
Figure 96 : Atelier de musique.....	59
Figure 97 : Club de lecture.....	59
Figure 98 : jeux de développement personnel.....	59
Figure 99 : Les jeux d'échecs.....	59
Figure 10 : Le Parkour.....	59
Figure 101 : Break dance.....	59
Figure 102 : mur d'escalade.....	59
Figure 103 : Complexe sportif Saint Laurent	60
Figure 104 : Contexte du centre sportif de Saint Laurent	61
Figure 105 : Le volume du complexe sportif Saint	62
Figure 106 : Façade principale (Sud) du complexe sportif Saint Laurent.....	62
Figure 107 : Façade Nord du complexe sportif Saint.....	63
Figure 108 : Le plan masse du complexe sportif Saint Laurent	64
Figure 109 : La rampe de complexe sportif.....	65
Figure 110 : coupe du complexe sportif Saint Laurent.....	65
Figure 111 : Plan du RDC complexe sportif saint Laurent.....	67
Figure 112 : vue de l'escalier principale à partir de l'espace aquatique.....	68
Figure 113 : Escalier réservé aux élèves de l'école secondaire	68
Figure 114 : plan du premier étage.....	69
Figure 115 : Plan du deuxième étage.....	69
Figure 116 : Organigramme RDC.....	70
Figure 117 : Organigramme du premier étage.....	70
Figure 118 : organigramme du deuxième étage.....	71
Figure 119 : Hall du complexe sportif.....	71
Figure 120 : l'espace aquatique du complexe sportif Saint Laurent	72
Figure 121 : Piscine récréative du complexe.....	72
Figure 122 : Piscine olympique du complexe sportif.....	72
Figure 123 : Terrain de soccer du complexe sportif Saint Laurent.....	73
Figure 124 : Palestre gymnique du complexe sportif Saint Laurent.....	73
Figure 125 : Salle de gymnase du complexe sportif Saint Laurent.....	73

Figure 126 : Coupe au niveau complexe sportif illustrant les solutions bioclimatiques pour répondre aux critères LEED.....	73
Figure 127 : Vue aérienne du complexe sportif Saint.....	74
Figure 128 : Murs solaire du complexe sportif.....	75
Figure 129 : coupe montrant le puits de lumière du complexe sportif.....	75
Figure 130 : Structure du complexe sportif	75
Figure 131 : complexe sportif Trivaux Clamart.....	76
Figure 132 : Vue aérienne du complexe scolaire.....	77
Figure 133 : Projet de reconstruction du campus Trivaux-Garenne.....	78
Figure 134 : Complexe sportif Trivaux Clamart.....	79
Figure 135 : Façade sud du complexe sportif.....	80
Figure 136 : Façade Est du complexe sportif.....	80
Figure 137 : Plan masse du complexe sportif Trivaux Garenne Clamart.....	81
Figure 138: Plan du RDC	81
Figure 139 : Organigramme RDC.....	82
Figure 140 : Espace Dojo du complexe sportif petit Clamart.....	83
Figure 141 : Complexe sportif Trivaux Clamart.....	84
Figure 142 : Charpente en bois du complexe sportif campus Trivaux Garenne.....	84
Figure 143 : la toiture en bois de l'intérieur.....	85
Figure 144 : toiture II : ondulante du complexe sportif.....	86
Figure 145 : Modélisation de l'écoulement des eaux.....	86
Figure 146 : La baie d'Alger.....	88
Figure 147 : carte d'Algérie.....	89
Figure 148 : carte des limites d'Alger.....	89
Figure 149 : géographique d'Alger.....	89
Figure 150 : Situation à l'échelle territoriale.....	90
Figure 151 : Situation à l'échelle régionale.....	90
Figure 152 : Figure : Situation à l'échelle communale.	91
Figure 153 : Image satellite déterminant l'accessibilité vers El Mohammadia.....	91
Figure 154 : Carte de délimitation administrative d'EL Mohammadia.....	91
Figure 155 : Carte d'EL Mohammadia à la période ottomane.....	92
Figure 156 : Carte : El Mohammadia à vocation militaire.....	92
Figure 157 : Carte : El Mohammadia à vocation cultuelle et agricole.....	93
Figure 158 : Carte : El Mohammadia à vocation économique.....	93
Figure 159 : Carte : El Mohammadia à vocation industrielle et résidentielle.....	94
Figure 160 : Carte : El Mohammadia période post coloniale.....	94
Figure 161 : Axe chronologique des différentes périodes marquantes d'El Mohammadia.....	95
Figure 162 : la structure urbaine d'El Mohammadia.....	95
Figure 163 : Le tissu irrégulier	96
Figure 164 : Immeuble du tissu irrégulier.....	96
Figure 165 : Le tissu régulier	96
Figure 166 : Immeuble du tissu régulier.....	96
Figure 167 : Le tissu radioconcentrique	97

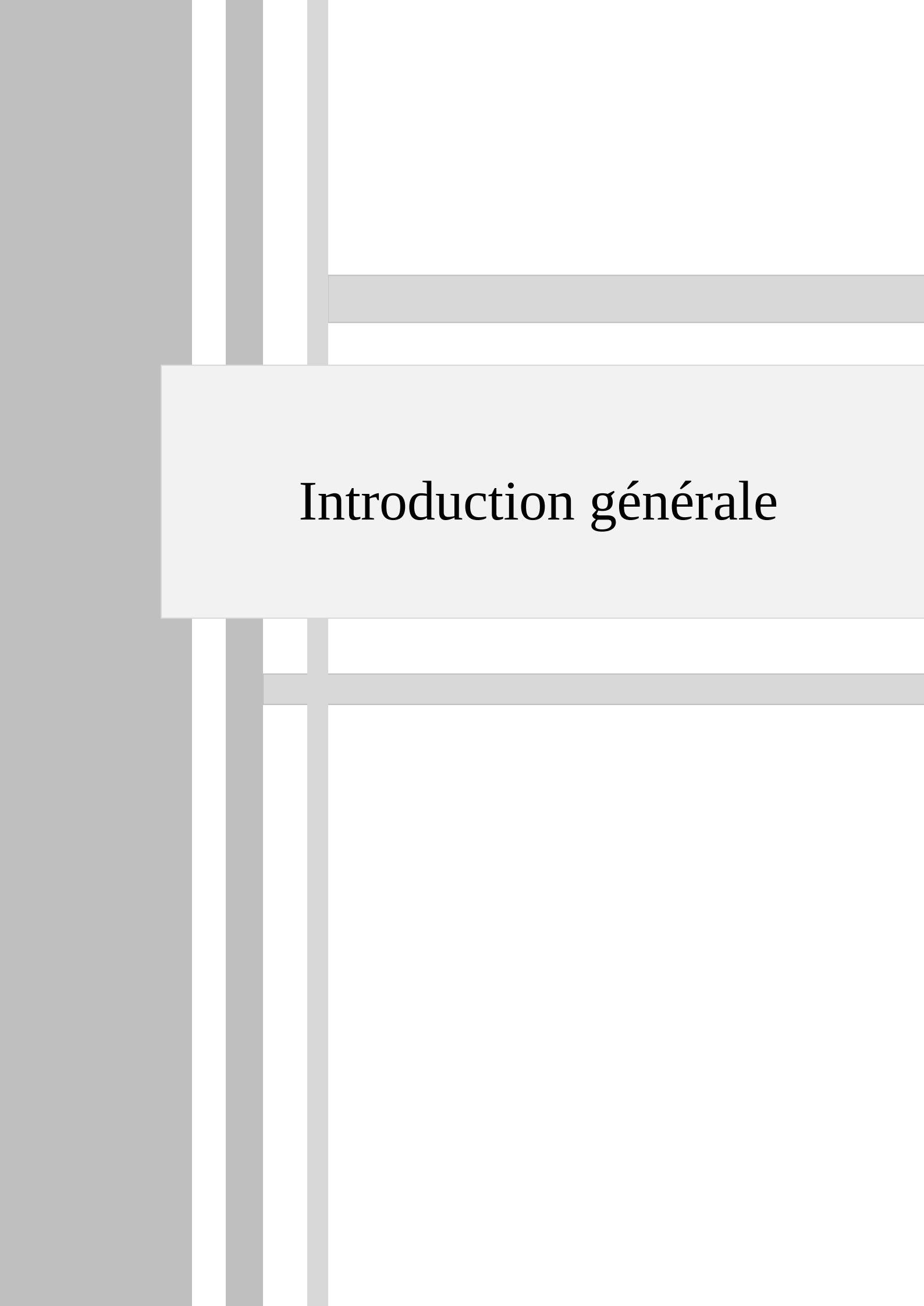
Figure 168 : Immeuble du tissu radioconcentrique.....	97
Figure 169 : Le tissu nouveau.....	97
Figure 170 : immeuble du tissu nouveau.....	97
Figure 171 : Les sous entités d'El Mohammadia	98
Figure 172 : Carte avec équipements.....	99
Figure 173 : Equipements et éléments de repères d'El Mohammadia.....	100
Figure 174 : Le système viaire d'El Mohammadia.....	101
Figure 175 : Photos des voies primaires d'El Mohammadia.....	101
Figure 176 : Photo de la RN24.....	102
Figure 177 : Photo de la RN5.....	102
Figure 178 : Les Nœuds viaires d'El Mohammedia.....	102
Figure 179 : Topographie d'El Mohammadia.....	103
Figure 180 : Géologie d'El Mohammedia.....	103
Figure 181 : Balade des Sablettes.....	104
Figure 182 : Oued El-Harrach.....	104
Figure 183 : Plan de situation.....	106
Figure 184 : Coupes schématiques.....	106
Figure 185 : Plan de situation.....	106
Figure 186 : Accessibilité vers le site.....	107
Figure 187 : Environnement immédiat du site d'intervention.....	107
Figure 188 : Photo montrant les différentes vues à partir du site d'intervention.....	108
Figure 189 : Répartition de la population selon la tranche d'âge.....	109
Figure 190 : Répartition de la population selon le niveau d'instruction.....	109
Figure 191 : Répartition de la population selon l'emploi dans la ville d'Alger et la commune d'ElMohammadia.....	110
Figure 192 : Répartition de la population selon le niveau d'instruction.....	110
Figure 193 : les moyennes mensuelles des températures moyennes Maximales et minimales	111
Figure 194 : diagramme des cumuls mensuels des précipitations d'Alger.....	112
Figure 195 : diagramme des humidités relatives moyennes maximales et minimales D'Alger.....	113
Figure 196 : Diagramme de Givoni.....	115
Figure 197 : trajectoire soleil hiver.....	117
Figure 198 : Diagramme solaire hiver Alger	117
Figure 199 : trajectoire soleil été.....	117
Figure 200 : Diagramme solaire été Alger	117
Figure 201 : trajectoire soleil équinoxe.....	118
Figure 202 : Diagramme solaire automne printemps Alger.....	118
Figure 203 : Schéma des vents affectant le site.....	118
Figure 204 : images montrant l'ambiance au sein d'un équipement sportif.....	120
Figure 205 : Plan de situation.....	122

Figure 206 : Schématisation de l'étape 1.....	123
Figure 207 : Schématisation de l'étape 2.....	123
Figure 208 : Schématisation de l'étape 3.....	124
Figure 209 : Schématisation de l'étape 4.....	124
Figure 210 : Mercedes Benz Stadium.....	125
Figure 211 : Schématisation de l'étape5.....	125
Figure 212 : Schématisation de l'étape 6.....	126
Figure 213 : Schématisation de l'etape7.....	127
Figure 214 : toiture du projet.....	128
Figure 215 : hall d'accueil	130
Figure 216 : salle omnisport.....	131
Figure 217 : Salle des arts martiaux.....	131
Figure 218 : Salle handifitness.....	132
Figure 219 : Salle de musculation.....	132
Figure 220 : Salle de zumba.....	132
Figure 21 : bassin semi olympique.....	133
Figure 222 : bassin d'initiation	133
Figure 223 : salle de jeux vidéo.....	134
Figure 224 : sale de jeux.....	134
Figure 225 : salle de jeux.....	134
Figure 226 : espace d'exposition	135
Figure 227 : espace de rencontre.....	135
Figure 228 : jardin de relaxation.....	136
Figure 229 : salle de massage.....	136
Figure 230 : Restaurant.....	137
Figure 231 : magasin d'articles sportifs.....	137
Figure 232 : Bureau.....	138
Figure 233 : local technique.....	138
Figure 234 : parking.....	139
Figure 235 : aire de sport en plein air	139
Figure 236 : vue d'ensemble du projet.....	140
Figure 237 : Placette d'exposition en plein air.....	141
Figure 238 : terrain de basket bal en plein air	141
Figure 239 : aire de sport en plein air.....	141
Figure 240 : aire de jeux en plein air.....	141
Figure 241 : Espace de lecture en plein air.....	142
Figure 242 : placette public.....	142
Figure 243 : Accès principale au projet.....	142
Figure 244 : Accès vers l'entité omnisport.....	142
Figure 245 : Plan masse.....	143
Figure 246 : Plan de sous sol.....	144
Figure 247 : le hall d'accueil	145
Figure 248 : Une vue sur l'entité aquasport à partir du hall d'accueil.....	145
Figure 249 : la salle omnisport.....	146

Figure 250 : les bassins de l'entité aquasport.....	147
Figure 251 : le jardin de relaxation.....	148
Figure 252 : l'espace d'exposition.....	148
Figure 253 : Vue sur l'espace d'exposition à partir de la rampe intérieure	148
Figure 254 : plan de rez de chaussée.....	149
Figure 255 : vue sur les bassins à partir de l'espace de consommation.....	151
Figure 256 : restaurant.....	151
Figure 257 : Plan du premier étage.....	152
Figure 258 : Façade sud.....	153
Figure 259 : Façade nord ouest.....	154
Figure 260 : Façade ouest.....	154
Figure 261 : Façade Est.....	154
Figure 262 : La toiture du projet.....	155
Figure 263 : Plan masse.....	156
Figure 264 : Le principe de fonctionnement de l'atrium en hiver.....	157
Figure 265 : Fonctionnement d'un puits canadien en hiver.....	157
Figure 266 : Ensemble des dispositifs passifs et actifs en période hivernale.....	158
Figure 267 : Le principe de fonctionnement de l'atrium en hiver.....	159
Figure 268 : Fonctionnement d'un puits canadien en été.....	159
Figure 269 : Brise soleil orientable	160
Figure 270 : murs incliné	161
Figure 271 : éclairage naturel par atrium	161
Figure 272 : Ensemble des dispositifs passifs et actifs en période estivale.....	162
Figure 273 : Haie végétal.....	164
Figure 274 : Piste cyclable	164
Figure 275 : un pavé perméable.....	164
Figure 276 : un plan dans le coté sud.....	164
Figure 278 : bancs de repos doté de panneaux photovoltaïques.....	164
Figure 279 : vue aérienne de l'ensemble du projet.....	164
Figure 280 : Plan de structure.....	166
Figure 281 : Détails mur de soutènement.....	166
Figure 282 : protection d'un poteau métallique.	167
Figure 283 : Poutres alvéolaire.....	168
Figure 284 : poutre en treillis.....	168
Figure 285 : assemblage poteau-poutre.....	168
Figure 286 : détails plancher collaborant	169
Figure 287 : composants panneaux sandwich.....	167
Figure 288 : isolation des murs par Ecorubber.....	171

Liste des tableaux :

Tableau 1 : échelle de BEAUFORT.....	16
Tableau 2 : Les effets aérodynamiques dus au vent en milieu urbain.....	17
Tableau 3 : Les modèles de bâtiment d'auto-ombrage.....	26
Tableau 4 : Résultats de l'expérience.....	28
Tableau 5 : Les types de façade double peau.....	38
Tableau 6 : potentialités et carences de la commune d'El Mohammadia.....	105
Tableau 7 : les cumuls mensuels des précipitations d'Alger.....	112
Tableau 8 : Moyennes mensuelles des humidités relatives d'Alger (2007_2017).....	113
Tableau 9 : les cumuls mensuels des vents.....	114
Tableau 10 : durée moyenne d'insolation (2007-2017).....	114
Tableau11 : interprétation du diagramme Givoni	116
Tableau 12 : genèse de la forme	123
Tableau 13 : Programme de base.....	129
Tableau 14 : Programme qualitatif et quantitatif.....	130
Tableau 15 : Avantages et inconvénients de la structure métallique.....	165



Introduction générale

Introduction générale :

La question du changement climatique et la dégradation de la biodiversité présente un sujet d'actualité, c'est l'un des défis les plus importants auxquels notre monde est confronté. « Le secteur du bâtiment se trouve être un acteur majeur du climat du fait des consommations énergétiques et des émissions de gaz à effet de serre qu'il engendre, en effet il présente 38% des émissions totales de CO₂ liées à l'énergie et 35% de la consommation d'énergie finale »¹. Ce qui en fait l'un des domaines clé dans la lutte contre le réchauffement climatique et la transition énergétique.

Aujourd'hui l'alarme du danger sur notre planète se multiplie. « Si nous ne rendons pas les bâtiments plus efficaces en énergie, leur consommation énergétique croissante aura un impact sur nous tous, que ce soit sous la forme d'un accès limité à des services énergétiques abordables, une qualité de l'air médiocre ou des factures d'énergie plus élevées » a déclaré Dr Fatih Birol, directeur exécutif de l'Agence internationale de l'énergie, Donc Il est nécessaire pour l'homme de se réconcilier avec son environnement à travers une remise en question de nos modes de vie. Elle passe entre autres par le développement d'une architecture écologique ou éco-responsable, c'est-à-dire fonctionnelle, confortable, économe en matières premières et respectueuse de l'environnement.

L'architecture écologique et le développement durable visent à améliorer la qualité de vie des habitants, et réduire les émissions de gaz à effet de serre. Pour atteindre ces buts et préserver l'environnement tout le monde est responsable, non seulement les pays développés mais aussi les pays en cours de développement. Quant à l'Algérie elle n'est pas en reste, le secteur du bâtiment la aussi est en tête de la consommation énergétique , « c'est un secteur non productif mais énergivore, puisque il consomme 41% de l'énergie finale, devançant le secteur agricole qui absorbe 33 % de l'énergie ainsi que le secteur industriel et celui des transports avec des taux respectifs de 19% et 7% », a précisé Tahar Moussaoui, le chef de département bâtiment Auprès de l'agence nationale pour la promotion et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie (APRUE). Pour pallier à ce problème une véritable prise de conscience des enjeux de l'éco construction est aujourd'hui perceptible, un nouveau programme national de l'efficacité énergétique (PNEE) lancé l'Aprue.

¹ Keivein Weller. ONU Environnement, (07 décembre 2018) .Le secteur du bâtiment et de la construction détient un énorme potentiel inexploité de réduction des émissions . <https://www.unenvironment.org/fr/actualites-et-recits/communique-de-presse/le-secteur-du-batiment-et-de-la-construction-detient-un>.(consulté le 5 mai 2020).

Il obéit à la volonté de l'Algérie de favoriser une utilisation plus responsable de l'énergie et d'explorer toutes les voies pour préserver les ressources et systématiser la consommation utile et optimale.

Ce programme ambitieux porte sur l'introduction de l'isolation thermique de 100 000 logements/an, La diffusion de 10 millions/an de lampes basses consommation (LBC) ,La diffusion de chauffe-eau solaires à raison de 200 000 M²/an ,L'introduction de 1,1 million de lampes à sodium pour l'éclairage public.²

Le projet d'aménagement de la Baie d'Alger s'inscrit dans le Plan Stratégique de la Wilaya d'Alger à l'horizon 2035, qui a pour objectif de faire d'Alger une ville emblématique, une éco métropole et une grande capitale méditerranéenne, une belle ville qui maîtrise son étalement, un moteur de développement économique, une ville de mobilité et de proximité à travers l'élaboration de plusieurs plans thématique, plan vert, plan bleu, plan blanc, le plan mobilité. C'est dans cette dynamique d'Alger que nous voulons inscrire notre projet, à savoir un centre sportif et de loisir au niveau de la commune d'El Mohammadia qui occupe une situation stratégique au cœur de la baie d'Alger.

Notre objectif est de projeter un projet contemporain qui s'intègre dans son contexte contribuera à améliorer l'image urbaine et architecturale, mettre en valeur le sport et les loisirs à la baie d'Alger, renforcer l'attractivité de la commune et répondre à l'attente de la population locale en améliorant la qualité et le lieu de vie grâce à l'intégration des qualités environnementales.

Problématique :

Deux facteurs sont indispensables à l'émergence d'une culture de loisirs : le temps et l'espace. Les Algériens disposent globalement de temps, mais manquent cruellement d'espaces de loisirs culturels, sportifs et divertissants. Notre quartier d'intervention El Mohammedia se présente comme un site en plein développement apte à recevoir ce type d'équipements. Il occupe une position stratégique centrale au niveau de la baie d'Alger qui est l'une des plus belle baies au monde.

² Agence nationale pour la promotion et la rationalisation (APRUE) .mars 2019 . Programme National de Développement des Énergies Renouvelables et de l'Efficacité Énergétique à l'horizon 2030 actualisé.[PDF]. Disponible sur <http://www.aprue.org.dz/lettres/bulletin%20aprue.pdf>.(Consulté le 5 mai 2020)

Durant ces dernières années la commune connaît une projection et une réalisation de grands projets structurant à caractère économique ,culturel, et touristique et religieux, dans l'intérêt de faire de ce quartier un pôle à grande attractivité, ces aménagements à grandes envergures doivent être renforcé et enrichi avec de nouveaux aspects, nouvelles motivations et des projets qui vont dans la même vision à travers un raisonnement basé sur le développement durable et tout en tenant compte des besoins de la population locale.

- Comment notre projet peut il accompagner la ville d'Alger dans son développement économique et son positionnement dans le créneau d'une grande métropole méditerranéenne ?
- Par le biais de quel équipement peut-on répondre aux besoins de la population d'El Mohammadia à un niveau local et renforcer l'attractivité de la commune tout en assurant une diversité d'activité ?
 - Comment concevoir un projet qui s'insère dans une démarche de développement durable et y intégrer des solutions bioclimatiques afin d'assurer son efficacité énergétique ?

Hypothèses :

- L'Algérie est un pays où le sport est une culture et une distraction populaire, elle participe et rayonne sur le podium de plusieurs compétitions continentales et internationales. La conception d'un projet à vocation sportive et de loisir vient renforcer cette démarche de métropolisation de la ville d'Alger et contribue à exprimer cette culture populaire à l'image internationale future de la ville.
- Un complexe sportif et de loisir permet d'animer et redynamiser le quartier d'El Mohammadia ainsi faire d'elle un pôle à grande attractivité, tout en mettant en avant l'intérêt de la population de jeunesse d'El Mohammadia en leur offrant la possibilité et l'opportunité pour se détendre,s'épanouir ,se divertir par l'attribution de nouvelles activités de loisir, de détente et de sport qui permettent de renforcer la mixité sociale et fonctionnelle.
- Une conception bioclimatique passive ainsi que l'utilisation des nouvelles technologies dans l'exploitation des énergies renouvelables permettra d'assurer un bilan énergétique positif pour notre projet.

Objectifs :

- Notre projet est un lieu de rencontre et d'intégration pour tous les citoyens. Il permet l'interaction des individus en offrant une variété d'activités physiques et ludiques qui favorisent chez les usagers une meilleure santé et un bien être accru.
- Concevoir un projet très attrayant et universellement accessible.
- Réaliser un projet exemplaire en termes de développement durable. Un symbole emblématique pour tous les citoyens, tant par sa localisation et sa vocation, que par l'excellence de son architecture et son design.
- Offrir à l'ensemble des usagers et surtout aux jeunes du quartier El Mohammadia un espace de regroupement, d'échanges et de loisirs, un lieu qui joint le plaisir et l'apprentissage. (loin du banditisme).

Méthodologie de recherche :

Pour bien mener notre travail de recherche, nous avons suivi une méthodologie de recherche qui consiste à rédiger l'introduction générale comme première phase du mémoire, une conclusion comme dernière phase ainsi que deux parties qui séparent ces deux phases :

- **La partie théorique :**

Cette partie est le résultat de l'ensemble des documents, sites, revues, ouvrages que nous avons consultés pour réaliser notre mémoire. Elle a pour objectif de donner des éclaircissements et une meilleure Connaissance du thème en tirant des recommandations qui nous permettront de Cerner toutes les exigences liées au projet.

- **La partie pratique :**

Elle est consacrée à l'étude du site d'intervention à plusieurs échelles ; l'élaboration d'un programme afin de matérialiser la qualité des espaces et leur fonctionnement, et la conception architecturale, ainsi que les solutions bioclimatiques et constructives.

Structure du mémoire :

Suivant les objectifs fixés dans notre travail et pour apporter des solutions à nos Problématiques, notre mémoire est composé d'une :

Introduction générale :

Elle contient une introduction, les problématiques rencontrées, ainsi que des réponses provisoires et prématurées (hypothèses de recherche) qui doivent être confirmées ou infirmées, ainsi que les objectifs liés au projet et la méthodologie suivie dans notre rapport.

Partie théorique (Repères théorique) :

Elle est répartie en deux chapitres :

I. Chapitre 01 : Etat de l'art de la recherche sur l'architecture bioclimatique :

Ce chapitre consiste un corpus théorique de l'architecture bioclimatique. Il permet de comprendre et cerner ces notions, ainsi que ces principaux concepts, les différents dispositifs passifs et actifs de l'architecture bioclimatique.

II. Chapitre 02 : Analyse des projets modèles :

Ce chapitre consiste en premier lieu une recherche sur le thème qui est *le sport et loisirs*, signification et généralités. En second lieu, il se base sur une analyse d'exemple d'équipements sportifs pour un premier contact avec la configuration spatiale et programmatique de ce genre d'infrastructure, Ce qui va nous permettre de tirer un ensemble de concepts et d'élaborer un programme spécifique.

Partie pratique (Élaboration du projet) :

Elle est répartie en deux chapitres :

III. Chapitre 03 : Étude du site d'intervention :

Un chapitre où l'on établie une représentation, une lecture urbaine et une analyse du lieu d'étude à différentes échelles. Il présente la ville d'Alger, la commune d'El Mohammadia et l'assiette d'intervention à fin de répondre aux différentes exigences du lieu et faire une conception qui s'intègre dans son contexte. Ce chapitre comprend aussi l'analyse bioclimatique qui consiste à analyser et interpréter les données climatiques pour pouvoir utiliser les solutions bioclimatiques dans le but de créer un confort tellement recherché.

IV. Chapitre 04 : Programmation et conception du projet d'étude :

Dans ce chapitre, on va aborder le projet architectural. Il englobe le processus de conception, de l'idéation jusqu'à l'aboutissement du projet, le fonctionnement, la structure ainsi que les différents plans y sont présentés. Il comporte également un récapitulatif des stratégies bioclimatiques incorporées au projet : tous les dispositifs et techniques mis en place afin de réduire sa consommation énergétique et ses impacts sur l'environnement.

Conclusion générale :

Elle vient clôturer le travail de recherche. Elle répond aux problématiques générales posées, ainsi que les réponses définitives aux hypothèses qu'elle vient d'infirmer ou de confirmer. Elle comporte également une mise au point des objectifs, ceux que nous avons pu atteindre et ceux qui nous n'avons pas pu aboutir.

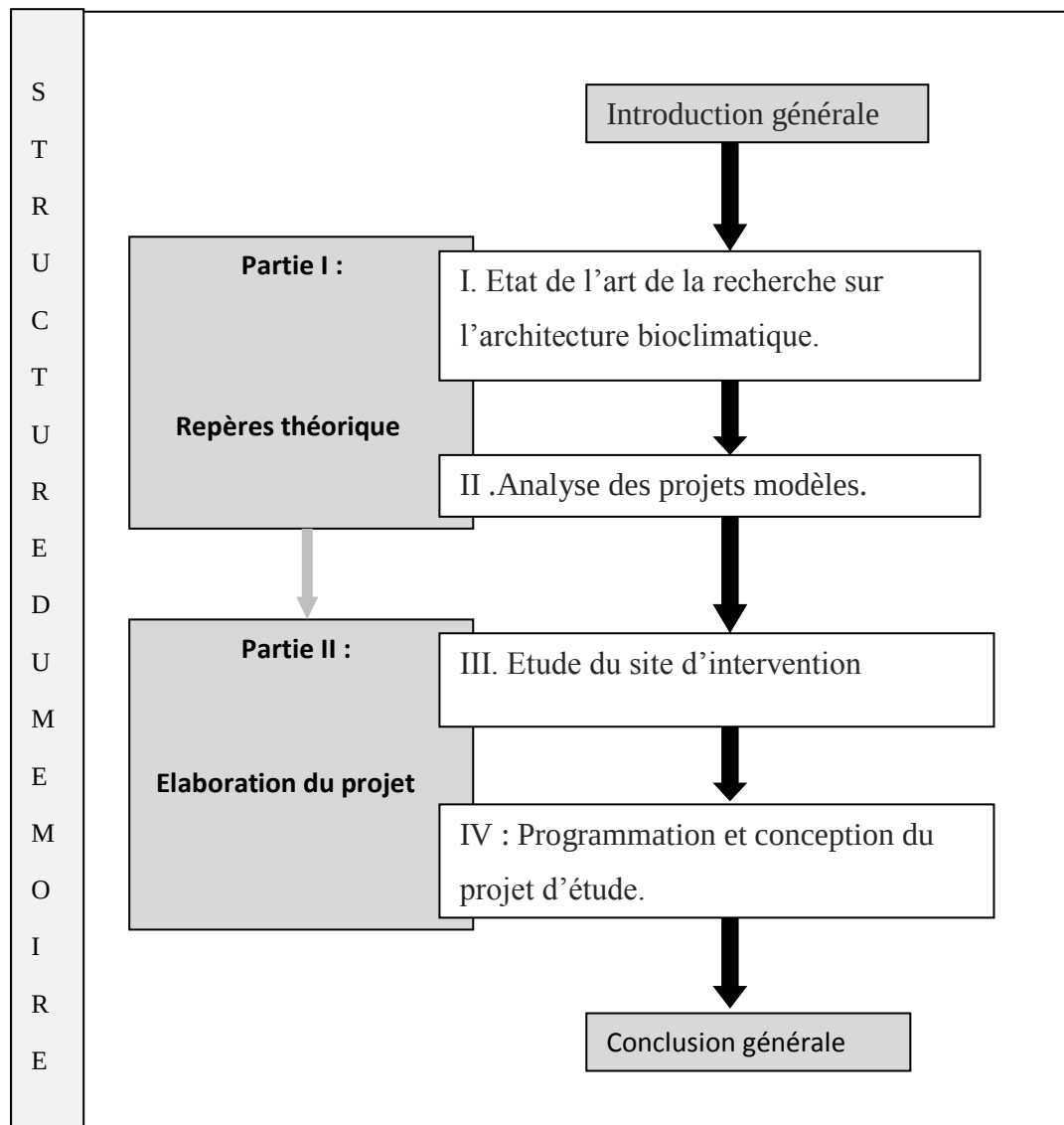


Figure 1 .structure du mémoire
Source : auteurs

Première partie

Repères théoriques

Chapitre I :

**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 écologique ³ toujours réduite de manière la plus naturelle possible, en utilisant avant tout des moyens architecturaux et des énergies renouvelables disponibles à proximité.

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

I.1.Définition de l'architecture bioclimatique :

L'architecture bioclimatique est l'art et le savoir-faire de bâtir en alliant respect de l'environnement et confort de l'habitant. Elle a pour objectif d'obtenir des conditions de vie agréables de la manière la plus naturelle possible⁴.

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.

³L'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).

⁴FuturaMaison.Architecturebioclimatique[enligne].Disponiblesur<<https://www.futurasciences.com/maison/definitions/maison-architecture-bioclimatique-10514/>> (consulté le 3septembre2020).

I.2.Objectifs de l'architecture bioclimatique :

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

I.3.L'évolution de l'architecture bioclimatique :

• . Les constructions vernaculaires, prémices du bioclimatisme :

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 ». Formes, matériaux et techniques de l'architecture vernaculaire ont été dictés par le microclimat et les avantages offerts par les ressources localement disponibles : construction en bois dans les régions forestières ; murs en pisé ou en briques et couvertures⁵.



Figure 2 : Architecture M'Zab, Ghardaïa.

Source: www.steemit.com

• L'architecture organique :

Les réalisations des architectes de cette époque estiment que l'architecture devrait respecter la nature c'est le cas de Wright qui pose les principes de cette architecture.

• Crise pétrolière et émergence de l'habitat bioclimatique :

L'habitat « bioclimatique » est un mode de construction alternatif qui a émergé aux États-Unis après les crises pétrolières des années 1970. Il s'inspire de l'insertion douce de constructions vernaculaires dans le paysage, de leur adéquation entre fonction et usage ainsi que de la logique d'utilisation inhérente à chaque matériau.



Figure 3 : Balcomb House, Nouveau Mexique, Années 70.

Source: www.motherearthnews.com

⁵ Encyclopædia Universalis, « ARCHITECTURE ÉCOLOGIQUE ou ARCHITECTURE DURABLE », Encyclopædia Universalis, consulté le 26 octobre 2020 <http://www.universalis.fr/encyclopedie/architecture-ecologique-architecture-durable/>.

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

I.4.1. 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.

I.4.2. 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 environnement qui est atteint grâce à trois mécanismes notamment la conduction, la convection, et le rayonnement.⁶

I.4.3. Les paramètres affectant le confort thermique :

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

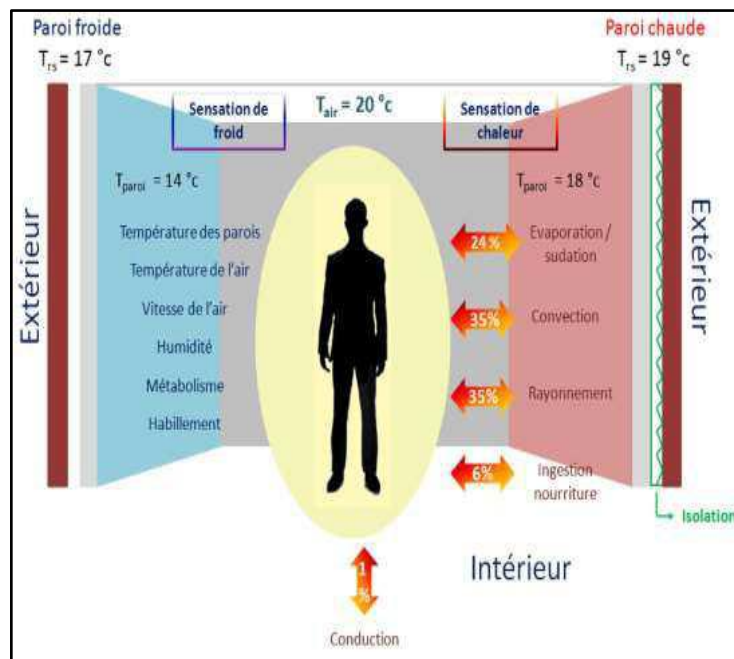


Figure 4 : Les paramètres affectant le confort thermique.

Source : <http://www.batitherm.ch/confort-thermique.html>

⁶LIEBARD A, DE HERDE A ,traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique. Ed :Observe ER, Paris 2005

I.4.4. Les stratégies bioclimatiques pour assurer le confort thermique et l'efficacité énergétique :

✓ 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.

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

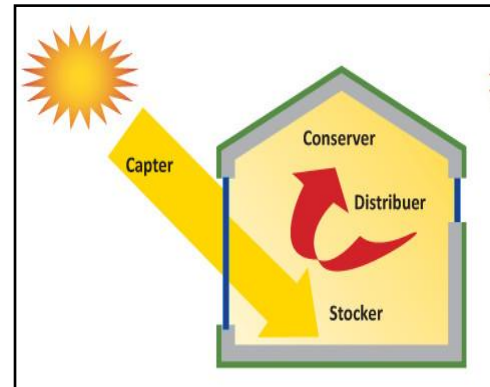


Figure 5 : Stratégie du chaud.

Source: https://www.biffsa.com/files/attachments/2014/1414133203_strategie_duchaudetdufroid.jpg.

✓ 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.

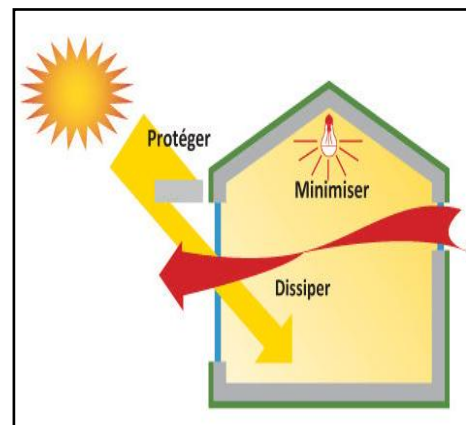


Figure 6 : Stratégie du froid

Source: https://www.biffsa.com6files/attachments/2014/1414133203_strategie_duchaudetdufroid.jpg.

✓ Stratégie de la lumière naturelle :

- Capter la lumière du jour : consiste à la recueillir pour éclairer naturellement un bâtiment.
- Transmettre la lumière naturelle : consiste à favoriser sa pénétration à l'intérieur du bâtiment.
- Distribuer la lumière naturelle : consiste à diriger et à transporter les rayons lumineux de manière à créer une bonne répartition de la lumière naturelle dans le bâtiment.

- Se protéger de la lumière naturelle : consiste à arrêter partiellement ou totalement le rayonnement lumineux lorsqu'il présente des caractéristiques néfastes à l'utilisation du bâtiment. Pour atteindre le confort visuel, il est essentiel de 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.

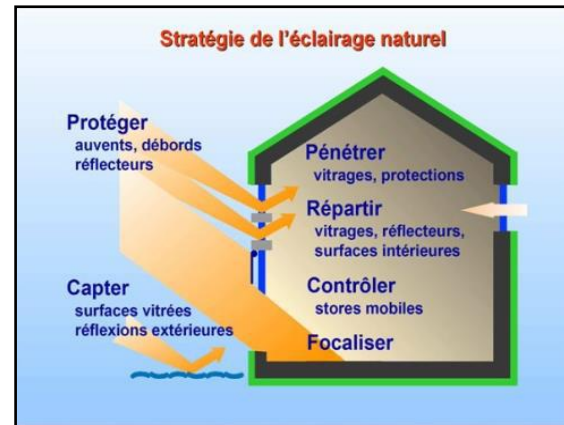


Figure7 : Stratégie du froid

Source: https://www.biffsa.com6files/attachments/2014/1414133203_stratgieduchaudetdufroid.jpg.

I.5.Principes de l'architecture bioclimatique :

I.5.1.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.

I.5.2.Orientation et ensoleillement :

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

I.5.3.La forme et la configuration architecturale :

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

I.5.4.La lumière naturelle:

La lumière naturelle est l'un des éléments les plus importants dans la conception d'un bâtiment et ce pour diverses raisons : la lumière naturelle joue sur le confort, la santé, l'humeur 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, anime les espaces intérieurs.



Figure 8: Eclairage naturel

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

I.5.5.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 écologiques sont étudiés de façon intelligente, ils proviennent de sources qui ne sont pas néfastes pour l'environnement et ils rendent nos conceptions plus efficaces avec des émissions de carbone plus faibles, les matériaux locaux sont la meilleure solution car il y a beaucoup moins de coûts impliqués.

I.5.6.L'énergie renouvelable :

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.

I.5.7.L'isolation thermique :

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

I.5.7.1. Procédés d'isolation thermique des murs extérieurs :

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

A. Par remplissage de la lame d'air dans le cas d'un mur creux :

- Finitions intérieures et extérieures conservées.

- Pas d'encombrement et technique simple.
- Pas applicable si parement peint ou émaillé : couche étanche empêche évacuation de la vapeur d'eau.

- Épaisseur d'isolation limitée.
- Refroidissement du mur de parement.
- potentiel de Séchage réduit, risque de gel.

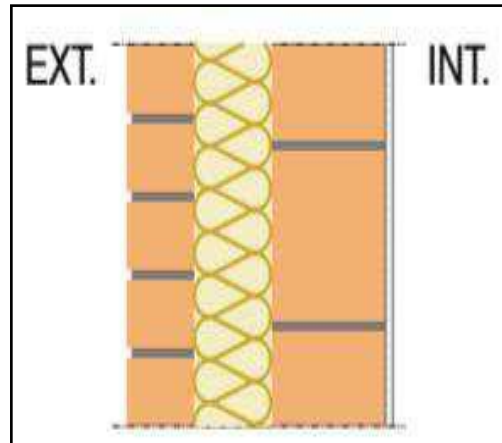


Figure 9 : Isolation thermique dans la lame d'air
Source : Guide de l'isolation thermique en France

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, la continuité de l'isolant permet de :

- Supprimer les risques de ponts thermiques.
- Améliorer l'étanchéité de la façade.
- Protéger 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).

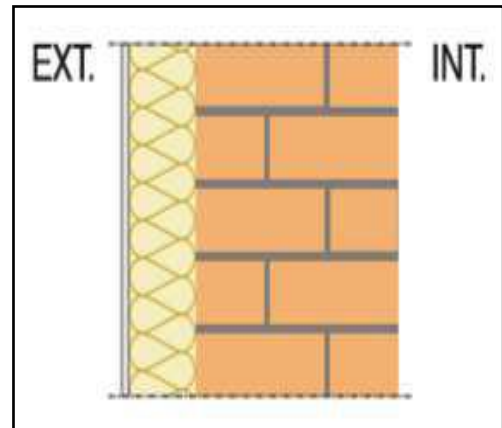


Figure 10 : Isolation thermique par l'extérieur
Source : Guide de l'isolation thermique en France

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.

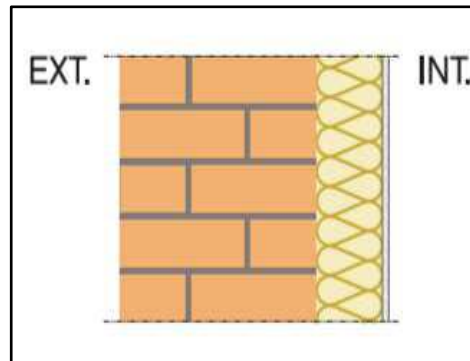


Figure 11 : Isolation thermique par l'intérieur
Source : Guide de l'isolation thermique en France

I.1.5.7.2. 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

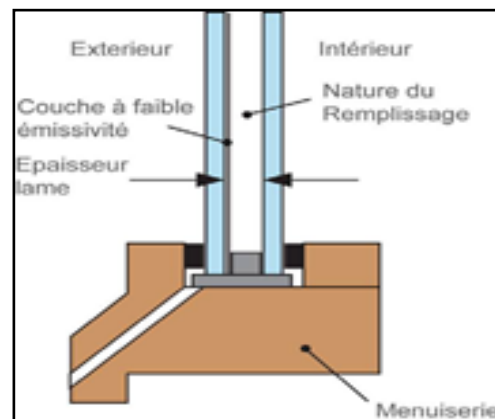


Figure 12: Isolation thermique par l'intérieur
Source : Guide de l'isolation thermique en France

I.5.8. La ventilation naturelle

1.5.8.1. 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].

I.5.8.2. Les moteurs de la ventilation :

- Le vent : c'est le renouvellement d'air produit par une différence de pression d'air entre l'extérieur d'un bâtiment et son intérieur, ainsi qu'entre deux façades opposées d'un bâtiment.
- Le tirage thermique : appelé aussi l'effet cheminée ; c'est le renouvellement d'air basé sur une différence de température. L'air froid reste au sol, car il est plus lourd que l'air chaud qui est évacué grâce à un conduit vertical qui le rejette vers le toit.
- Le 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.

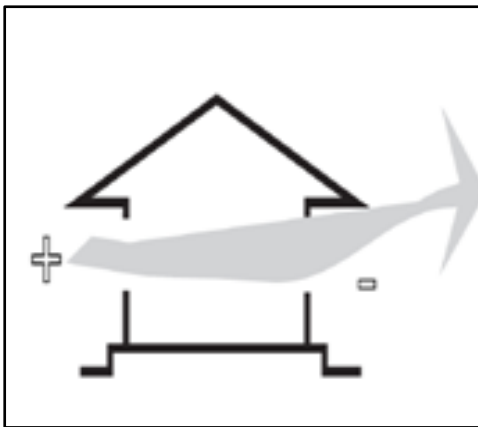


Figure 13: effet du vent

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

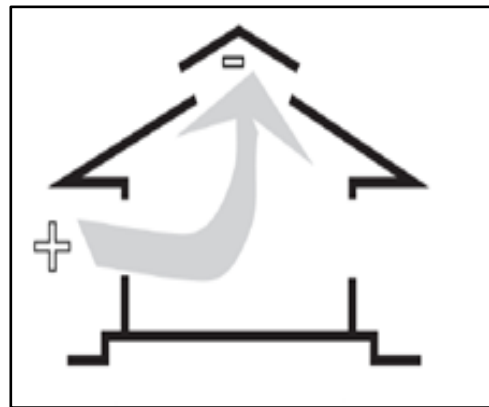


Figure 14: effet cheminée

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

I.5.8.3. La ventilation à l'échelle urbaine :

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

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

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

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

Tableau 1 : échelle de BEAUFORT

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

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

B. 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) va respectivement freiner ou laisser le vent se développer.
- La végétation.

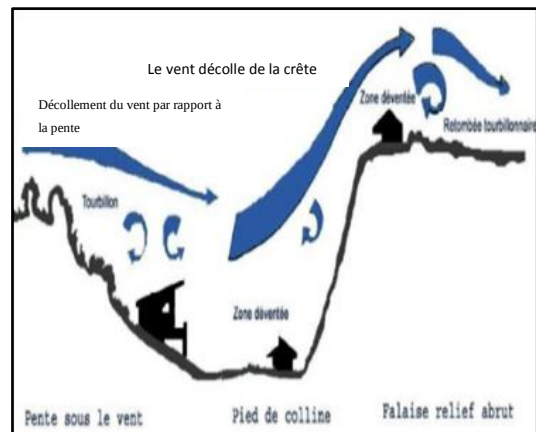


Figure 15 : influence de l'effet topographique

Source : Sacré, et al1992

C. Les effets de la végétation :

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

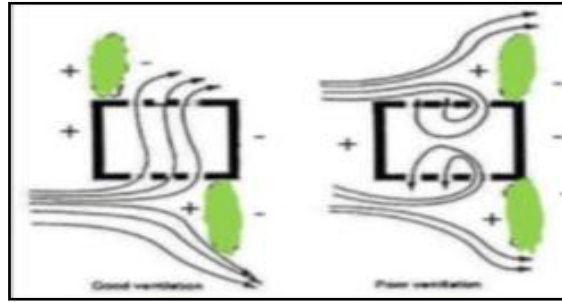
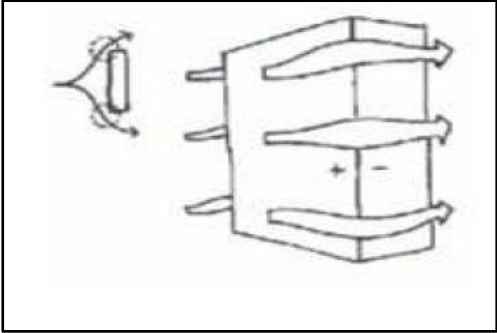
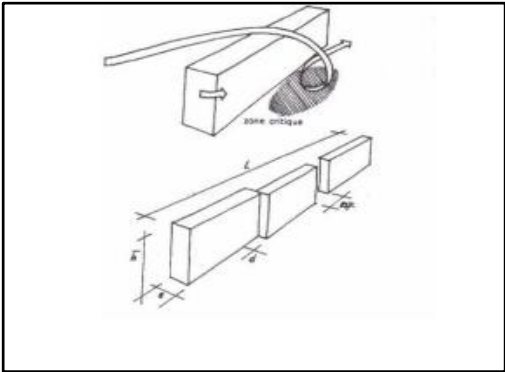
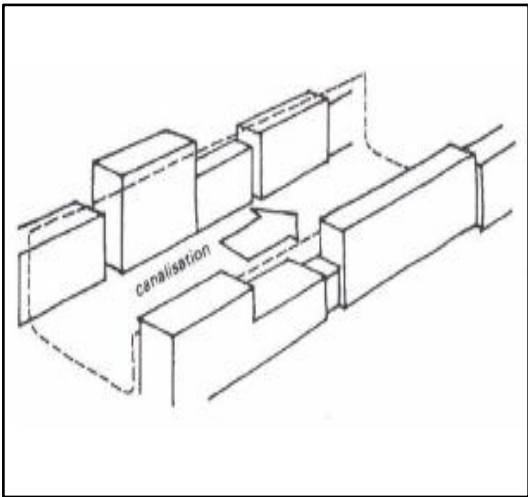


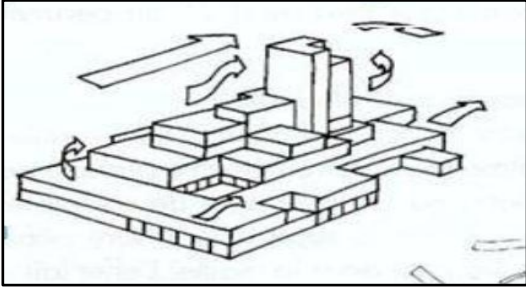
Figure 16 : utilisation de la végétation pour améliorer la ventilation naturelle
Source : Allard,1998

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

Tableau 2: Les effets aérodynamiques dus au vent en milieu urbain Source :cours Mr chabi 2020

Définition	Figure	Exigences
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 17 : Effet de trous sous immeuble	Hauteur minimum >15 m
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 18 : Effet de sillage	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 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	 <i>Figure 19 : Effet de coin</i>	Les formes isolées sont plus exposées à ce phénomène.
Effet de barre Déviation en vrille de l'écoulement au passage d'une barre pour une incidence voisine de 45°	 <i>Figure 20 : Effet de barre</i>	Hauteur moyenne des bras $h > 15\text{m}$. Longueur minimale des bras pour un angle aigu ou droit entre ceux-ci $l_1 + l_2 > 100\text{m}$ 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.	 <i>Figure 21: Effet de canalisation</i>	Condition d'existence -Le couloir est constitué de parois peu poreuses : $\text{espacement} \leq \text{l'épaisseur des bâtiments}$. -La largeur du couloir $< 2h$. -Hauteur minimum des bras $h \geq 6\text{ m}$

Effet de pyramide Groupement de construction à décrochement et à caractère pyramidal.	 <i>Figure 22: effet de pyramide</i>	Les coins de la pyramide. Si la hauteur de la pyramide = 40 m, alors $Y = 1,6$. • les balcons ou loggias au vent et au voisinage des crêtes
---	---	--

I.5.8.4. La ventilation à l'échelle du bâtiment :

I.5.8.4.1. La ventilation naturelle :

La ventilation naturelle 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.

I.5.8.4.2. Les modes de ventilation :

A. 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.

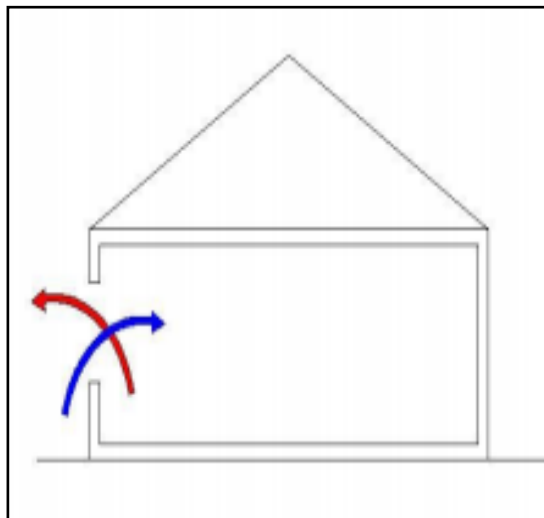


Figure 23: ventilation mono exposée
Source : Cours de Mr Chabi ,2020

- Ouverture unique en façade :

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

- Deux ouvertures en façade :

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

B. 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).

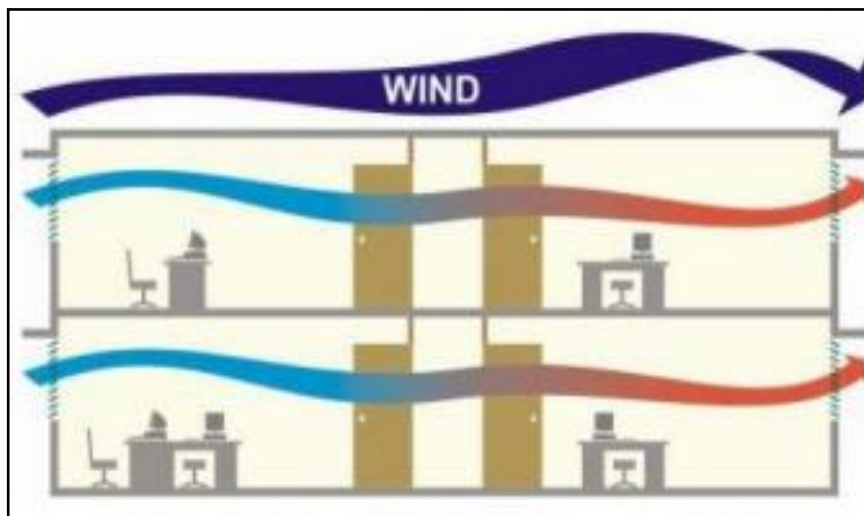


Figure 24: ventilation transversale
Source : Cours de Mr Chabi ,2020

C. 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.⁷

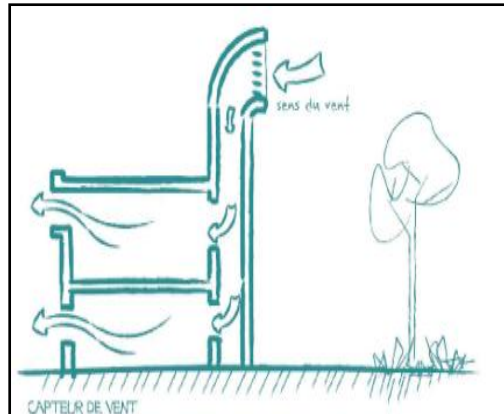


Figure 25 : capteur de vent
Source : Cours de Mr Chabi ,2020

D. 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.

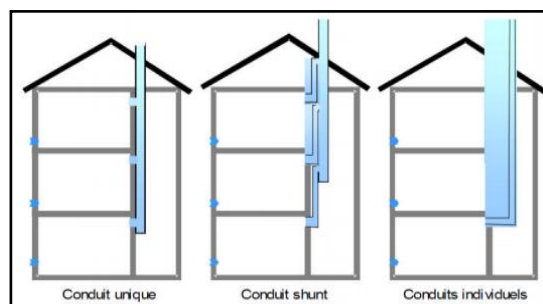


Figure 26: ventilation par conduit vertical
Source: Cours de Mr Chabi,2020

⁷Guidebiotech,ventilation naturelle mécanique,disponiblsur<https://issuu.com/acaba/docs/guide_bio_tech_ventilation_naturell (consulté le 4septembre 2020).

E. Ventilation par atrium :

L'atrium remplit de nombreuses fonctions, à savoir un apport en lumière naturelle et il assure également une ventilation naturelle, en agissant comme une cheminée solaire géante. De plus, l'intérêt de l'atrium est que le volume du bâtiment que l'on veut 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.

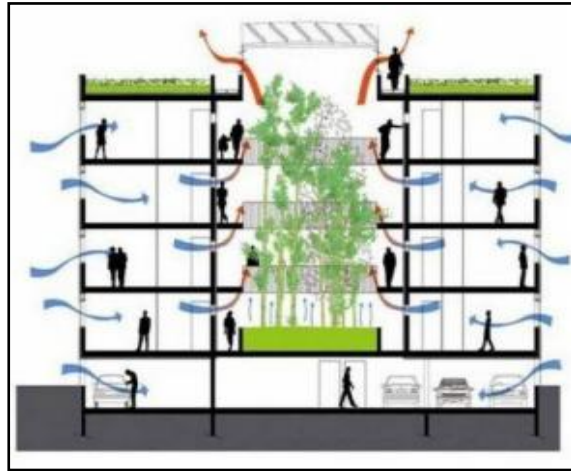


Figure27: ventilation par atrium
Source: Cours de Mr Chabi, 2020

F. Ventilation par puits canadien :

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.

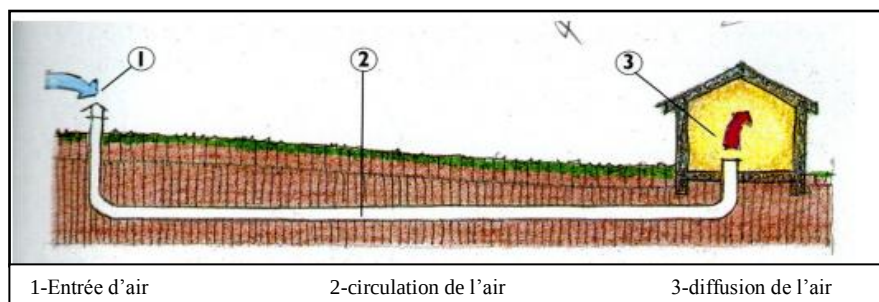


Figure28: Schéma de principe d'un puits canadien.
Source : Cours de Mr Chabi, 2020

I.6.Les dispositifs de l'architecture bioclimatique :

I.6.1.Les dispositifs passifs de l'architecture bioclimatique :

I.6.1.1.La serre bioclimatique :

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

- **En hiver :**

La surface vitrée capte le rayonnement solaire. Cependant la ventilation interne réchauffe l'air à l'intérieur de la serre. Par les ouvertures reliant l'intérieur du bâtiment et la serre un courant d'air est créé et réchauffé au fur et à mesure l'air du bâtiment, le chauffage a donc lieu par convection c'est-à-dire par le chauffage et le déplacement de l'air. Ce premier réchauffement peut se doubler d'un réchauffement par conduction : les parties maçonnées de la paroi du fond de la serre jouent le rôle d'accumulateur de 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 évitent le surchauffe, le réchauffement de l'air qui se produit dans la serre permet une ventilation naturelle grâce à des ouvertures spécifiques pratiquées en bas et en haut de la serre. Toutefois les communications entre la serre et le reste du bâtiment doivent rester fermées afin de ne pas produire dans le bâtiment un renouvellement d'air important qui le réchaufferait. Un store ou volet de couleur claire à déployer en cas de surchauffe pour ne pas que le mur ne se charge de chaleur. Dans ce cas le mur lourd servira d'isolant et participe à conserver la fraîcheur du bâtiment. Durant la nuit, les grilles de ventilation de la serre et les ouvertures entre serre et bâtiment laissent passer généreusement l'air et permettent une sur ventilation propice au rafraîchissement du bâtiment.

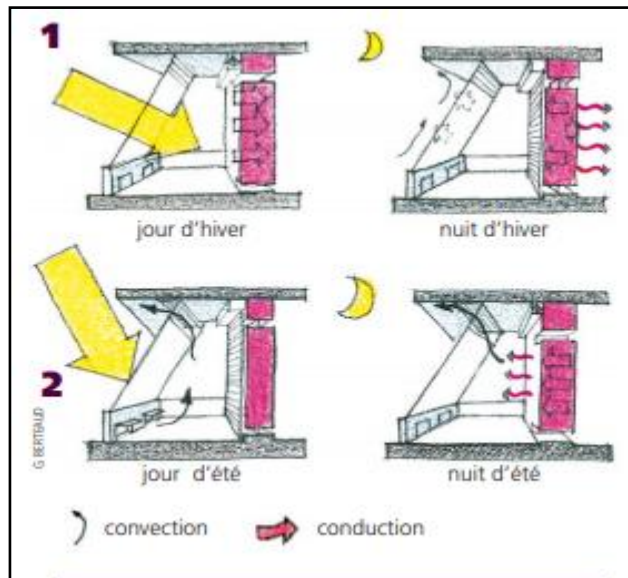


Figure 29 : Principe de fonctionnement d'une serre
Source: <https://abonnes.terrevivante.org/>

I.6.1.2. Les protections solaires :

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.

On retrouve quatre catégories de protection solaire pour bâtiments :

I.6.1.2.1. Les masques architecturaux :

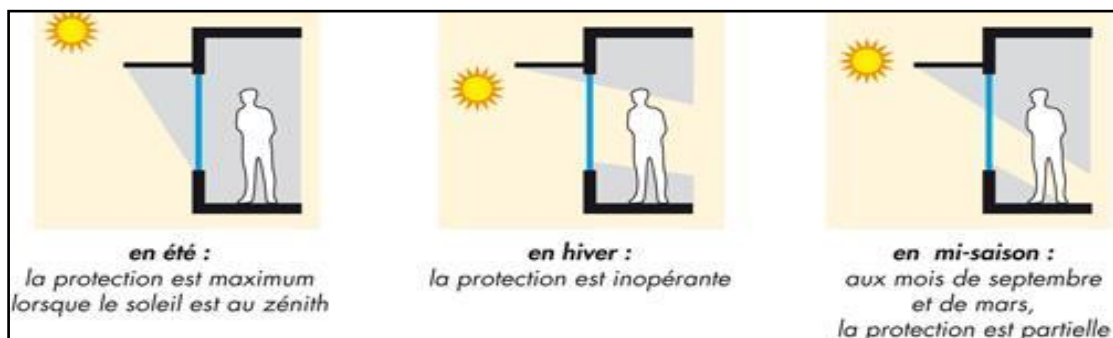


Figure 30: le masque architectural durant l'année
Source : publications.eti-construction.fr

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.

I.6.1.2.1.1. Le masque architectural par la stratégie de l'auto-ombrage :

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

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

A. 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 comparée à une forme lisse.

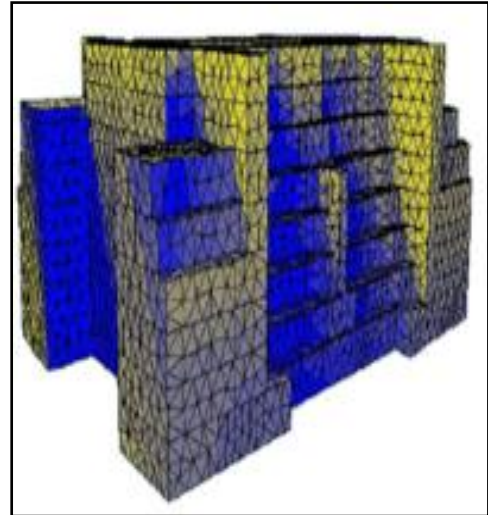


Figure 31: Self-shading sur L'immeuble à gradins d'H. Sauvage.

Source :: Kandar et al., 2019



Figure 12: L'auto-ombrage dans la nature.

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

B. 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 :

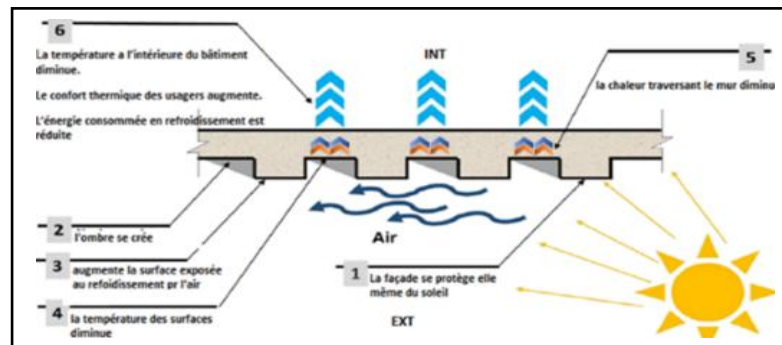


Figure 33: Fonctionnement de l'auto-ombrage

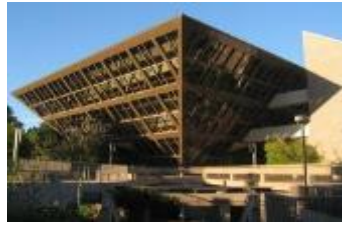
Source : article.sapub.org/10.5923.j.arch.20201001.01.htm

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

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

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

Modèle	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 34: 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.	 Figure35: 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.	 Figure36: 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.	 <i>Figure 37 L'hôtel de ville de Tempe.</i>
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.	 <i>Figure 38 : Parc informatique à Bangalore</i>
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.	 <i>Figure 39 Banque d'Israël. Jérusalem</i>

D. Le modèle expérimentale :

L'étude propose une simulation d'une stratégie d'auto-ombrage (trois motifs géométriques différentes) d'une façade en brique pour bloquer le soleil. (Source, Merhan M. shahda) pour trouver quels types de configuration géométriques peuvent être appliqués à la façade des bâtiments pour réduire les gains de chaleur et améliorer les performances thermiques

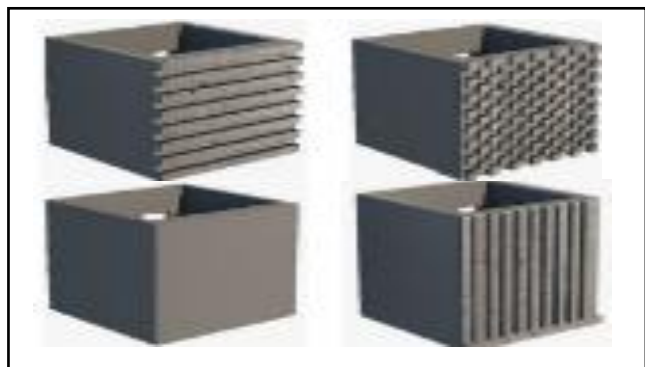


Figure 40: Les motifs de l'auto-ombrage
Source : Merhan M. shahda

à l'intérieur pour minimiser l'utilisation de l'énergie de refroidissement ou moindre coût et en utilisant des matériaux accessibles. Toutes les alternatives ont réussi à réduire le soleil incident par rapport au cas de base, au moment maximum du rayonnement solaire. Les résultats sont résumés dans ce tableau.

Tableau 4: Résultats de l'expérience .Source : Merhan M. shahda

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

I.6.1.2.1.Synthèse :

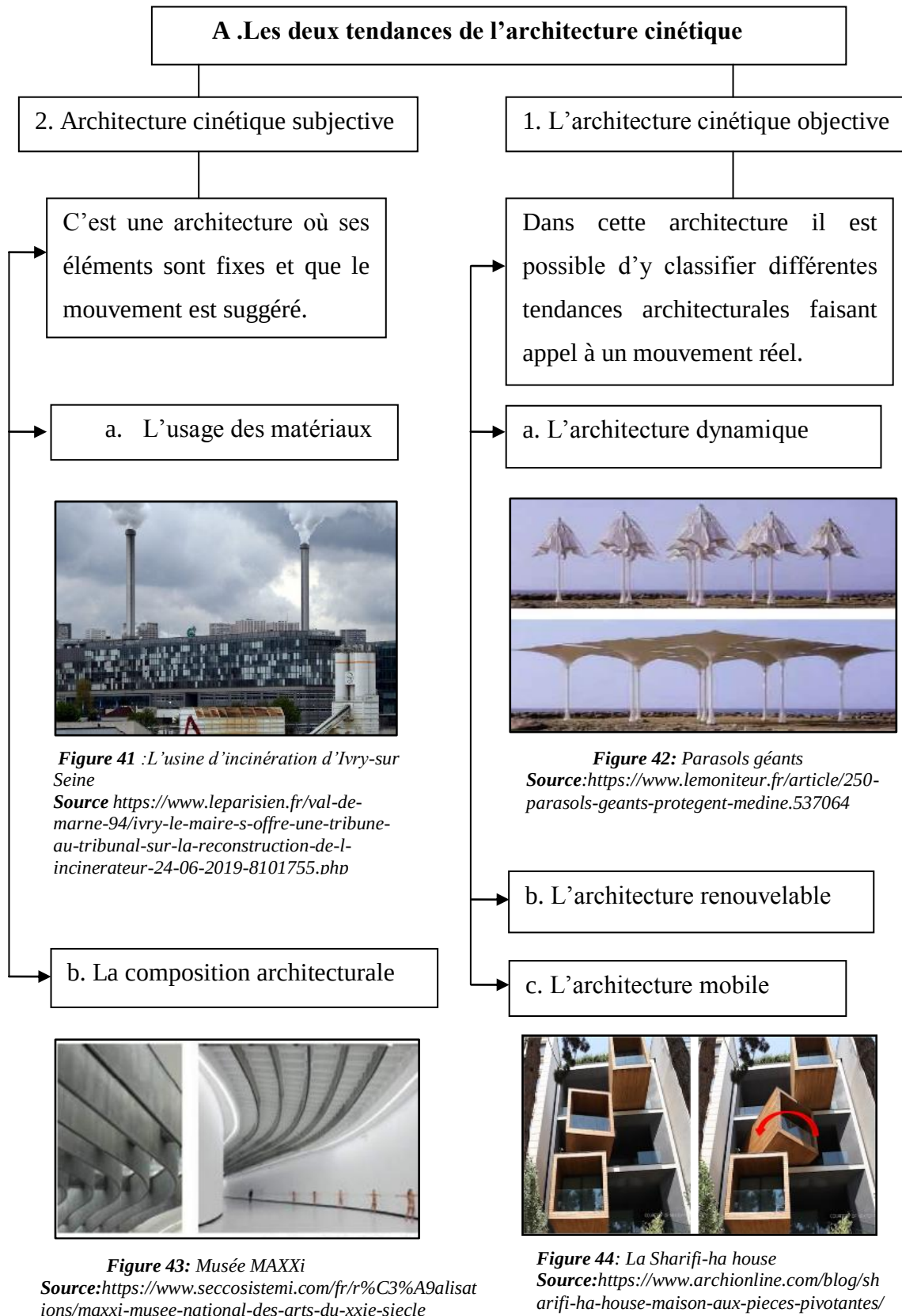
On peut dire que l'application d'une stratégie d'auto-ombrage dans les bâtiments entraînerait une réduction de la consommation d'énergie pour le refroidissement. Le principe d'auto-ombrage peut donc être utilisé par les architectes pour la conception de bâtiments éco-énergétiques et écologiques à moindre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

I.6.1.2.2.Les protections mobiles:

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

I.6.1.2.2.1.L'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.



Dans l'exemple la sharifiha house les bâtiments suivront les rythmes de la nature ; ils changeront de direction et de forme du printemps à l'été, du lever au coucher du soleil, et s'adapteront à la météo.

L'utilisation de la technologie pour pouvoir pivoter des pièces, afin de profiter au mieux des conditions météorologiques de la région, les pièces sont projetées en été pour l'éclairage, l'aération et pour créer des terrasses. Alors qu'en hiver se retirent dans la structure offrant le minimum d'ouvertures pour garder la chaleur à l'intérieur.

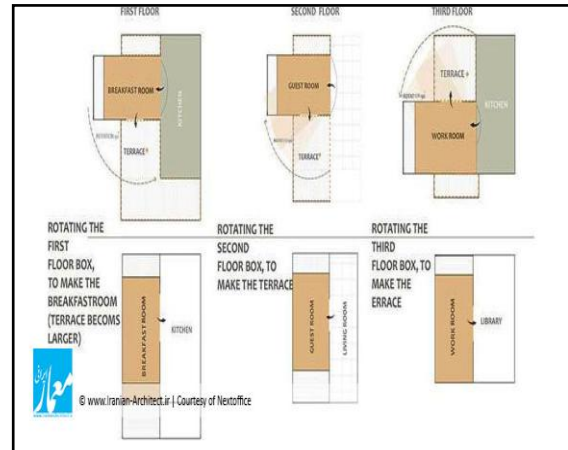


Figure 45 : processus de rotation de Scharifi-ha house

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

I.6.1.2.3. 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.

I.6.1.2.3. 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.

I.6.1.3. Le mur capteur accumulateur:

Les murs capteurs, accumulateurs sont en général des portions de mur orienté au Sud, composés d'une vitre placée devant un élément de maçonnerie lourde (de couleur sombre), la vitre permet de capter et amplifier le rayonnement solaire, sur le même principe qu'une serre. Cette énergie thermique pourra ensuite chauffer le mur placé à l'intérieur. Comme il s'agit d'un mur « lourd » et de couleur sombre, la chaleur sera absorbée, accumulée puis rayonnée à l'intérieur du bâtiment avec un certain déphasage qui dépend de la nature du mur.⁸

Il existe plusieurs types de mur capteur :

⁸Bâticonceptécologique. Le fonctionnement d'un mur trombe [ENLIGNE]. Disponibles sur <http://mmonceaux.free.fr/solaire_thermique/Le%20fonctionnement%20d%27un%20mur%20Trombe%20ou%20mur%20capteur.html> (Consulté le 5.07.2020)

A. Le mur trombe:

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

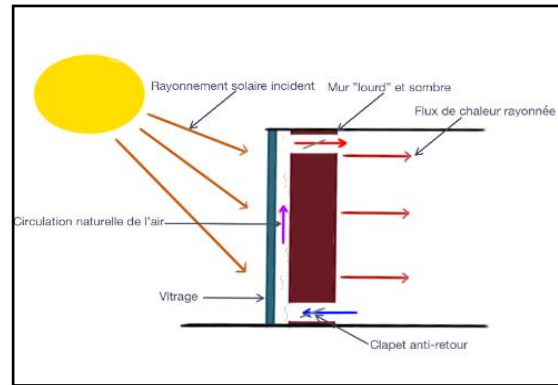


Figure 46. Schéma d'un mur trombe

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

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

C. Le mur capteur en bois : le but est de remplacer les éléments de maçonnerie lourds par des panneaux en bois massif profondément 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.

I.6.1.4. La toiture végétale :

Une toiture végétale, encore appelée toit végétal, toiture végétalisée, éco toit ou toit vert est un aménagement de verdure composé de matériaux et de végétaux installés sur le sommet d'un bâtiment.

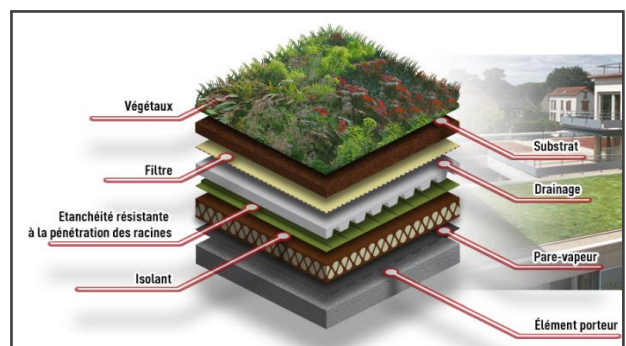


Figure 47: les différents composants d'une toiture végétale

Source : <https://sites.google.com/site/maisonaenergiepositive/toiture/toiture-vegetale>

I.6.1.5. Le mur végétal intérieur et extérieur :

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



Figure 48: Mur végétal extérieur
Source: <https://www.gerbeaud.com/jardin/decouverte/mur-vegetalise,1240.html>



Figure 49: mur végétal intérieur
Source : <http://www.jardinsdebabylone.fr/blog/mur-vegetal-jardin-vertical>

I.6.1.6. Le vitrage et ses performances :

La transparence en architecture dépasse l'aspect spectaculaire et s'approche des notions du choix des matériaux et des 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 transparents occasionnent des problèmes thermiques particulièrement à : l'éblouissement, problème d'îlot de chaleur urbain, la surchauffe.

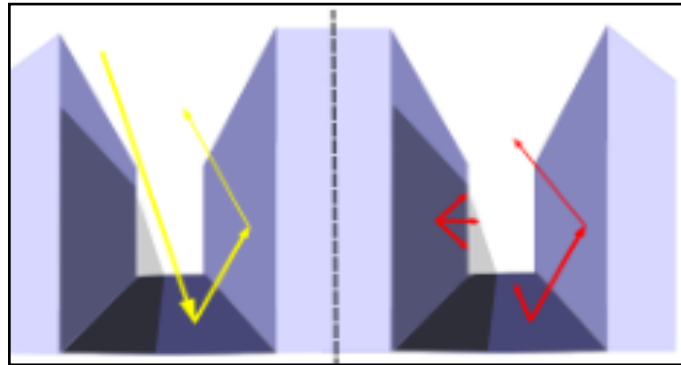


Figure 50: Schématisation du phénomène de l'éblouissement et d'îlot de chaleur
Source : Thèse de doctorat de Sigrid Reiter, Université catholique de Louvain, Faculté des Sciences Appliquées Architecture et Climat, Juin 2007.

I.6.1.6.1. 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.

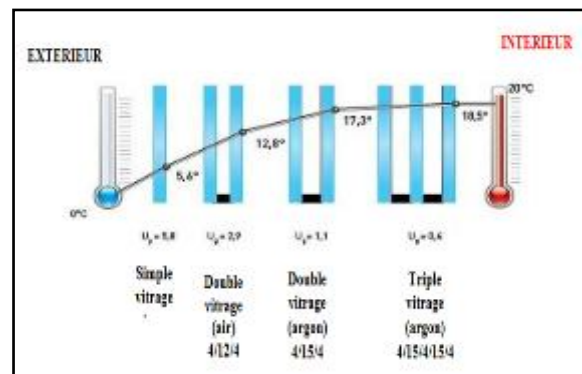


Figure 51 : Le confort intérieur en fonction des coefficients de transmission thermique.

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

B. Le coefficient de transmission thermique U_g :

Il est exprimé en W/m^2K , Plus cette valeur est faible, plus l'isolation thermique du vitrage est performante et moins les besoins en chauffage sont importants.

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. 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.

I.6.1.6.2. 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 :

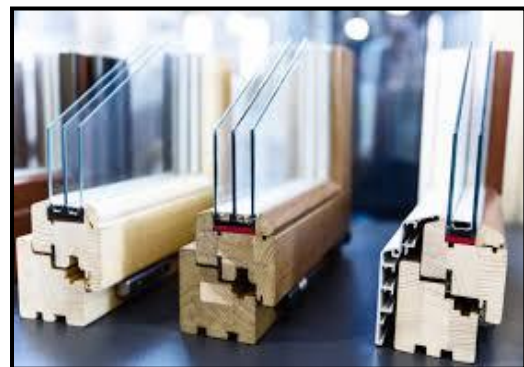


Figure 52: le vitrage isolant
source : <https://www.agc-yourglass.com>

- **Le double vitrage :**

Consiste à assembler deux feuilles de verre 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.

B. Verre électro-chromique :

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



Figure 53 : verre électro-chromique
Source : <https://artisan-vitrier-paris.fr/guide-aosz/vitrage-electrochrome.php>

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 armé:

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

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 54: verre photovoltaïque

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

F. Vitrage rétro réfléchissant :

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

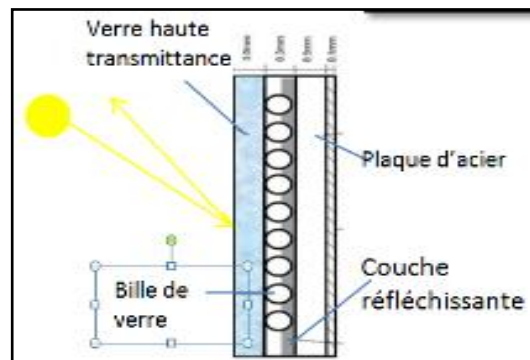


Figure 55: Principe de vitrage rétro-réfléchissant

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

I.6.1.6.3.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 possibilités de vitrages. Aujourd'hui grâce à la technologie, l'utilisation de certains vitrages sans protecteur solaire dans la construction est suffisante pour avoir le confort souhaité et réduire les énergies consommées.

I.6.1.7.Façade double peau.

Selon le rapport de Lancour et al. (2004) La façade double peau est une façade avec deux peaux et une cavité entre les deux ou la deuxième peau externe est essentiellement vitrée. La performance des façades double peau dépend du type, du mode de ventilation et des différents composants de la façade mais aussi du climat dans lequel elle est utilisée.⁹

I.6.1.7.1.Les composants de la FDP et leurs caractéristiques

D'après Poirazis (2006) et Safer (2006)¹⁰ la façade double peau est composée par les éléments suivants :

- Le vitrage avec deux types : vitrage double et vitrage simple.
- La cavité (canal) : l'épaisseur du canal peut varier de 5cm à 2m.
- La protection solaire : elle permet de limiter les apports solaires d'une part et de réguler le flux lumineux d'autre part. Il existe plusieurs types de protections solaires : 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.

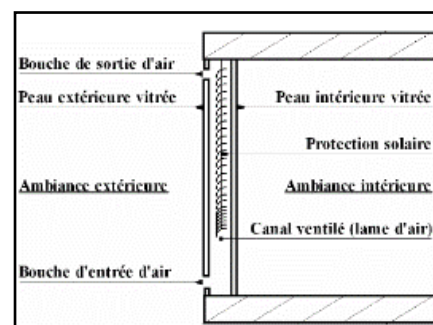


Figure 56: Façade double peau et ses différents composants
Source : Safer 2006

I.6.1.7.2.Les types de façade double peau

Selon la géométrie ou le compartimentage :

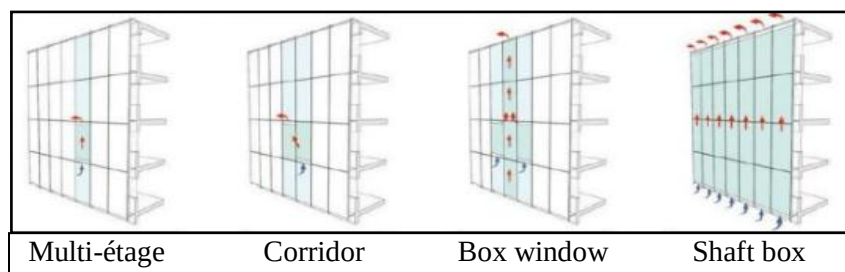
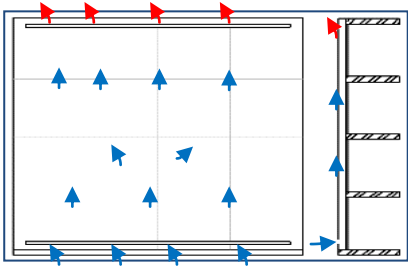
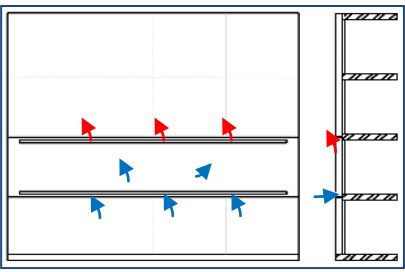
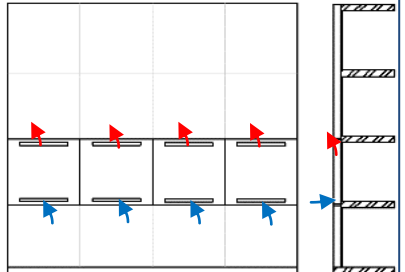
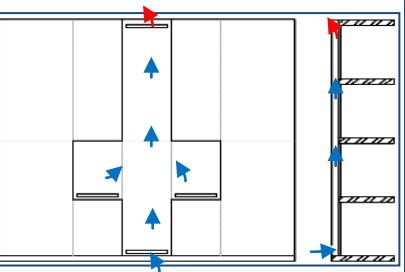


Figure 57: Les types de Façades double peau
Source: Khadraoui, 2019

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

¹⁰ Safer, N. (2006). Modélisation des façades de type double peau équipées de protections solaires : Approche multi-échelles.
Poirazis, H. (2006). Double skin façades a literature review.

Tableau 5: Les types de façade double peau **Source :** auteurs

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

I.6.1.7.3. Les types de ventilation :

A. La ventilation naturelle :

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

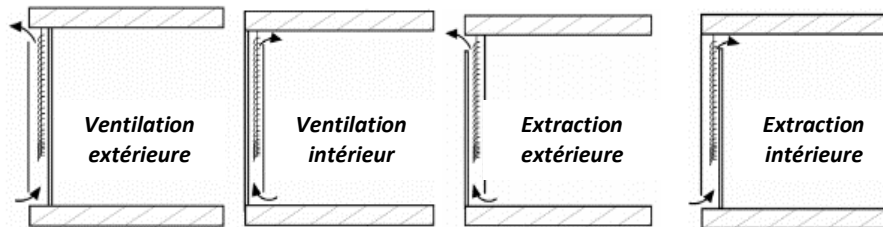


Figure58 : Les modes de ventilation naturelle
Source : Safer 2006

B. La ventilation forcée ou mécanique

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

C. La ventilation hybride :

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

I.6.1.7.4. Contribution de la façade double peau au confort

- Performance acoustique : une façade double peau permet d'obtenir une amélioration de protection contre les bruits extérieurs. Selon Aireen Batungbakal (2013) Augmenter l'épaisseur de la cavité réduit la transmission acoustique.
- Performance thermique : en hiver, l'effet de serre se produit dans le canal chauffant l'intérieur et réduit le transfert de chaleur de l'intérieur vers l'extérieur. En été la ventilation réduit le transfert de chaleur de l'extérieur vers l'intérieur.

I.6.2. Les dispositifs bioclimatiques actifs :

I.6.2.1. Les panneaux solaires :

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

A. Panneau solaire photovoltaïque :

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

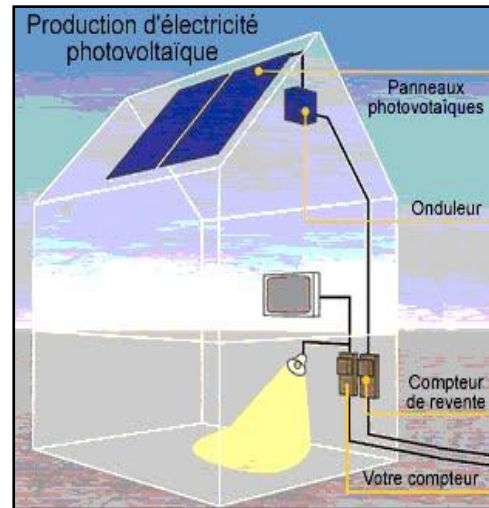


Figure 59: fonctionnement du panneau solaire thermique

Source : <https://energiepluslesite.be/techniques/eau-chaudesanitaire11/differents-preparateurs/capteur>.

B. Panneau solaire thermique :

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

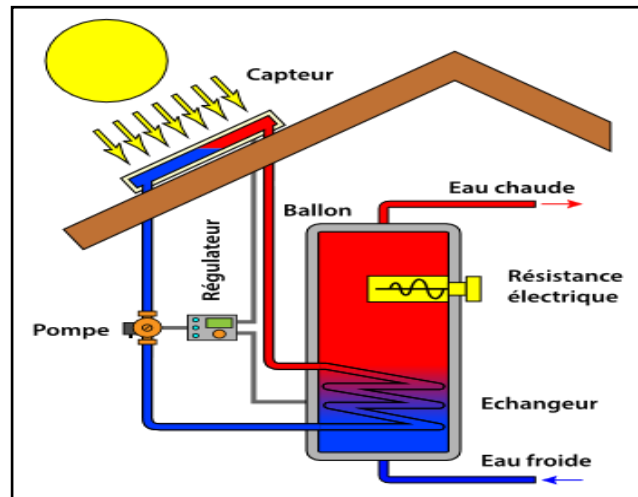


Figure 60 : fonctionnement du panneau solaire thermique

Source : <http://www.solarexsarl.ch/produits/solaire-thermique/>

C. Le panneau solaire hybride (capteurs mixtes) :

C'est à la fois un panneau photovoltaïque et un panneau solaire thermique. Il est constitué de capteurs thermiques à haut rendement sur lesquels reposent des cellules solaires photovoltaïques. Permet de produire à la fois de l'électricité et de la chaleur. Le panneau solaire hybride permet ainsi de 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 61: fonctionnement d'un panneau solaire hybride

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

I.6.2.2. Chauffage chauffant rafraîchissant :

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

I.6.2.3. La pompe à chaleur air-air :

Le principe de fonctionnement de la pompe à chaleur air-air est relativement simple. Il repose sur l'utilisation des calories contenues dans l'air. Un fluide frigorigène, sous forme liquide puis sous forme gazeuse, circule dans le circuit de la pompe à chaleur. Le fluide récupère les calories contenues dans l'air capté par l'intermédiaire d'une unité placée à l'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 le bâtiment sous forme d'air chaud, cette chaleur à l'air sera diffusée dans le bâtiment par des émetteurs de chaleur. Ces émetteurs fonctionnent sous la forme d'un système de ventilation.

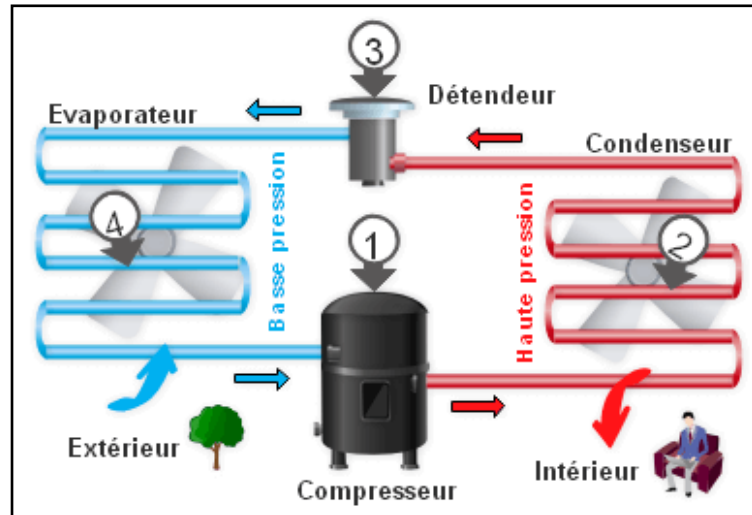


Figure62 : La pompe à chaleur air_air

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

I.6.2.4. 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.

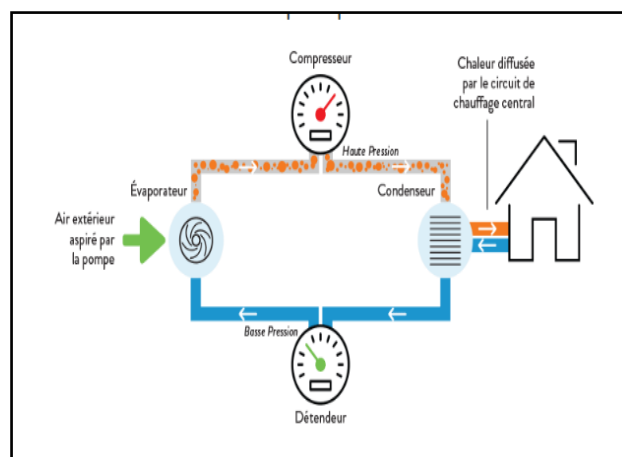


Figure 64 : Fonctionnement d'une pompe à chaleur air /eau

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

I.6.2.5. 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.

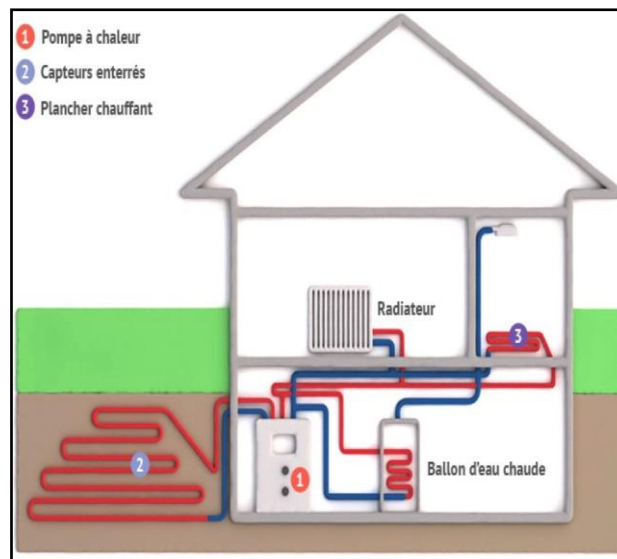


Figure65 : Fonctionnement d'une pompe à chaleur géothermique.
Source : <https://www.lenergiesoutcompris.fr/travaux-chauffage/pompe-a-chaleur-geothermique/comment-ca-marche>

I.6.2.6. 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. À son tour le générateur transforme l'énergie mécanique du vent en énergie électrique de type éolienne. L'électricité éolienne est dirigée vers le réseau électrique ou vers des batteries de stockage d'électricité éolienne.

I.6.3. Les matériaux à changement de phase :

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.

I.6.1.1. Fonctionnement :

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

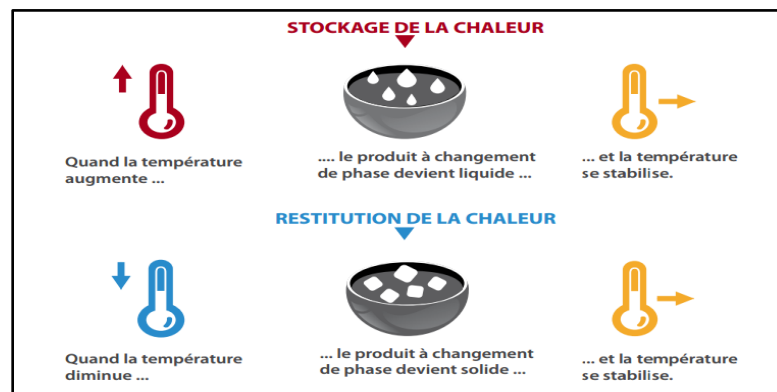


Figure 66: Le principe de fonctionnement des MCP.
Source : <https://www.winco-tech.com/be/produit/inertek-3/>.

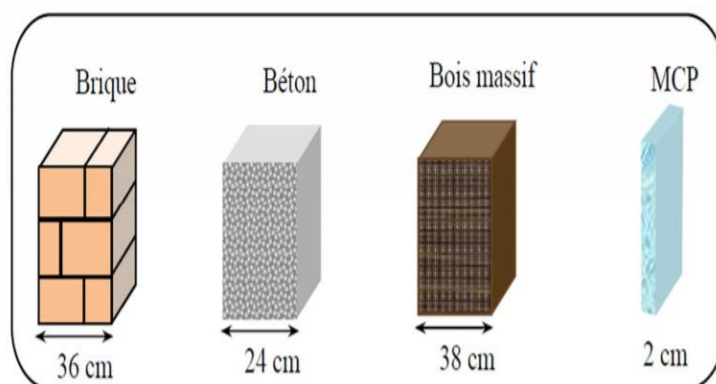


Figure 67: Schéma comparatif des inerties thermiques en fonction de l'épaisseur et de la nature du matériau..
Source : <http://di.univ-blida.dz:8080/jspui/handle/123456789/4028>

I.6.1.2.Domain d'application

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

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

I.6.1.3.Classification des matériaux à changement de phase

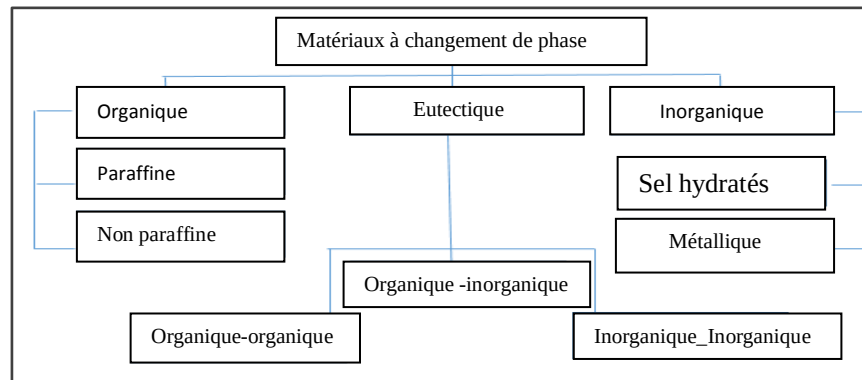


Figure 68 : classification des MCP .
Source : auteurs

I.6.1.4.Procédures d'intégration des MCP :

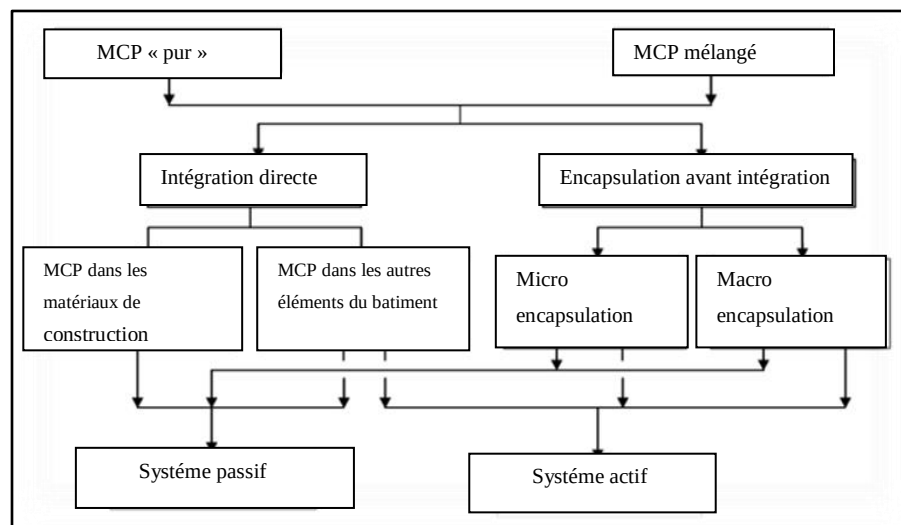


Figure 69 : Procédures d'intégration des MCP.
Source : auteurs

A. Micro encapsulation :

Un dispositif où les MCP sont enfermés dans des capsules de petites tailles (entre $1\mu\text{m}$ et $1000\mu\text{m}$.) 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 tel que des matériaux de construction 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.

I.6.1.5.Utilisations passives des matériaux à changement de phase en bâtiment.

A. Les MCP intégrés dans les murs :

Il existe deux méthodes d'intégration 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 70.

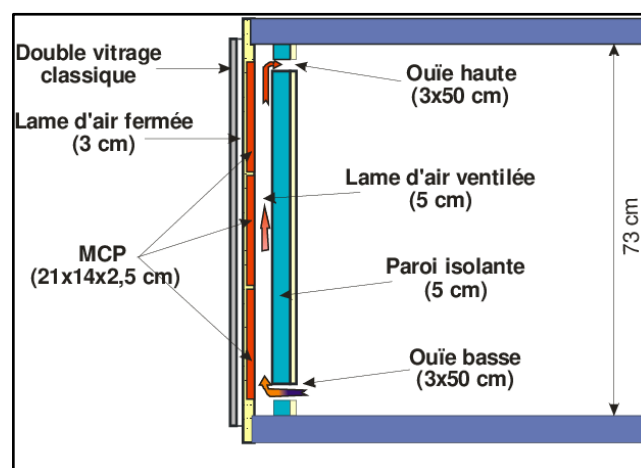


Figure 70: Configuration d'un modèle de mur trombe MCP
Source : d'après Atul et al.2007)

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.



Figure 71 : Les enduits à base de MCP
Source : <https://www.cahiers-techniques-batiment.fr/article/des-materiaux-a-echelle-microscopique.23434>

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.



Figure72: Fenêtre GlassX fabriquée par Dietrich.
Source : HESSAD Ahmed. Apport des matériaux nouveaux dans le confort thermique des bâtiments (cas des matériaux à changement de phase 2017). Mémoire, Tizi ouzou : UMM de Tizi Ouzou, 2017, 54P

E. 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 73: 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

F. Le chauffage par le sol

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

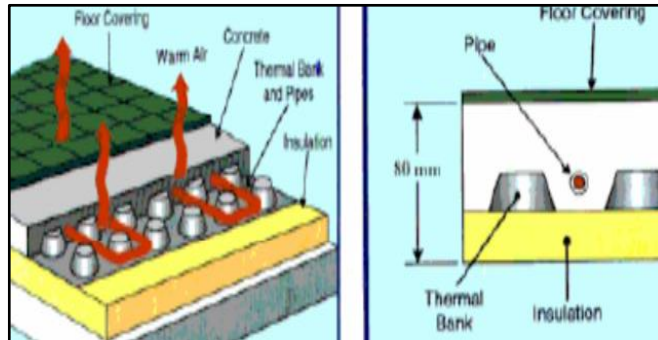


Figure 74: système d'intégration des MCP dans le sol

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

I.6.1.6. Utilisation active des matériaux à changement de phase 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.

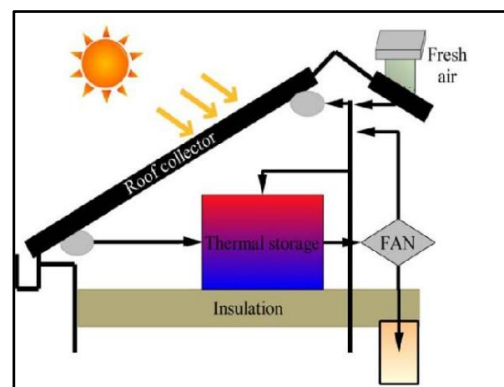


Figure 75: Schéma du système de chauffage solaire

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.

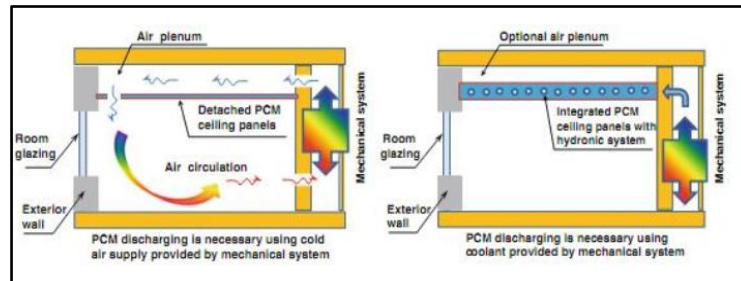


Figure76: Applications actives des systèmes de plafond améliorés par MCP

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

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

Le concept général d'un tel système est montré sur les figure . 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.

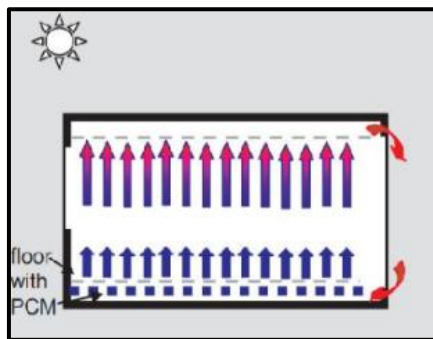


Figure 77: Concept de refroidissement avec MCP intégré dans le sol (la journée)

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

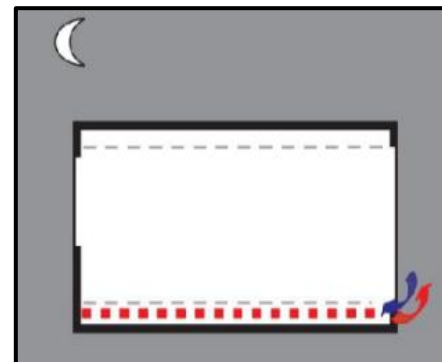


Figure 78: Concept de refroidissement avec MCP intégré dans le sol (la nuit)

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

Conclusion :

L'architecture bioclimatique permet de retrouver les principes de construction d'antan et de les adapter aux progrès effectués en la matière. L'efficacité de tous ces concepts est reconnue et prouvée et permet de proposer des bâtiments exemplaires en termes d'architecture, de confort, d'efficacité énergétique et environnementale. Elle valorise en outre les cultures et traditions locales en dégagant une architecture spécifique, à chaque région du monde. Plus que de l'architecture, c'est tout un paysage qui est travaillé car l'intégration optimale des bâtiments par le choix des matériaux ou l'implantation d'un quartier respectant le lieu. Finalement, elle s'inscrit dans un cadre global de développement durable.

Chapitre II:

Analyse des projets modèles.

Introduction :

Dans ce présent chapitre, nous abordons le thème choisi ; un centre sportif et de loisirs, ainsi l'analyse des différents exemples de centre sportif et de loisirs à travers le monde. Cette approche est primordiale avant d'entamer le processus de la conception architecturale, elle aide à élaborer un socle de données concernant le thème déterminant ses principes d'évolution, ses besoins, les conditions de la conception ainsi que le programme nécessaire pour concevoir un équipement avec des qualités architecturales et environnementales de hautes qualités.

I. Choix du thème :

Un projet à travers ses différents aspects à savoir sa vocation, sa fonction, son architecture, il participe à la transformation du contexte où il est construit, et cette transformation doit être, dans un sens, positif et socialement bénéfique. Le choix du thème de notre projet prend racine de l'analyse du lieu où il va s'insérer et les besoins des habitants de ce dernier. Il ne s'agit pas de combler un vide, mais de projeter l'équipement manquant dont les habitants ont vraiment besoin. L'étude de la commune d'El Mohammadia où se situe le site d'intervention nous a permis de révéler d'une part les atouts qu'elle possède en matière de population de jeunesse élevée, des équipements d'importance internationale, des richesses naturelles. D'autre part les inconvénients et les manques à qui on doit proposer des solutions telles que le manque d'infrastructures de loisirs et de sport, ce qui ne permet pas de répondre aux besoins de la jeunesse locale, une jeunesse souffrante de vide et qui ne peut pas s'adonner à ce qu'elle aime. C'est ainsi que nous avons opté à la projection d'un centre sportif avec des activités complémentaires de loisir. L'objectif de notre choix est de répondre aux besoins de la population locale et régionale en proposant. Un équipement de détente ludique et d'animation sportive ouvert pour toutes les catégories sociales et surtout aux jeunes ainsi que toutes personnes dans le but est de se reposer, pratiquer du sport et se détendre dans un environnement sain afin d'améliorer leur cadre de vie, faisant de ce lieu un espace de vie et de mixité sociale.

II. Présentation de la thématique:

II.1.Sport :

On entend par « sport » toutes formes d'activités physiques qui, à travers une participation organisée ou non, ont pour objectif l'expression ou l'amélioration de la condition physique et psychique, le développement des relations sociales ou l'obtention de résultats en compétition de tous niveaux¹¹

II.1.1.Types de sport :

Il existe plusieurs types et variantes de sport :

- **Les sports individuels** : de nombreuses subdivisions existent, selon la nature du sport. Il s'agit des sports qui se déroulent en individuel .Par exemple, on peut compter comme disciplines: les arts martiaux (judo, karaté, escrime) ; la boxe ; le tir à l'arc ; le golf...etc.
- **Les sports de groupe** : parlant de sports urbains ou de quartiers qui sont populaire et se jouent entre groupes comme le football.
- **Les disciplines d'handisport** : désignent les sports pratiqués par les personnes à mobilité réduite.

II.1.2.Equipement sportif:

Un équipement sportif est un aménagement spatial ou une construction permettant la pratique d'un ou plusieurs sports. Le plus souvent, ces équipements sont nommés terrain (football, handball, basket-ball, tambourin, etc.) mais ils portent parfois un nom spécifique. Cela peut aussi être le nom de la tenue portée par le sportif. Au-delà des infrastructures, un équipement sportif peut également faire référence à tout objet étant utilisé dans la pratique d'un sport.¹²

II.1.2.1.Types d'équipements sportifs :

A. Les stades :

Ce sont des installations qui comportent un ou plusieurs terrains de compétition associés, accompagnés d'aménagement plus ou moins important pour les spectateurs. En fonction de leur destination et de leurs équipements on peut les classer en deux catégories principales :

¹¹ Charte européenne du sport, Conseil de l'Europe, 1993

¹²LeParisien.Equipementsportif.Dansleparisien[enligne].(Consultéle10novembre)sur<http://dictionnaire.sensagent.leparisien.fr/%C3%89quipement%20sportif/fr-fr/>

a. Les stades spécialisés : Ils permettent la pratique d'une seule activité sportive (tennis, athlétisme, rugby, football).

b. Les stades omnisports : Ils sont conçus pour la pratique de plusieurs activités sportives.



Figure 79 : Salle de football
Source: <http://www.elmoudjahid.com/fr/actualites/97065>



Figure 80: Stade omnisport
Source: <https://sport.le360.ma/football/diapo-ou-en-sont-les-chantiers-au-cameroun-61548>

B. Les salles de sports : deux cas peuvent se présenter :

a. Les salles spécialisées :

Elles sont destinées à accueillir une seule activité sportive : par exemple certaines salles sont conçues pour la pratique exclusive du basket-ball.

b. Les salles omnisports :

Elles sont destinées à accueillir divers activités sportives. Leur aménagement dépend essentiellement des activités que l'on veut exercer au niveau pratique (compétition, entraînement, sport scolaire).



Figure 81 : Salle de basketball
Source: <https://www.ostadium.com/news/1437/nouvelle-salle-de-basketball-au-coeur-de-detroit>



Figure 82 : Salle omnisports
Source: <http://www.elmoudjahid.com/fr/actualites/97065>

c. Les piscines:

Les piscines sont des installations qui permettent ; l'apprentissage, la natation et le perfectionnement, l'entraînement et la compétition (plongeon, natation synchronisée) la pratique individuelle de la natation et du plongeon, la baignade de détente, initiation au sauvetage.

On distingue plusieurs types :

- Piscines en plein air.
- Piscines couvertes.
- Piscines mixtes : ensemble comportant des bassins couverts et des bassins en Plein air.
- Piscines à couvertures saisonnières.

II.1.3.Les Avantages du sport :

Le sport est bénéfique pour la santé et la forme physique. Il permet d'entretenir le corps, de décompresser et de se sentir en meilleure forme.

Le sport est bénéfique sur le plan physique, il assure un développement harmonieux des muscles et une bonne statique vertébrale, améliore la qualité du sommeil, régule et facilite le transit....Sur le plan psychologique et intellectuel, il renforce le mental et procure un état de bien-être psychologique, les sportifs se caractérisent par une force mentale, chaque jour, ils essaient d'aller au-delà de leurs limites. De plus, la pratique du sport améliore les capacités intellectuelles grâce à l'oxygénation du cerveau qui est densifiée lors de l'activité physique. Sur le plan social, il facilite l'intégration sociale, des valeurs telles que la solidarité et l'esprit d'équipe forgent le sportif en devenir. Aussi, les membres d'une équipe deviennent facilement de grands amis, car partageant la même passion et les mêmes défis.

II.1.Le sport en Algérie :

Le sport en Algérie débute réellement pendant la colonisation française, plusieurs disciplines sont pratiquées et de nombreuses compétitions sont lancées.

Lors de l'indépendance, l'Algérie continue à maintenir le cap pour développer plusieurs disciplines sportives comme le football, le volley-ball, le handball, les arts martiaux (Taekwondo, judo, karaté, full Contact, etc.), l'athlétisme, la natation, le tennis, le cyclisme, la boxe, l'aviron, la voile.

A) Avant l'indépendance:

La pratique du sport s'effectuait par des associations et des clubs sportifs locaux, l'activité du sport était limitée à quelques disciplines (football, cyclisme boxe et l'athlétisme).

B) Après l'indépendance:

✓ 1962-1977 : l'Algérie a hérité d'un ensemble d'équipements construits pendant la colonisation, et a valorisé l'état du sport par la réalisation des stades de football aux normes réglementaire avec piste d'athlétisme.

✓ 1990-1977: L'état a financé les clubs sportifs, et le sport s'est introduit dans les Établissements scolaires, et donc le sport en Algérie a connu une évolution plus au moins remarquable.

✓ À partir de 1990 : la réalisation des équipements sportifs a connu une décadence.

Compte tenu de la transformation rapide qu'a connue notre pays dans les différents domaines et l'état actuel du sport, plusieurs rencontres sont organisées pour réviser les lois sur le sport et redéfinir les objectifs, l'orientation s'est fait vers :

La revalorisation et la meilleure utilisation des infrastructures existantes se traduisant par:

- Le plein emploi de la rationalisation de l'utilisation de ces infrastructures.
- Une mobilisation des nouvelles ressources financières pour l'entretien et le fonctionnement de ces équipements.
- En outre, de nouveaux mécanismes et de nouvelles formes sont mise en place,

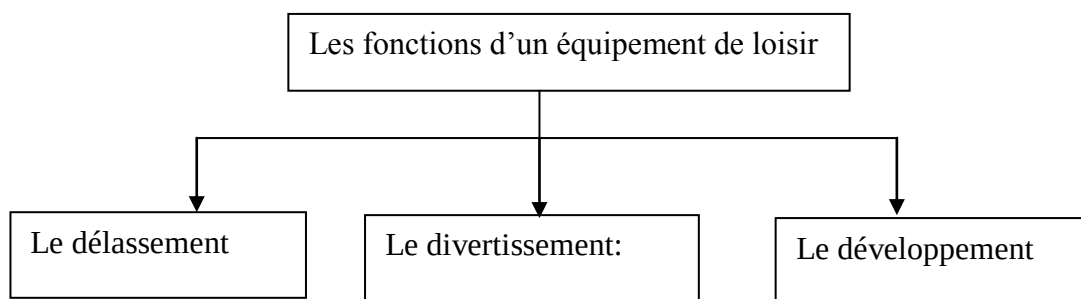
Allant de la réorganisation des offices de parcs omnisports jusqu'à la gestion de quelques infrastructures par des associations sportives.

- Une réorientation des investissements vers les installations légères fonctionnelles et peu coûteuses en vue de satisfaire au maximum la demande.
- L'aménagement des espaces de jeux et des terrains de sport au sein des nouvelles citées, ainsi que dans les quartiers anciens.
- La création d'un centre national permanent des athlètes et des centres régionaux pour l'élite nationale, ainsi qu'un centre d'exploration fonctionnelle pour le suivi médical des athlètes.

II.2.Loisir :

II.2.1.Equipement de loisir :

Le loisir se définit comme un ensemble d'occupations auxquelles l'individu peut s'adonner de son plein gré pour se reposer, se divertir, développer son information, sa participation sociale volontaire après s'être dégagé des obligations professionnelles, familiales et sociales. L'équipement de loisir fournit l'ensemble du matériel et des installations constituant l'infrastructure nécessaire à la pratique de ses activités¹³.



*Figure 83:Schémas des fonctions d'un équipement de loisir.
Source : auteurs*

II.2.3.Classification des loisirs:

A. Selon l'espace:

a. En pleine air: comme :



*Figure 84 : Simulateur de la chute libre
source:https://www.chutelibre-shop.fr*



*Figure 85 : Murs d'escalades
source:http://www.easy-thonon.com*



*Figure 86 : La pétanque
Source : http://www.easy-thonon.com*

¹³ Loisir.[PDF] disponible sur <http://eduka.free.fr/eps/capeps/ecrit1/loisir.pdf> (consulté le 11 .7.2020)

b. En salle.



Figure 87: Le bowling.

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



Figure 88 : Le karaoké

Source : <http://www.la-romana-geneve.ch/services>

B. Selon les intervenants:

a. Collective :

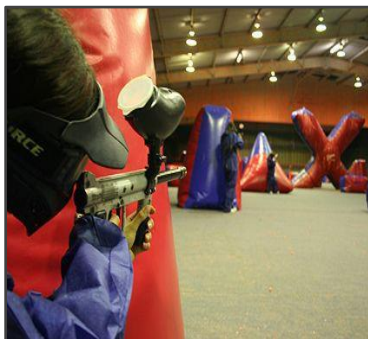


Figure 89: Le paint-ball

source:<http://saudipaintballzone.com>



Figure 90: Laser Game

source: <http://www.mescouleurs.biz>



Figure 91 : Le squash

source:<http://www.naturabienetreencarladez>.

b. Individuel :



Figure 92: Le Tire à l'arc

source:<http://www.element-terre.org>



Figure 93: Les jeux vidéo

Source :<http://www.lookgames.net>



Figure 94 : Le skate bord

Source:<http://www.lovelaconner.com>

C. Selon l'activité: l'activité peut être soit:

a. Culturelle :



Figure 95: Atelier de dessin
Source : <https://www.ville.levi.qc.ca/culture/loisirs/>



Figure 96 : Atelier de musique
Source : <https://ulsat.qc.ca/consultations-loisir-culturel/>

b. Intellectuelle :



Figure 97: Club de lecture
Source: <https://myriadesblog.wordpress.com>



Figure 98: jeux de développement personnel
Source: <http://ecversailles.fr/wp/wp-content>



Figure 99 : Les jeux d'échecs
Source: <http://www.lefigaro.fr>

c. Sportive :



Figure 100 : Le Parkour
Source: <http://www.acrotrampsevrans.com>



Figure 101: Break dance
Source : <http://ecversailles.fr/wp/wp-content>



Figure 102 : mur d'escalade
Source : <http://mjc-lapasserelle.fr/wp-content>

III. Analyse des exemples

III.1.Exemple 01 : le complexe sportif Saint Laurent.

III.1.1.le choix d'exemple :

Notre choix d'exemple s'est fait par rapport à :

- La similarité thématique et la richesse architecturale et programmatique.
- Intégration harmonieuse au contexte et à l'urbain.
- Intégration des solutions bioclimatiques.

III.1.2.Fiche technique :

- | |
|---|
| ☐ Type de projet : complexe sportif Saint Laurent |
| ☐ Localisation : Montréal, Québec, Saint Laurent |
| ☐ Client : Arrondissement Saint Laurent |
| ☐ Architectes : Saucier + Perrotte Architectes /Hughes Condon Marler Architects |
| ☐ Structure : SNC-Lavalin Inc |
| ☐ Superficie : 14300m ² |
| ☐ Chronologie : inauguré en 2017 |



Figure 103 : Complexe sportif Saint Laurent
Source:<http://www.infopreneur.quebec/2017/06/21/inauguration-du-complexe-sportif-de-saint-laurent/>

III.1.3 .Présentation du projet :

Il s'agit d'un complexe sportif situé dans l'arrondissement Saint-Laurent à Montréal, Québec. Il est le fruit d'un concours d'architecture tenu à l'échelle du Québec en 2011 et qui fit remporter par l'équipe Saucier, Perrotte architectes et HCMA, le concept de cette équipe lauréate c'est démarqué par les autres propositions par la qualité du geste architectural, la simplicité du concept, la création d'une image distinctive et signalétique au plan urbain, l'efficacité des stratégies en développement durable et l'homogénéité du projet.

- **Le projet dans son contexte:**

Le complexe sportif saint Laurent est délimité par :



Figure 104: Contexte du centre sportif de Saint Laurent
Source : Google earth

III.1.4. Analyse architecturale :

III.1.4.1. Analyse formelle :

A. Volume :

Le complexe sportif se distingue du paysage urbain par son aspect sculptural et sa composition architecturale.

Les architectes se sont inspirés des forces tectoniques proposant ainsi deux volumes angulés et monochromes, l'un prismatique, blanc et diaphane, l'autre parallélépipédique plus horizontal et noir, réinterprétant habilement la traditionnelle boîte de verre utilisé dans l'architecture contemporaine québécoise. Ils sont reliés par un volume central de forme trapézoïdale, surmonté d'un toit végétal.



Figure 105: Le volume du complexe sportif Saint
Source: Google earth

B. Les façades :

a. La façade Sud :

La façade sud est représentée comme la façade principale du projet, elle abrite l'accès principal vers l'équipement sportif à partir du boulevard Thimens.

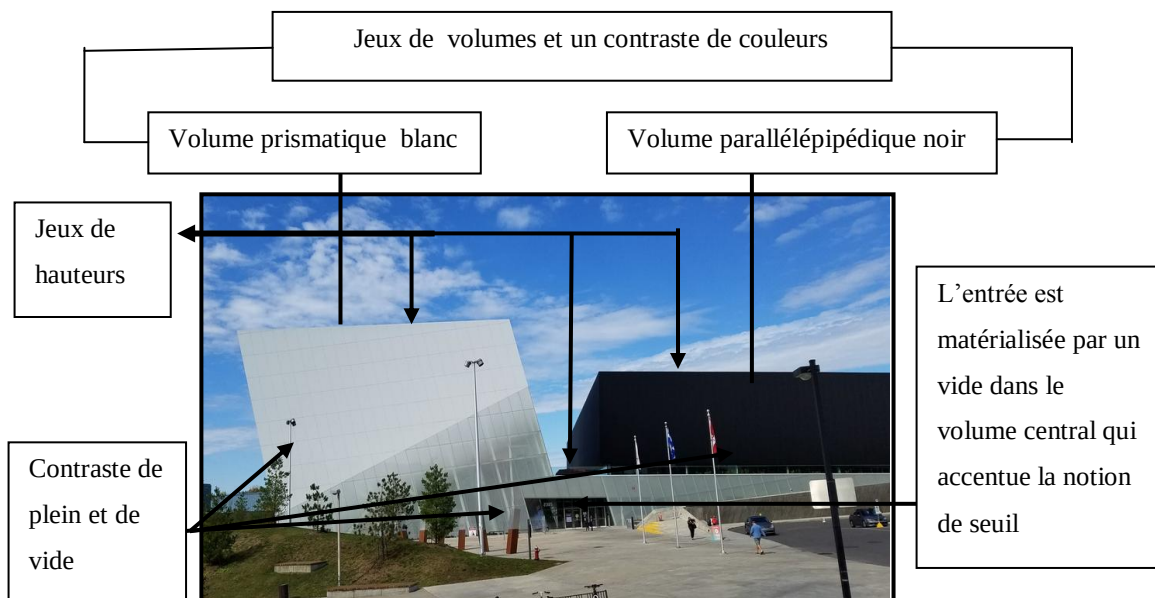


Figure 106 : Façade principale (Sud) du complexe sportif Saint Laurent
Source: <https://www.tvanouvelles.ca/2017/08/19/le-complexe-sportif-de-saint-laurent-fait-sa-rentree>

b. Façade Nord :

La façade nord abrite l'accès principal vers le complexe sportif à partir du parc Marcel Laurin.

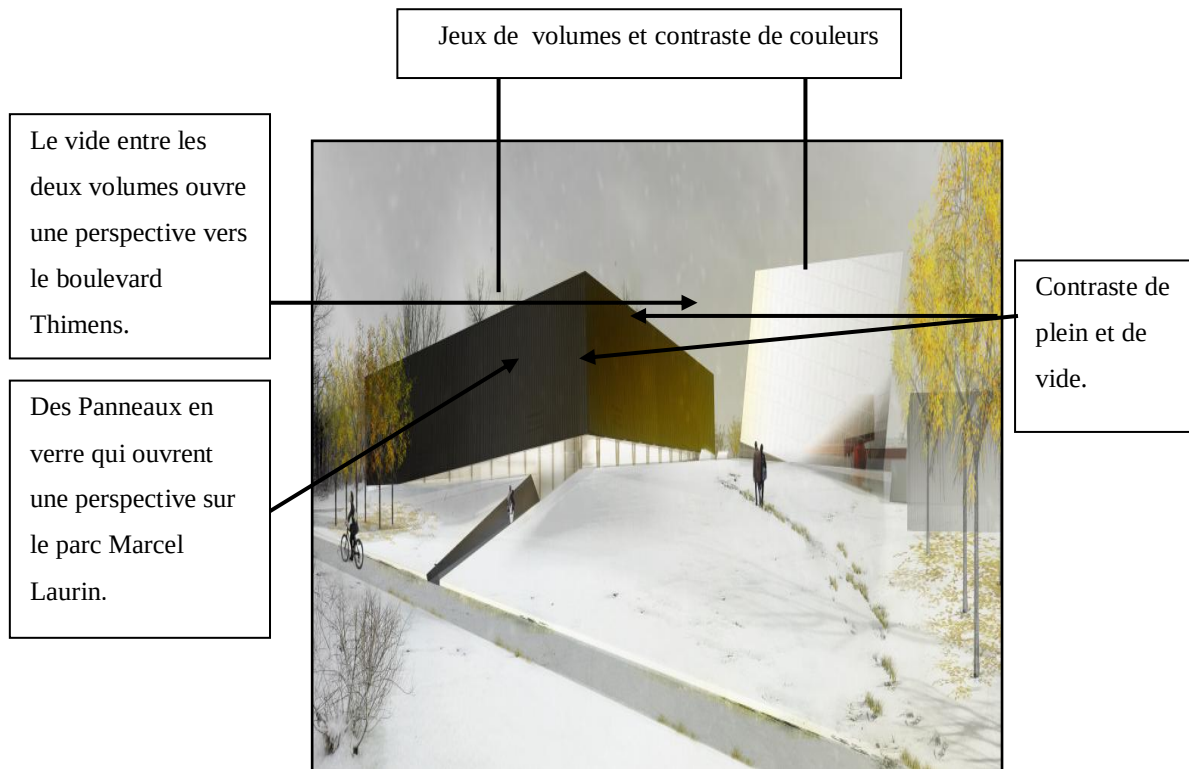


Figure 107: Façade Nord du complexe sportif Saint
Source:<https://www.detail-online.com/blog-artikel/full-of-verve-saint-laurent-sport-complex-in-montreal-31202/>

III.1.4.2. Analyse fonctionnelle :

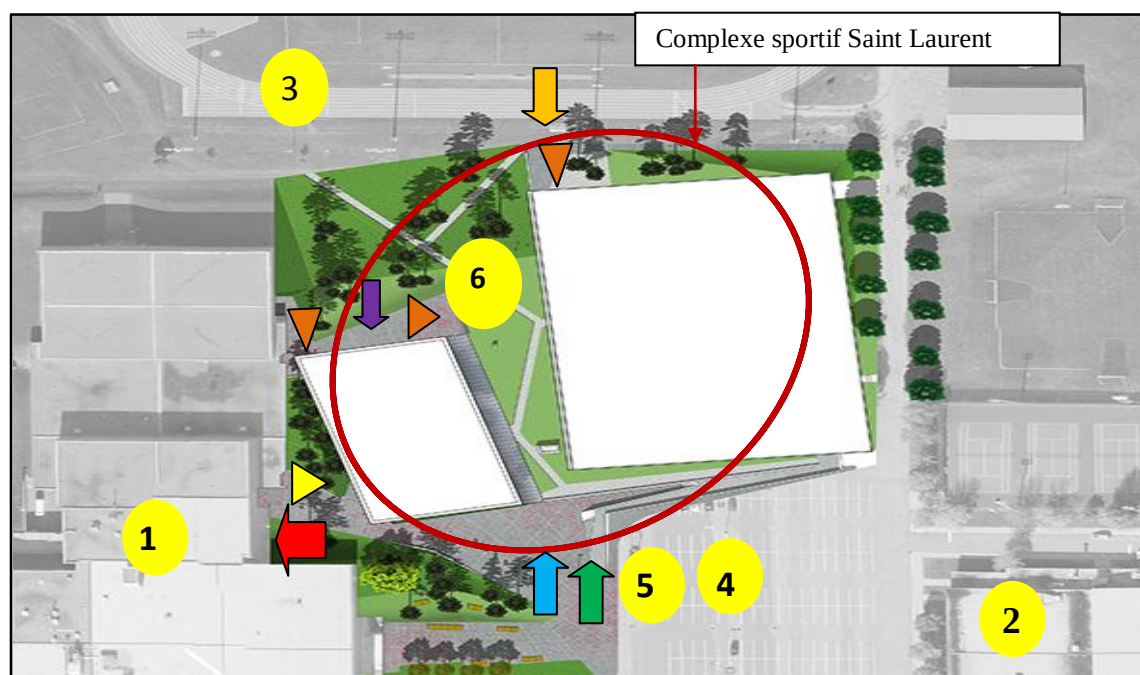
✓ Analyse du plan masse :

• Enjeux urbain et paysager du complexe sportif Saint Laurent :

- Consolider l'axe civique du boulevard Thimens.
- Créer un lieu social et communautaire.
- Faire du complexe une porte d'entrée au parc Marcel-Laurin.

• Limite et accessibilité :

Le projet se situe aux 2385 Thimens, il est délimité au nord par le parc Marcel Laurin, à l'est par l'Aréna Raymond Bourque, au sud par le boulevard Thimens et à l'ouest par l'école secondaire Saint Laurent.



La légende :

- | | | |
|--------------------------------|-----------------------------|--|
| 1 Ecole secondaire | 3 Parc Marcel Laurin | 5 Rampe donnant accès à la surface végétale |
| 2 Aréna Raymond Bourque | 4 Parking | 6 Pente douce pour accès fluide au parc Marcel Laurin |

Les accès

- | | |
|---|---|
|  Accès principale à partir du boulevard Thimens |  Accès privé |
|  Accès principale à partir du Marc Marcel Laurin | |
|  Accès secondaire | |
|  Accès à l'école secondaire |  Accès réservé aux élèves de l'école secondaire Saint Laurent |
|  Accès public au toit jardin | |

Figure 108: Le plan masse du complexe sportif Saint Laurent .

Source: <https://www.claudecormier.com/en/projet/complex-sportif-arrondissement-st-laurent/+auteurs>.

• La rampe extérieure :

La rampe extérieure pour les piétons et les cyclistes, présente un élément d'appel, elle lance une première invitation et offre une promenade paysagère architecturale, du boulevard Thimens vers le toit végétal qui présente un espace dédié à l'urbain.

Ce passage extérieur en ne montant que d'un étage, offre également des vues sur l'intérieur du complexe, et crée continuité visuelle physique entre le parc Marcel Laurin situé derrière le site et la bande verte projetée le long du boulevard Thimens permettant ainsi une architecture en dialogue entre le côté urbain et le parc.



Figure 109: La rampe de complexe sportif
Source : Google earth+auteurs

✓ Organisation spatiale :

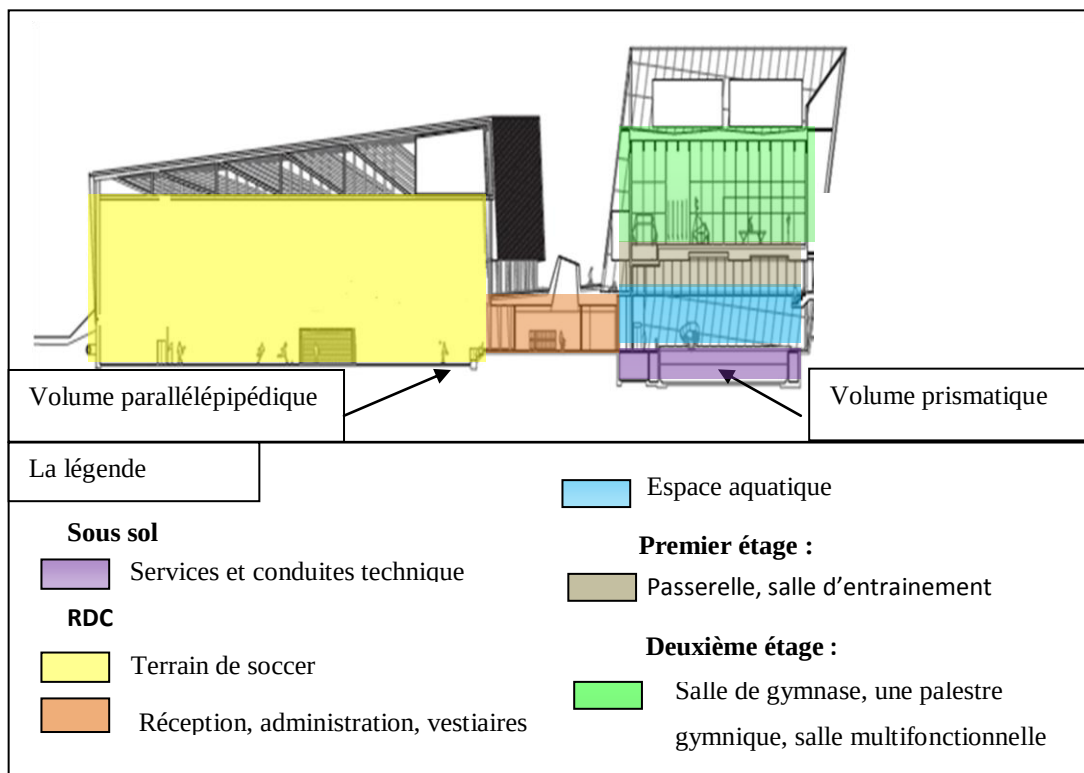


Figure 110: coupe du complexe sportif Saint Laurent

Source : <https://www.detail-online.com/blog-artikel/full-of-verve-saint-laurent-sport-complex-in-montreal-31202/+auteurs>

- **Le volume parallélépipédique noir :**

Il se développe sur un seul niveau en double hauteur, il abrite le terrain de soccer.

- **Le volume central :**

Il se développe sur un seul niveau surmonté d'une terrasse végétale, il est réservé à la réception, l'administration et les vestiaires.

- **Le volume prismatique blanc :**

Il est réparti sur quatre niveaux, il comprend entre autres:

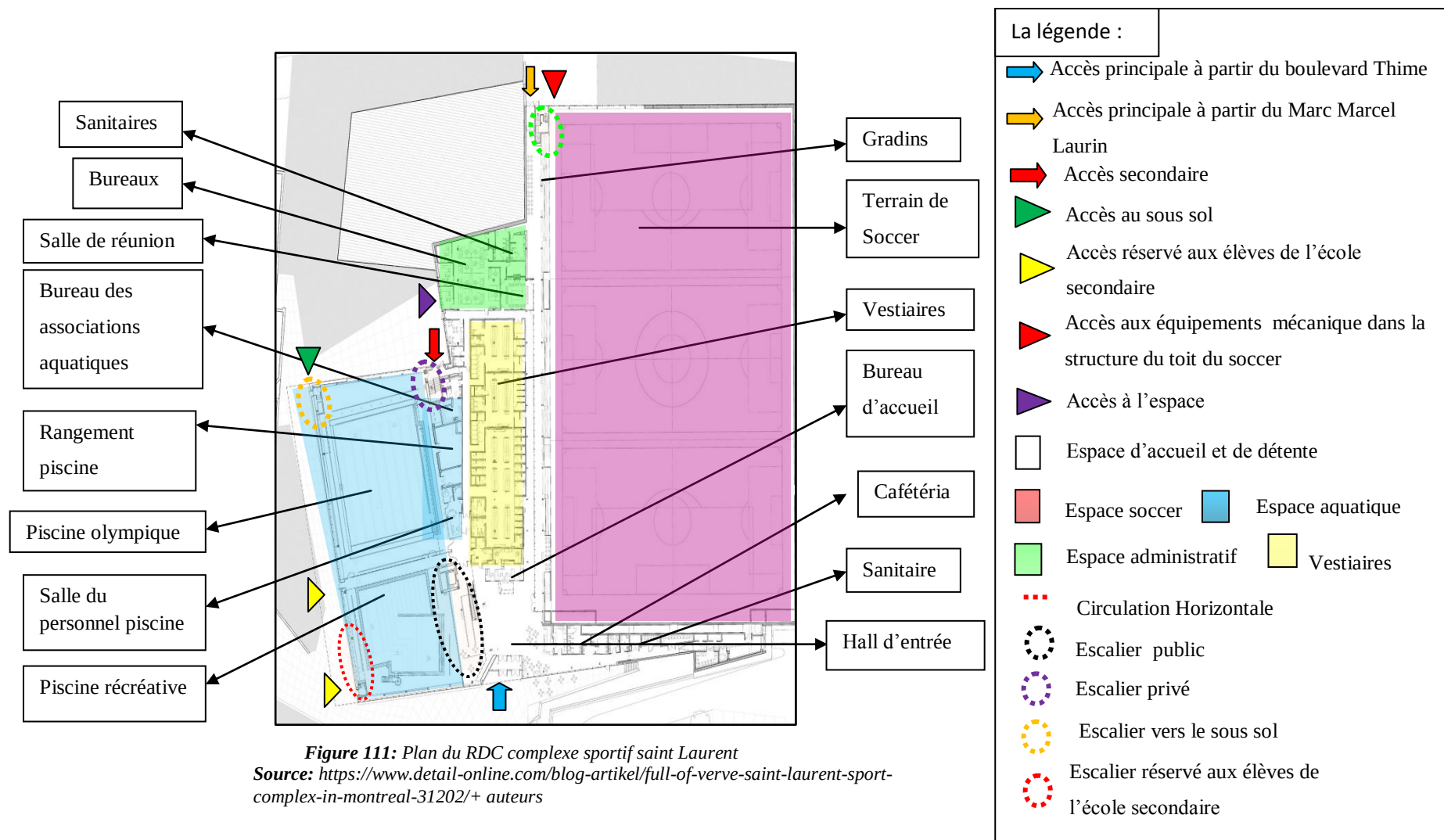
- Au sous sol : les locaux techniques.
- Au rez de chaussé : une piscine olympique et une piscine récréative.
- Au Premier étage : une passerelle qui relie le complexe sportif et l'école secondaire et une salle d'entraînement.
- Au Deuxième étage : une palestre gymnique, une salle de gymnase, et une salle multifonctionnelle.

- **Analyse des plans :**

- ✓ **Plan du rez de chaussée :**

Le rez de chaussée accueille des espaces de loisirs et de sport, il est divisé principalement en cinq espaces :

- Espace d'accueil et de détente : il abrite un grand hall d'entrée, un bureau de réception et un espace de consommation.
- Espace administratif.
- Espace aquatique il comporte une piscine olympique, une piscine récréative, avec plusieurs espaces d'accompagnement notamment les bureaux des associations aquatiques, salle de stockage, salle de soin, salle des entraîneurs, salle d'observation.
- Espace Soccer, accompagné des bureaux des associations sportives.
- Espace vestiaires entre l'espace aquatique et l'espace soccer.



✓ La Circulation :

• La Circulation Horizontale :

La circulation horizontale est assurée par le hall d'entrée et des couloirs autour de l'espace vestiaire.

• La circulation verticale :

La circulation verticale à l'intérieur de l'équipement est assurée par :

- Un escalier public qui se trouve au niveau du hall d'entrée, allant du rez de chaussée directement vers les étages supérieurs et un ascenseur pour les personnes à mobilité réduite.
- Un escalier réservé aux élèves de l'école secondaire, qui mène jusqu'au premier étage.
- Un escalier privé réservé au personnel de l'équipement.
- Un escalier privé vers le sous sol.
- Un escalier privé vers les équipements mécaniques dans la structure du toit de l'espace soccer.



Figure 112: vue de l'escalier principale à partir de l'espace aquatique

Source: <http://paradigme.ca/fr/>

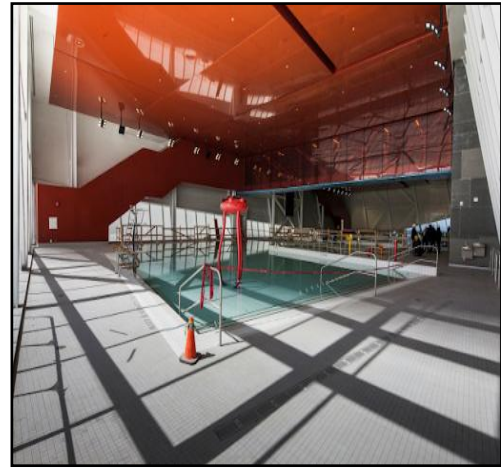


Figure 113: Escalier réservé aux élèves de l'école secondaire

Source: <https://designmontreal.com/sites/designmontreal.com/files/ftp-uploads/planche>.

✓ Plan du premier étage :

Le premier étage abrite une salle d'entraînement et une passerelle qui va relier à l'avenir le complexe sportif et l'école secondaire.

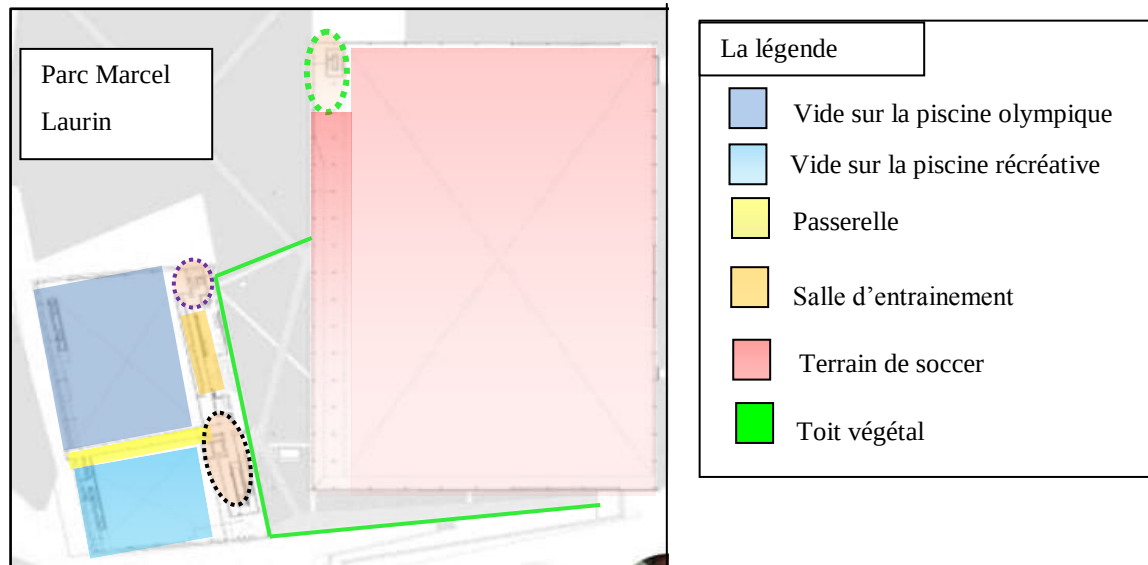


Figure 114: plan du premier étage

Source: <https://www.detail-online.com/blog-artikel/full-of-verve-saint-laurent-sport-complex-in-montreal-31202/+auteurs>

✓ Plan du deuxième étage :

Le deuxième étage abrite une salle de gymnase, salle de palestre, et une salle multifonctionnelle.

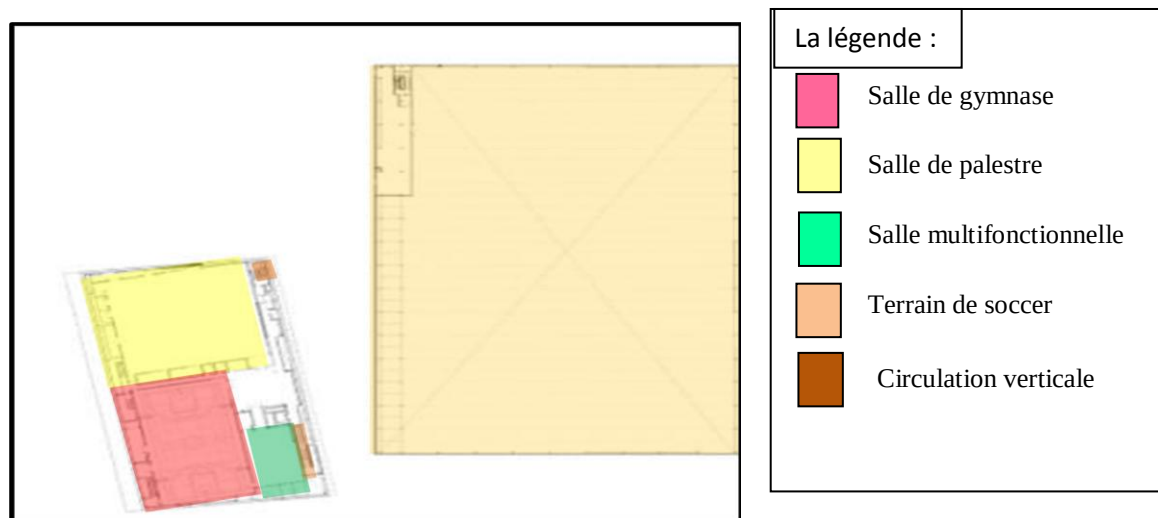


Figure 115: Plan du deuxième étage

Source: <https://www.detail-online.com/blog-artikel/full-of-verve-saint-laurent-sport-complex-in-montreal-31202/+auteurs>

□ Organigrammes :

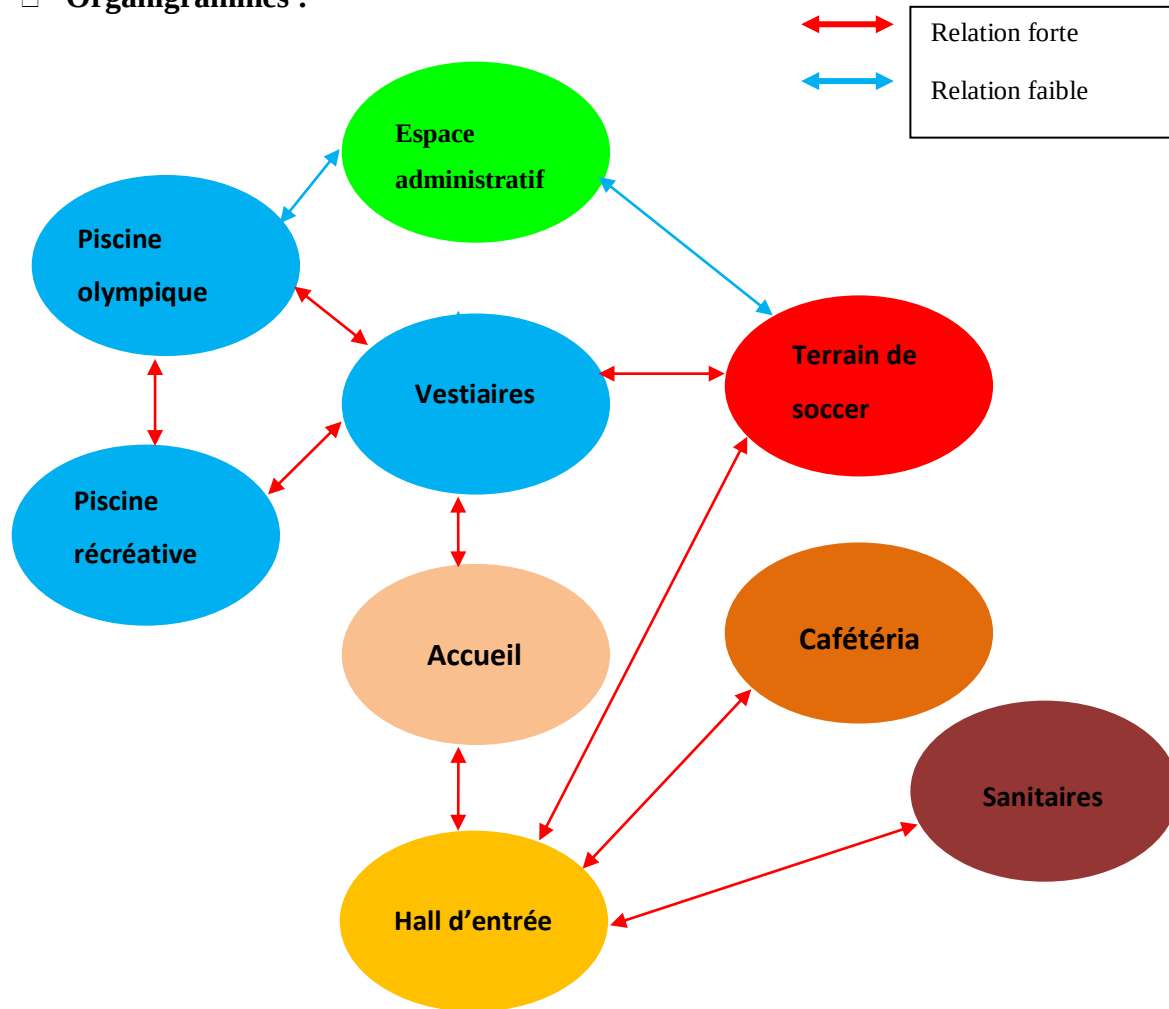


Figure 116: Organigramme RDC
Source : auteurs

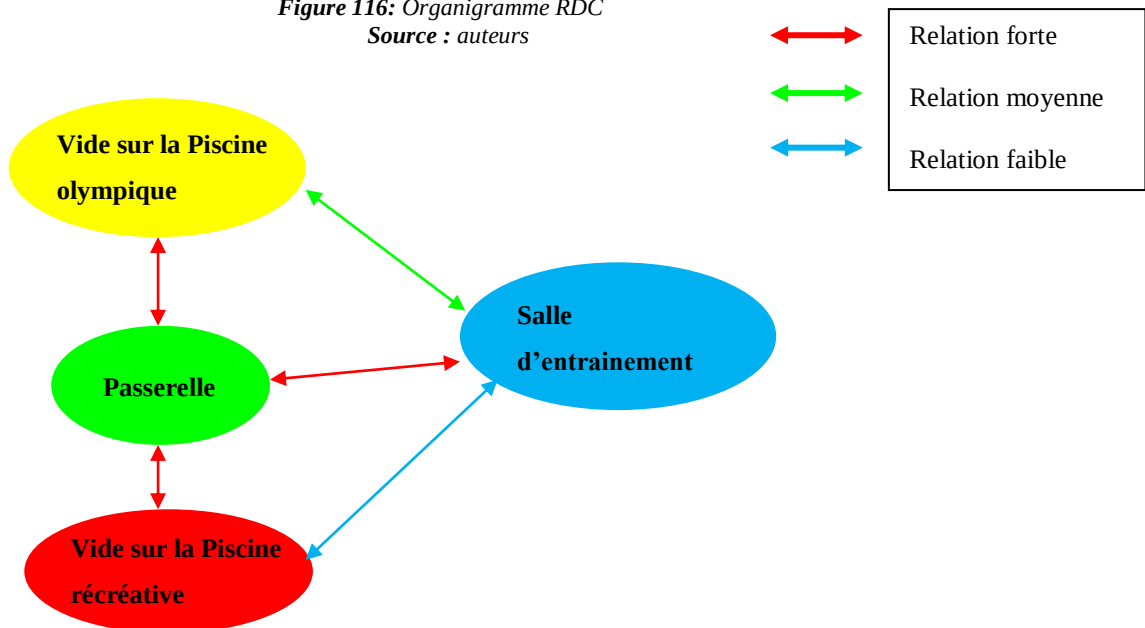


Figure 117: Organigramme du premier étage
Source : auteurs

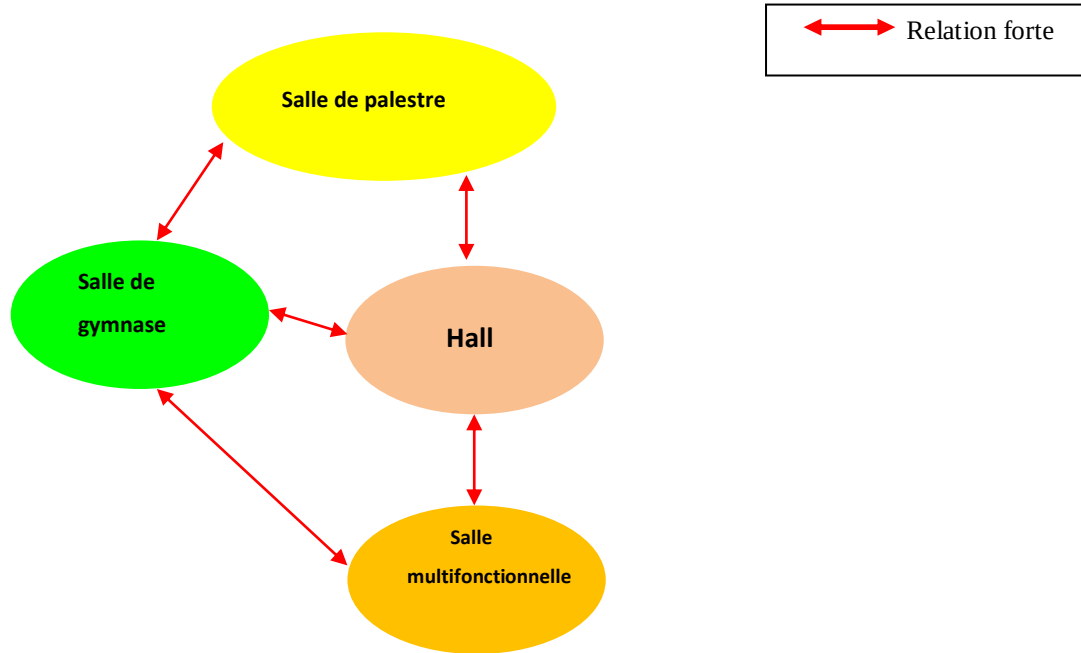


Figure 118: organigramme du deuxième étage
Source : auteurs

III.1.5.Ambiances intérieurs :

À l'entrée du bâtiment, on trouve un grand hall spacieux et lumineux, le visiteur en un clin d'œil repère le bureau d'accueil, l'escalier, la passerelle, qui s'imposent dans le décor intérieur avec leur teinte orangé vif tirant vers le rouge.

Une fois à l'intérieur, les matériaux bruts, comme le verre, l'acier et le béton, s'enchaînent dans l'espace, qui est baigné de lumière naturelle grâce à de hauts murs vitrés et à un puits de lumière central. La transparence règne entre la plupart des espaces sportifs, permettant de reconnaître aisément les activités qui s'y déroulent.



Figure 119: Hall du complexe sportif
Source: https://designmontreal.com/sites/designmontreal.com/files/ftp-uploads/planches/CS%20Saint-Laurent/SP_HCMA_PlanchesLaureat.pdf

Chapitre II : Analyse des projets modèles

Du côté gauche, on trouve l'espace eau, qui abrite une piscine olympique dotée de 8 corridors et un bassin récréatif, l'espace aquatique est surmonté d'un impressionnant plafond teinté en orangé qui se fractionne en une grande mosaïque rectangulaire au dessus de l'eau.

« La couleur exprime l'idée du mouvement du sang qui circule dans nos veines quand on bouge, c'est l'expression de la vie à l'intérieur d'un corps vivant, contrairement à une couleur plus ternes qui n'auraient exprimé que la matière ou l'espace » (Gilles Saucier , concepteur principale, saucier + Perrotte architectes).



Figure 120: l'espace aquatique du complexe sportif Saint Laurent

Source:<https://designmontreal.com/sites/designmontreal.com/files/ftp->



Figure 121: Piscine olympique du complexe

Source:<https://journalmetro.com/actualites-saint-laurent/1090510/le-complexe-sportif-est-enfin-fini/>

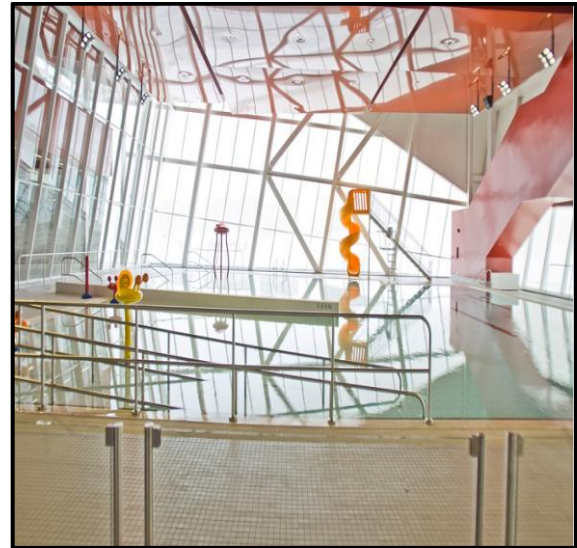


Figure 122: Piscine récréative du complexe sportif

Source:<https://www.nageurs.com/fiches/piscine-complexe-sportif-de-saint-laurent.html>

Du côté droit, on trouve le terrain de soccer qui présente de belle qualité telle que sa fenestration qui ouvre une jolie perspective sur le parc Marcel Laurin, cet espace accueille, outre le soccer, une multitude d'activités.

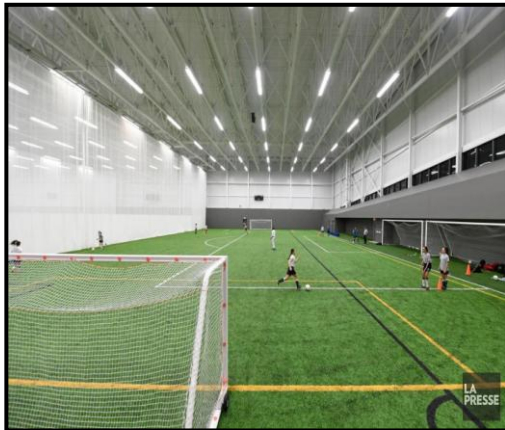


Figure 123: Terrain de soccer du complexe sportif Saint Laurent

Source: <https://www.lapresse.ca/actualites/grand-montreal/201712/23/01-5148231-complexe-sportif-saint-laurent-poursuite-de-27-millions-contre-la-ville-de-montreal.php>



Figure 124: Palestre gymnique du complexe sportif Saint Laurent

Source: <https://journalmetro.com/actualites-saint-laurent/1399200/competition-gymslic-complexe-sportif-2018/>



Figure 125: Salle de gymnase du complexe sportif Saint Laurent

Source: <https://journalmetro.com/actualites-saint-laurent/1090510/le-complexe-sportif-est-enfin-fini/>

III.1.6. Analyse bioclimatique :

En 2009, la ville de Montréal adoptait sa propre politique en matière de développement durable pour les édifices municipaux. Cette dernière vise notamment à offrir aux occupants et aux utilisateurs des immeubles municipaux un environnement sain et sécuritaire. La construction du complexe sportif Saint Laurent s'inscrit dans cette volonté de réaliser un projet exemplaire au niveau environnemental. Il obtient la certification LEED de niveau Or (Leadership in Energy and Environmental Design), le complexe sportif assure un maximum de confort pour les visiteurs durant toute l'année en intégrant plusieurs solutions bioclimatiques à fin de garantir le bon fonctionnement des espaces intérieurs.

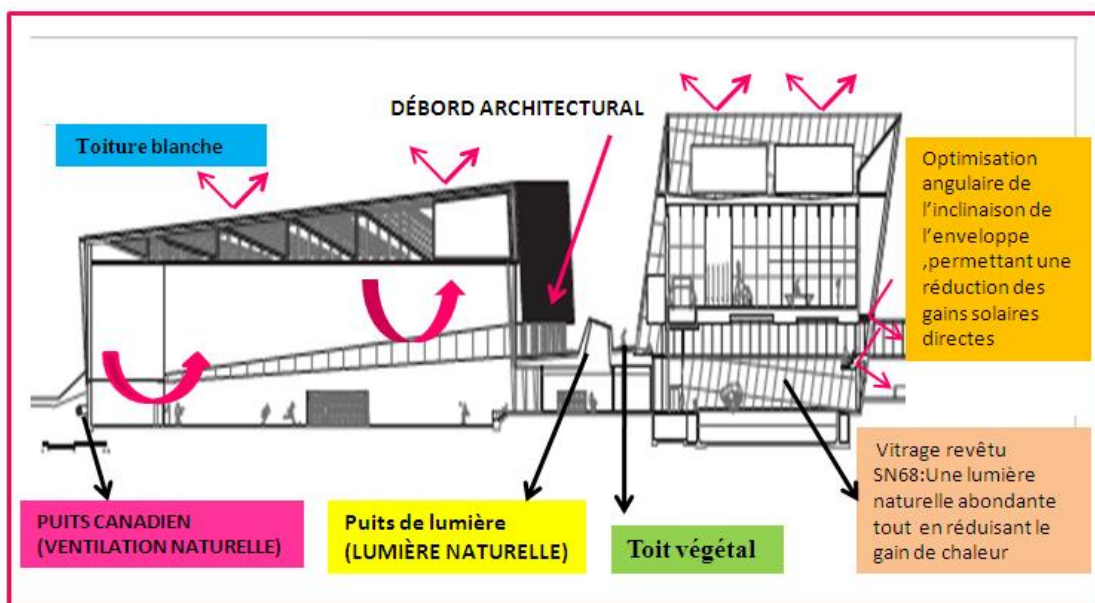


Figure 126: Coupe au niveau du complexe sportif illustrant les solutions bioclimatiques pour répondre aux critères LEED

Source: <https://www.detail-online.com/blog-artikel/full-of-verve-saint-laurent-sport-complex-in-montreal-31202/+auteurs>

- **Solution bioclimatiques :**

1. Toit végétal:

Le hall du complexe sportif saint Laurent est surmonté d'un toit vert qui améliore sensiblement le confort thermique, acoustique, hygrométrique du bâtiment grâce à l'inertie thermique permettant de réaliser d'importantes économies d'énergie.

2. Une toiture de couleur blanche :

Elle réfléchit les rayons du soleil ce qui permet:

- La réduction la température du toit.
- La réduction de la chaleur à l'intérieur du bâtiment.
- L'amélioration du confort des habitants.
- La réduction des frais d'électricité reliée à la climatisation.



Figure 127: Vue aérienne du complexe sportif Saint
Source : Google earth

3. Mur solaire massif au niveau du terrain de soccer:

- Le préchauffage de l'air neuf.
- L'accumulation thermique par thermosiphon.
- La réduction des gains solaires.

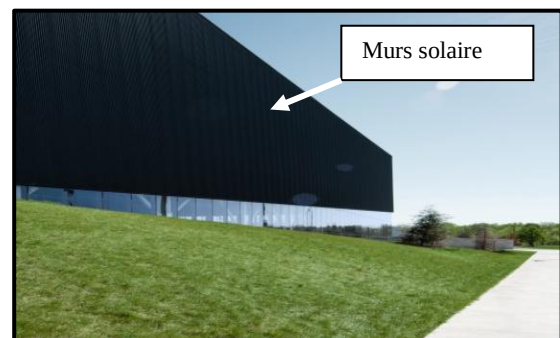


Figure 128: Murs solaire du complexe sportif
Source : <https://www.pinterest.se/pin/397583473345963726/>

4. Puits de lumière:

Installation d'un puits de lumière au dessus du hall d'entrée, ce qui permet d'apporter de la lumière naturelle au sein de l'équipement, il présente un avantage économique, puisque le conduit de lumière permet de jouir d'une source lumineuse gratuite et écologique.

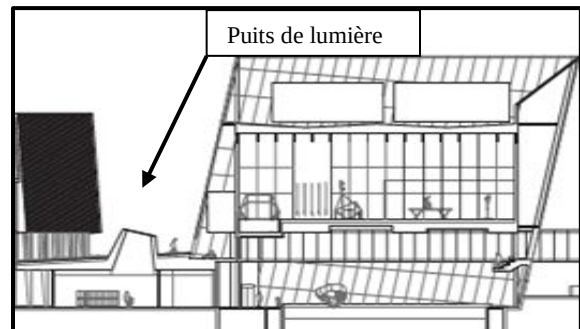


Figure 129: coupe montrant le puits de lumière du complexe sportif
Source: <https://www.detail-online.com/blog-artikel/full-of-verve-saint-laurent-sport-complex-in-montreal-31202/+auteurs>

III.1.7.Système constructif : du complexe sportif Saint Laurent est la structure métallique ; un système poteaux poutres métalliques, sur tous les niveaux, contreventée en forme X à fin de garantir une plus grande stabilité du bâtiment, cette structure permet d’obtenir de grandes portées, de grandes hauteurs ainsi elle garantit une liberté architecturale, l’espace ainsi dégagé facilite le bon fonctionnement des différentes activités sportives.



Figure 130: Structure du complexe sportif
Source:<http://acierselect.com/realisation/complexe-sportif-ville-st-laurent/>

III.1.8.Synthèse :

Le complexe sportif Saint Laurent est doté d’un programme riche, ouvert pour toutes les catégories de la société et très adéquat pour la réception des personnes à mobilité réduite avec une circulation en toute fluidité.

- Un projet très élégant, original au niveau du traitement de l'enveloppe, lequel est bien adapté aux fonctions de l'équipement sportif.
- Un projet surprenant tout en étant très simple : geste fort et signalétique.
- Un projet dynamique à l'image de la clientèle.
- La composition architecturale s'intègre bien au paysage hivernal.
- Un projet jouant avec la transparence et la lumière.
- Un projet offrant une grande qualité spatiale intérieure grâce à l'exploitation de la verticalité.
- Un projet exemplaire en matière de développement durable.

III.2. Analyse d'exemple 02 : Complexe Sportif du Campus Trivaux Garenne Clamart

III.2.1. le choix d'exemple :

- La similarité thématique.
- La richesse architecturale et programmatique ainsi l'implication de hautes exigences techniques et esthétiques.
- Intégration harmonieuse et valorisante au contexte et à l'urbain.
- Intégration des solutions bioclimatiques.

III.2.1. Fiche technique :

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">❑ Localisation :, Clamart , Paris , France❑ Client : Mairie de Clamart❑ Architectes: Gaëtan Le Penhuel Architectes❑ Programme: un dojo, un gymnase, une aire d'évolution et un terrain tennis❑ Superficie: 5200m²❑ Chronologie : 2013_2015 |
|--|



Figure 131: complexe sportif Trivaux Clamart
Source : <https://www.vs-a.eu/fr/competences/structure>

III.2.2. Présentation du projet :

Il s'agit d'un complexe sportif situé dans le quartier résidentiel du petit Clamart, réalisé par l'agence Gaëtan Le Penhuel Architectes. Le projet s'inscrit dans le projet de la reconstruction du campus Trivaux-Garenne, c'est un bâtiment-paysage, tout en courbes souples, générant un mouvement ample et vallonné, il confère un statut et une présence valorisante pour le quartier.

- **Le projet dans son contexte :**

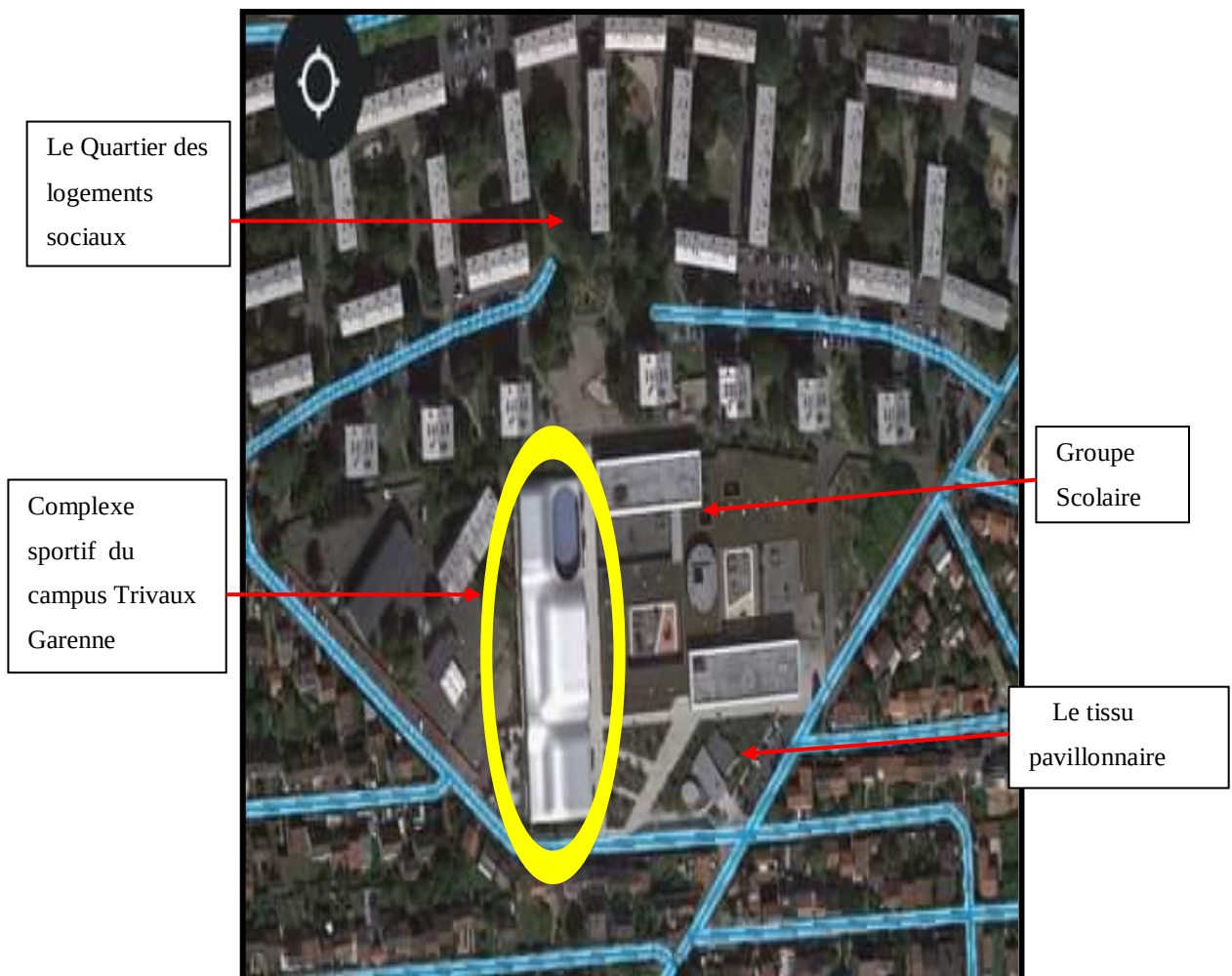


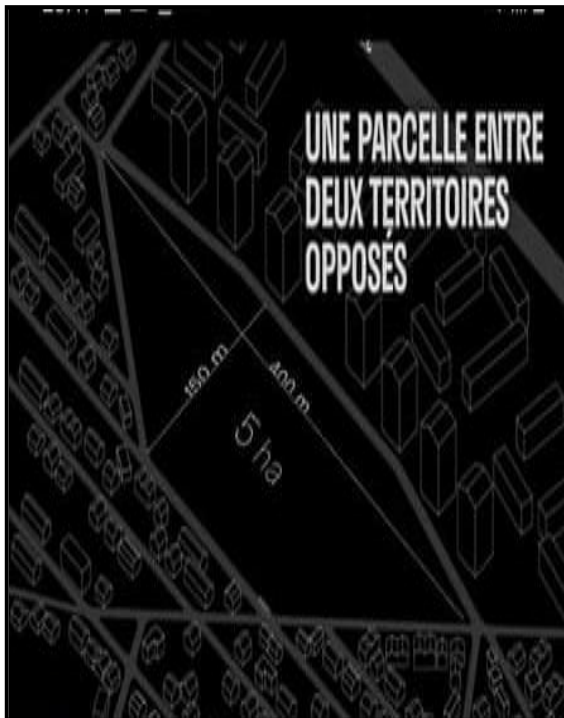
Figure 132: Vue aérienne du complexe scolaire
Source : Google earth +auteurs

- **Aspect urbain**

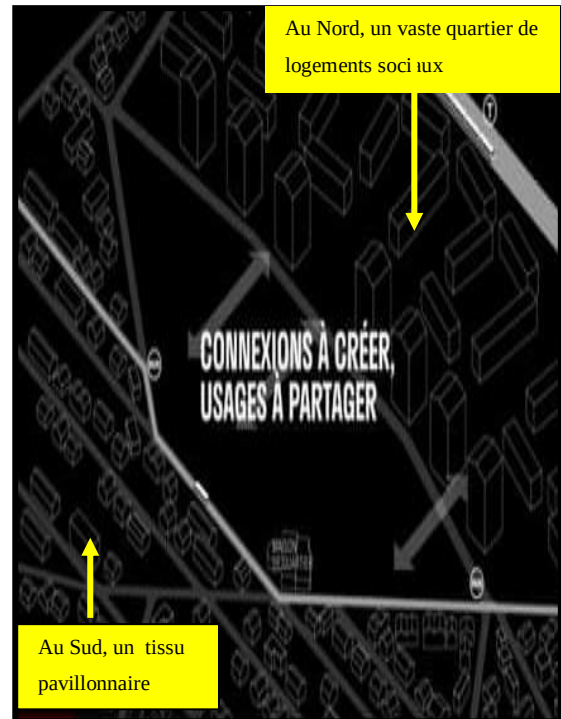
La création du nouveau complexe sportif de la ville de Clamart s'inscrit dans un vaste projet urbain à Haute Qualité Environnementale; la reconstruction du campus Trivaux-Garenne; qui comporte un campus scolaire et un centre sportif d'envergure. Ce projet présente l'occasion de réconcilier des tissus urbains disparates d'usages et de conceptions différentes.

- Au Sud, le tissu pavillonnaire offre une échelle douce et répétitive, et s'étend sur des îlots de petites dimensions.
- Au Nord, un vaste quartier de logements sociaux.

Etape01 :



Etape02 :



Etape03 :



Etape04 :

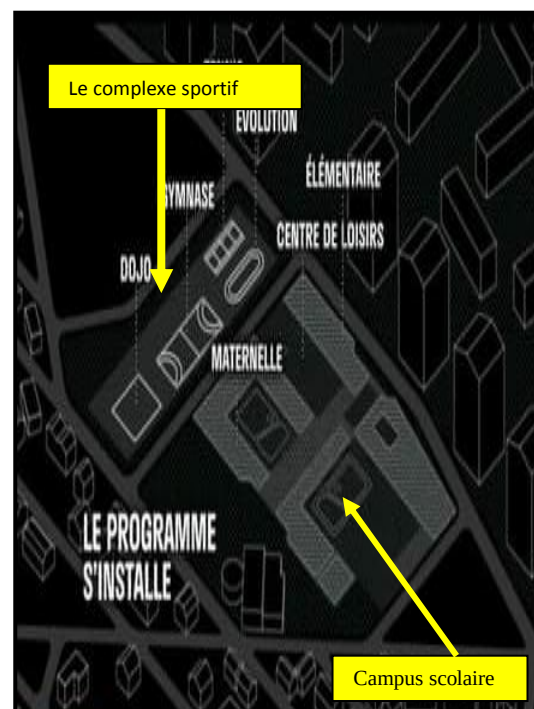


Figure 133: Projet de reconstruction du campus Trivaux-Garenne.
Source : <https://www.youtube.com/watch?v=fcXFxgFwOrA+auteurs>

III.2.3. Analyse architecturale :

III.2.3.1. Analyse formelle :

1. Volume :

Le complexe sportif du Campus Trivaux Garenne Clamart est formé d'un seul volume qui est un parallélépipède de 130m par 40m., enveloppé par une nappe ondulante en aluminium anodisé qui se développe du nord au sud , tour à tour dilatée , creusée et courbée , comme si elle est déformée par la présence de ses multiples fonctions ; dojo , gymnase, aire d'évolution , terrain de tennis. L'ensemble crée un paysage artificiel paisible générant un mouvement ample et vallonné.

Un vaste anneau est découpé au dessus du stade intérieur, dont la surface est bleue, évoque depuis les immeubles voisins et selon les propres mots de l'architecte un lac au milieu des collines.



Figure 134: Complexe sportif Trivaux Clamart
Source: <https://www.ab-engineering.fr/complex-sportif-clamart>

2. Façades :

A. Façade nord et sud :

L'enveloppe en aluminium anodisé du complexe sportif redescend jusqu'au sol naturel sur la façade nord et sud assurant une certaine continuité visuelle au projet, ainsi protégeant l'environnement urbain des éventuelles nuisances sonores.



Figure 135: Façade sud du complexe sportif
Source : <https://www.archi-guide.com/AR/lepenhuel.htm>

C. Façade Est et ouest

Les façades Est et ouest sont constituées sur toutes leurs hauteurs d'une fine grille en câbles inox, et d'une structure porteuse en métal dessinant un motif identifiable, qui vient habiller une façade en polycarbonate d'un blanc opale qui renferme le volume intérieur, tout en laissant diffuser la lumière naturelle.



Figure 136 : Façade Est du complexe sportif
Source : <http://www.silva-landscaping.com/actualites/>

III.2.3.2. Analyse fonctionnelle :

- **Limite et accessibilité :**

La légende :

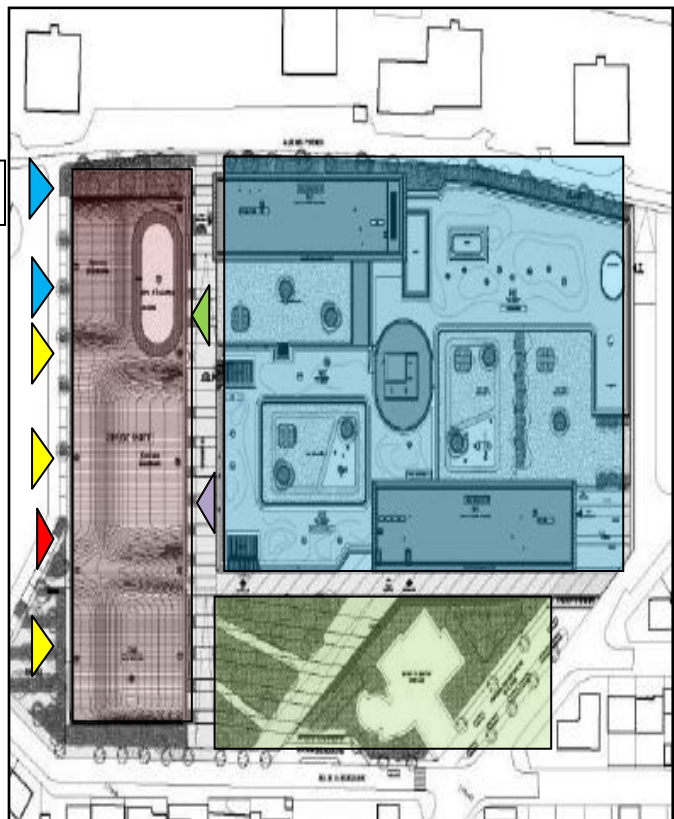
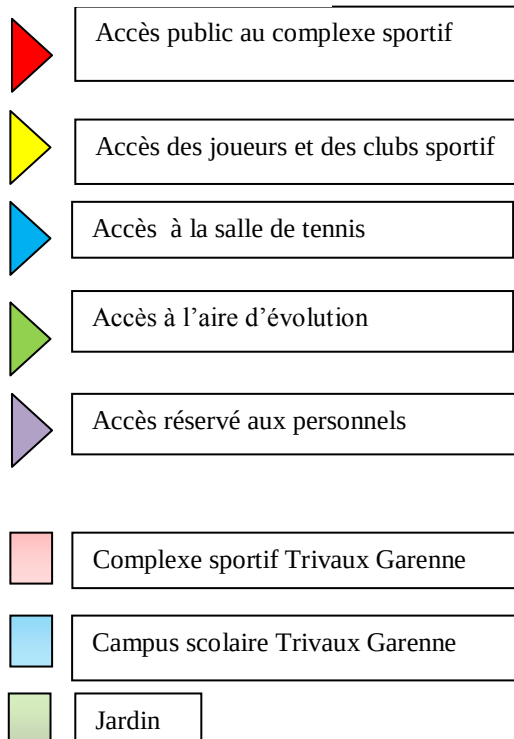


Figure 137 : Plan masse du complexe sportif Trivaux Garenne Clamart

Source : http://www.forum-holzbau.com/pdf/40_FBC_15_Morales.+auteurs

Chapitre II : Analyse des projets modèles

- Plan du RDC :

Le complexe sportif abrite un dojo, un gymnase, une aire d'évolution et un terrain tennis, un espace bureau, regroupés dans un bâtiment à RDC.

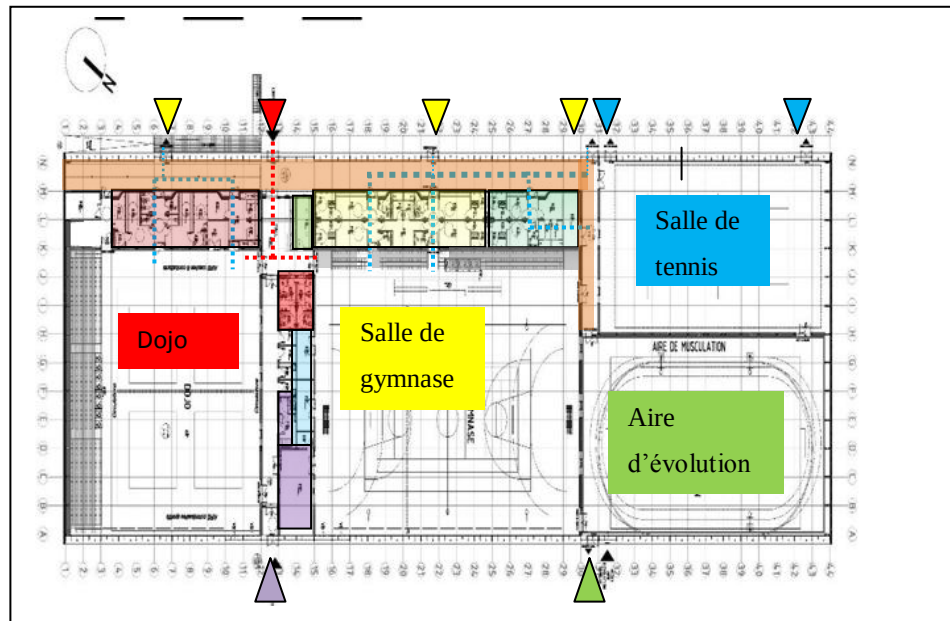


Figure 138: Plan du RDC

Source: http://www.forum-holzbau.com/pdf/40_FBC_15_Morales_

La légende :

	Hall de circulation		Accès public au complexe sportif
	Bureau d'accueil et billetterie		Accès des joueurs et des clubs sportif
	Vestiaire dojo		Accès à la salle de tennis
	Sanitaires		Accès à l'aire d'évolution
	Bureau et salle de réunion pour les associations		Accès privé
	Vestiaires gymnase		Parcours des spectateurs
	Vestiaires tennis et aire d'évolution		Parcours des joueurs
	Gradins		

- **Circulation :**

Afin de concrétiser le concept de cité sportive ; plusieurs espaces sportifs sont regroupés dans un seul bâtiment, la circulation horizontale est assurée par un seul couloir qui dessert les différents espaces et qui les relie au même temps, ce qui permet une optimisation de l'espace par limitation des couloirs de circulation.

Organigramme :

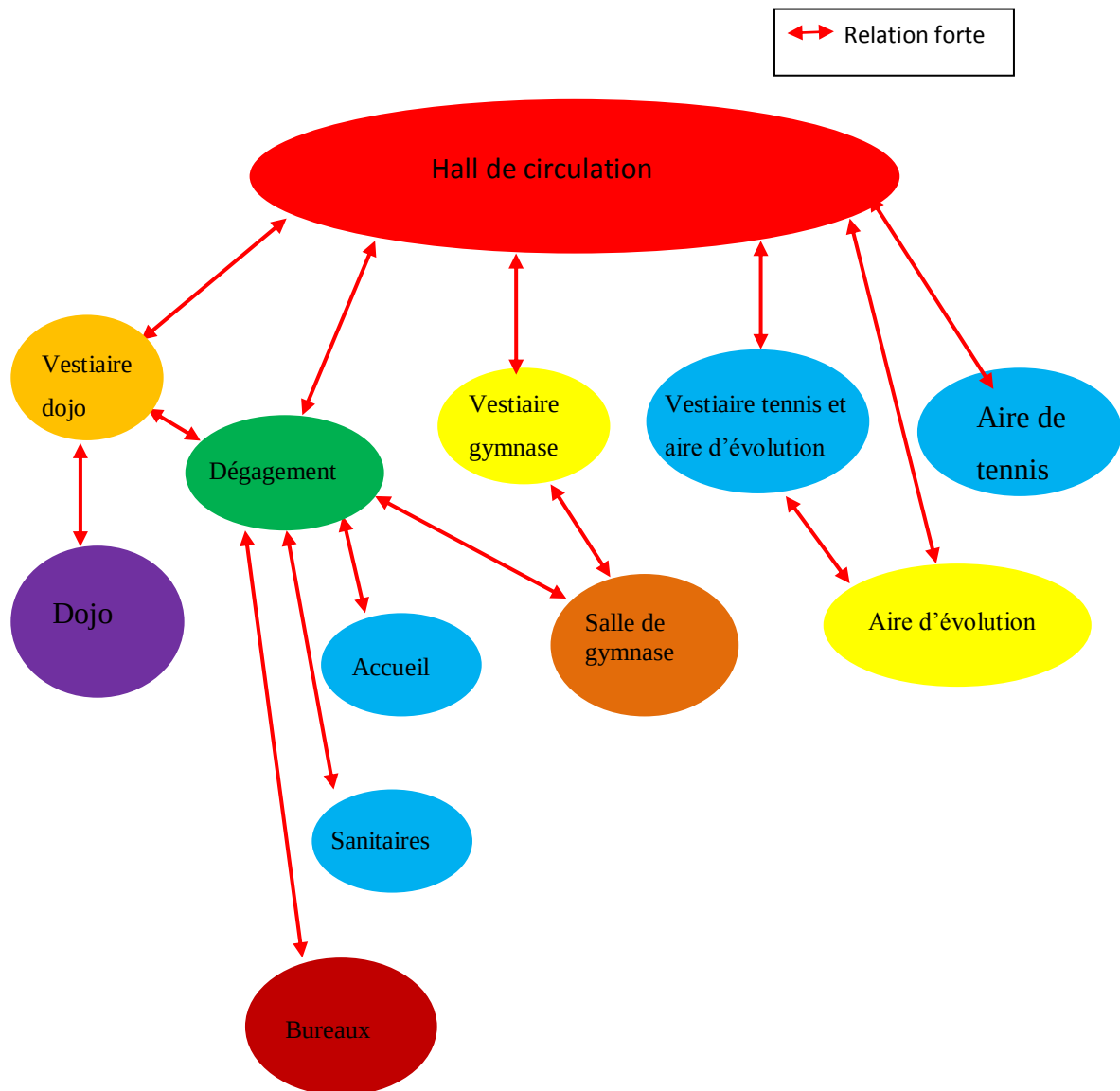


Figure 139 : Organigramme RDC

Source : auteurs

III.2.4.Ambiances intérieurs :

Le projet à l'intérieur s'exprime par la charpente en lamibois, qui offre une décoration intérieure impressionnante et très chaleureuse, elle apporte une signature, une âme à l'ensemble des espaces intérieurs du projet.

Les différents espaces sportifs sont baignés de lumière douce, dépourvue d'ombre, idéale aux pratiques sportives, grâce aux façades en polycarbonate du côté est et ouest.

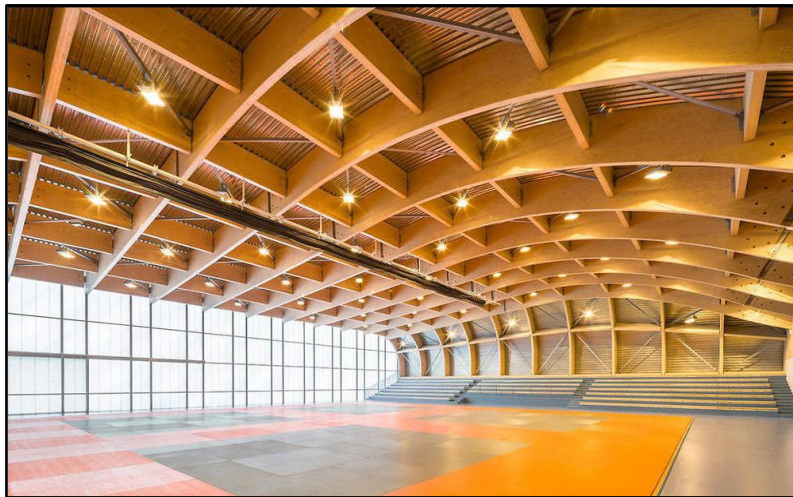


Figure 140: Espace Dojo du complexe sportif petit Clamart
Source: https://www.lepoint.fr/architecture/a-clamart-un-temple-sportif-bien-charpente-14-04-2017-2119850_3383.php

III.2.5.Analyse bioclimatique :

Le bâtiment est équipé d'une ventilation double-flux et d'une ventilation naturelle, une chaufferie bois, un système de récupération des eaux de pluie, ainsi l'utilisation du lamibois qui présente un moyen de réduire de 50% la déperdition thermique du bâtiment et ses âmes d'une épaisseur fine allant de 6 à 8 mm favorisent l'isolation de ce dernier.



Figure 141: Complexe sportif Trivaux Clamart
Source: <https://www.ab-engineering.fr/complexe-sportif-clamart>

III.2.6. La charpente en bois :

Le complexe sportif est un bâtiment paysage tout en courbes avec des dimensions qui peuvent être assimilées à un rectangle de 130m par 40m, avec une hauteur maximale du bâtiment de 10,35m, au dessus de l'espace du gymnase en façade est.

La principale motivation de VS_A¹⁴, le bureau d'étude architectural et technique chargé de la réalisation de la toiture du complexe sportif Trivaux garenne ; est de répondre techniquement à l'image architecturale du projet : une nappe ondulante qui se développe du nord au sud, ralliant le sol aux deux extrémités où la couverture devient façade.

« Afin de concrétiser au mieux l'idée d'un bâtiment-paysage, nous avons rapidement choisi, sur une préconisation du bureau d'étude VS_A de réaliser la Charpente en bois » (Gaétan Morales, chargé de projet pour l'agence).



Figure 142 : Charpente en bois du complexe sportif campus Trivaux Garenne
Source : <https://www.ab-engineering.fr/complexe-sportif-clamart>

La charpente en bois en raison de sa géométrie complexe présente d'intéressants défis techniques et esthétiques, notamment en raison d'une double courbure sur certaines zones, avec une ceinture ovoïde courbe qui clôt l'aire d'évolution. Le lamibois à plis croisés Kerto-Q est devenu la solution incontournable pour ce projet pour plusieurs raisons :

- Ses avantages économiques.
- Son aspect architectural qui respectait parfaitement les souhaits de l'architecte, ce matériau autorise plus de relief et il s'adapte à des rayons de courbures différents.

¹⁴ VS-A est un groupe de bureaux d'étude architectural et technique traitant des enveloppes de bâtiments, avec des agences en France, à Hong Kong et en Corée

- Son efficacité structurelle, elle assure deux exigences pour de telles réalisations : la stabilité dimensionnelle des éléments pour réaliser de grandes portées, la forte résistance aux contraintes structurelles de projet.



Figure 143 : la toiture en bois de l'intérieur
Source : <https://www.cadwork.com/indexL1.jsp?neid=1266>

La trame formée dans le projet ,3m par 3m, est ainsi obtenue par de grandes poutres dont leur particularité est d'être des poutres caisson. Elle forme une structure en nappe de bois, qui se développe du nord au sud. La courbure dans le sens transversale varie lentement, tandis que la courbure dans le sens longitudinal varie plus rapidement.¹⁵

L'ensemble est couvert par une toiture ondulante en aluminium anodisé, composée de plaques de métal de 20m de long formées sur place et posés en joint debout .Epousant les courbes et les contre courbes de la charpente en bois.



Figure 144 : toiture II : ondulante du complexe sportif
Source: <https://www.amc-archi.com/photos/campus-scolaire-gaetan-le-penhuel-clamart,7018/>

- **Etude de l'écoulement des eaux pluviales :**

Les études d'écoulement d'eau ont abouti au remodelage de la volumétrie à plusieurs reprises afin d'éviter la stagnation de l'eau sur la toiture et au positionnement des descentes incorporées aux poteaux pour faciliter son évacuation.

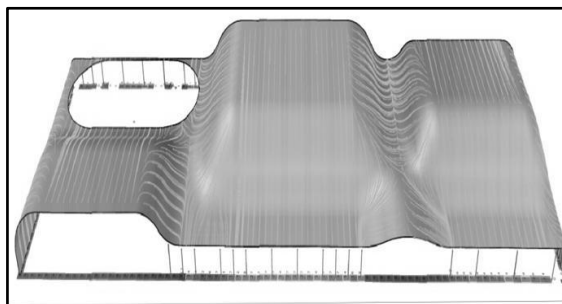


Figure 145: Modélisation de l'écoulement des eaux
Source : http://www.forumholzbau.com/pdf/40_FBC_15_Morales

¹⁵ G.Morals .Complexe Sportif Campus Trivaux-Garenne Clamart [PDF] .Disponible sur http://www.forum-boisconstruction.com/conferences/40_FBC_15_Morales.pdf(consulté le 26.11.2020)

III.2.7.Synthèse :

Le complexe sportif du campus Trivaux Garenne Clamart est un important pôle sportif régional conférant un statut Public et une présence valorisante pour le quartier, il présente une solution pour réconcilier deux tissus disparates, il offre une programmation riche, évolutive et un milieu de vie de qualité à ces citoyens, respectant les principes d'accessibilité universels.

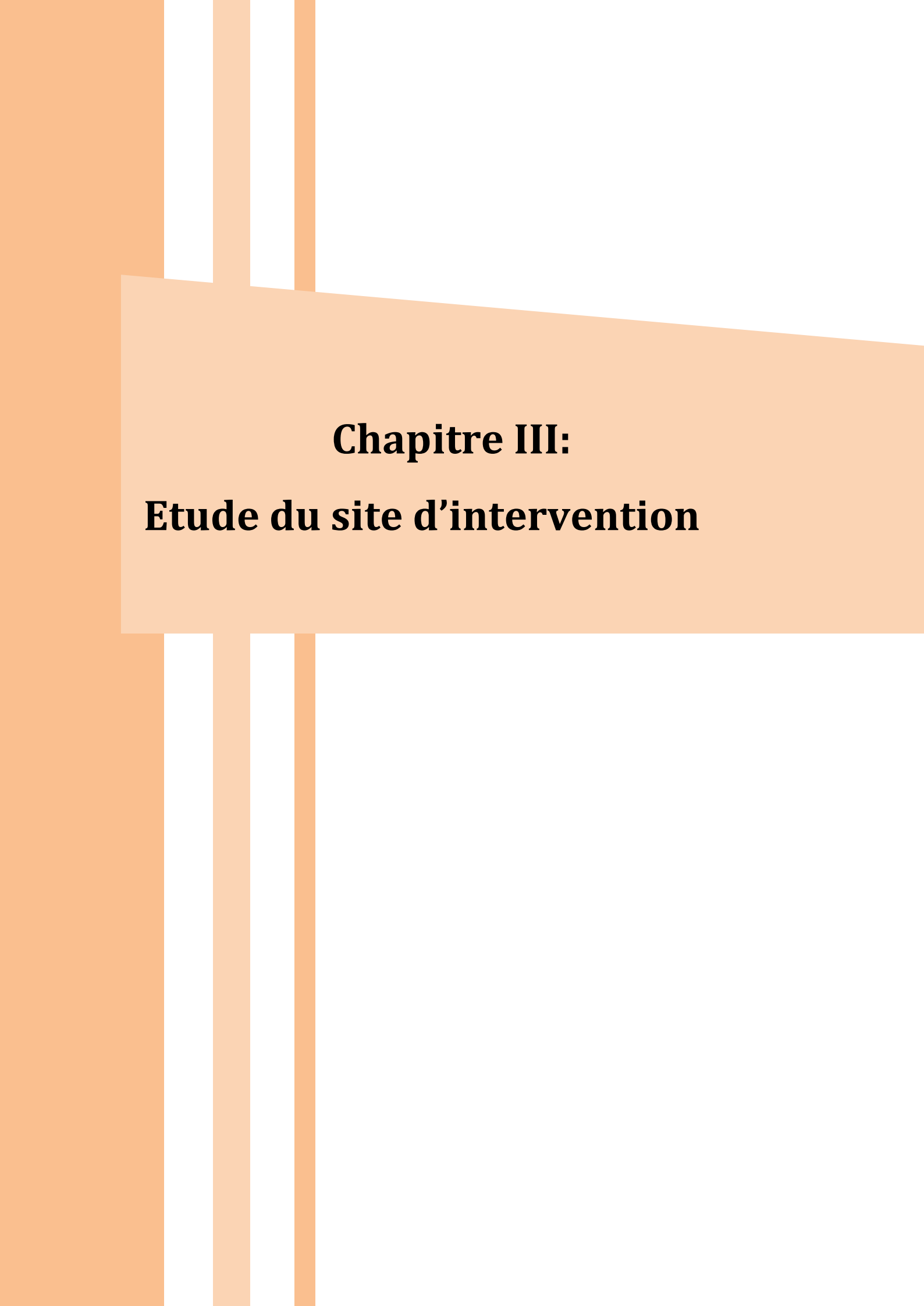
- Un projet jouant avec la lumière ce que lui confèrent confort et convivialité.
- Un projet emblématique qui implique de hautes exigences techniques et esthétiques.
- Un projet exceptionnel dans son genre et innovant par son architecture tout en courbe et son design.
- Un projet fonctionnel, dynamique et chaleureux, par le respect et la valorisation du site, par les éléments forts de l'architecture et la valeur des matériaux mise en œuvre.

Conclusion :

L'approche thématique, nous a permis de découvrir et cerner notre thème de recherche qui est le sport et loisirs. Il nous a aussi aidé à comprendre les activités qu'il englobe, les services qu'il propose, les espaces qu'il nécessite, et à travers l'analyse des exemples à savoir l'analyse formelle, fonctionnelle, structurelle et bioclimatique, on peut retenir qu'un complexe sportif et des loisirs doit être un lieu de rassemblement pour toutes les catégories de la société, il peut contenir plusieurs espaces sportifs et des loisirs, dont les accès doivent être faciles et apparents, et très adéquat pour la réception des personnes à mobilité réduite, il doit être conçu avec un système constructif qui assure des grands portés afin d'assurer le bon fonctionnement des différentes activités sportives. Les informations requises au niveau de cette analyse constituent pour nous un support important et prépondérant à prendre en considération lors de la conceptualisation de notre projet.

Deuxième partie

Elaboration du projet



Chapitre III:

Etude du site d'intervention

Introduction :

L'élaboration d'un projet architectural nécessite au préalable une étude approfondie du contexte dans lequel il s'inscrit. Ce chapitre a donc pour objectif d'effectuer une étude du contexte qui va accueillir notre projet, dans le but d'une meilleure définition et compréhension de tous les éléments ayant une relation avec notre site. Notre analyse contextuelle se développe en trois étapes : premièrement, nous avons établi une représentation générale de la ville d'Alger, deuxièmement nous avons analysé la commune d'El Mohammadia à savoir son historique, sa structure urbaine, son environnement bâti, social et naturel, et enfin, nous avons opéré une reconnaissance précise de l'assiette d'intervention, ses aspects morphologiques et climatiques impactant le projet et les conditions optimales de son exploitation. Cela nous permettra d'élaborer une synthèse qui va receler toutes les potentialités du site à mettre en valeur et les carences à qui on doit remédier afin de concevoir un projet architectural indissociable de son contexte et qui pourra répondre aux différentes exigences du lieu.

III.1.Analyse à l'échelle de la ville :

III.1.1.Présentation de la ville d'Alger :

Alger (en arabe Al Djazair), en berbère (Lazzayer), surnommée El Bahja (la joyeuse), El Mahrussa (la bien gardée) ou El Beida (la blanche). Alger ville maritime, Elle occupe une place privilégiée dans la moitié ouest du bassin méditerranéen, position de carrefour, lui confère un statut de capitale exerçant un rayonnement économique, politique et culturel sur tout le pays.



Figure146 :. La baie d'Alger
Source :fr.Wikipedia.org

III.1.2.Situation et limites :

La ville d'Alger se situe au nord de l'Algérie, chef-lieu de la wilaya .C'est la ville la plus peuplée d'Algerie avec 3,916 millions habitants avec une superficie de 1 190km².

✓ Limites administratives :

- La wilaya de Blida au Sud.
- la wilaya de Boumerdes à l'est.
- La wilaya de Tipaza à l'ouest.

✓ Limites géographiques:

- Au nord : la mer méditerranée
- Au sud : la plaine de metidja
- A l'ouest : la crête de sahel
- A l'est : la plaine littoral



Figure 147: carte d'Algérie

Source : <http://www.carte-algerie.com/>

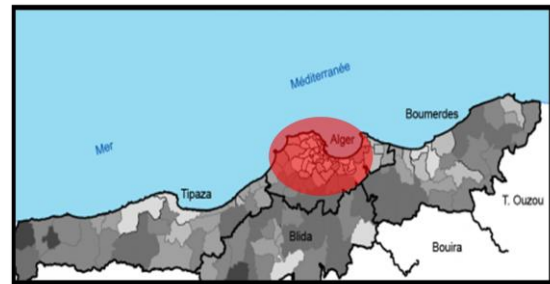


Figure 148: carte des limites d'Alger.

Source: <https://journals.openedition.org/mediterranee/7267>

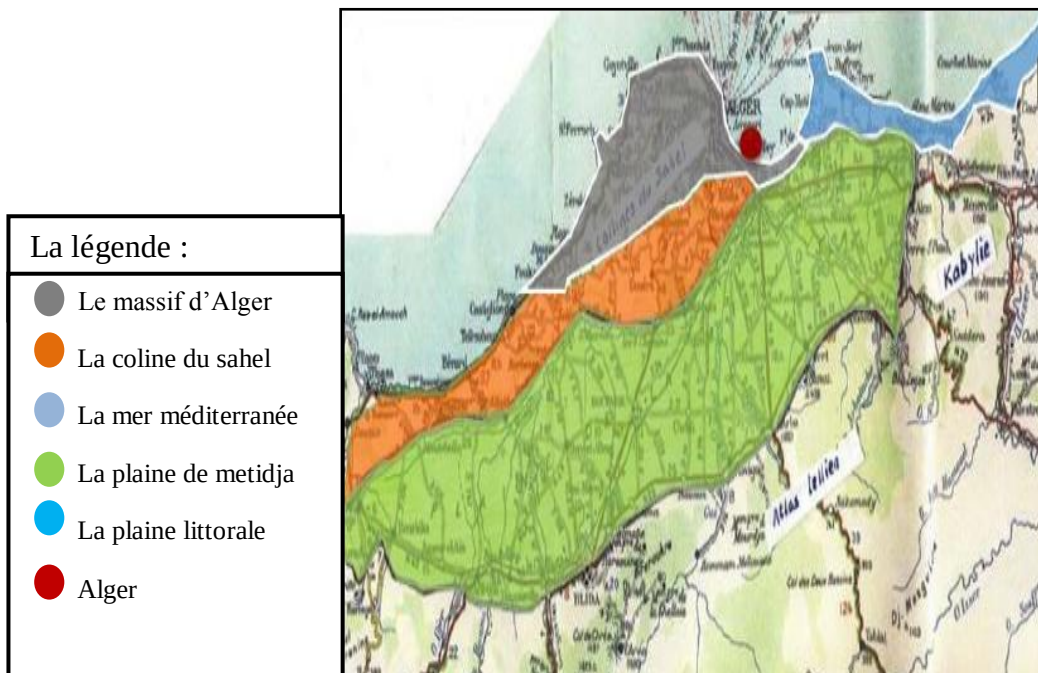


Figure 149: géographique d'Alger.

Source : <https://www.oldmapsonline.org/>

III.2. Analyse à l'échelle du quartier :

III.2.1. Choix du site :

Notre périmètre d'intervention est situé à l'extrême Nord-ouest de la commune d'El Mohammadia, l'un des quartiers les plus touchés par les plans d'aménagement et de développement de la wilaya d'Alger. C'est un carrefour vers lequel confluent les foules c'est pourquoi il ya exigence d'apporter un soin particulier à l'image que doit refléter le projet et qui doit être harmonieuse avec l'ensemble des projets structurants. C'est pour cette raison que nous avons estimé nécessaire de la revaloriser et la reconnecter avec la ville pour en faire un moteur de dynamique urbaine et un havre d'activités socio-économiques et socio- culturelles.

III.2.2. Présentation d'El Mohammedia:

III.2.2.1 .situation à différentes échelles:

- À l'échelle territoriale:

La commune d'El Mohammadia se situe dans la wilaya d'Alger capitale du pays, dans la banlieue Est d'Alger, au cœur de la baie d'Alger.



Figure 150: Situation à l'échelle territoriale.
Source: www.openstreetmap.org /

- À l'échelle régionale :

Sur le littoral algérien et au milieu de la forme concave de la baie d'Alger se trouve la commune d'El-Mohammadia qui se situe à 10km d'alger centre et à 5 Km de l'aéroport international (Houari Boumediene), elle couvre une superficie de 7.9km² répartie sur 5 POS.



Figure151 : Situation à l'échelle régionale.
Source: www.openstreetmap.org

La commune d'El Mohammadia est entourée par : El-Harrach au sud, Hussein-Dey de l'Ouest, Bordj El- Kiffan à l'Est et Bâb –Ezzouar au Sud Est.

- **À l'échelle communale :**

L'assiette du projet occupe une surface importante au Nord de la commune d'el Mohammadia appartenant à la baie d'Alger.



Figure152 : Figure : Situation à l'échelle communale.

Source : www.openstreetmap.org

III.2.2.2. Accessibilité:

El Mohammedia est traversée par une importante infrastructure routière et une bonne accessibilité grâce aux divers réseaux de transport :

- Routes nationales: RN 11 (rocade Est), RN 24 (route de Bejaia), RN 5.
- La première ligne du tramway d'Alger qui passe par la RN 24 et RN 5.

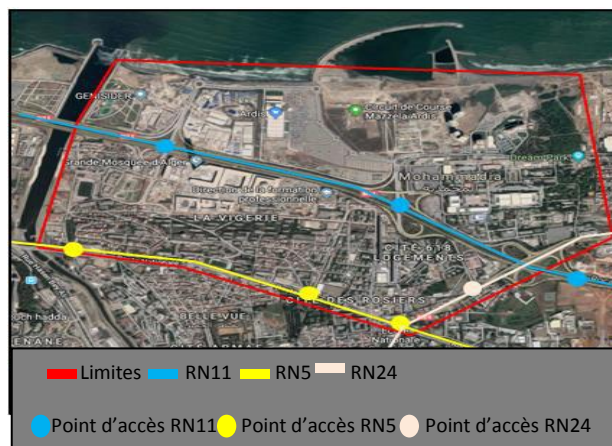


Figure 153 : Image satellite déterminant l'accessibilité vers El Mohammadia

Source : Google earth traité par auteurs

III.2.2.3. Environnement immédiat:

- **Les limites administratives :**

Au Nord : La mer méditerranée.

Au Sud : La commune d'El Harrach.

À l'Est : Les communes Bordj El Kiffan et Bab Ezzouar.

À l'Ouest : La commune de Hussein Dey.

- **les limites physiques :**

Au Nord : la mer méditerranée.

À l'Ouest : Oued el Harrach.

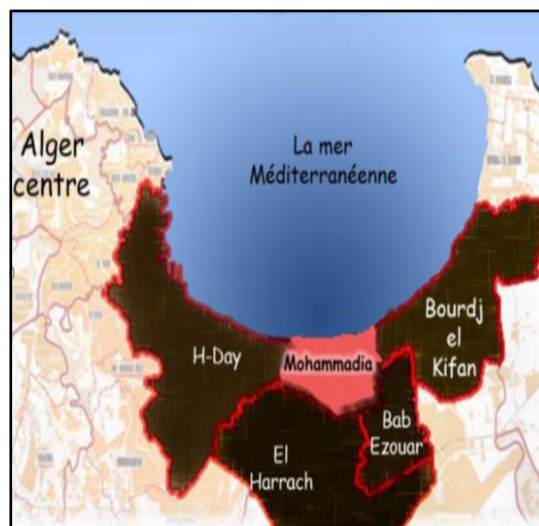


Figure 154: Carte de délimitation administrative d'EL Mohammadia.

Source : APC d'EL Mohammadia.

III.2.2.3. Aperçu historique d'El Mohammadia :

- **Période ottomane avant 1830 :**

- ✓ **Faits historiques :**

Consiste à lier le noyau principal d'Alger (casbah) à d'autres noyaux importants, en 1697, pour des raisons défensives.

- ✓ **Faits urbains :**

- Le franchissement de l'Oued El Harrach au Gué de Constantine.
- Edification du Bordj El Khantara et de la batterie turque.
- Création de la voie longeant l'Oued qui relie ces forts militaires.

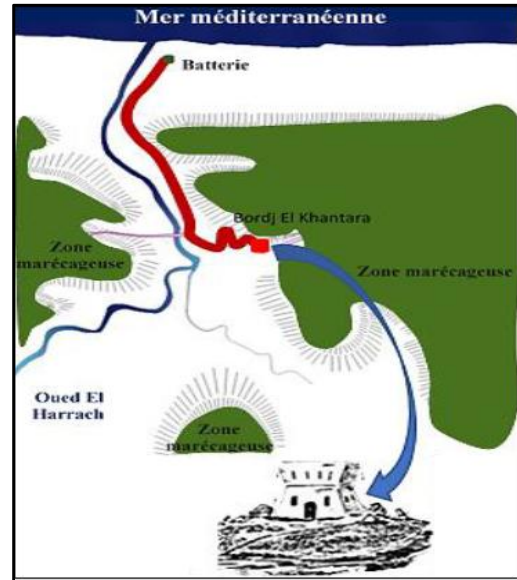


Figure155 : Carte d'EL Mohammadia à la période ottomane.

Source : APC d'EL Mohammadia, traité par les auteurs.

- **Mohammadia à vocation militaire (1830-1837):**

- ✓ **Faits historiques :**

- L'avènement des français.

- ✓ **Faits urbains :**

- Transformation du Bordj el Khantara en Maison carrée.
- Aménagement de l'actuelle rue Khattab Ben Youssef sur un ancien chemin de l'époque ottomane.
- Premiers travaux d'assainissement avec l'apparition de nouvelles constructions au pied de La Maison Carrée.

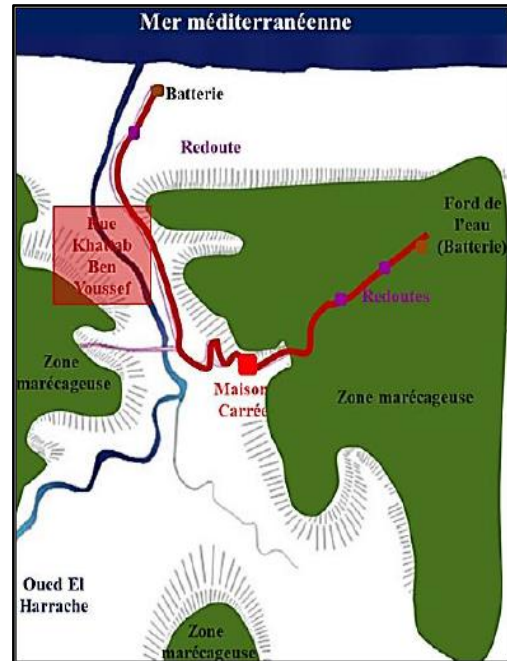


Figure156 : Carte : El Mohammadia à vocation militaire.

Source : APC d'EL Mohammadia, traité par les auteurs.

- **Mohammedia à vocation culturelle et agricole (1837-1862) :**

- ✓ **Faits historiques :**

- La prise en compte de la religion chrétienne en 1839.

- ✓ **Faits urbains :**

- Construction du monastère des Pères Blancs.

- Achèvement des travaux d'assainissement.
- Assèchement des marécages.
- Création de nouvelles voies vers le Sud.



Figure 157: Carte : El Mohammedia à vocation culturelle et agricole.

Source : APC d'EL Mohammedia, traité par les auteurs.

- **Mohammedia à vocation économique (1862-1882) :**

- ✓ **Faits historiques :**

- L'arrêté préfectoral de 1862.
- La Maison-Carrée est promue commune 1870.

- **Faits urbains :**

- Création du marché aux bestiaux.
- Achèvement de la route moutonnaire(RN5).
- Constructions aux abords des routes.
- Naissance des quartiers : Lavigerie, Belfort, cinq Maisons...

- **Eléments de permanence :**

- Actuelle rue khettab ben Youcef.
- La maison carrée.
- Le pont d'Oued El Harrach.
- La mer méditerranée.

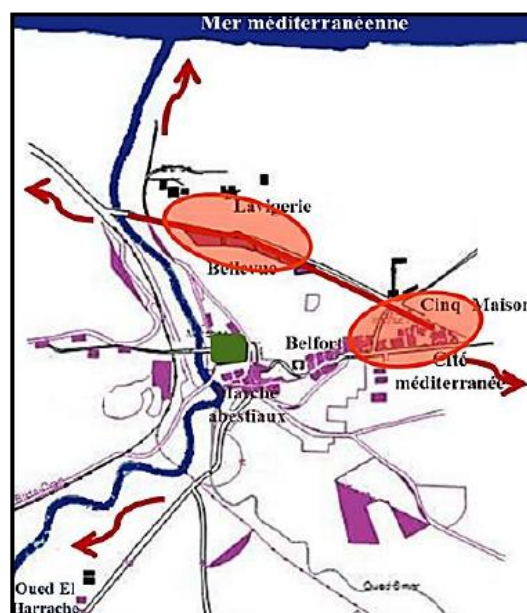


Figure 158: Carte : El Mohammedia à vocation économique.

Source : APC d'EL Mohammedia,

- **Mohammedia à vocation industrielle et résidentielle (1882-1962) :**

- **Faits historiques :**

- La révolution industrielle à partir de 1875.
- Le plan de Constantine 1958.

- **Faits urbains :**

- Implantation d'usines le long des berges de l'Oued.
- La création de nouvelles infrastructures routières, notamment l'autoroute de l'Est.
- Développement de l'habitat individuel.
- Développement de l'habitat collectifs (les dunes 1959, cité 760 logements).

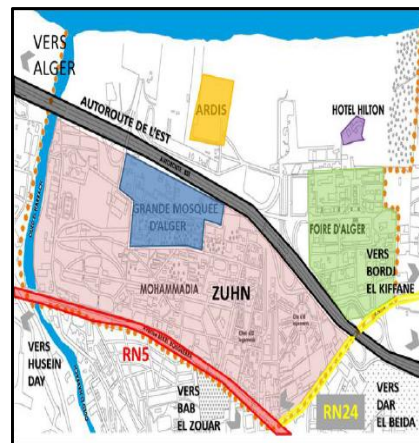


Figure 159: Carte : El Mohammedia à vocation industrielle et résidentielle.

Source : APC d'EL Mohammedia, traité par les auteurs

- **Période post coloniale 1962 à nos jours :**

- **Faits urbains :**

- L'élaboration du P.O.G de 1975, le P.U.D de 1980 et le P.D.A.U.
- L'apparition des ZUHN pour répondre à la crise du logement.
- L'implantation de la foire d'Alger en 1964.
- L'aménagement de l'autoroute de l'Est en 1986.
- L'hôtel HILTON en 1990.
- Le centre commercial Ardis.
- La future grande mosquée d'Alger.

- **Eléments de permanence :**

- Actuelle rue khettab ben Youcef.
- Le pont d'Oued El Harrach., les Dunes, La mer méditerranée.



Figure 160: Carte : El Mohammedia période post coloniale.

Source : APC d'EL Mohammedia et traité par les auteurs.

• Synthèse de l'aperçu historique :

El Mohammédia fait partie de l'un des plus vieux noyaux d'Alger conçue après la Casbah et qui s'est transformée de périphérie en centre à travers le temps tout en changeant de vocation.

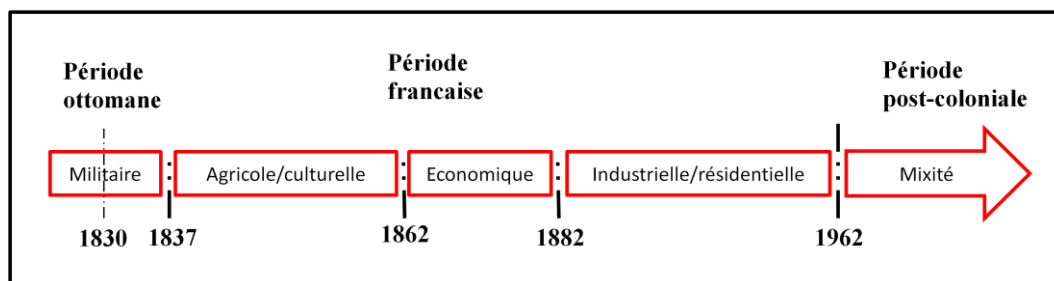


Figure161: Axe chronologique des différentes périodes marquantes d'El Mohammédia.

Source : APC d'EL Mohammédia et traité par les auteurs.

III.2.2.3.Lecture urbaine d'El Mohammédia:

III.2.2.3.1.Structure urbaine :

El Mohammédia est divisé en deux entités :

- L'entité nord : partie maritime non urbanisée comportant quelques équipements d'affaires et de loisirs.
- L'entité Sud : partie urbanisée à vocation résidentielle.

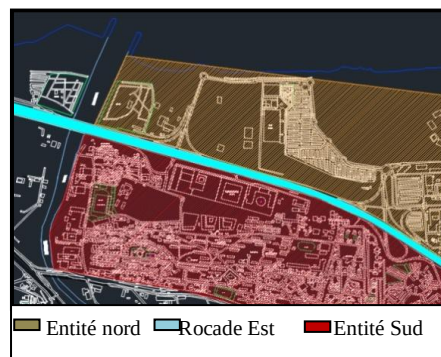


Figure162: la structure urbaine d'El Mohammédia

Source : Google earth /auteurs

III.2.2.3.2.Système bâti :

□ Les tissus

□ Le tissu irrégulier:

- Des îlots de différentes formes, définis par la trame routière.
- Implantation organique dictée par le relief.
- Cette entité est marquée par la présence de cités résidentielles et des équipements d'accompagnement.
- Equipements d'accompagnement.
- Le bâti est dans un état de dégradation avancé.



Figure 163 : Le tissu irrégulier .
Source : APC El Mohammadia + auteurs



Figure 164: Immeuble du tissu irrégulier
Source : Berien M.Haceini F.Conception d'un centre d'affaires El Mohammadia.Université Dahlab Blida1.Architecture de l'habitat et technologie.Session 2019.123P

□ Le tissu régulier :

- Trame régulière contenant des cités résidentielles.
- Un système viaire tracé de façon géométrique.
- Un alignement respecté.

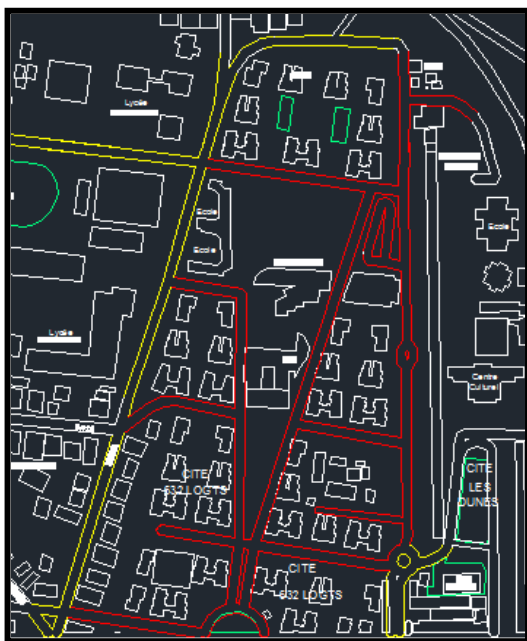


Figure 165 : Le tissu régulier ;
Source : APC El Mohammadia + auteurs



Figure 166 : Immeuble du tissu régulier
Source : Berien M.Haceini F.Conception d'un centre d'affaires El Mohammadia.Université Dahlab Blida1.Architecture de l'habitat et technologie.Session 2019.123P

□ Le tissu radioconcentrique.

Ce tissu est marqué par la présence des habitats collectifs implanté autour d'une placette inexploitée pour limiter la circulation à l'intérieur.

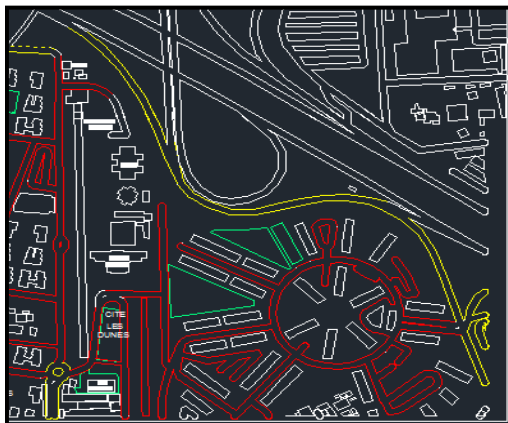


Figure 167: Le tissu radioconcentrique
Source : APC El Mohammadia + auteurs

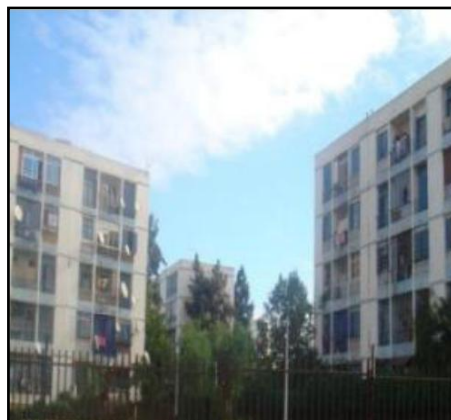


Figure168: Immeuble du tissu radioconcentrique
Source : Berien M.Haceini F.Conception d'un centre d'affaires El Mohammadia.Université Dahlab Blida1.Architecture de l'habitat et technologie.Session 2019.123P

□ Le tissu nouveau:

Un tracé contemporain avec la projection de nouveaux équipements d'accompagnement (antenne administrative, magasins grandes surfaces) (tiré du POS de el Mohammedia).



Figure169: Le tissu nouveau
Source : APC El Mohammadia + auteurs

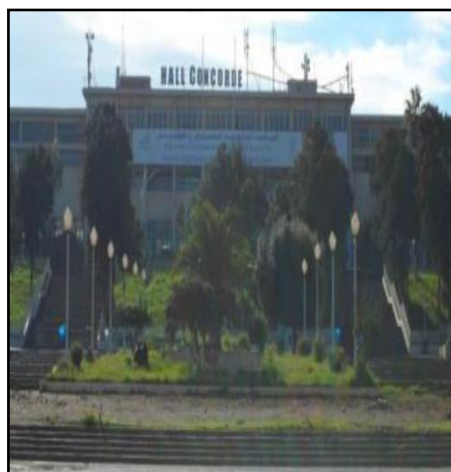


Figure170 : Immeuble du tissu nouveau
Source : Berien M.Haceini F.Conception d'un centre d'affaires El Mohammadia.Université Dahlab Blida1.Architecture de l'habitat et technologie.Session 2019.123P

Chapitre III : Etude du site d'intervention.

❑ Les sous-entités:

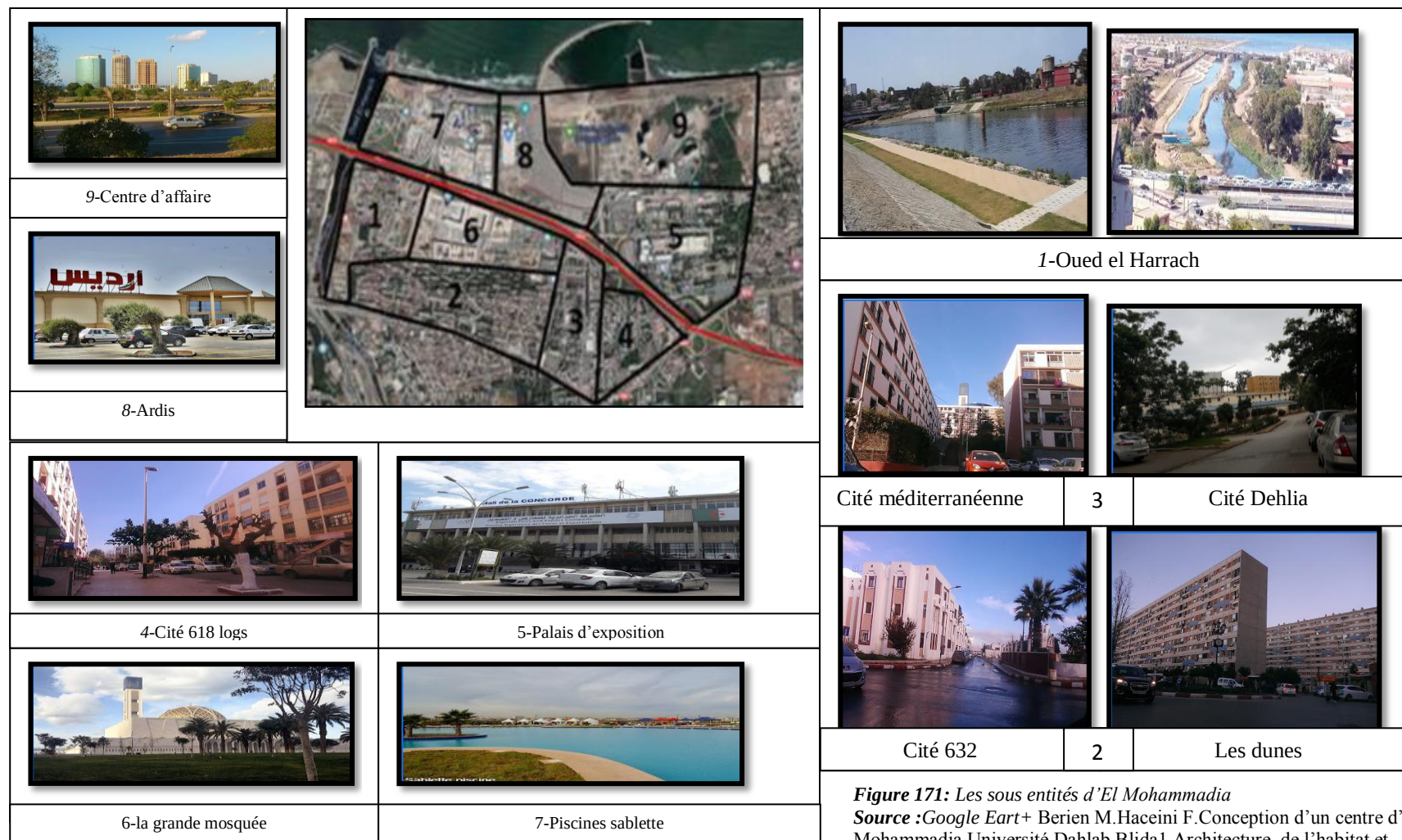


Figure 171: Les sous entités d'El Mohammadia

Source : Google Eart+ Berien M.Haceini F.Conception d'un centre d'affaires El Mohammadia.Université Dahlab Blida1 .Architecture de l'habitat et technologie.Session 2019.123P

III.2.2.3.2. Typologie du bâti :

La commune d'El Mohammadia est constituée de:

- Habitat collectif : des immeubles en barre avec un gabarit qui varie entre R+3 et R+5 excepté les dunes avec un gabarit R+13.
- Habitat individuel : des maisons de diverses formes avec un gabarit qui varie entre R+1 et R+3.
- Equipement : divers équipements de différentes échelles et activités.

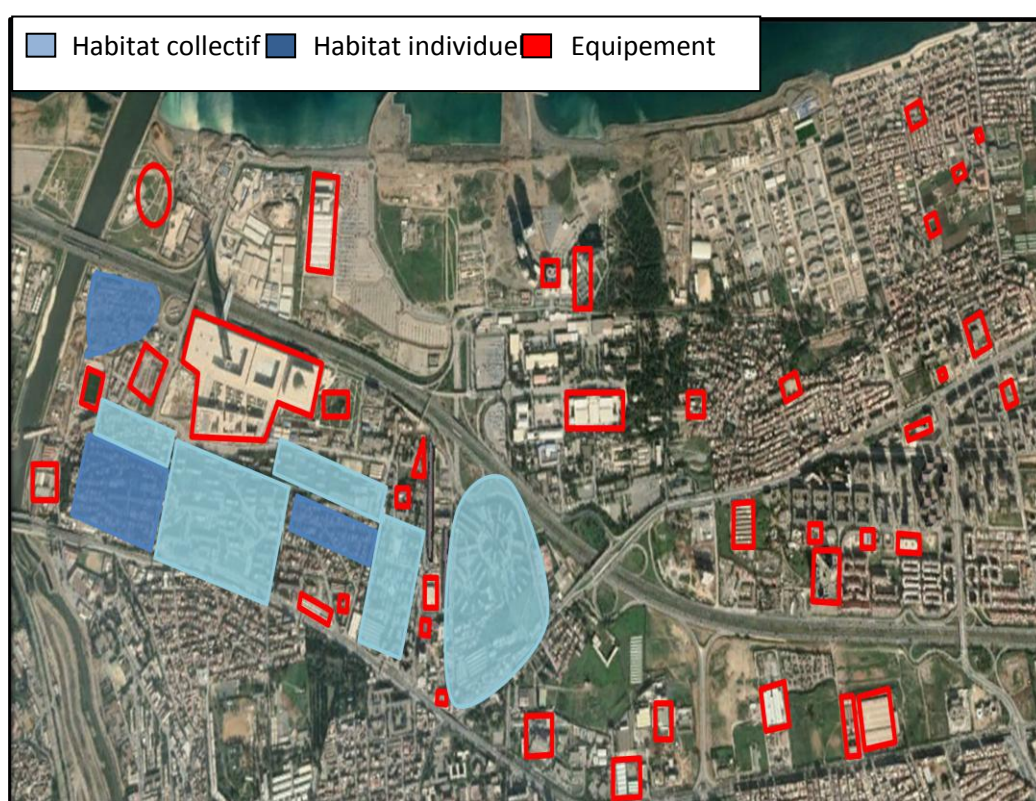


Figure 172: Carte avec équipements
Source : Google earth+auteurs

□ Les équipements et éléments de repères :

Notre site est entouré d'un nombre important d'équipements de différentes échelles qui lui confèrent une importance intercommunale, nationale et même internationale.

Chapitre III : Etude du site d'intervention.



Figure 173 : Equipements et éléments de repères d'El Mohammadia.

Source : POS Mohammadia+ Berien M.Hacini F. Conception d'un centre d'affaires El Mohammadia. Université Dahlab Blida1. Architecture de l'habitat et technologie. Session 2019. 123P

III.2.2.4. système viaire

□ les voies :

El Mohammadia est traversée par une importante infrastructure routière (RN11, RN5, RN24) qui relie les différentes parties du site qu'on peut considérer comme voies artérielles. Toutefois les voies qui relient les quartiers sont d'ordre secondaire et celles qui desservent les groupes résidentiels d'ordre tertiaire.

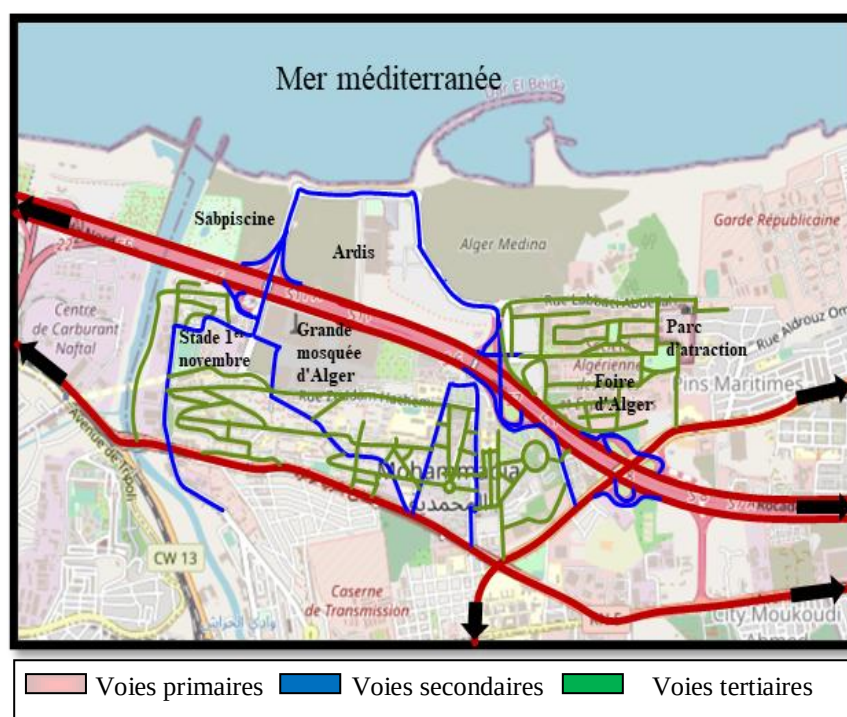


Figure174 : Le système viaire d'El Mohammadia
Source : Openstreetmap traité par auteurs

□ Voies primaires :

• RN11 :

La rocade Est, aménagée en 1989 est une autoroute imposante par sa dimension, son flux et sa fonction. Elle se caractérise par un manque de points d'accès et constitue une barrière de croissance urbaine.



Figure 175: Photos des voies primaires d'El Mohammadia.

Source : Berien M.Haceini F. Conception d'un centre d'affaires El Mohammadia. Université Dahlab Blida1. Architecture de l'habitat et technologie. Session 2019.123P

- **RN24 :**

La RN24 est une voie à double sens qui relie le quartier d'El Harrach à Bordj El Kiffan. Elle possède une ligne de tramway et elle est desservie par des bus de transport en commun.



Figure 176: Photo de la RN24

Source : Berien M.Haceni F.Conception d'un centre d'affaires El Mohammadia.Université Dahlab Blida1.Architecture de l'habitat et technologie.Session 2019.123P

- **RN5 :**

La RN5, aménagée en 1962, la seule route qui mène vers l'Est. Elle est bien équipée, possède une ligne de tramway et elle est desservie par des bus de transport en commun.



Figure 177: Photo de la RN5

Source : Berien M.Haceni F.Conception d'un centre d'affaires El Mohammadia.Université Dahlab Blida1.Architecture de l'habitat et technologie.Session 2019.123P

□ **les nœuds :**

Résultant du croisement des axes routiers et des intersections, la transition est toutefois difficile. On en distingue des nœuds d'accessibilité, des nœuds majeurs et des nœuds mineurs. Ces différents nœuds sont souvent mal ou non matérialisés. Les nœuds d'accessibilité entourent toute la commune ce qui crée un encombrement.

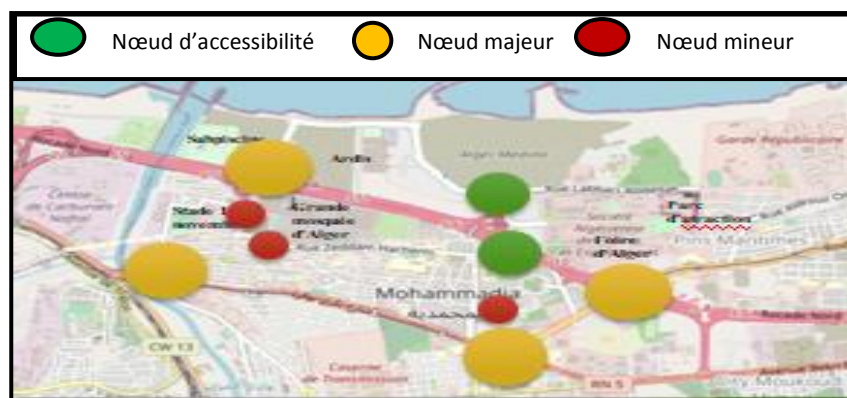


Figure178 : Les Nœuds viaires d'El Mohammadia

Source : Openstreetmap+auteurs

III.2.2.5.Topographie et géologie:

□ La topographie :

Les terrains sont peu accidentés, les Pentes restent douces entre 0 et 12%.

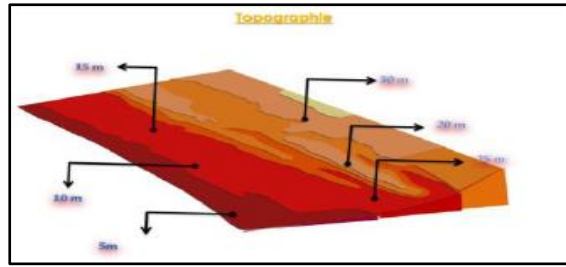
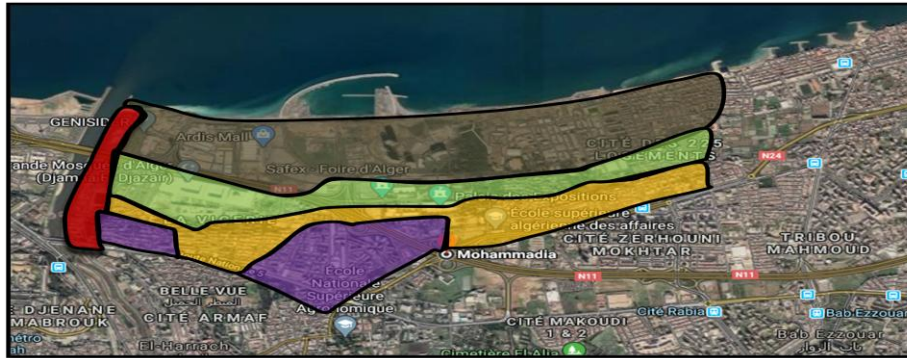


Figure179: Topographie d'El Mohammadia
Source: Google map (traitée par les auteurs)

□ La géologie :



Les terrains appartenant au site d'El-Mohammadia sont classés en cinq catégories selon le règlement parasismique algérien : RPA 99- révision 2003 :

- **Terrains favorable 1 :** 
Portance variant de 5 à 15 bars.
- **Terrains favorable 2 :** 
Portance variant de 2.5 à 5 bars.
- **Terrains moyen :** 
Portance variant de 0.5 à 2.5 bars.
- **Terrains mediocre :** 
Portance variant de 0.2 à 2 bars.
- **Terrains défavorable :** 
Les berges basses et le fond d'Oued El-Harrach.

Figure180: Géologie d'El Mohammedia.
Source : Google Earth traitée par les auteurs.

III.2.2.6.La sismicité:

Notre périmètre d'étude est classé zone 3 (Zone sismique) selon le règlement Parasismique Algérien : RPA 99 - Révision 2003, ce qui présente un risque considérable de sismicité, cela implique la prise en considération des normes dictées par le règlement parasismique algérien.

III.2.2.6.Hydrographie:

□ La mer méditerranée :

La ville d'Alger donne sur la mer méditerranée, ce qui lui a offert une richesse ,un paysage urbain exceptionnel, une façade Maritime qui s'est développée en gradin comme un escalier vers la mer, et un lieu de plaisance et de loisir « Sablettes », qui débute depuis le port d'Alger jusqu'à oued el Harrach.



Figure 181: Balade des Sablettes

Source :<http://layourteayouta.canalblog.com/archives/2016/09/30/34385006.html>

□ Oued el Harrach:

Oued el Harrach est Considéré comme :

- Un patrimoine naturel de la ville d'Alger.
- un cours d'eau qui prend source dans l'Atlas blidéen.
- une limite naturelle et administrative entre la commune el Harrach et celle d'El Mohammédia.
- Des projets de dépollution et de réaménagement de cet Oued sont en cours de réalisation, qui visent à supprimer les nuisances et les dangers de contamination afin de rétablir un paysage attrayant.



Figure182: Oued El-Harrach

Source:<https://www.youtube.com/watch?v=Fs2pQqWAGwg>

III.2.2.7. Synthèse:

La phase de diagnostic nous a permis de ressortir un ensemble de carences et de potentialités de la commune d'El Mohammadia.

Tableau 06: potentialités et carences de la commune d'El Mohammadia. **Source :** auteurs.

Potentialités	Carences
-Une bonne Accessibilité. -Proximité d'infrastructures importantes de la capitale : Gare maritime, ferroviaire, routière et aéroport. - Une grande disponibilité foncière évaluée à 200 hectares. -Bonne perméabilité à l'intérieur du site. - Une bonne qualité paysagère (forêt de l'Hilton, la mer) et vues panoramiques. -Jeunesse de la population.	-La rupture causée par la RN11 entre la partie urbanisée et la partie nord (en voie d'urbanisation) et l'absence d'une continuité spatiale et formelle entre les deux entités. -La mer méditerranéenne, Oued El Harrach et la forêt des pins maritimes sont des éléments naturels marquants du paysage, non exploités, non valorisés et mis à l'écart. -Manque d'espaces verts. -Absence de façade urbaine. -Des vues panoramiques mal exploitées. -Défiance en termes d'équipements culturels et de loisirs.

III.3.Présentation du site d'intervention :

III.3.1.Situation et limites :

Le site d'intervention est un terrain vierge, actuellement exploité comme dépôt de matériaux, il se situe dans la partie nord de la commune d'El Mohammadia, appartenant à la baie d'Alger. Le terrain est limité par la rue Colonel Menani au nord et à l'ouest, propriété Cosider au sud par un terrain vierge, et le centre commercial Ardis à l'est.

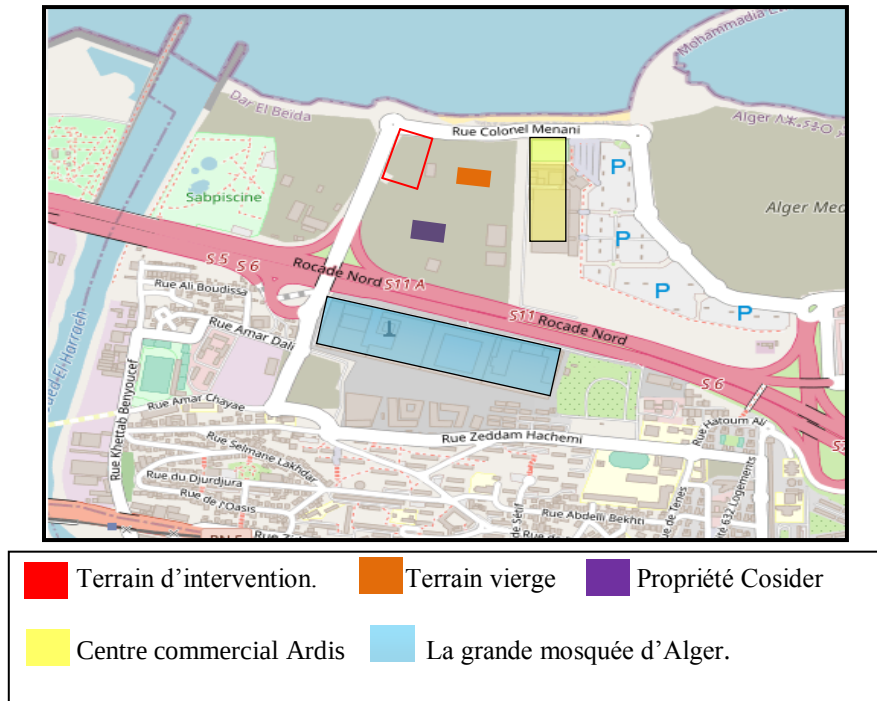


Figure 183: Plan de situation
Source : www.openstreetmap.org +auteurs

III.3.2. Forme et topographie :

Le terrain est de forme rectangulaire, d'une superficie de 2 ha et d'une morphologie régulière, il dispose d'une pente pratiquement nulle en largeur et en longueur.



Figure 184 : Coupes schématiques
Source : Google earth

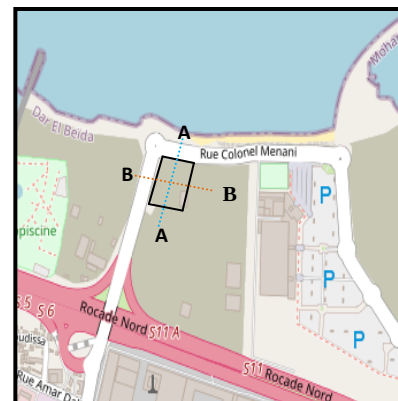


Figure185: Plan de situation
Source :www.openstreetmap.org +auteurs

III.3.3.Accessibilité :

Le terrain est accessible du coté nord et du coté sud par la rue Colonel Menani qui est reliée à la rocade Nord d'Alger (RN11).

- Une passerelle piétonne est en cours de construction reliant la grande mosquée à notre parcelle et à la façade maritime.
- Un arrêt de bus se trouve à proximité du terrain.

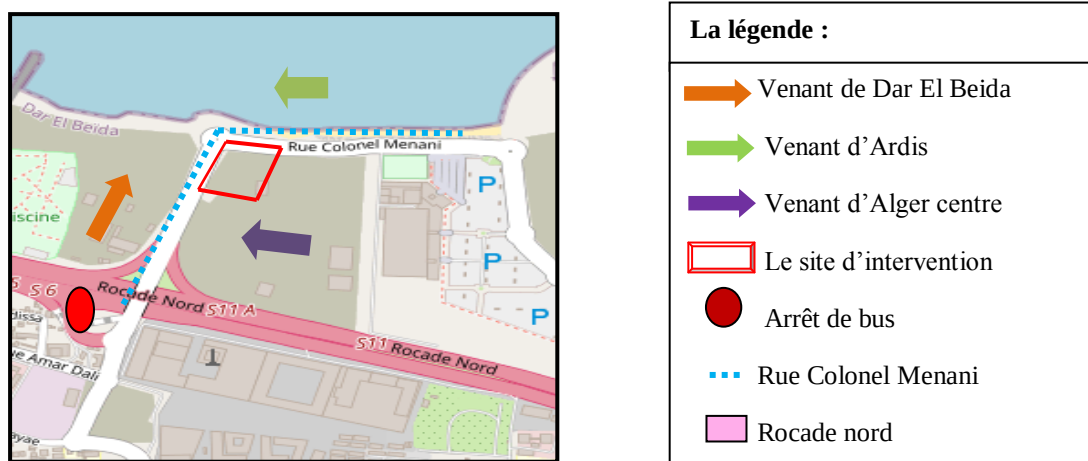


Figure 186: Accessibilité vers le site

Source : www.openstreetmap.org +auteurs

III.3.4.Environnement immédiat :



Figure 187: Environnement immédiat du site d'intervention

Source : Google earth +auteurs

III .3.5.Panorama :

L'absence de constructions sur les terrains limitrophes fait que le terrain bénéficie de vue dans toutes les directions, du côté nord une vue panoramique vers la mer, du côté sud des vues vers l'urbain.

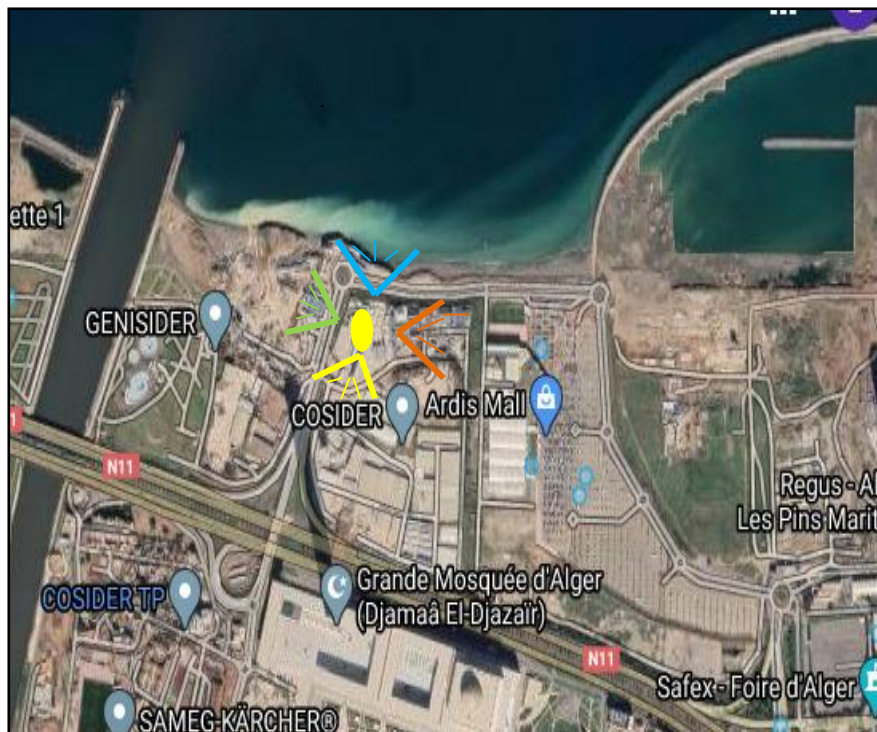


Figure 188 : Photo montrant les différentes vues à partir du site d'intervention
Source : Google earth +auteurs

III.3.6.Synthèse :

On constate que notre site d'intervention présente un grand potentiel en matière de surfaces, accessibilité, une bonne perméabilité visuelle, et une situation stratégique appartenant à la baie d'Alger, ce qui permettra à notre projet de participer à la représentation de la plus belle image possible de la façade maritime.

III.4. Analyse socio-économique :

III.4.1. Répartition de la population selon les tranches d'âge :

La commune d'El Mohammedia est caractérisée par :

- une population jeune où 51% des habitants appartiennent à la tranche d'âge de 0 à 29 ans.
- une population vieille qui est minoritaire avec un pourcentage de 18%.

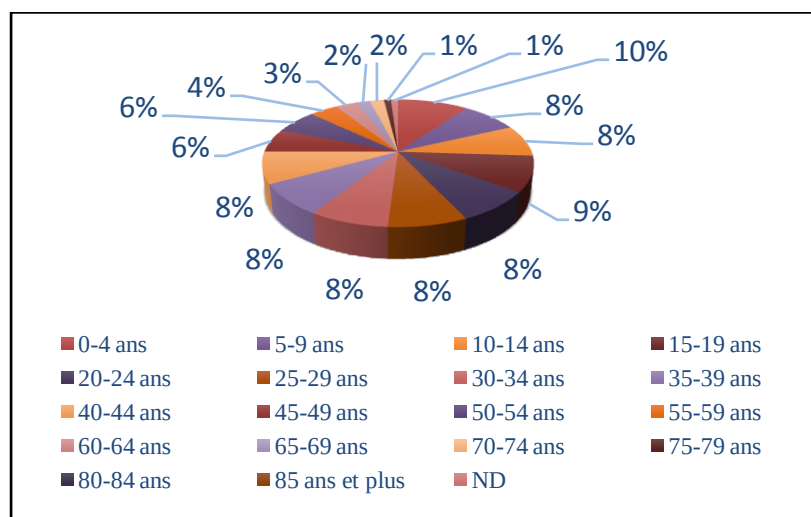


Figure 189: Répartition de la population selon la tranche d'âge.
Source : ONS 2008

III.4.2. Répartition de la population selon le niveau d'instruction :

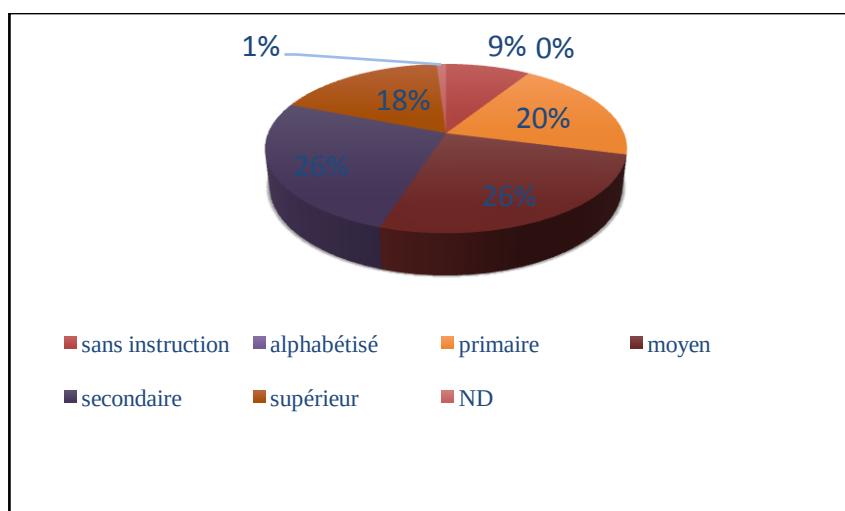


Figure190 : Répartition de la population selon le niveau d'instruction.
Source : ONS 2008

III.4.3.Répartition de la population selon l'emploi :

La commune d'El Mohammadia est caractérisée par une population active est un taux de chômage élevé par rapport au reste de la wilaya.

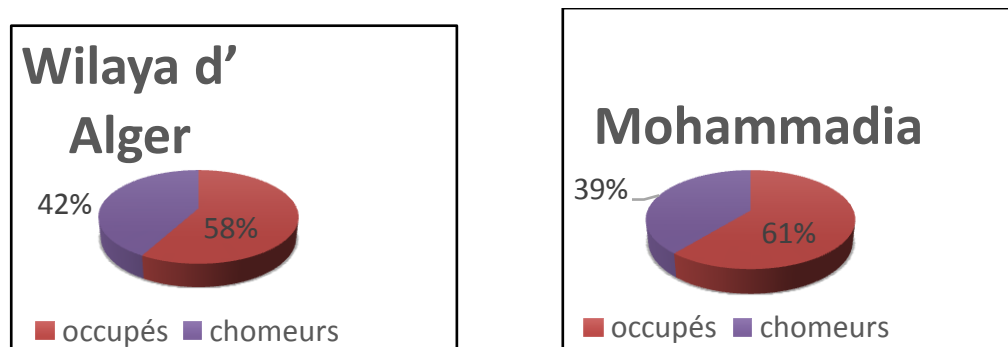


Figure 191: Répartition de la population selon l'emploi dans la ville d'Alger et la commune d'El Mohammadia

Source : ONS 2008

III.4.5.Répartition de la population selon le taux d'activité :

La commune d'El Mohammadia est caractérisée par une population moyennement active (50%).

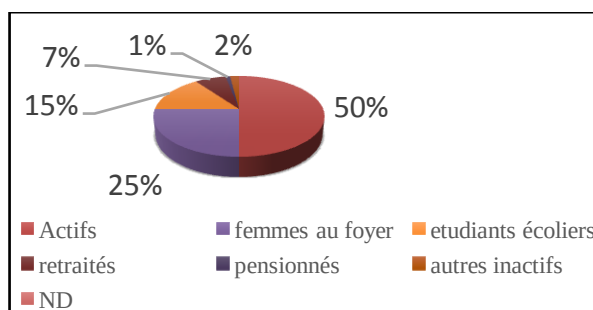


Figure192 : Répartition de la population selon le niveau d'instruction.

Source : ONS 2008

III.5.Analyse climatique :

Dans la conception du projet architectural, l'analyse des données climatiques est très importante ce qui a pour but d'apporter des solutions architecturales bioclimatiques qui puissent répondre aux contraintes du site, ainsi prévoir des recommandations qui nous aiderons à créer un environnement confortable au sein de notre projet. En effet, les caractéristiques du paysage et du climat déterminent les emplacements les plus favorables, ainsi que les orientation, la forme, le choix des matériaux ...etc.

✓ Températures:

D'après les données recueillies par l'ONM, représentées par des graphes de températures moyennes mensuelles pour la période 2007 à 2017, on peut déduire que :

- Les mois les plus froids : Janvier, Février, Mars et Décembre avec une température moyenne minimale de 11°C au mois de Février.
- Les mois les plus chauds sont : Juin, Juillet, Août et septembre avec une température moyenne maximale de 29.4°C en Août.

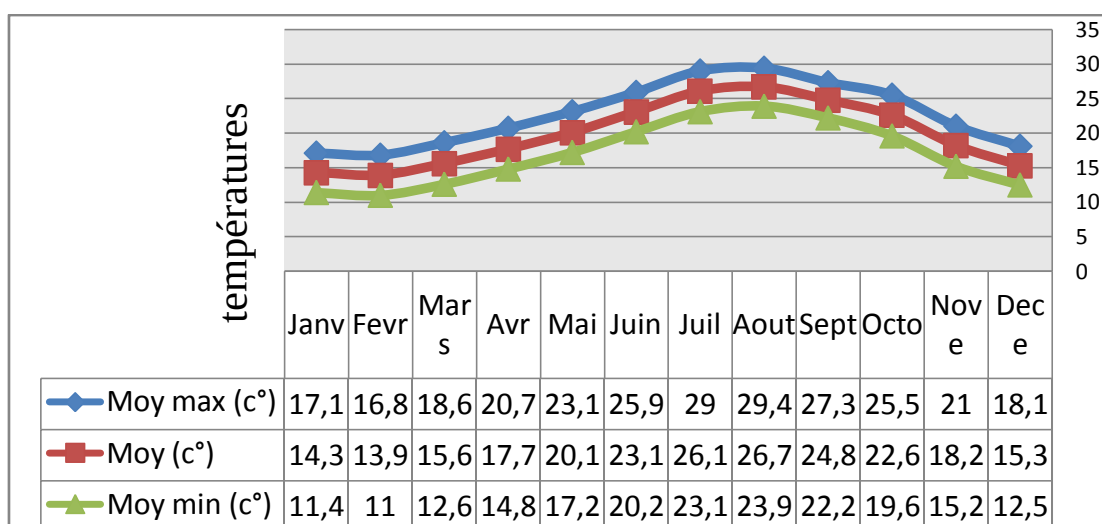


Figure193: les moyennes mensuelles des températures moyennes maximales et minimales.

Source : Office National de Météorologie d'Alger

✓ Précipitations:

Les précipitations désignent les gouttes d'eau ou les cristaux de glace qui, formés après condensation et agglomération dans les nuages, deviennent trop lourds pour se maintenir en suspension dans l'air et tombent au sol ou s'évaporent avant de l'atteindre. Ces précipitations sont de plusieurs natures : sous forme Liquide (pluie) que sous forme solide (neige, grêle).¹⁶

- Les mois les plus pluvieux sont: Novembre, Décembre, Janvier et Février.
- Les mois les plus secs sont: Juin, Juillet et Août.
- La valeur moyenne maximale est de 141.3mm marquée en mois de Novembre, tandis que la valeur moyenne minimale est de 2,2mm marquée en mois de Juillet.
- Le total de précipitations annuelles est de 595.1mm.

¹⁶ Janlou Chaput. Sur Futura. Précipitations [EN LIGNE]. Disponible sur <<https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/meteorologie-precipitations-14543/>> (consulté le 20 novembre 2020)

Tableau07: les cumuls mensuels des précipitations d'Alger. Source : ONM d'Alger

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
M. Mensuelle (mm)	77.9	105	68	51	56.1	8.3	2.2	7.64	31	82.2	141.3	106

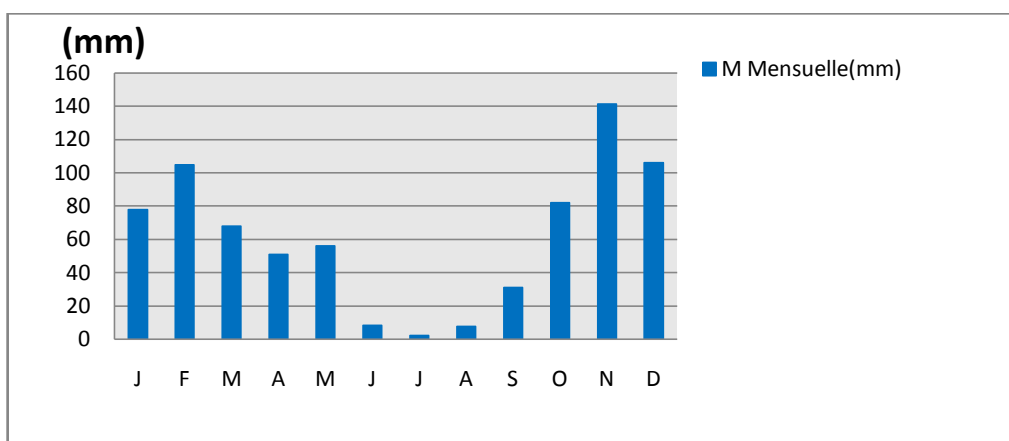


Figure194:diagramme des cumuls mensuels des précipitations d'Alger
Source: office nationale de météorologie, ALGER DAR-EL-BEIDA

✓ Humidité:

L'humidité relative de l'air correspond à la quantité de vapeur d'eau dans l'air par rapport à la capacité maximale que ce dernier peut en contenir. L'humidité relative de l'air s'exprime en pourcentage (%) et dépend de la température et de la pression.¹⁷

- La valeur moyenne de l'humidité pendant ces dix dernières années dépasse les 50% pour tout les mois de l'année et varie entre un maximum de 80% au mois de février, et un minimum de 40% au mois de novembre.
- La période humide : entre le mois de Mai et le mois d' Août.
- La période confortable : du mois de Septembre au mois d'Avril.

¹⁷HAMEL Khalissa. Cours de Sciences pour l'architecture : physique de la chaleur. Université de Biskra. Faculté des sciences et de la technologie département d'architecture

Chapitre III : Etude du site d'intervention.

Tableau 08: Moyennes mensuelles des humidités relatives d'Alger (2007_2017).

Source: Office National de Météorologie d'Alger

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Humidité relative max (%)	76	80	77	76	77	75	79	77	76	71	74	77
Humidité relative min (%)	50	48	54	46	54	52	57	45	53	49	40	42
Humidité relative moye (%)	63.3	61.7	63.2	64.7	65.5	66.6	68.7	68.1	64.9	61.9	60.8	61.6

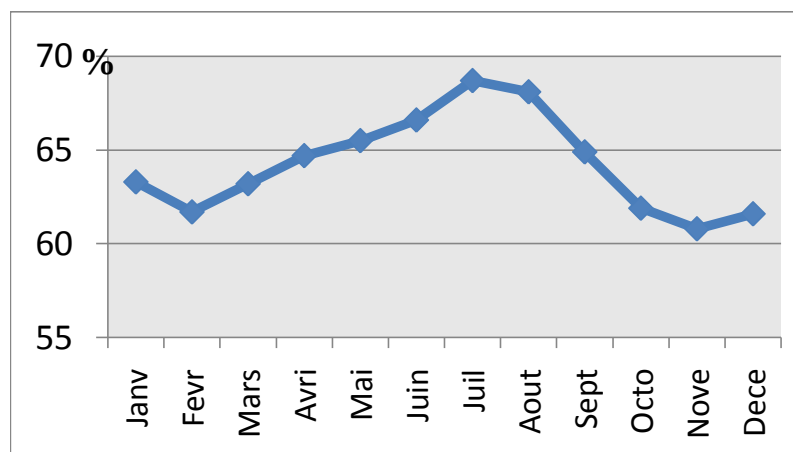


Figure195: diagramme des humidités relatives moyennes maximales et minimales d'Alger

Source : office nationale de météorologie, ALGER DAR-EL-BEIDA

✓ vent:

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 de température entre les masses d'air résulte de l'action du soleil.¹⁸

- Les vitesses moyennes maximales sont enregistrées du mois février au mois de juin ; alors que les valeurs minimales sont enregistrées du mois de juillet au mois de janvier. Elles sont plus élevées durant les mois chauds que durant les mois froids et varient entre 3.34 et 4.32 m/s.
- Les vents ont des fréquences différentes durant l'année, les plus dominants soufflent depuis l'Est, Nord-est en été et de l'Ouest et sud ouest en hiver: 19% des vents soufflant sur Alger sont en Nord-Nord-est, ce sont les vents frais d'été.

¹⁸Energie plus. Vent. Disponible sur : <<https://energieplus-lesite.be/theories/climat8/vent/#:~:text=Le%20vent.>> (Consulté le 20/11/2020)

Chapitre III : Etude du site d'intervention.

- 14% des vents sont en direction Nord-est.
- 07% des vents sont en direction Ouest.
- 07% des vents sont en direction Sud-Sud-ouest.

Tableau 09: les cumuls mensuels des vents ; source : auteurs

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<u>Moy</u>	3.17	3.9	4.32	3.9	3.69	3.34	3.17	3.2	3.08	2.67	3.12	2.89

✓ Durée d'ensoleillement:

La durée d'ensoleillement correspond au temps pendant lequel le soleil brille sur un lieu ainsi que sur une période donnée. La durée d'ensoleillement s'exprime en heures par an ou en heures par jour.¹⁹

La durée d'insolation est la plus importante aux mois de Juin, Juill et Aout, cela est dû à la trajectoire de la Terre autour du Soleil qui donne le solstice d'été (la journée la plus longue de l'année), le 21 Juin, et à l'absence de nébulosité en ces mois à cause des faibles précipitations.

Tableau10: durée moyenne d'insolation (2007-2017).

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
<u>Insolation moy (h)</u>	173.7	184.6	228.2	245.4	264.1	315.2	323.5	297.9	255.0	227.4	169.7	169.7

III.6.Analyse bioclimatique :

III.6.1.Le diagramme de Givoni :

En 1969 **B. GIVONI** a élaboré un outil d'interprétation de données climatiques, qui exprime sur un diagramme psychrométrique, les différents moyens d'intervention passifs et actifs nécessaires pour maintenir les conditions de confort à l'intérieur d'un bâtiment, en fonction des sollicitations du climat tout au long de l'année.

¹⁹ MeteotrebeurdenExplicationsoleil[ENLIGNE].Disponiblesur<<https://www.meteotrebeurden.fr/Fr/Graphique/ExplicationSoleilFr.php>(consulté le 2.11.2020)

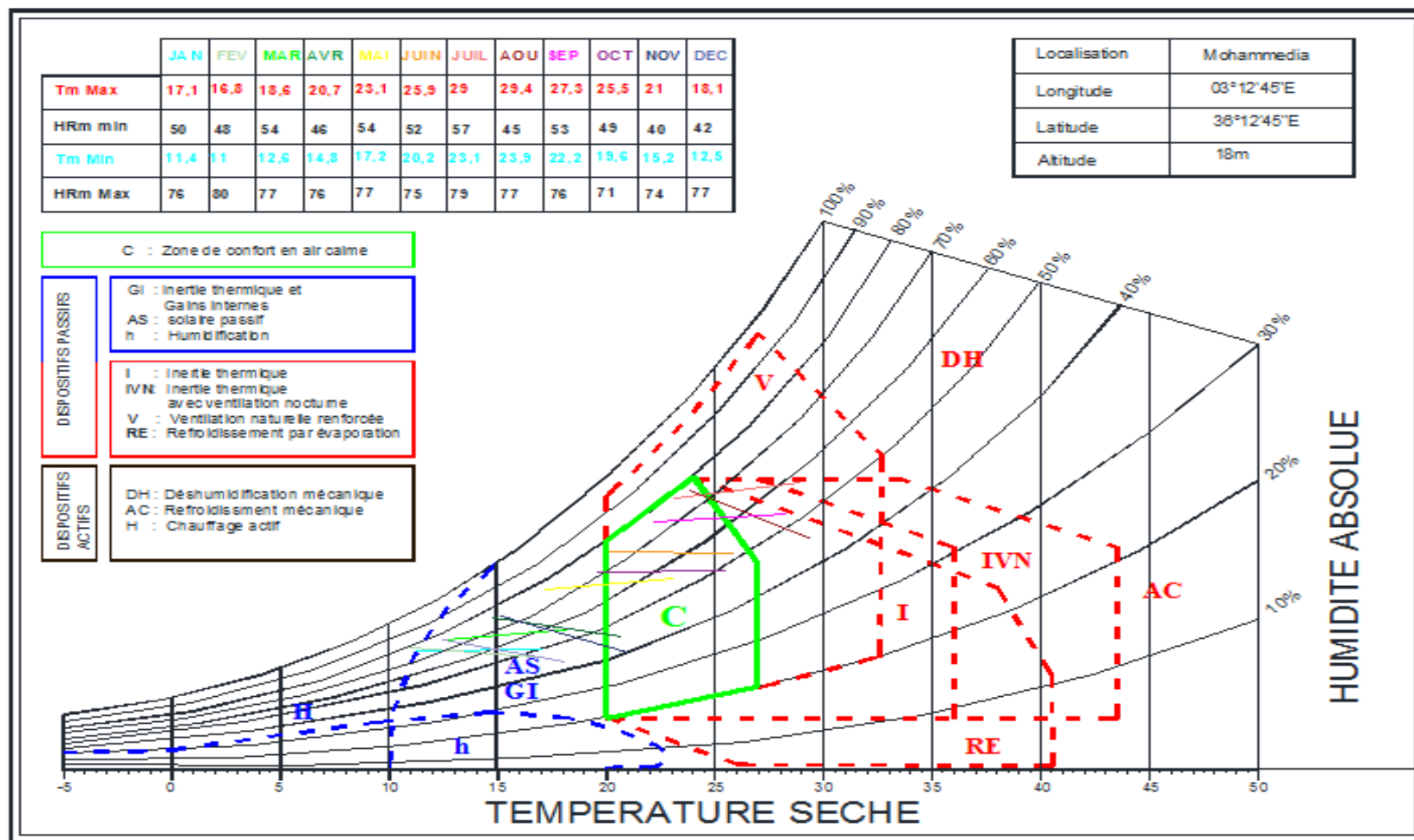


Figure196 : Diagramme de Givoni

Source: Auteurs

Chapitre III : Etude du site d'intervention.

Tableau11: interprétation du diagramme Givoni .**Source :** auteurs

Période	lecture	interprétation	Solution bioclimatique
Janvier, février, mars, avril, novembre, décembre.	Ces mois sont inscrits dans la zone de sous-chauffe	Elle se caractérise par des températures basses surtout pendant la nuit (besoin d'un chauffage actif avec l'optimisation des gains thermiques passifs à travers l'exploitation de l'inertie thermique des parois, en emmagasinant un maximum de chaleur pendant la journée.)	Un système actif est nécessaire seulement la nuit et des apports internes le jour en faisant en sorte que l'énergie solaire du jour puisse être captée et transformée en chaleur. Un système passif (exploitation de l'énergie solaire sans utilisation d'équipements spécifiques. La chaleur est captée, stockée et restituée par l'équipement même via ses ouvertures, ses matériaux, son isolation)
Juillet, août.	Ces deux mois sont inscrits en grande partie dans la zone sur chauffe	On remarque que pendant la nuit le confort est assuré naturellement, avec possibilité d'avoir recours à la ventilation nocturne (période à fortes chaleurs.) Tandis que pendant la journée on aura recours à la ventilation naturelle renforcée et la déshumidification mécanique	le confort sera garantie par : • Une bonne ventilation naturelle par l'utilisation des patios, tout en profitant des vents frais qui viennent de la mer méditerranéenne. • l'utilisation des matériaux isolants et l'introduction des protections solaires surtout pour les surfaces horizontales et verticales
Juin, octobre	Ces deux mois sont inscrits dans la zone confort	Le confort dans cette zone est obtenu naturellement et ne nécessite aucune intervention particulière.	Le confort est assuré, aucun système n'est à projeter.
Mai	Ce mois est inscrit en partie dans la zone de sous chauffe et de l'autre dans la zone de confort	<u>Durant le jour :</u> le confort est assuré par la ventilation naturelle renforcée. <u>-Durant la nuit:</u> le confort est assuré par l'inertie thermique et gains internes et le solaire passif .	
Septembre	Ce mois est inscrit en partie dans la zone de sur chauffe et de l'autre dans la zone de confort	Durant le jour : le confort est assuré par la ventilation naturelle renforcée et l'inertie thermique, durant la nuit : le confort est assuré par la ventilation naturelle renforcée.	

Vu la nécessité de mise en place de dispositifs solaires passifs, il est primordial de connaître la période d'ensoleillement et la trajectoire du soleil durant l'année dans notre terrain et plus particulièrement entre la mi décembre et la mi février. Pour cela le diagramme solaire de notre assise est indispensable.

III.6.2.Le diagramme solaire :

Le diagramme solaire est une représentation plane en coordonnées locales de la trajectoire du soleil, perçue depuis un point de la surface terrestre. La position précise du soleil dans le ciel à un moment donné se détermine à l'aide de deux coordonnées : l'azimut et la hauteur

- **Solstice d'hiver :**

Le soleil est plus bas dans le ciel en hiver il atteint 30° Ses rayons tombent plus horizontalement chauffent et éclairent timidement.



Figure197: trajectoire soleil hiver
Source : Suneathtools.com

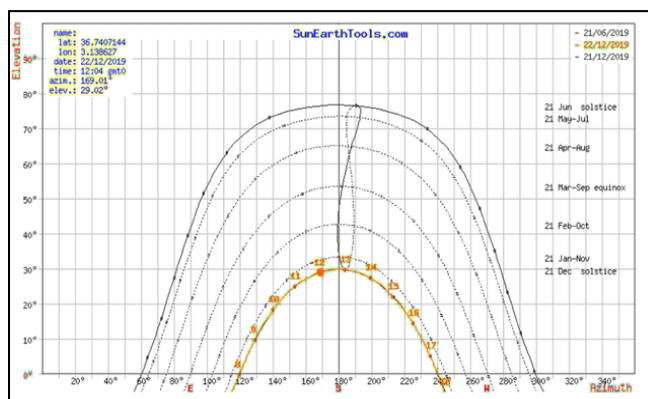


Figure 198:Diagramme solaire hiver Alger
Source : sunearthtools.com

- **Solstice d'été :**

Le soleil en Eté est plus haut il atteint 75° , ses rayons tombent plus verticalement, Chauffent et éclairent d'avantage.



Figure199 : trajectoire soleil été
Source : Suneathtools.com

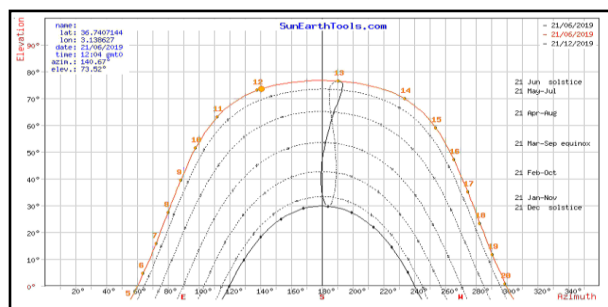


Figure 200:Diagramme solaire été Alger
Source : sunearthtools.com

- **Equinoxe de automne/ printemps :**

Le soleil est à mi-hauteur dans le ciel au printemps et en automne, ses rayons chauffent et éclairent moins qu'en été et plus qu'en hiver.



Figure 201: trajectoire soleil équinoxe
Source : Suneathtools.com

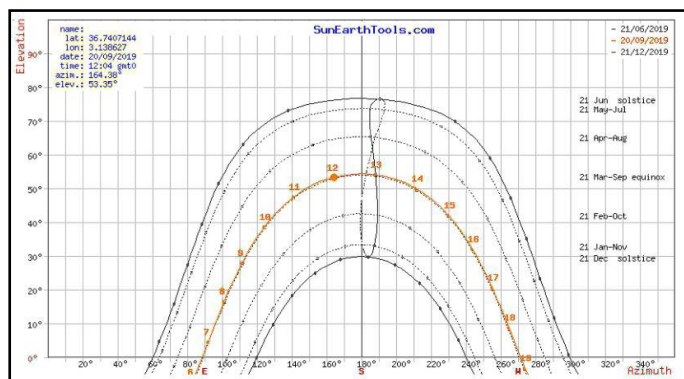


Figure202 : Diagramme solaire automne printemps Alger
Source : sunearthtools.com

III.6.3.Les vents

Le terrain reçoit quatre types de vents :

- Au Nord : les brises marines.
- Au Nord Ouest : les vents froids d'hiver.
- Au Nord Est : les vents frais d'été.
- Au Sud : le sirocco.



Figure 203: Schéma des vents affectant le site.
Source : Google earth +auteurs

La légende :

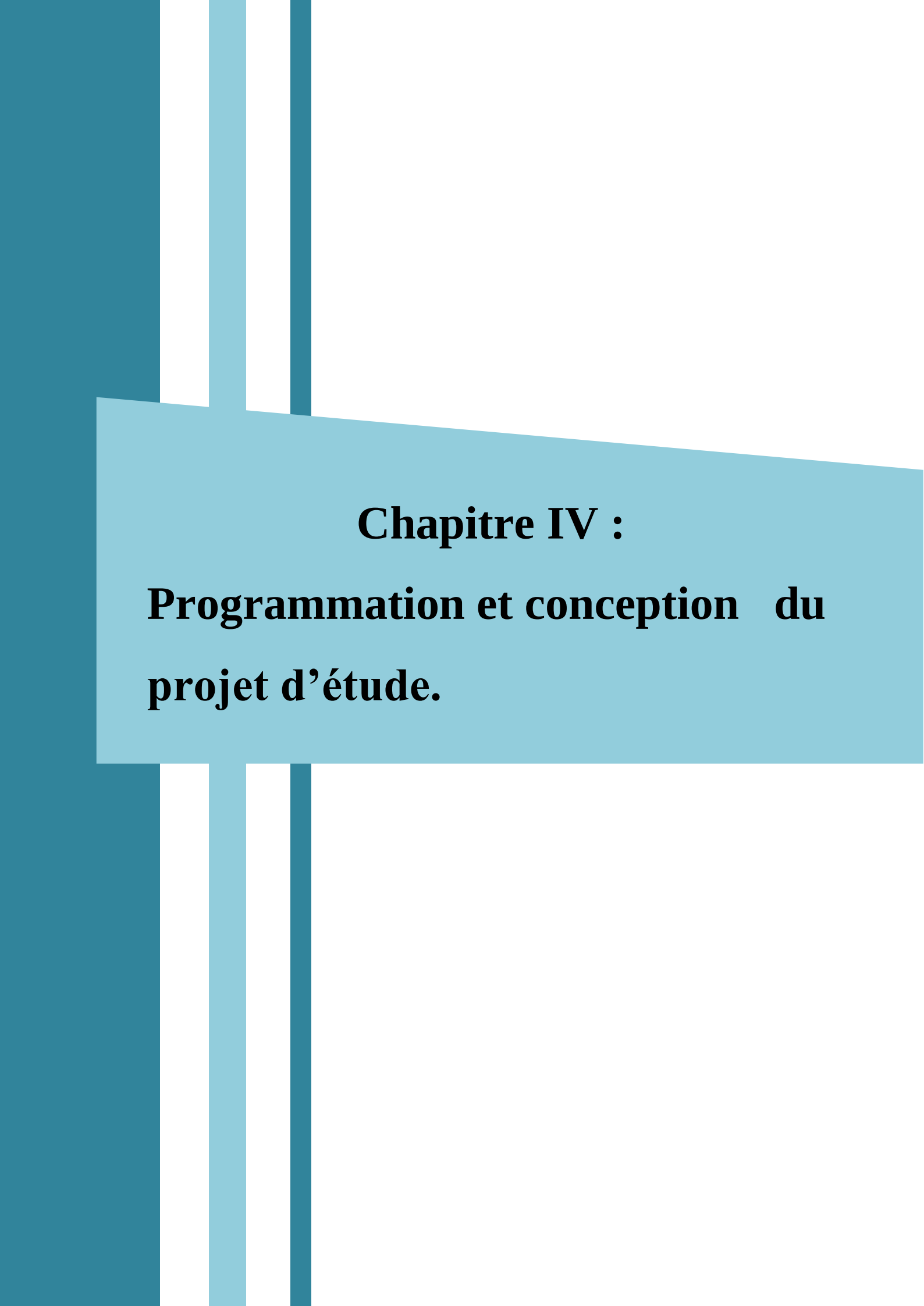
- Vents froids d'hiver
- Vents frais d'été
- Sirocco
- Brise marine

III.6.4.Synthèse:

- Ensoleillement optimal du site d'intervention durant toute l'année, ce qui représente un inconvénient en été à cause de la surchauffe et un avantage en hiver en période de froid. ,il faut se protéger en été sur la façade Est, Sud et Ouest, et laisser passer les rayons de soleil en hiver.
- Le terrain reçoit des vents frais en été des directions Nord, ce qui permet de réguler la Température en période de surchauffe, mais il reçoit également des vents chauds et secs au Sud.

Conclusion:

L'analyse de la commune d'EL Mohammadia nous a permis une bonne compréhension du contexte où notre projet va prendre racine et de maitre au point les éléments essentiels du quartier et comprendre son évolution, sa structure urbaine, naturel et social, ainsi proposer un projet qui s'intègre harmonieusement au contexte et à l'urbain et qui participe au développement de la commune et qui propose de nouveaux usages .L'étude des aspects morphologiques et climatiques du site d'intervention nous a aidé à prendre une connaissance précise de ce dernier , cerner son climat afin de prendre en compte sa qualité environnementale lors de la conception du projet, ce qui nous conduira à une construction intelligente à faible consommation énergétique et respectueuse de l'environnement.



Chapitre IV :

Programmation et conception du projet d'étude.

Introduction :

Ce chapitre est consacré au développement du processus de conception de notre projet architectural qui consiste en un centre sportif et de loisirs. Il présente l'acheminement de notre réflexion conceptuelle de la phase d'idéation jusqu'à ce qu'il devienne une réalité sur un terrain ; l'idée de base, la genèse de la forme, les concepts tirés du thème et du contexte ainsi les concepts bioclimatiques, sur lesquels reposera notre conception, prenant en compte les éléments du programme de base, il regroupe aussi les différents plans du projet et son système structurel ainsi les solutions bioclimatiques qu'on y a intégrées.

IV.1.Processus de conception :

IV.1.2. Idéation :

Un centre sportif est un bâtiment vivant, un lieu débordant d'énergie positive. Nous avons fondé notre philosophie sur cette image de mouvement, dont l'objectif est de révéler l'énergie émanant du bâtiment lors des entraînements et des compétitions. C'est dans cette optique de dynamisme, de mouvement et d'énergie, que nous allons concevoir un projet qui s'intègre dans son contexte et qui se distingue de par une forme propre, et cela, afin de répondre à la mission publique qui lui est incombée.



Figure 204: images montrant l'ambiance au sein d'un équipement sportif.

Source : Google image.

IV.1.3. Les concepts développés :

IV.1.3.1. Les concepts liés au thème :

- **Singularité et unicité:**

Ce concept consiste à créer un projet singulier, unique marquant son environnement de par sa vocation, sa fonction et son aspect formel et structurel.

- **Mouvement :**

Ce concept est matérialisé par la dynamique de l'espace et du volume de notre projet.

- **Fragmentation et jonction:**

Ce concept consiste à diviser notre projet en plusieurs entités fonctionnelles, et les relier afin de garantir le passage de l'une à l'autre, faciliter la circulation intérieure et former un tout cohérent.

- **La fluidité:**

Elle est assurée par la relation de l'équipement avec son environnement à travers ses différents accès (piétons et mécaniques) ainsi les relations fonctionnelles entre les différentes entités internes.

IV.1.3.2. Les concepts liés au site:

- **Intégration au site:**

L'inscription du projet dans son contexte par une forme simple en harmonie avec l'environnement immédiat.

- **Alignement :**

Alignement du projet par rapport aux limites du terrain, afin d'assurer une continuité et une intégration urbaine.

- **Seuil:**

Un moment fort, il présente des enjeux architecturaux à la fois esthétiques et fonctionnels. Il sera matérialisé par une placette publique au niveau de l'entrée au projet.

IV.1.3.3. Concepts liés au contrôle bioclimatique:

▪ L'ouverture au ciel:

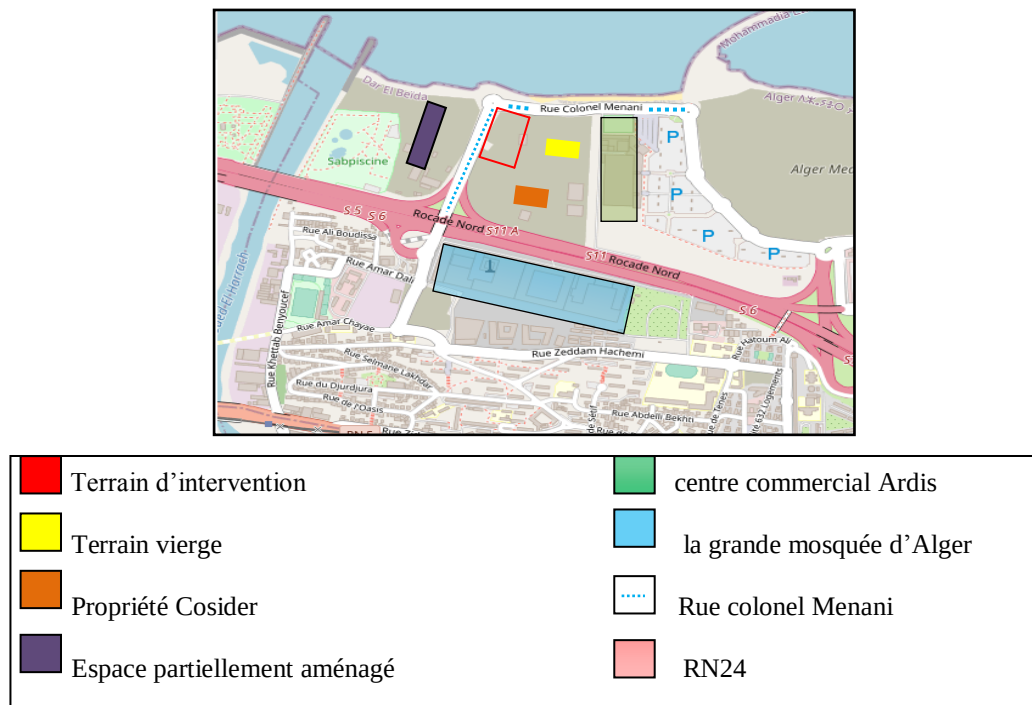
Ce concept permet la perméabilité du volume à l'ensoleillement et assure un refroidissement nocturne pour l'ensemble du bâtiment.

▪ Paysagisme:

Ce concept consiste en l'intégration de l'élément végétal dans notre architecture à l'intérieur ce qui va permettre de diminuer la température ambiante et l'éblouissement causé par le soleil, en protégeant les usagers contre les intempéries, en diminuant la vitesse des vents ou encore en contribuant à créer un climat plus confortable.

IV.1.4. Plan de situation :

Le projet se situe dans la commune d'El Mohammadia à proximité de plusieurs équipements de grande envergure (Ardis, Hôtel Hilton, la grande mosquée d'Alger...), le site est délimité comme suit :

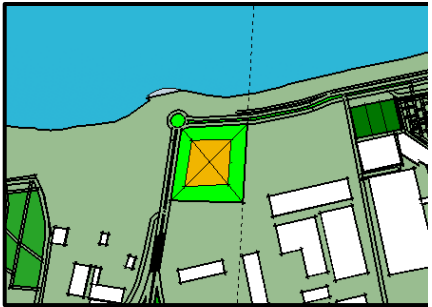
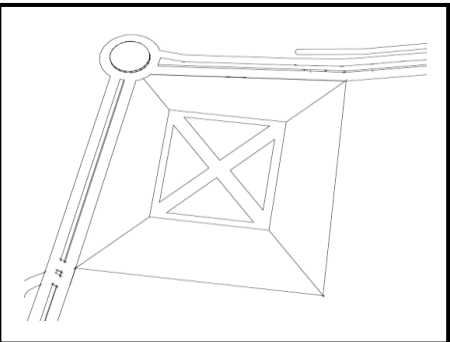
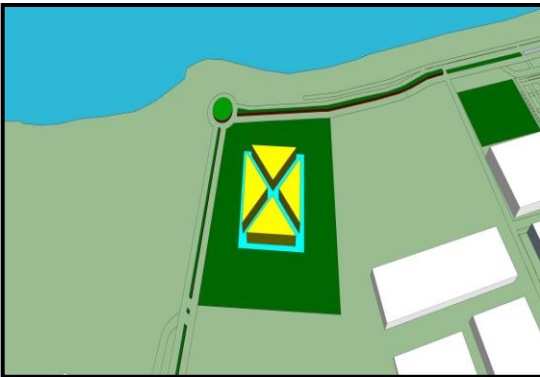


Figur205: Plan de situation.

Source : www.openstreetmap.org + auteurs.²

IV.1.5.Genèse de la forme :

Tableau 12: genèse de la forme .Source : auteurs

Etapas	Schéma 2D	Modélisation 3D
✓ Etape 01: intégration au site: • Définition des diagonales du terrain pour obtenir un centre. • Reprise de la forme du terrain, forme simple, pure, pour une meilleure intégration au site, avec une occupation centrale afin de créer des espaces publics tout autour du projet et encourager la mixité sociale.	 <i>Figure 206: Schématisation de l'étape 1</i> <i>Source : auteurs</i>	
Etape 02 : fragmentation du volume • Fragmentation de la forme de base en quatre entités suivant les exigences du programme selon les diagonales dessinées auparavant.	 <i>Figure 207: Schématisation de l'étape 2</i> <i>Source : auteurs</i>	

Etape 03 : Concept de proportion.

On a travaillé les proportions entre les différents volumes selon l'importance et les besoins surfaciques de chaque entité.

- Le volume 1 : étant le plus imposant est dédié à l'entité omnisports qui abrite les activités principales du projet.
- Le volume 2 : représente 75% du volume 1, il abrite l'entité aqua-sport qui est moins gourmande en espace et qui complète les activités de l'entité omnisports.
- Le volume 3 : représente 50% du volume 1, il abrite l'entité de loisir.
- Le volume 4 : représente 25% du volume 1, il abrite l'entité de détente et de relaxation.

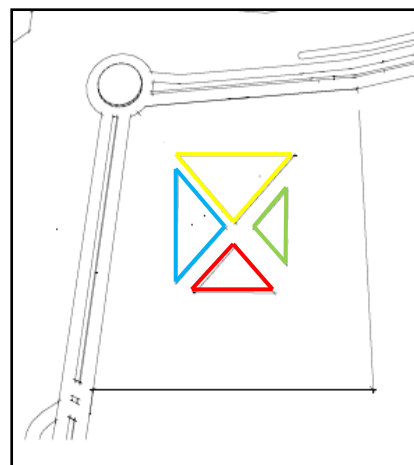


Figure 208: Schématisation de l'étape 3
Source : auteurs



- | | |
|--|---|
| Le volume 1 | Le volume 3 |
| Le volume 2 | Le volume 4 |

Etape 04: centralité.

Création d'un moment fort au centre du projet représenté par un noyau central circulaire, ouvert qui jouera le rôle d'un espace d'échange et d'exposition, un espace qui assure la liaison entre les différentes entités du projet, offrant ainsi un paysage agréable, au sein du projet ce qui contribue à créer un climat plus convivial. (On obtient des entités de forme trapézoïdale résultat de l'emboîtement des entités triangulaires et le noyau central)

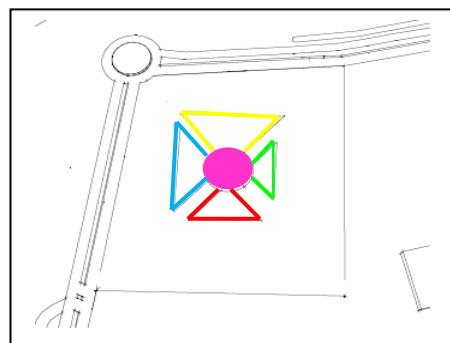


Figure 209: Schématisation de l'étape 4
Source : auteurs



Etape05: Rotation.

En rappel, un centre sportif exprime dans sa globalité un lieu de mouvement, d'échange et de cohésion sociale, architecturalement nous l'avons interprété par une imbrication et une rotation orientée vers le noyau pour chaque volume afin de les joindre et créer un ensemble compact allongé selon les axes nord-sud, est-ouest afin d'optimiser les rayons solaires.

- l'entité 1: est orientée Nord-ouest de sorte que sa plus grande façade peut bénéficier de la lumière à certains moments de la journée. Elle abrite l'entité omnisports.
- L'entité 2:est orientée Sud-afin de bénéficier d'un maximum de soleil et d'éclairage naturel pour l'entité aqua-sport
- L'entité 3:est orientée au sud-est abrite l'entité de loisir, son orientation fait qu'elle puisse bénéficier également de la lumière naturelle.
- L'entité 4 : est orientée au nord-est, il abrite l'entité de relaxation et de détente, cette orientation favorise la captation des vents frais et une ventilation naturelle.

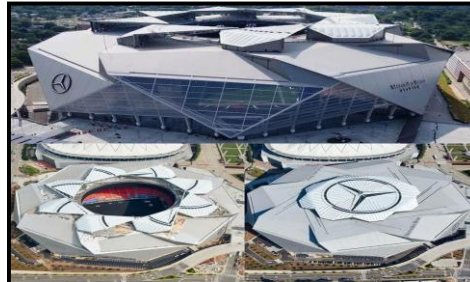


Figure210: Mercedes Benz Stadium
Source:<https://www.facebook.com/LemeilleurduFootball192/photos/le-mercedes-benz-stadium->

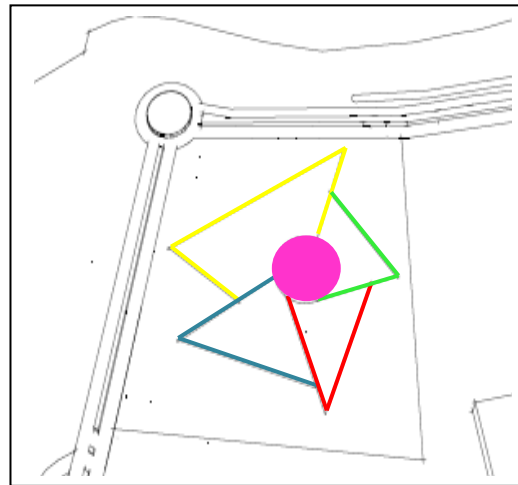


Figure 211: Schématisation de l'etape5
Source : auteurs



■ L'entité omnisports ■ L'entité aquasport
■ L'entité de détente et de relaxation ■ L'entité de loisir

Etape 06 : le concept de seuil et d'accueil.

- Le seuil d'entrée est matérialisé par la soustraction d'une partie du volume qui abrite l'entité omnisports et aqua-sport; il est aménagé en placette d'exposition en plein air avec une forme accueillante (des bras ouverts) orienté à la rue Menani pour répondre au point important qui est l'ouverture du projet sur la ville et accueillir le grand public.

- Insertion d'un volume de liaison entre les deux entités aqua-sport et omnisports qui abrite l'entité d'accueil d'information et d'orientation.

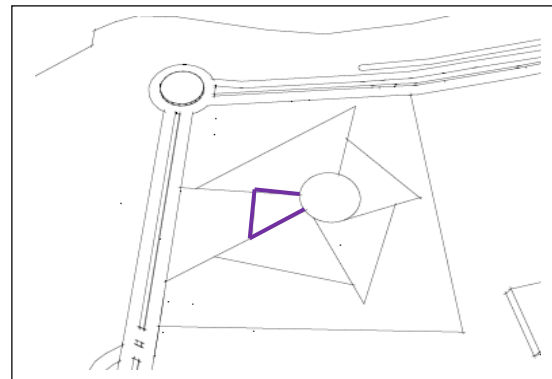
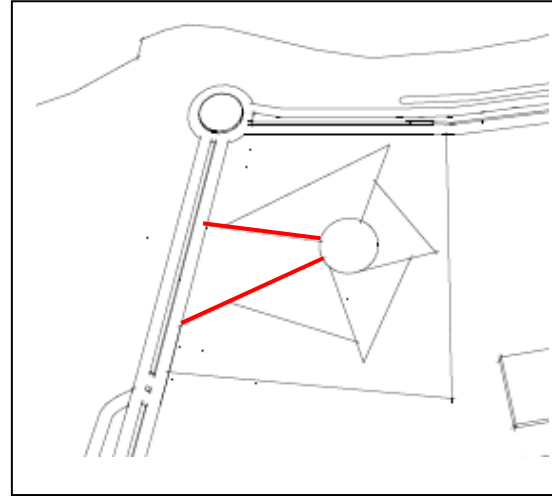


Figure 212 : Schématisation de l'étape 6
Source : auteurs



Etape 07 : concept d'ouverture et d'orientation.

- Après la création de nos volumes compacts, nous avons voulu donner de la légèreté au tout, en évitant certaines parties.
- On a évidé une partie de l'entité de détente et de relaxation (E4) orientée nord est pour en faire un jardin intérieur, qui favorise la ventilation naturelle dans la direction des vents frais d'été.
- L'aménagement d'une terrasse orientée sud, offrant une vue dégagée vers l'urbain (la grande mosquée).
- l'aménagement d'une terrasse orienté nord est, offrant une vue dégagée sur la mer.
- La suppression des formes pointues de l'entité omnisports et aqua-sport au niveau du rez de chaussée afin de générer un mouvement qui oriente les passages vers les différentes entrées du projet et les reprendre au niveau de l'étage comme des éléments d'appel.

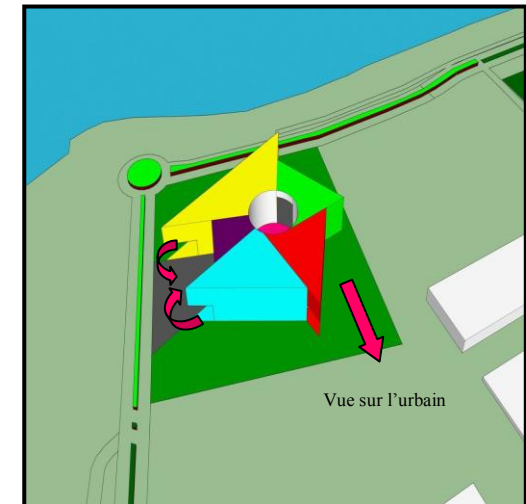
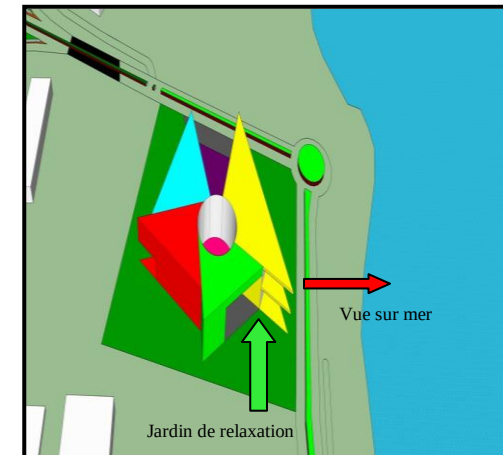


Figure 213 : Schématisation de l'etape7
Source : auteurs

Etape 08 : Mouvement.

Dans le but de conférer une forte identité à notre complexe sportif, on a développé une couverture qui permet d'orienter et de converger toutes les entités du projet vers le noyau central, elle joue le rôle d'un élément articulateur, unificateur et permet d'avoir un ensemble cohérent. Une toiture du projet se développe dans le même principe de rotation et de proportions, elle reflète un mouvement de tourbillon autour du noyau central en référence au concept du bâtiment qui bouge révélant ainsi l'énergie émanant du centre lors des entraînements et des compétitions.

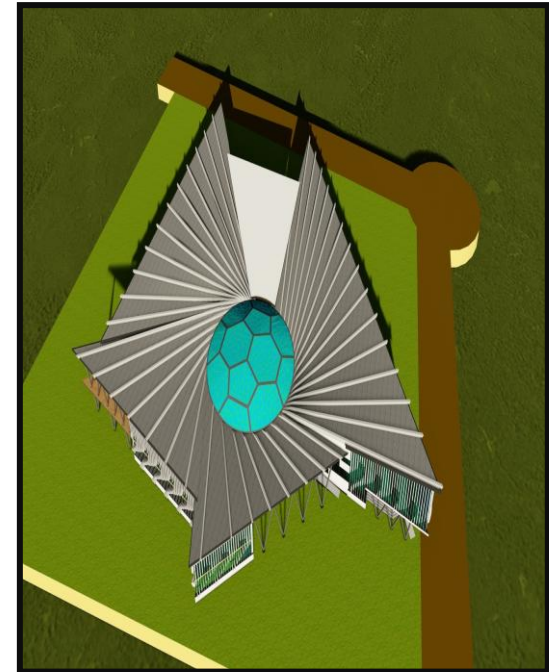


Figure 214: toiture du projet.
Source : auteurs

IV.2. Programme qualitatif et quantitatif :

La programmation est une démarche primordiale dans la conception architecturale, elle consiste à élaborer un programme qui répond aux exigences et aux objectifs de l'équipement, ainsi que déterminer la qualité des espaces, leurs agencements, et hiérarchiser les différentes activités et assurer leur regroupement en fonction de leurs caractéristiques.

- Programme de base :

Tableau 13: Programme de base. Source : auteurs.

Fonction	Espaces
Accueil et réception	Elle regroupe des espaces d'accueil de renseignement et d'information
Échange et exposition	Elle regroupe des espaces d'exposition, de partage et d'échange
Sportive	Elle regroupe plusieurs espaces répondant aux exigences et aux normes réglementaires de la pratique des différentes activités sportives, ces différents espaces doivent assurer des différentes fonctions telles que, formation sportive, formation physique, formation pédagogique, compétition.
ludique	Elle regroupe plusieurs espaces de jeux permettant de se délasser par des activités de distraction.
Détente et relaxation	Elle regroupe des espaces de détente, de récupération et de relaxation.
Gestion	Administration.
Commerce et restauration	Elle regroupe des espaces de ventes et de consommation.
Technique	Elle regroupe les locaux techniques, installations de maintenances et zones de stockage.
Stationnement	Elle regroupe des espaces aménagés spécifiquement pour le stationnement des véhicules. Il peut être public ou privé.

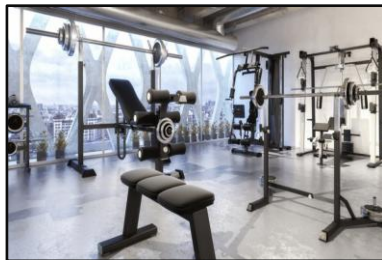
Chapitre III : Etude du site d'intervention.

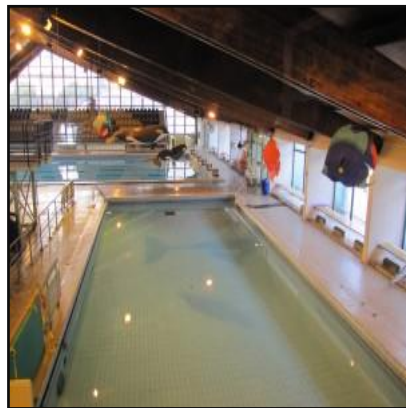
Tableau 14: Programme qualitatif et quantitatif .Source : auteurs.

Entité	Activité	Espaces	Exigences	Illustration	Surface
Accueil et réception	Accueil Renseignement attente	Hall d'accueil	L'entité d'accueil doit être lisible, flexible, ouverte, animée pour bien répondre aux fonctions qui lui sont attribués, avec : • Des dimensions suffisantes. • Une accessibilité aux personnes à mobilité réduite. • Un Éclairage naturel et artificiel. • Une Hauteur libre. • Une circulation importante (aire de service), l'aménagement et l'organisation doivent permettre une distribution fonctionnelle et facile pour l'accès aux différents espaces sportifs et aux tribunes afin que l'utilisateur ne soit pas désorienté.	 Figure 215: hall d'accueil Source : http://www.evexiaavignon.fr/salle-de-sport-3.html	250m ²
		Bureau d'accueil			12m ²
		Billetterie			(8x2) m ²
		Espace d'attente			80 m ²
		Sanitaires public			30X2 m ²

omnisports	Apprentissage Entrainement Compétition Détente	Salle omnisport : Terrain de jeu Vestiaires joueurs, WC, douches. Salles de club vestiaires arbitres, entraîneurs WC, douches Stockage matériel Salle de soin Gradins Salle d'arts martiaux : Terrain de jeu Vestiaires joueurs, WC, douches vestiaires entraîneurs WC, douches	• L'éclairage des différents espaces sportifs doit être suffisant et fournir une luminosité adéquate favorisant la sécurité et le confort des sportifs. • la température des espaces devrait être maintenue à un degré adéquat pour l'entraînement. • Les accès d'urgence doivent être identifiés, déverrouillés et libres de tout obstacle encombrant le passage et empêchant une évacuation rapide.	 Figure 216 : salle omnisport Source: sportingsols.com/sols-interieurs/salle-omnisports/sol-en-pvc/  Figure 217 : Salle des arts martiaux Source: http://www.doazan-hirschberger.com/fr/projets/detail/gymnase-et-dojo	370m² 80m² 40m² (x2) 40m² 48m² 40m² 250 m² 190m² pour 30 couples 50m² 30m²

Chapitre III : Etude du site d'intervention.

		• Salle handifitnes Vestiaires, WC, douches • Salle de musculation Vestiaires, WC, douches • Salle de zumba Vestiaires, WC, douches • Salle de yoga Vestiaires, WC, douches • Salle de fitness Vestiaires, WC, douches • Bureaux d'associations sportives •	• Fluidité de circulation. • L'ensemble des espaces sportifs doivent être ventilés hygiéniquement, en prenant en compte de nombreux facteurs, et notamment les applications du bâtiment sportif : entraînements, organisation de manifestations sportives et nombre de spectateurs attendus • Il est important de permettre l'accès des handicapés à tous les locaux et notamment aux gradins, soit par l'aménagement de montes malades, de rampes ou encore en prévoyant à proximité du tapis une zone privilégiée et réservée.	 Figure 218: salle handifitness Source: https://www.ep2s.org/project/formation-macs7-handifitness-ald  Figure 219: Salle de musculation Source: https://weasyo.com/blog/fitness/  Figure 220 :salle de zumba Source: https://gymall.com/articles/zumba-fitness	90m² 80m² (x 3) 80m² 90 m² 85 m² 55cm²
--	--	---	--	---	--

Aqua-sport	Apprentissage Entrainement Compétition Détente	Bassin semi olympique Un bassin d'initiation et d'entrainement Vestiaire, douche, WC athlètes Vestiaire, douche, WC sportive Vestiaire (entraîneurs et arbitres) Salle des entraineurs Salle de rangement matériel Salle de soin -Gradins	• Eclairage adéquat • Fluidité de circulation • Accessibilité aux personnes à mobilité réduite. • Ventilation naturelle • Issues de secours	 Figure221:bassin semi olympique Source :https://www.libertealgerie.com/est/ouverture-dune-piscine-semi-olympique-273458  Figure 222:bassin d'initiation Source :http://stade-nautique.com/bassin-dinitiation/	-375m² -150 m² 70 m² 60m²(x2) 60m² 30m 35m² 45m² 250m²

Ludique	Détente Loisir	Salle de jeux rétro Salle de sport virtuel Salle de jeux d'échecs Salle de jeux vidéo	• Eclairage adéquat • Ventilation naturelle • Accès libre et facile • Accessibilité aux personnes à mobilité réduite. • Sortie de secours.	 Figure 223 : Salle de jeux vidéo Source : https://www.sybelles.ski/experiences/salles-de-jeux/  Figure 224: Salle de jeux Source: https://www.locagame.net/detailcreation+d+une+salle+de+jeu .  Figure 225: salle de jeux d'échecs Source : https://www.letelegramme.fr/morbihan/locoalmendon/jeux-d-echecs-sept.	70m²(x5) 150m² 56 m² 40 m² 70 X2m²
-----------------------	---------------------------	---	--	---	--

Echange et exposition	Exposition Communication Partage	Galerie d'exposition	• Éclairage naturel et artificiel • Circulation importante (aires de services) • Superficie importante • Accessibilité aux personnes à mobilité réduite. • une circulation définie, Le parcours selon le besoin et le type de l'exposition • Les entrées et sorties sont essentielles pour garantir la sécurité et la fiabilité des événements organisés.	 Figure 226: espace d'exposition . Source:http://www.museedupaysduder.com/exposition-musee-du-sport-nice/  Figure 227:espace de rencontre. Source:https://www.sudouest.fr/2012/03/28/les-grands-moyens-pour-la-culture-	500m²
-------------------------------------	---	-----------------------------	--	---	-------------------------

Détente et relaxation	Détente Récupération	Jardin de relaxation Salle de massage Salle de relaxation virtuelle	• Eclairage adéquat • Ventilation naturelle • Accès libre et facile • Accessibilité aux personnes à mobilité réduite. • L'hygiène	Figure228:jardin de relaxation Source:https://www.nordinfo.com/sections-speciales/5-conseils-pour-amenager-un-jardin-zen/ Figure 229 : salle de massage Source: https://temana.fr/une-salle-de-massage-bien-etre/	300m² 35m² (X4) 55m²
-------------------------------------	---------------------------------	--	---	--	--

Commerce et consommation	Détente Restauration	Restaurant	• Eclairage adéquat • Ventilation naturelle et mécanique • Circulation importante (aires de services) • Accessibilité aux personnes à mobilité réduite.		700m ²
		Cafétéria			175m ²
		Boutiques d'articles sportifs			80m ²

Figure 230: Restaurant.
Source: <https://www.restoconnection.fr/restaurant-potager-tendance-ferme-assiette/>

Figure 231 : magasin d'articles sportifs.
Source : <https://www.galeries-royales-sport-ski-tennis.com/>

Chapitre III : Etude du site d'intervention.

Gestion administrative	Gestion	salle de réunion Bureau du directeur Secrétariat Bureau régisseur Bureaux des travailleurs Sanitaires privés	• Accès privé • Éclairage naturel et artificiel • Ventilation naturelle et rarement mécanique. • Accessibilité aux personnes à mobilité réduite.	 Figure 232:Bureau Source:https://www.cognaudservices.com/realisations/espace-administratif-mma/	66m ² 40 m ² 30 m ² 30 m ² X3 20 m ²
Locaux techniques		Dépôt Chaufferie Local déchet Local hygiène et ménage Local électricité Bureau de contrôle technique Bâche à eau	• Un accès adapté aux piétons et facilitant le transport et les manutentions d'outils ou de charges lourdes. • Éclairage artificiel doit être prévu.	 Figure233:local technique Source:https://www.hallais.fr/tuyauterie-industrielle.html/bv000008/	35 m ² 15 m ² 20 m ² 20 m ² 20 m ² 15 m ²

Parking	Stationnement	Parking extérieur Parking intérieur	• Accessibilité facile • Eclairage naturel et artificiel Circulation mécanique importante (aires de services) • Rampe d'accès ne dépassant pas 12%. • Accessibilité aux personnes à mobilité réduite.	 Figure 234: parking Source:https://www.aixenprovencetourism.com/preparer-son-sejour/acces-transport/parkings/	1000m²
Espaces extérieurs	Exposition Détente Entrainement Echange	Espace d'exposition en plein air Espace de lecture en plein air Aire de jeux Aire de sport Aire de détente	• Grande superficie. • Circulation importante. • Accessible aux personnes à mobilité	 Figure 235: aire de sport en plein air . Source:http://terrainsdesports.com/equipements-sportifs-acces-libre.	

IV.3.Description du projet :

Notre centre sportif et de loisir présente un lieu d'expression sportive, de regroupement, de détente, de formation et d'information, un espace d'échange et de partage dédié essentiellement à la population d'El Mohammadia, mais aussi à toute personne dont le but est de pratiquer des activités sportives et de loisir en toute sécurité. Il met à la disposition des usagers cinq différentes entités : entité omnisports, entité aquasport, entité de loisirs, entité de détente et relaxation, entité d'échange et d'exposition.

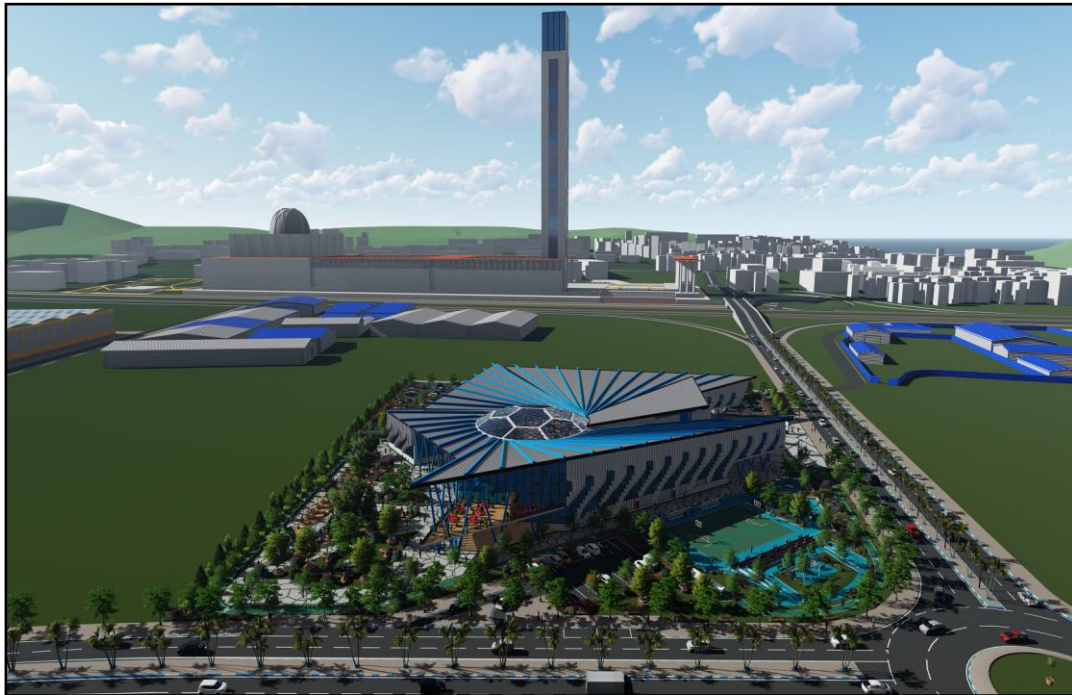


Figure 236: vue d'ensemble du projet
Source : auteurs

IV.3.1. Plan de masse :

Notre projet est fragmenté en cinq entités, qui sont liées entre elles par un volume central qui présente un lieu d'exposition et d'échange.

La volumétrie du projet occupe le centre du terrain, en étant compacte permet de dégager suffisamment d'espace extérieur pouvant accueillir plusieurs activités, l'espace extérieur entourant le projet est structuré sous forme d'un parc attractif offrant à tous les publics la possibilité de faire du sport, en plein air, jouer, se promener, se reposer, ainsi encourager le tissage des liens sociaux entre les individus et plus généralement entre les familles.

Chapitre III : Etude du site d'intervention.

Notre réflexion a été nourrie par l'envie de partager des lieux de pratique des sports, de loisirs, de détente avec tous les publics, à l'intérieur comme à l'extérieur du bâtiment, d'où un aménagement extérieur basé sur le concept de continuité (Intérieurs /extérieurs).

- Du côté Ouest (l'entrée principale du projet):

On a projeté un espace d'exposition sportif en plein air, comme espace d'accueil et d'appel en continuité avec l'espace d'exposition intérieur, donnant une idée sur la vocation principale du projet avant même d'y accéder à l'intérieur.



Figure 237: Placette d'exposition en plein air
Source : auteurs

- Du côté nord ouest :

L'aménagement d'une aire de sport en plein air en continuité avec les espaces sportifs intérieurs, dans le but de donner à tous des occasions de développer ou d'entretenir ses capacités physiques et sportives à n'importe quel moment de la journée.



Figure 238: terrain de basket bal en plein air
Source : auteurs



Figure 239: aire de sport en plein air
Source : auteurs

Du côté sud Est :

On a aménagé un espace de jeux et d'apprentissage pour enfant.



Figure 240: aire de jeux en plein air
Source : auteurs

- Du côté Nord Est :

On a aménagé des espaces de lecture et de travail en plein air en continuité avec le jardin de relaxation.

- Du côté sud :

L'aménagement des espaces de repos dotés de plans d'eau et de la végétation pour un meilleur confort thermique et un rafraîchissement passif.

IV.3.1. Accessibilité :

Le projet est bordé de trois voies, dont deux rues principales et une rue créée à l'intérieur de la parcelle, la multitude des entités qui composent le projet induisent à une multitude d'accès hiérarchisée selon leur importance.

- Un accès principal piéton vers l'entité d'accueil du côté ouest, à partir de la rue colonel Menani par le biais d'un escalier et une rampe pour les personnes à mobilité réduite. Cet accès est marqué par un auvent qui accentue la notion de seuil.
- Un accès piéton vers l'entité omnisports du côté nord-est, à partir de la rue colonel Menani par le biais d'un escalier et une rampe pour les personnes à mobilité réduite, cet accès est marqué par la forme pointue de l'étage comme un élément d'appel qui renforce l'intercommunication du projet et son contexte.
- Un accès mécanique vers le parking extérieur et le parking sous terrain à partir de la rue créée à l'intérieur de la parcelle.
- Des accès secondaires réservés aux athlètes directement vers les vestiaires et un accès réservé au personnel de l'équipement directement vers l'administration.



Figure 241: Espace de lecture en plein air.
Source : auteurs.



Figure 242: placette public
Source: auteurs



Figure 243: Accès principale au projet
Source : auteurs



Figure 244: Accès vers l'entité omnisport
Source : auteurs

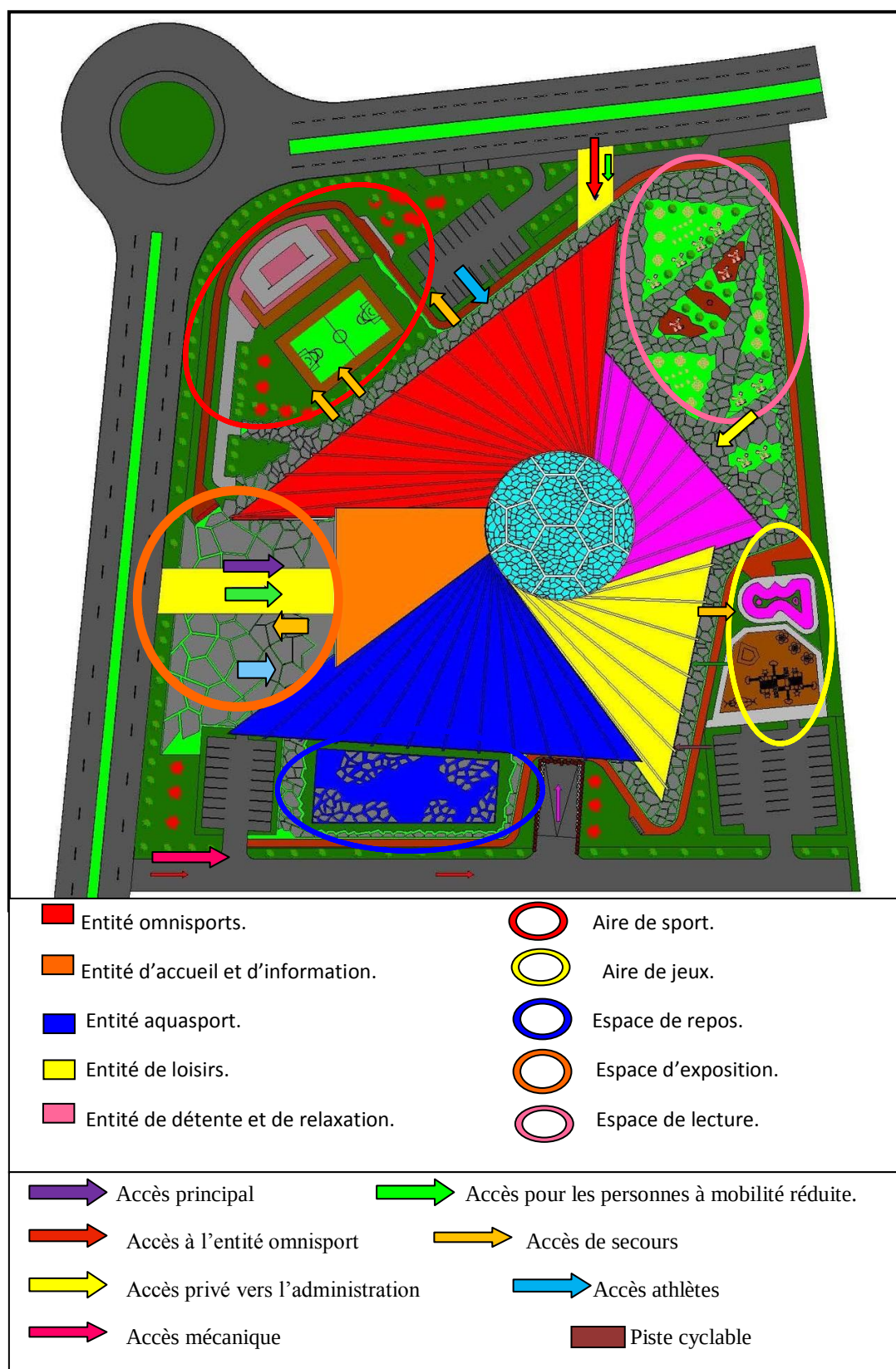


Figure245: Plan masse
Source : auteurs.

I.V.3.2.Description des plans :

IV.3.2.1. Plan du Sous sol :

Le sous sol est accessible à partir d'une rampe de 12%, il accueille un parking public de 65 places dont 16 pour les personnes à mobilité réduite, un escalier public et ascenseur pour les personnes à mobilité réduite qui permettent la circulation verticale vers l'entité d'accueil, il comporte également un parking pour le personnel de l'équipement, un escalier privé et un ascenseur qui permettent la circulation verticale vers l'espace administratif, le reste de la surface est réservée aux aires de stockage, locaux techniques (groupe électrogène, chaufferie, gaz, bûche à eau).

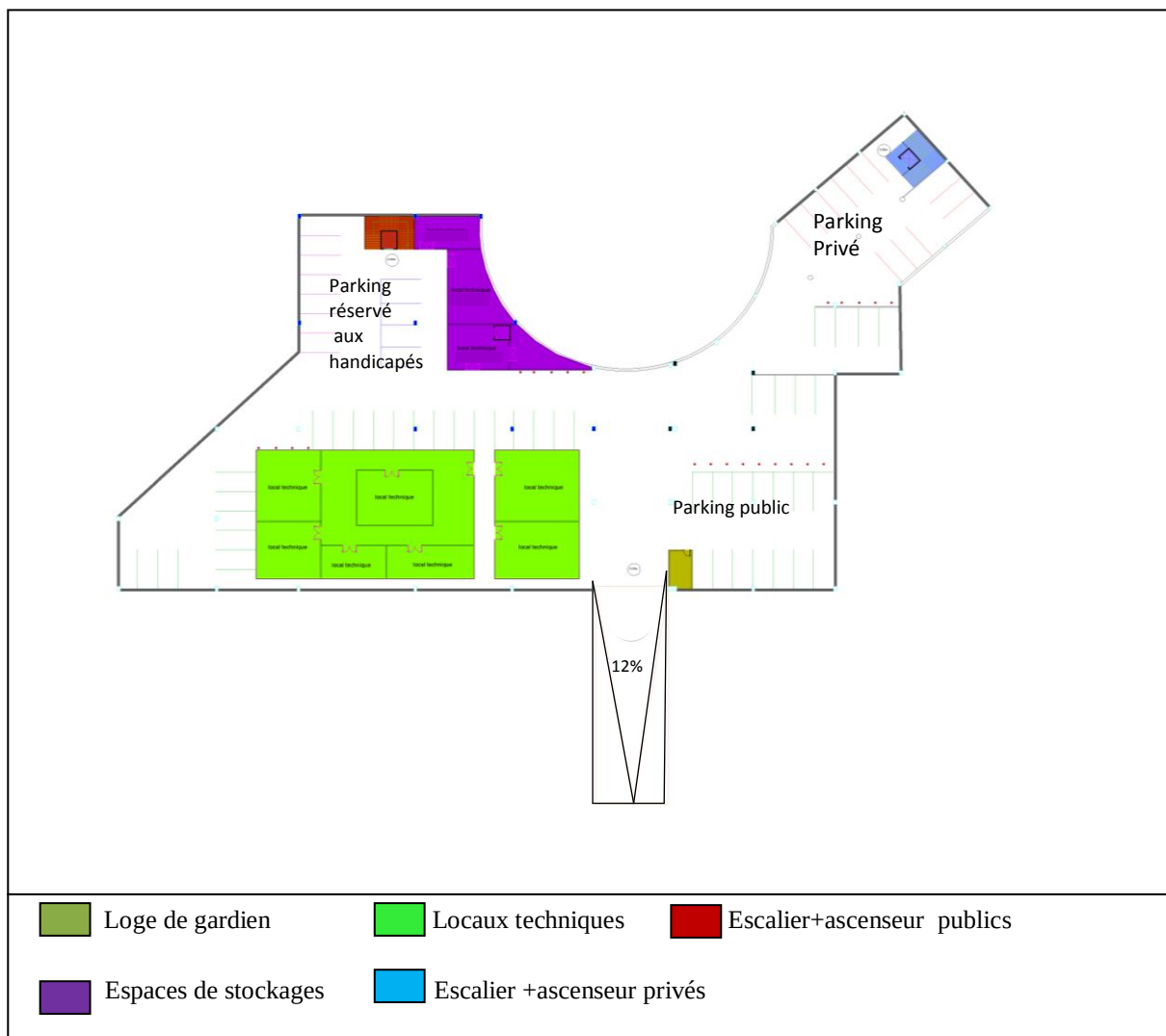


Figure 246 : Plan de sous sol
Source : auteurs

IV.3.2.1. Plan du Rez de chaussée :

Le rez de chaussée de notre centre sportif et de loisirs, se développe en cinq entités ; l'entité d'accueil et d'information, l'entité omnisports, l'entité aqua-sport, l'entité de loisirs, l'entité de détente et de relaxation, articulées autour d'un espace central qui est l'entité d'exposition et d'échange.

▪ Entité d'accueil et d'information:

C'est le premier espace de contact avec les visiteurs, il assure la relation entre l'extérieur et l'intérieur, c'est le point de départ à partir duquel toutes les autres entités sont desservies.

Elle est accessible à partir d'une esplanade extérieure aménagée comme espace d'exposition en plein air, cette entité abrite un bureau d'accueil et d'information, un espace d'attente, des sanitaires publics, deux billetteries, un escalier et un ascenseur pour les personnes à mobilité réduite qui permettent la circulation verticale vers l'étage supérieur.

À partir du hall d'accueil les spectateurs sont directement orientés soit vers les gradins de la salle omnisports qui se trouve sur le côté gauche, ou les gradins de la piscine olympique qui se trouve sur le côté droit, les autres usagers sont orientés vers une coursive centrale où ils ont le choix d'aller vers l'espace désiré tout en ayant une vue sur les différentes entités du projet ainsi que l'espace d'exposition central.



Figure 247: le hall d'accueil
Source: auteurs



Figure 248: Une vue sur l'entité aquasport à partir du hall d'accueil

Source : auteurs.

▪ Entité omnisports :

L'accès vers l'entité omnisports se fait de l'extérieur à partir de la rue colonel Menani du côté de la mer, et de l'intérieur à partir de la coursière centrale. Cette entité comporte un bureau d'accueil, un salon d'attente, un espace bureau réservé aux associations sportives, sanitaires hommes, femmes, un escalier qui mène vers l'étage supérieur ainsi qu'un ascenseur pour les personnes à mobilité réduite.

L'entité omnisports est divisée en deux sous entités :

- L'entité dédiée aux activités sportives individuelles :

Elle abrite une salle handisport; qui est une salle de sport dédiée aux handicapés moteurs équipée d'appareils spécialisés, et qui donne accès aux vestiaires adaptés aux besoins des personnes à mobilité réduite.

- L'entité dédiée aux activités sportives collectives :

Elle abrite une salle omnisports qui combine la pratique de plusieurs activités sportives : hand Ball, volley Ball, basket Ball, tennis, badminton, accompagnée d'une salle de soins, salle de stockage, deux salles de club, des vestiaires pour les sportifs et les entraîneurs et des gradins avec une capacité d'accueil de 250 personnes accessible par les spectateurs à partir du hall d'accueil.



Figure249: la salle omnisports
Source : auteurs

Entité de loisir :

L'entité de loisir comprend un bureau d'accueil, des salles de jeux rétro (billard, babyfoot, arcades, jeux-vidéo), un escalier qui mène à l'étage supérieur ainsi qu'un ascenseur pour les personnes à mobilité réduite, elle abrite aussi une cafétéria dotée d'une terrasse extérieure.

Entité aqua-sport :

L'entité aqua-sport est accessible à partir de la coursive centrale, elle comprend un bureau d'accueil, un salon d'attente, un espace bureau réservé aux associations sportives, sanitaires hommes et femmes, un bassin d'initiation et un bassin semi olympique accompagnés d'une salle de soins des vestiaires pour les sportifs et les entraîneurs, salle de soin et une salle de stockage et des gradins avec une capacité d'accueil de 250 personnes accessible par les spectateurs à partir du hall d'accueil.

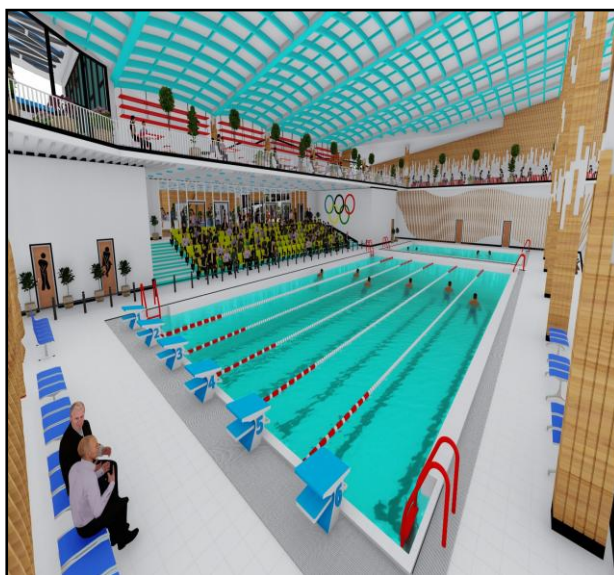


Figure 250: les basins de l'entité aquasport
Source : auteurs

Entité de détente et relaxation

L'entité de détente et de relaxation abrite un bureau d'accueil, un salon d'attente, des salles de massage, ainsi que deux salles de relaxation virtuelle, elle comprend également un jardin de relaxation, ouvert sur le jardin de lecture extérieur, un espace vert calme qui offre à l'ensemble des usagers l'occasion de se reconnecter à la nature et évacuer leur stress.



Figure 251: le jardin de relaxation

Source: auteurs

Entité d'exposition et d'échange:

L'entité d'exposition et d'échange présente le centre du projet, elle articule les différentes entités du projet autour d'un espace interactif et pédagogique où sont conservées et exposées des collections d'objets ayant appartenu à des sportifs locaux nationaux mais aussi internationaux ainsi que le matériel sportif d'époques différentes.



Figure 252 : l'espace d'exposition

Source : auteurs



Figure 253: Vue sur l'espace d'exposition à partir de la rampe intérieure.

Source : auteurs

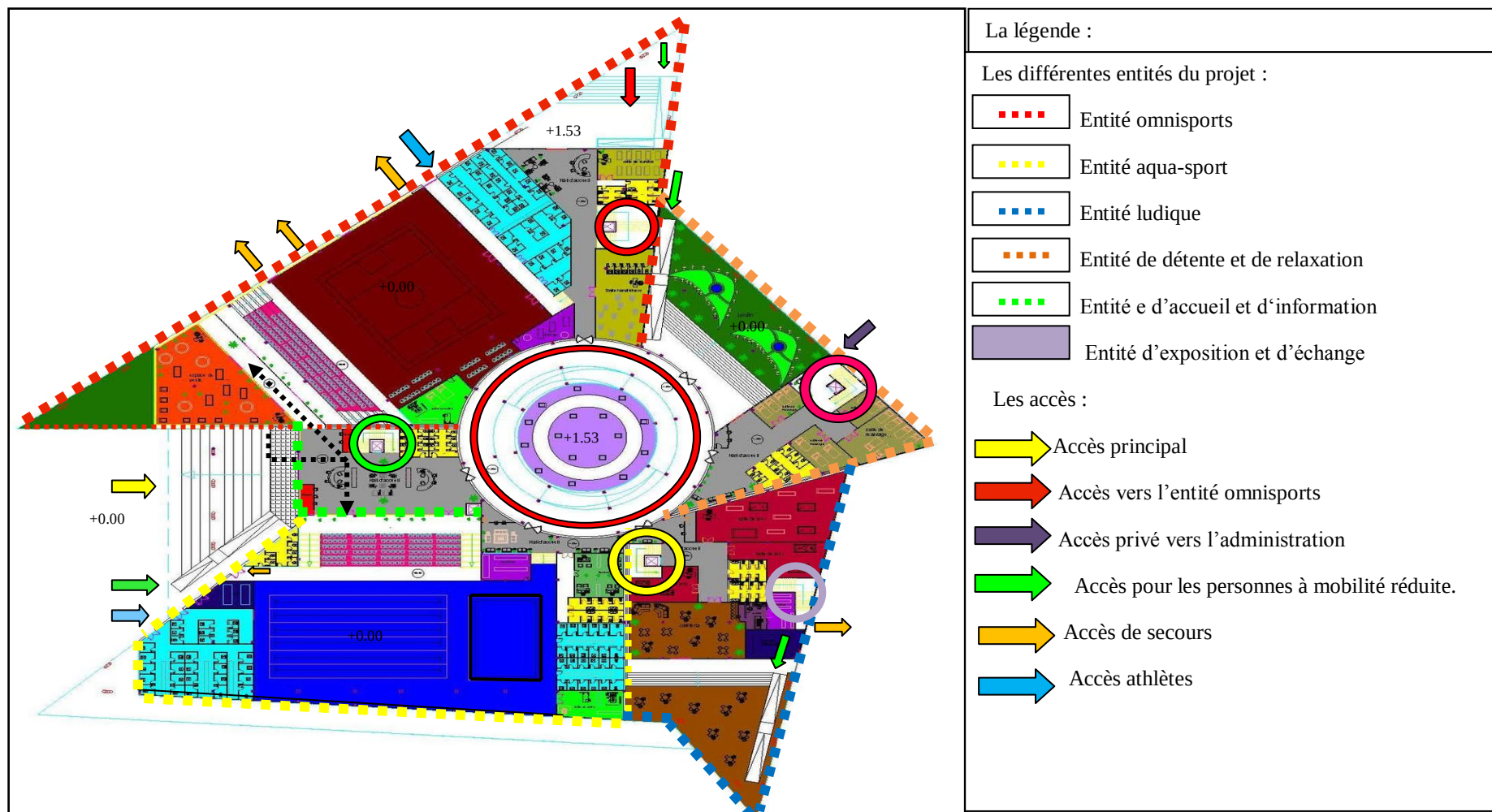


Figure 254 : plan de Rez de chaussée
Source : auteurs

Les espaces intérieurs :			
 Accueil et attente	 Salle de soin		
 Billetterie	 Salle handisport		
 Sanitaires	 Bassin olympique		
 Salle omnisport	 Bassin d'initiation		
 Vestiaire	 Salle de massage		
 Gradins	 Salle de jeux		
 Espace de vente	 Cafétéria		
 Bureaux des associations sportives	 Jardin de relaxation		
 Salle de stockage	 Espace d'exposition		
<table border="1"> <tr> <td> Circulation verticale :  Escalier +ascenseur de l'entité omnisport  Escalier +ascenseur principales  Escalier +ascenseur privés  Escalier +ascenseur de l'entité ludique  Escalier de secours  Rampes </td><td> Circulation horizontale :  Coursive centrale  Parcours spectateurs </td></tr> </table>		Circulation verticale :  Escalier +ascenseur de l'entité omnisport  Escalier +ascenseur principales  Escalier +ascenseur privés  Escalier +ascenseur de l'entité ludique  Escalier de secours  Rampes	Circulation horizontale :  Coursive centrale  Parcours spectateurs
Circulation verticale :  Escalier +ascenseur de l'entité omnisport  Escalier +ascenseur principales  Escalier +ascenseur privés  Escalier +ascenseur de l'entité ludique  Escalier de secours  Rampes	Circulation horizontale :  Coursive centrale  Parcours spectateurs		

✓ La circulation horizontale :

La distribution horizontale vers les différentes entités est assurée par une coursive centrale.

✓ La circulation verticale:

La distribution verticale vers l'étage supérieur est assurée par : Deux rampe d'une faible pente (6%) autour de l'espace d'exposition, des escaliers et des ascenseurs pour les personnes à mobilité réduite.

- Un escalier et un ascenseur au niveau de l'entité d'accueil.
- Un escalier et un ascenseur au niveau de l'entité omnisports.
- Un escalier et un ascenseur au niveau de l'entité ludique.

IV.3.4. Plan du premier étage :

Le premier étage comporte trois entités qui vont dans la continuité du Rez de chaussée, les différents espaces sont desservis par une coursive centrale ouverte sur l'entité d'exposition centrale.

- **Entité ludique:**

Elle comporte des salles de jeux de réalité virtuelle, un espace de vente, des sanitaires ainsi qu'une grande terrasse publique offrant des vues vers l'urbain (grande mosquée).

- **Entité omnisports :**

À l'étage, l'entité omnisports est consacré aux activités sportives individuelles, elle comprend deux salles de musculation, une salle de yoga, une salle de zumba et une salle de judo, ces différentes salles sont équipés de vestiaires pour les sportifs et les entraîneurs, elle abrite aussi une terrasse offrant des vue sur la mer, un salon de repos et un espace de vente d'article sportif .

- **Administration :**

L'espace administratif comporte les bureaux des travailleurs, le bureau du directeur, la salle de réunion et un espace de repos.

À l'étage on trouve également un restaurant panoramique ouvert sur les bassins de l'entité aquasport qui se développe en double hauteur.

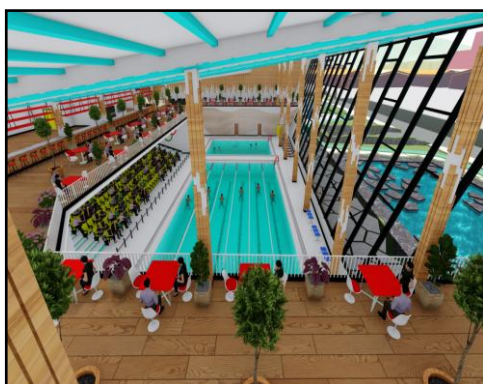


Figure 255: vue sur les bassins à partir de l'espace de consommation.

Source : auteurs.



Figure 256: restaurant

Source: auteurs



IV .3.3. Description des façades :

Pour le traitement des façades, notre idée fondamentale est de donner au projet une façade unifiée avec un traitement qui participe à son intégration au contexte en lui permettant de s'y fondre.

- **Transparence :**

On a opté pour la transparence exprimée par l'abondance de surfaces vitrées afin d'optimiser l'apport de lumière à nos espaces et matérialiser un effet de légèreté à notre projet.

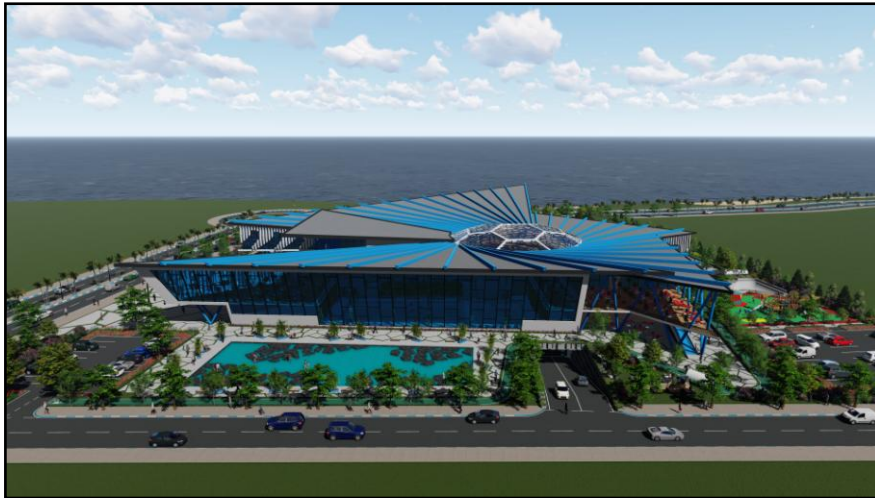


Figure 258 : Façade sud
Source : auteurs

- **Un Traitement qui fait appel à la nature :**

Afin de créer un équilibre visuel entre le côté horizontal et étalé du projet ,éviter les surchauffes pendant la période d'été, créer une harmonie et une continuité entre le bâtiment et son environnement, nous avons opté pour des brises soleil verticaux qui rappellent le mouvement des vagues, un traitement qui fait écho aux éléments naturels du site (la mer), nous voulons aussi donner aux visiteurs, aux passagers, aux habitants d'El Mohammadia l'impression que la mer déborde sur notre projet et sur l'urbain, affirmant ainsi la forte relation qui le lie à son contexte.



Figure 259: *Façade nord ouest*
Source : auteurs



Figure260 : *Façade ouest*
Source : auteurs

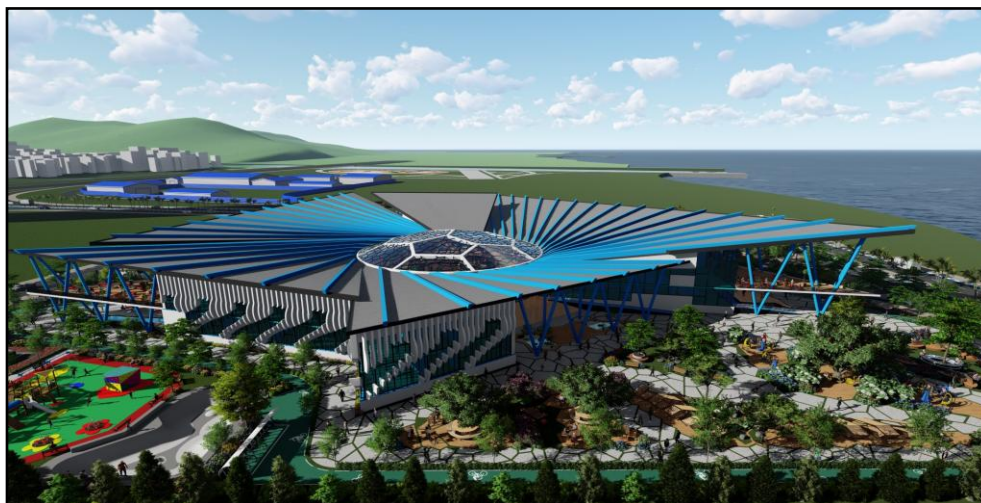


Figure 261: *Façade Est*
Source : auteurs

- **Rythmicité :**

Matérialisé à travers le choix d'un traitement de façade unifié pour tout le projet à l'exception de la façade sud, par la répétition d'un module de base (forme de vague), qui confère ainsi aux façades, un relief, un mouvement, un dynamisme.

- **La cinquième façade :**

Représentée par la couverture du projet, elle est composée de deux éléments ; La couverture des différentes entités, et la couverture du noyau central ,la première est opaque ,elle a pour rôle d'unifier les différentes entités du projet ainsi que centraliser la récolte des eaux pluviales vers le noyau central, la deuxième est représentée par une coupole dont la forme s'inspire d'un ballon de foot qui est un clin d'œil à la fonction sportive de notre projet.

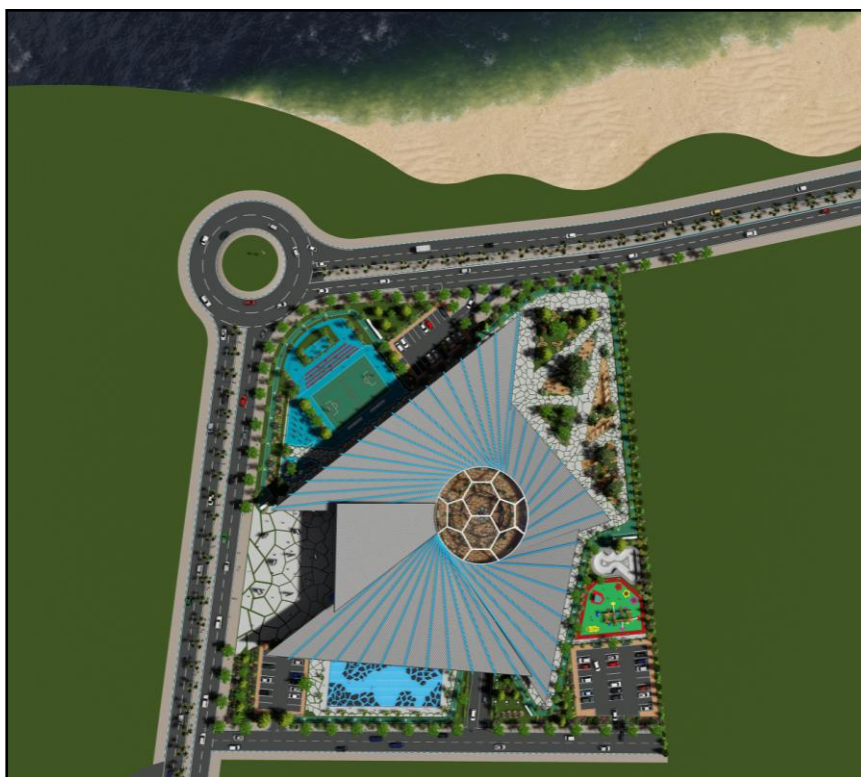


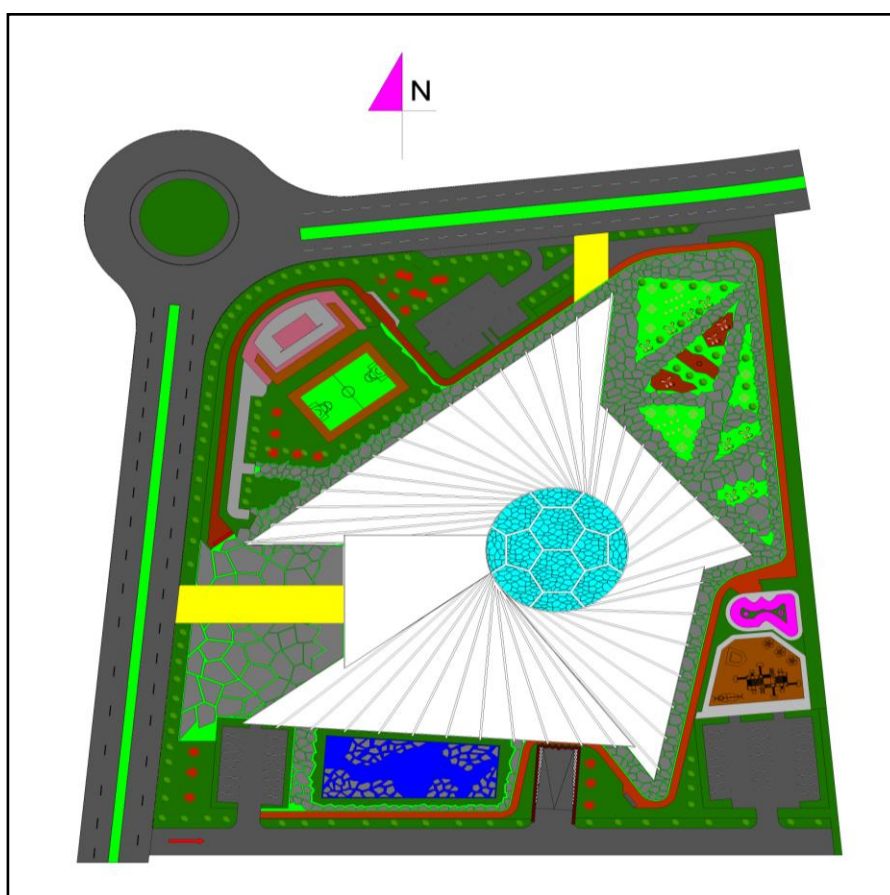
Figure 262 : La toiture du projet
Source : auteurs

IV.4.Solutions bioclimatiques :

Suite à la lecture du diagramme Givoni, nous avons constaté que notre conception doit intégrer des techniques de captage solaire passif, un système de chauffage actif durant la période hivernale, contrairement à la période estivale, l'utilisation des éléments de protection contre les rayons solaires excessifs et l'intégration des dispositifs de ventilation naturelle renforcée.

IV.4.1.Forme et orientation du projet :

Dans notre conception nous avons opté pour une forme plus au moins compacte, allongée orientée le long de l'axe nord-sud –est- Ouest, afin de limiter les déperditions et de maximiser les apports solaires nécessaires au chauffage ainsi qu'à l'éclairage.



*Figure 263 : Plan masse.
Source : auteurs*

IV.4.2.Stratégie du chauffage passif en hiver :

IV.4.2.1.Chauffage passif par atrium :

En hiver, l'atrium permet un chauffage passif en emprisonnant les rayons solaires par effet de serre en utilisant les trois principes de transfert de chaleur : rayonnement, convection, conduction.

- Renouvellement d'air :

La fermeture des ouvertures est nécessaire pour que le chauffage par effet de serre soit efficace néanmoins des petites ouvertures hygroréglables seront mises en place, elles seront actionnées automatiquement lorsqu'il sera nécessaire d'évacuer l'air vicié, et ce, afin d'assurer un renouvellement d'air efficace.

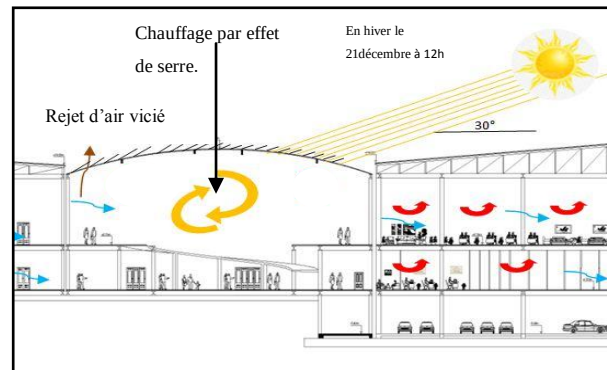


Figure 264 : Le principe de fonctionnement de l'atrium en hiver.

Source : auteurs

IV.4.2.2. Puits canadien :

L'air circulant à l'extérieur du projet est capté par une borne de prise d'air, puis amené dans un conduit enterré sous terre. Grâce à l'inertie thermique du sol l'air se réchauffe, il est ensuite redistribué à l'intérieur de la salle omnisports à l'aide de ventilateur assurant ainsi un chauffage naturel et une aération efficace.

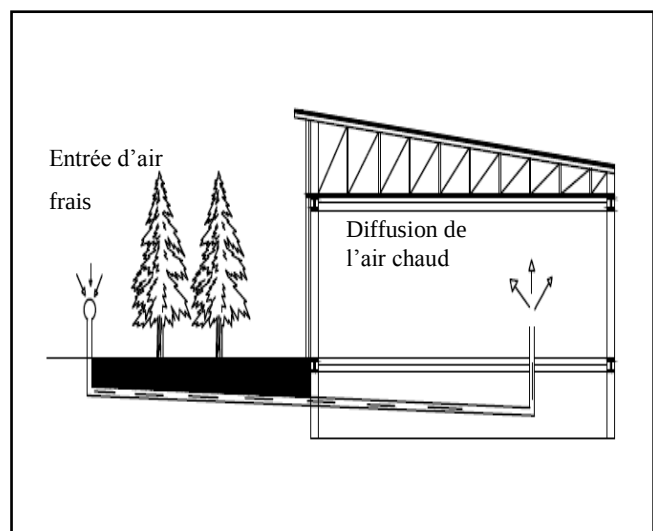


Figure 265 : Fonctionnement d'un puits canadien en hiver

Source : auteurs

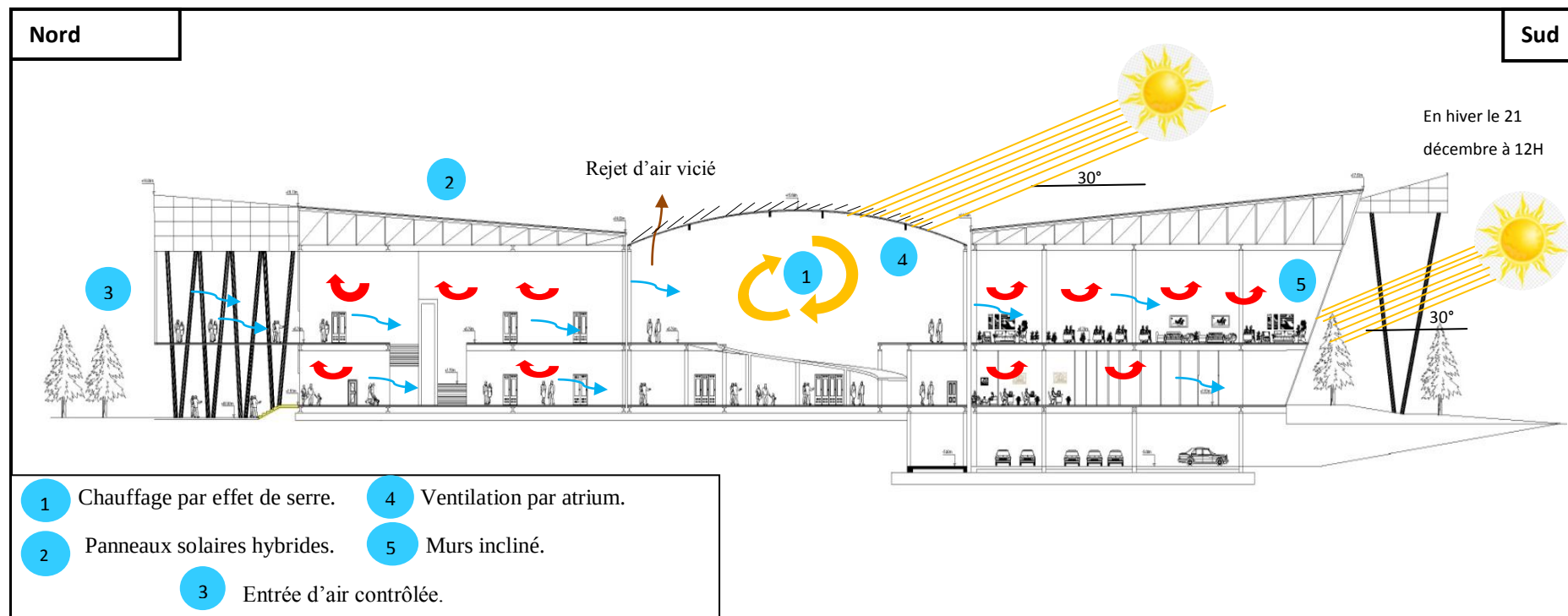


Figure 266 : Ensemble des dispositifs passifs et actifs en période hivernale

Source : auteurs

IV.4.3. Rafraichissement passif en été :

Afin d'assurer une ventilation naturelle, nous avons combiné la ventilation transversale à la ventilation par effet thermosiphon en utilisant un atrium situé au centre du projet.

IV.4.3.1 .Ventilation par atrium :

En été, l'effet de serre est neutralisé grâce à l'effet cheminé de l'atrium où l'air chaud monte pour être évacué par les fenêtres qui se trouvent en partie haute de l'atrium.

Afin d'éviter les problèmes de trop forte chaleur en été, on prévoit des brises soleil amovible au niveau du toit de l'atrium. dotés de cellules photovoltaïques, ce qui nous permettra la récupération de l'énergie solaire et sa transformation en électricité.

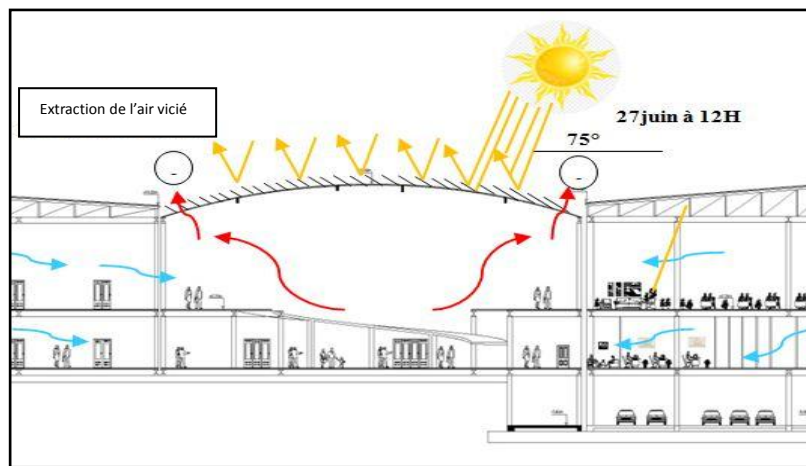


Figure 267: Le principe de fonctionnement de l'atrium en hiver.
Source : auteurs

IV.4.3.2. Puits canadien :

L'été, au contraire le sol est plus frais que l'air extérieur. En conséquence, le dispositif diffuse de l'air frais à l'intérieur naturellement refroidi par la fraîcheur du sol.

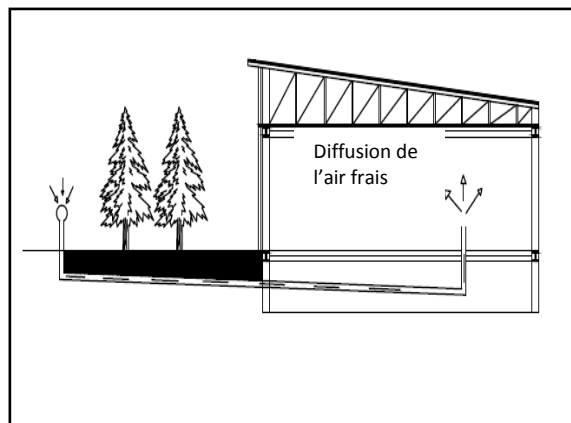


Figure 268: Fonctionnement d'un puits canadien en été
Source : auteurs

IV.4.3.3. Protection solaire :

- **Brise soleil :**

On a opté pour des grandes parois vitrées sur la façade ouest, nord ouest et est, vu les espaces orientés qui demandent de la lumière naturelle, pour éviter les surchauffes durant la période d'été on a prévu des brises soleil orientables qui sont constitués de lames dont on module l'orientation de façon à créer de l'ombre en fonction de la course du soleil.

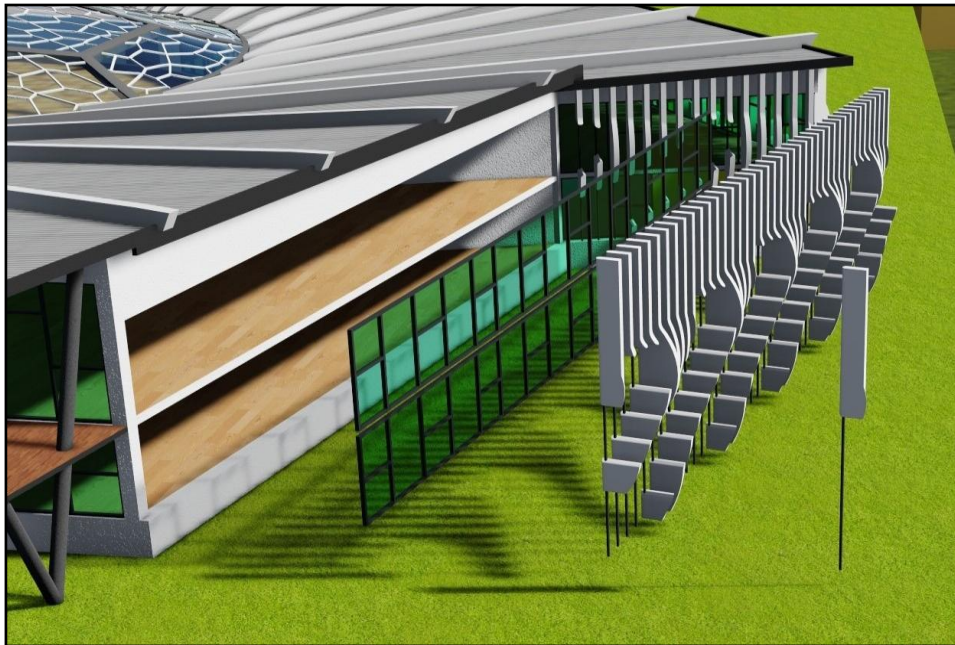
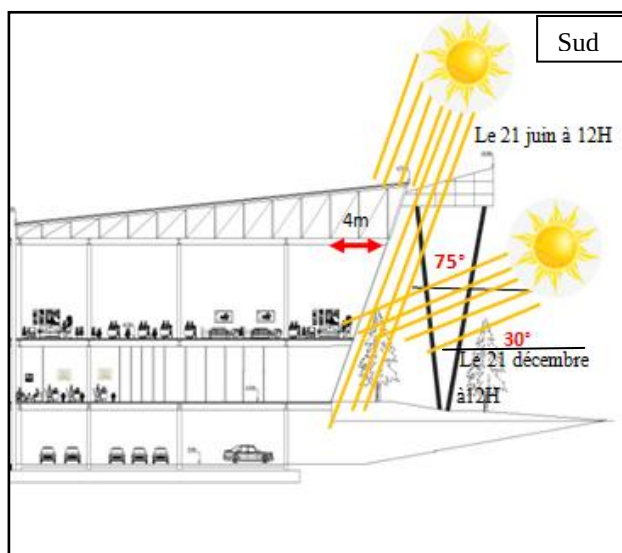


Figure269: Brise soleil orientable
Source : auteurs

- **Mur incliné :**

La façade sud reçoit un rayonnement non négligeable pendant la période d'hiver, ainsi en maximisant la surface vitrée au sud, la lumière du soleil est convertie en chaleur (effet de serre) ce qui chauffe le bâtiment d'une manière passive et gratuite, l'inclinaison du mur de l'entité aqua-sport garantit une protection contre les surchauffes durant la période d'été sans pénaliser cette entité durant la période hivernale lorsque le soleil est au plus bas.

L'inclinaison du mur est calculée le 21 juin à 12h lorsque le soleil est au plus haut.



Calcul du masque architectural :

L : la longueur de la protection solaire

H : la hauteur du bâtiment

a : la hauteur du soleil 75°

$Tanga = L/H$

$L = tanga * H$

$90 - 75 = 15$

$L = tang15 * 15$

$L = 4m$

Figure 270: murs inclinés de l'entité aquasport
Source : auteurs

IV.5.4. La lumière naturelle:

La lumière naturelle est le mode d'éclairage le plus performant, le plus agréable et le plus économique, il permet un éclairage d'ambiance par excellence, l'amélioration du confort visuel, la réalisation de substantielles économies d'énergie, ainsi il est favorable à la santé et au moral des occupants, l'apport en lumière dans notre projet est assuré par:

- La création d'un atrium central qui permet de laisser pénétrer la lumière naturelle nécessaire et la répartir aux espaces en dessous de ce dernier.
- Les ouvertures latérales favoriseront également l'éclairage naturel en diminuant donc les besoins énergétiques pour l'éclairage.



Figure 271 : éclairage naturel par atrium
Source : auteurs

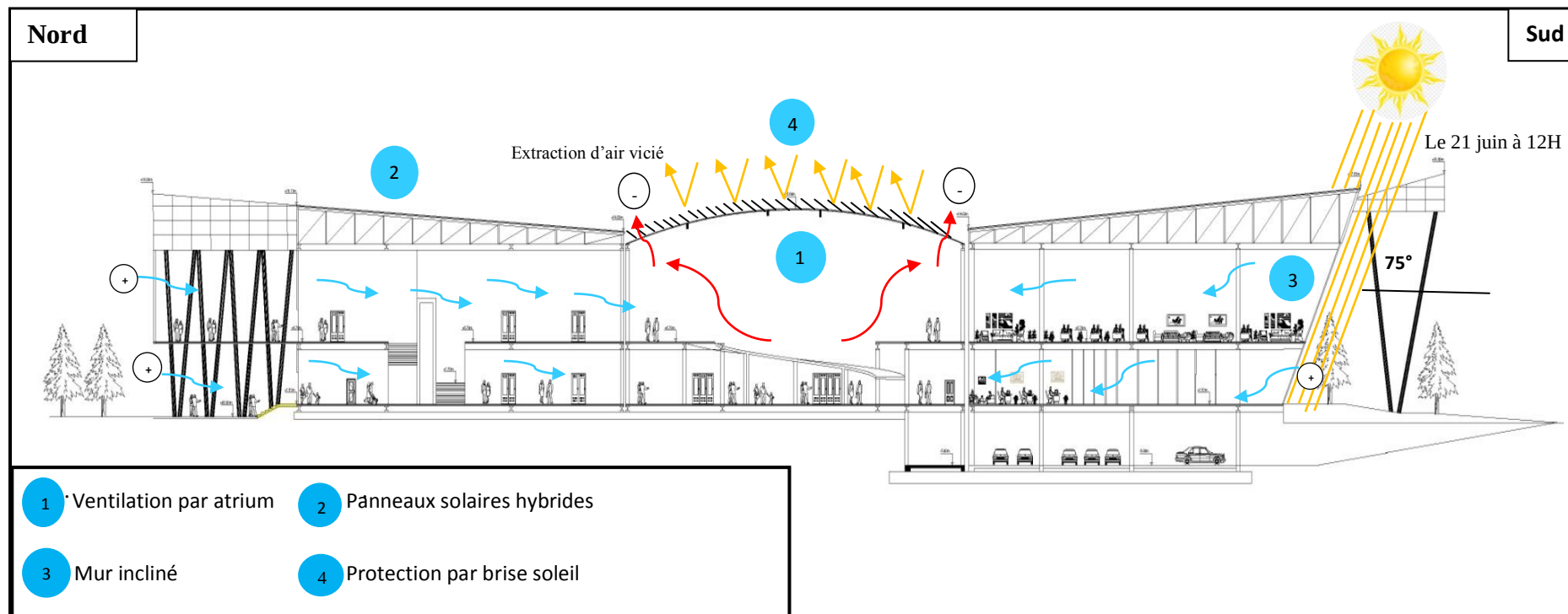


Figure 272 : Ensemble des dispositifs passifs et actifs en période estivale
Source : auteurs

I.V.4.4. Solution microclimatique au niveau du plan masse :

✓ La végétation :

L'intégration de la végétation dans les espaces extérieurs permet de rafraîchir l'air, minimiser les effets du vent, diminuer la température ambiante et l'éblouissement causé par le soleil.

- L'utilisation d'une haie brise vent ²⁰à feuillage persistant du côté nord et nord ouest pour diminuer l'incidence des vents froids provenant du nord ouest et du nord.
- L'utilisation de la végétation à feuilles caduques et des plans d'eau du côté sud pour le rafraîchissement d'air et éviter les surchauffes sur la façade sud.

✓ Récupération des eaux pluviales:

• Au niveau du bâtiment :

La pluie tombe sur les toits, dévale ses pentes et se déverse dans les gouttières qui longent les bords de l'atrium central pour être ensuite évacuée par des descentes jusqu'au pied du bâtiment afin d'être collectée dans un regard qui permet l'inspection et l'entretien du réseau d'évacuation. Une fois l'eau évacuée des toits est collectée, elle va être stockée dans un récupérateur d'eau de pluie pour être réutilisée en usage sanitaire ou pour l'arrosage des jardins, afin de réaliser des économies d'eau.

• Au niveau des sols :

L'utilisation d'un pavé perméable végétalisé : Les pavés perméables imitent le processus naturel qui se produit à la surface du sol. Le rôle d'un système de pavage perméable est de permettre à l'eau de passer à travers les joints des pavés et de s'infiltrer dans le sol naturellement, plutôt que d'être acheminée massivement vers les égouts pluviaux et, éventuellement, vers les principaux cours d'eau.²¹

²⁰ Une haie brise vent est une haie végétale servant à protéger une zone du jardin particulièrement exposé au vent

²¹ TECHO-Bloc.Pavage perméable[EN LIGNE].Disponible sur< <https://www.techo-bloc.com/fr/permeable-pavement/> (Consulté le 20.11.2020)



Figure273: Haie végétal
Source : <https://www.lamaisonsaintgobain.fr/jardin-terrasse/conseils/amenager-espace-exterieur>.



Figure274: Piste cyclable
Source : auteurs



Figure275: un pavé perméable.
Source : auteurs



Figure 279: vue aérienne de l'ensemble du projet.
Source : auteurs



Figure278: bancs de repos dotés de panneaux photovoltaïques.
Source : auteurs



Figure276: plan d'eau dans le côté sud.
Source : auteurs

IV.5. Système structurel :

IV 5.1. Le choix du système structurel :

Le choix du système structurel a été adopté en tenant compte de la nature de notre projet, dans le but d'assurer un bon fonctionnement et une bonne qualité de l'espace, en respectant également les exigences formelles. De ce fait notre choix s'est fixé sur une structure métallique, système à ossature poteau – poutre, ce type de structure est le mieux adapté à notre projet qui exige des espaces dégagés au sol et permet de répondre à ses exigences techniques, fonctionnelles et esthétiques en vue de ses caractéristiques physiques et techniques qui offrent une multitude de possibilités de création et de réalisation.

Tableau : Avantages et inconvénients de la structure métallique Source :auteurs

Avantages	Inconvénients
• Grande liberté : Structure filigrane et légère. • Économie importante : Poids réduit de la structure.. • Différents revêtements: protection contre la corrosion et l'incendie. • Écologie exemplaire : possibilité de démontage et recyclage. • La capacité portante : due à la résistance élevée que donne l'acier sous les différentes sollicitations.	• Durabilité insuffisante : corrosion. • Faible Isolation thermique et phonique.

Une structure en béton armé au niveau du sous sol, qui allie la résistance à la compression du béton et la résistance à la traction de l'acier.

✓ Les avantages de cette structure :

- Résistance au feu.
- Solidité et durabilité.
- Facilité de la mise en œuvre.

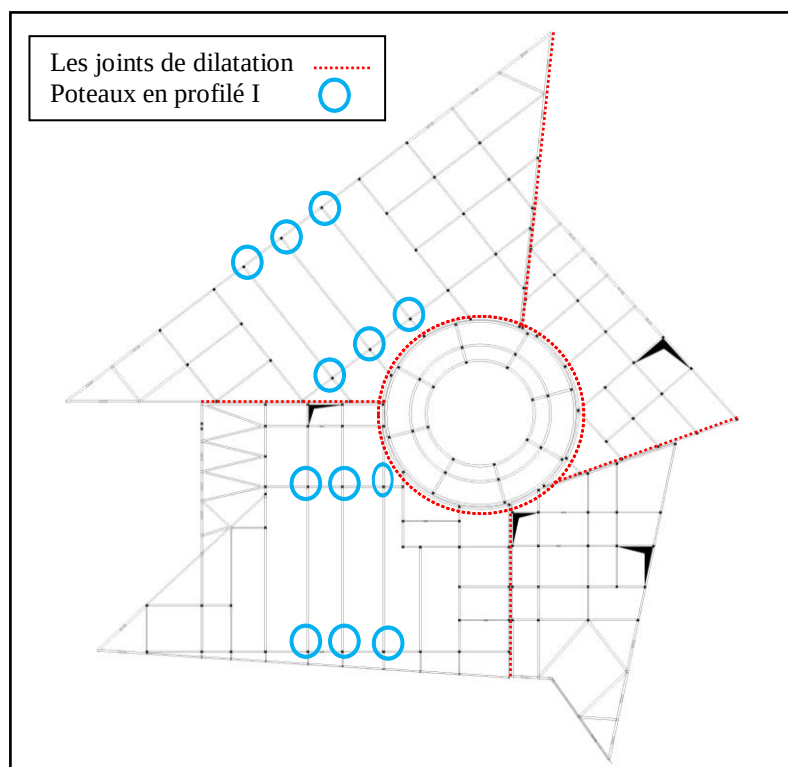


Figure 280: Plan de structure
Source : auteurs

IV.5.2. Infrastructure du projet:

- **Fondation :**

L'infrastructure du projet est constituée d'un radier général, et ce, afin d'assurer un bon travail au sol et permettre une répartition des charges bien diffuse sur le terrain.

- **Les murs de soutènement**

Pour ce qui est du sous-sol nous avons prévu des murs de soutènement en béton armé d'une épaisseur de 20cm qui permettent de répondre à plusieurs exigences structurelles comme la résistance aux poussées de terres et les infiltrations d'eau.

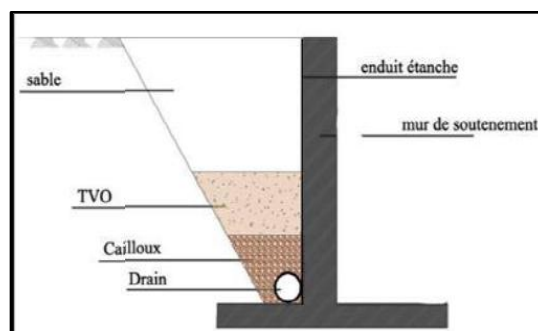


Figure 281 : Détails mur de soutènement
Source : urlz.fr/9RyD

IV.5.3. Superstructure du projet :

✓ Les poteaux :

Ce sont des éléments porteurs chargés de reprendre les charges et les surcharges issues des différents niveaux pour les transmettre au sol par l'intermédiaire des Fondations.

Aussi, le rôle des poteaux, ne se limite pas à assurer la reprise des charges verticales, mais également contribuent largement lorsqu'ils sont associés à des poutres pour former des cadres ou des portiques destinés à reprendre les actions horizontales dues aux séismes et aux vents.²²

- **Poteaux en béton armé:**

Utilisés au niveau du sous-sol pour supporter les charges.

- **Poteaux métalliques en profilé I :**

Ils ont une bonne résistance à la flexion avec un poids et coûts beaucoup moins que les poteaux en H, ont une inertie dans un seul sens²³ c'est le cas dans la salle omnisports et les bassins, avec une section de (Ø 60 ,40 cm).

- **Poteaux métalliques en profilé H :**

Ils sont utilisées dans les autres entités du projet, ils résistent mieux à la compression (bonne résistance au flambement), résistance à la flexion, ils ont de l'inertie dans les deux sens d'où notre choix s'est effectué sur des profilés en H²⁴, avec une section de (Ø 40cm ,40 cm).

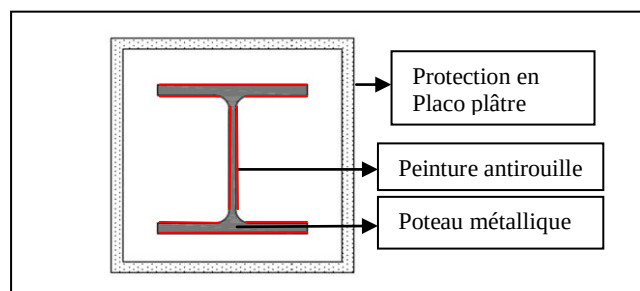


Figure 282 : protection d'un poteau métallique.

Source : auteurs

²² Génie civil. Poteaux et poutres [EN LIGNE]. Disponible sur < <http://courexosup.blogspot.com/2015/04/les-elements-structure-poteaux-et.html>. (Consulté le 12.11.2020).

²³ CivilMania. IPE/HEA [EN LIGNE]. Disponible sur < www.civilmania.com/topic/22464-ipe-hea (consulté le 23.11.2020).

²⁴ SWANENBERG IJZER GROEP [EN LIGNE]. Disponible sur < 100swanenberg.com/poutres/?Lang=fr (Consulté le 24.11.2020).

✓ Poutres:

- **Les poutres alvéolaires ou ajourées :**

Ce sont des poutres en I, elles sont obtenues à partir de laminés courants découpés en demi-poutrelles dont l'âme est elle-même découpée en cercle ou hexagones ; elles sont ensuite reconstituées par soudage. Ceci permet d'alléger le poids et surtout de faciliter le passage des gaines et des fluides dans la hauteur de la poutre. Elles sont donc particulièrement intéressantes pour les immeubles de bureaux en permettant des portées de 20 m en solution mixte acier-béton, la liaison des poutres se fait par le système de boulonnage avec des boulons à Haute Résistance (précontraintes).²⁵



Figure 283 : Poutres alvéolaires
Source : www.archiexpo.fr/prod/arcel-Ing

- **Poutre métallique en treillis :**

Les poutres en treillis sont constituées de montants et de diagonales en acier, leur assemblage permet de supporter la compression ou la traction engendrée par des charges élevées sans alourdir la structure avec de grandes portées.²⁶



Figure 284: poutre en treillis
Source : <https://www.batisalon.fr/hall-a-gros-oeuvre/262-canam.html>

✓ Assemblage poteau poutre :

Les assemblages poteaux poutres ont un double rôle qui est de permettre la constitution de la structure en acier apte à supporter les charges et les surcharges appliqués et surtout de contribuer à sa pérennité et sa stabilité globale, la poutre en I est fixée au poteau à l'aide d'une platine en acier fixé avec des boulons haute résistance.

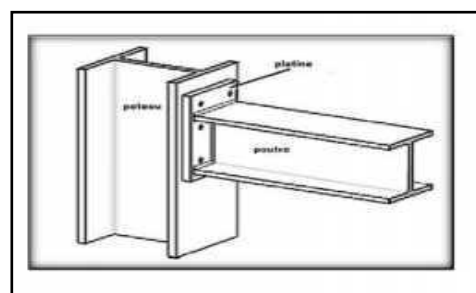


Figure 285: assemblage poteau-poutre métallique
source : www.infosteel.be

²⁵ Marc landowski.Betrand Lemoin.Concevoir et construire en acier.[PDF].Collection ,Mementos acier.Disponible sur< <https://www.infosteel.be/images/publicaties/concevoir-et-construire-en-acier.pdf>.consulté le (11.11.2020)

²⁶ Oorekamaison.Poutres treillis [En ligne].Disponible sur<<https://construction-maison.ooreka.fr/astuce/voir/658925/poutre-treillis>.(Consulté le 27.10.2020).

✓ Le plancher:

Le choix s'est porté sur plancher collaborant en raison de sa légèreté, sa durabilité et sa rigidité il combine des bacs acier avec une dalle béton, Le système tire avantage des propriétés techniques des deux matériaux qui, ensemble, contribuent à la résistance mécanique de la surface porteuse, il bénéficie d'une grande résistance à la traction (grâce à l'acier) et à la compression (grâce au béton).²⁷

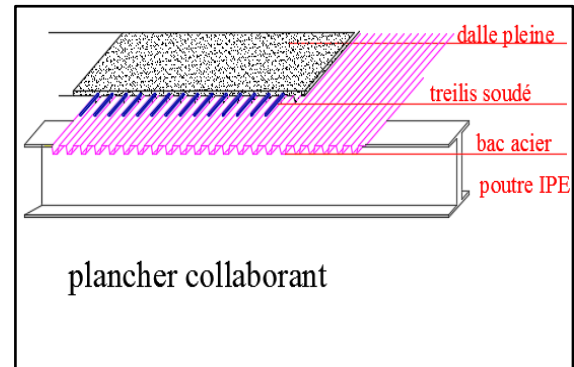


Figure 286 : détails plancher collaborant
Source: urlz.fr/9Rz9

IV.6. Matériaux :

❑ Panneaux sandwichs :

Le panneau sandwich est utilisé au niveau de la toiture du projet. Il présente un panneau de couverture, principalement utilisé pour la toiture, en effet ce type de panneau comporte une couche d'isolation enveloppée par deux couche de parement d'où le nom sandwich, il permet de recouvrir une toiture et de l'isoler en une seule fois.²⁸

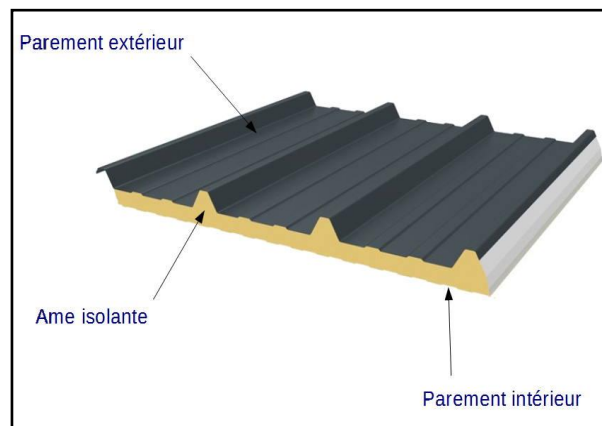


Figure287 :compsants panneaux sandwich.
Source : <https://www.couverture-plantureux.fr/panneaux-sandwich-en-acier/>.

²⁷ Ooreka maison .Plancher collaborant .[EN LIGNE]Disponible sur< <https://construction-maison.ooreka.fr/astuce/voir/640405/plancher-collaborant>.(Consulté le 23.11.2020)

²⁸ Isolationtoiture-expert. Panneaux sandwichs.[EN LIGNE] disponible sur <https://www.isolationtoiture-expert.be/panneau-sandwichtoiture#:~:text=Un%20panneau%20sandwich%20est%20un,pr%C3%AAt%20%C3%A0%20%C3%Aatre%20pos%C3%A9%20directement>. (Consulté le 23 11.2020)%

✓ **Avantages:**

- Un système tout en un.
- Facile et rapide à monter.
- Une large possibilité de finitions et de styles s'adapte à tout type de construction.
- Résistant au feu.
- Isolation phonique et thermique (la résistance thermique d'un panneau sandwich dépend de son épaisseur plus les panneaux sont épais, au mieux ils isolent).
- Étanche, économique, léger.

❑ **Le polycarbonate:**

Le polycarbonate est utilisé au niveau de la toiture du jardin de relaxation . Il présente un matériau plastique, réalisé avec plaques transparentes superposées, possédant une très grande résistance.

✓ **Avantage :**

- Résistant, économique, léger et facile à manipuler
- Il permet de laisser passer la lumière et avec un filtre anti UV, il protège des rayons néfastes du soleil.

❑ **Le vitrage :**

Pour l'optimisation des rayons solaires, nous avons opté pour des murs rideaux qui se feront en double vitrage avec un gaz d'argon qui permettra l'isolation.

La conception des différents espaces sportifs doit être conçue avec soin afin de répondre aux besoins de traitement acoustique. À cet égard nous avons opté pour des matériaux et des procédés constructifs de bonne performance acoustique.

▪ **Briques alvéolées en béton :**

Nous mettons en œuvre une maçonnerie en élément de béton composée de deux planelles en béton de 8 cm d'épaisseur qui seront associés à un isolant de type ecorubber. De ce fait le panneau d'ensemble qui suit le principe «masse-ressort-masse » assure un affaiblissement acoustique.

■ Isolant en panneau anti vibration « ecorubber ».

Ecorubber est un agglomérat de granules de caoutchouc vulcanisé. Il se présente en panneaux semi rigides, de 10 ou 20mm d'épaisseur. Il constitue une barrière efficace à la transmission des bruits d'impact et aérien²⁹. Caoutchouc sera employé aussi bien en maçonnerie qu'en planchers dans le but de réduire les transmissions de bruits. Notre choix de l'isolant se justifie par son pouvoir d'isolant très élevé, la résistance mécanique, thermique, chimique du matériau, et sa stabilité.

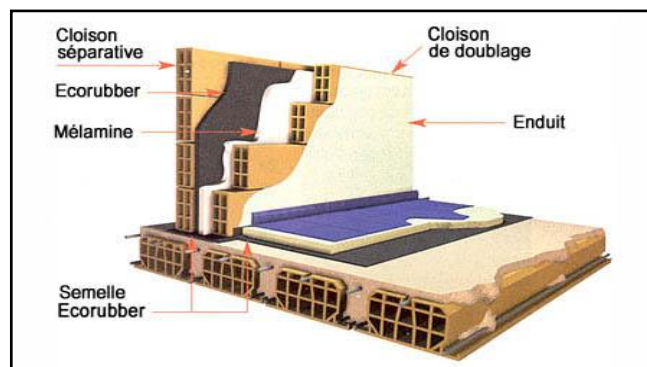


Figure 288: isolation des murs par ecorubber
Source : akustar.com/tech/142_i_ecorubber.htm

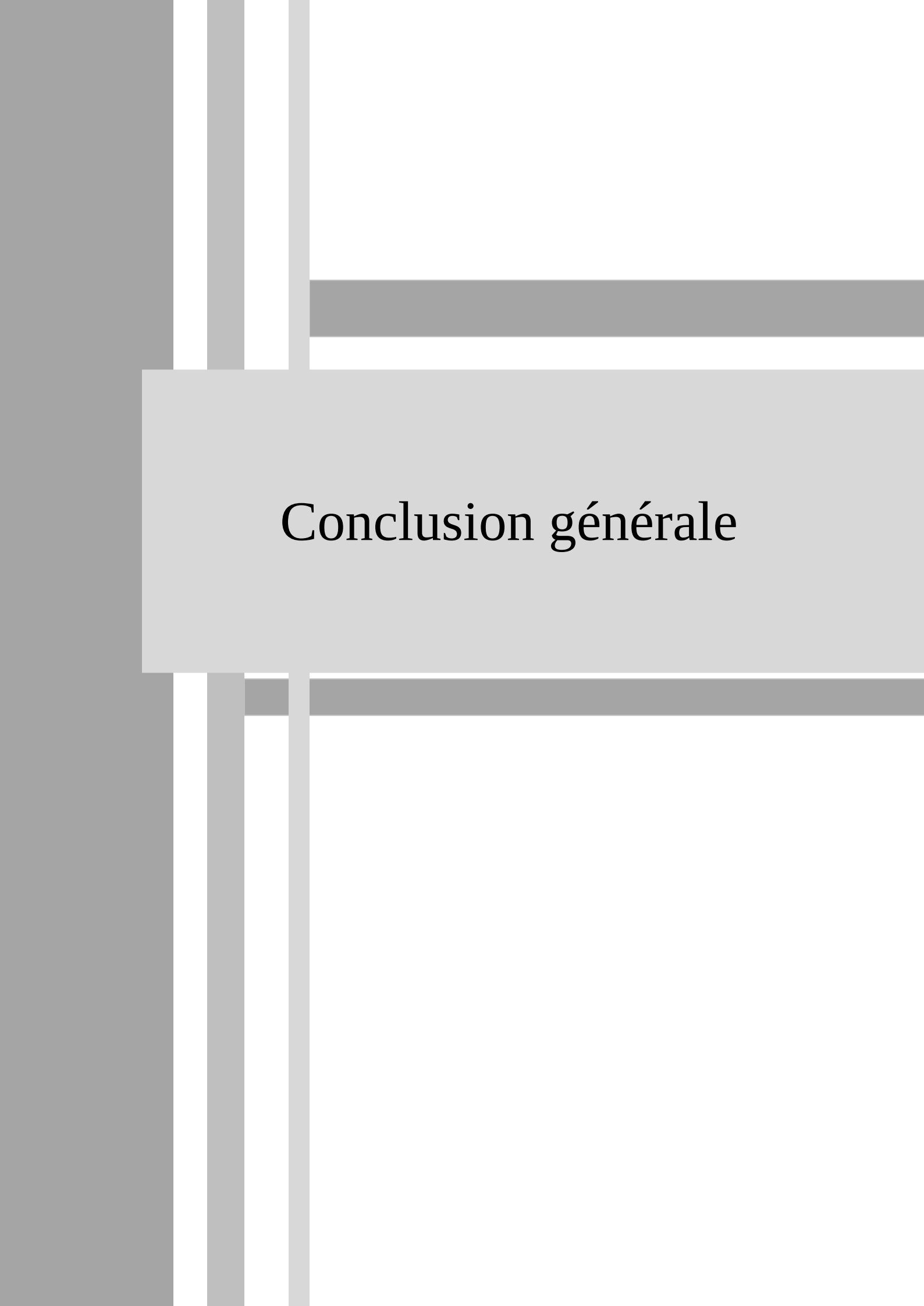
■ Placage en bois :

Panneaux décoratifs à très haute isolation acoustique qui servent d'absorbants de type de résonateurs à membranes. Les panneaux seront montés sur un cadre périphérique fixé sur une paroi de telle sorte à former un volume hermétique. Sous l'effet d'une onde acoustique le panneau rentre en vibration, amorti par le volume d'air, il absorbe un certain pourcentage de l'énergie incidente

Conclusion :

À travers ce chapitre nous avons retracé le processus de conception architecturale attendant à la concrétisation formelle de notre centre sportif et de loisirs par une synthétisation des données acquises à travers les trois chapitres précédents. Par la suite nous avons matérialisé cette idée par un projet fonctionnel indissociable de son contexte. Et enfin, nous avons fait un récapitulatif des solutions bioclimatiques incorporées ainsi que l'aspect technique et le choix structurel de notre projet.

²⁹NDA.Isolant d'absorption acoustique ECORUBBER[EN LIGNE].Disponible sur < <https://www.archiexpo.fr/prod/nda-nuove-dimensioni-ambientali/product-55063-416352.html>(Consulté le 27.10.2020)



Conclusion générale

Conclusion générale

Conclusion générale :

Un projet architectural peut être conçu à différentes échelles, de l'échelle d'un quartier à l'échelle internationale en passant par d'autres échelles, locales, régionales, nationales, et même continentales.

Notre projet cette année, Centre de loisirs et des sports d'EL Mohammadia, intervient à plusieurs échelles, du quartier à l'international. C'est le fruit d'une longue réflexion, pendant laquelle il a fallu répondre à la problématique de la forte consommation énergétique des bâtiments par une conception suivant une démarche de développement durable tout en essayant de toucher tous ses aspects architecturaux, environnementaux, sociaux et politiques.

Notre choix du thème s'est accentué sur un manque flagrant des équipements qui répondent aux besoins de la jeunesse algérienne et plus précisément algéroise qui leur permettent de s'ouvrir, se distraire et s'épanouir, mais surtout d'explorer leurs capacités. Notre centre de loisirs et des sports mets à la disposition de la jeunesse d'El Mohammadia, un lieu accueillant qui leur offre tranquillité proximité et sécurité loin du banditisme et des problèmes de rues et des stupéfiants.

Il répond aussi aux objectifs du plan stratégique d'Alger 2035, Alger métropole, Alger ville monde, et cela, en se basant sur l'un des secteurs qui représente une culture populaire et riche en Algérie qu'il faut promouvoir et encourager le secteur des sports et le loisir. Aussi, de par son emplacement, sa forme dynamique, il contribue également à embellir la baie d'Alger et s'impose comme élément déterminant du skyline d'Alger et sa façade maritime et présente une démarche concrète vers l'efficacité énergétique et les bâtiments à basse consommation énergétique.

Nous avons pu répondre à notre problématique de départ, et confirmer nos hypothèses et objectifs avec ce projet qui représente un nouveau souffle pour le secteur du sport et loisir d'El Mohammadia et sa jeunesse. Néanmoins, notre modeste travail n'est nullement une finalité et reste sujet à modifications et améliorations constantes.

.

Références bibliographiques :

✓ Les ouvrages:

- Denis, cheminade.Mettre en œuvre des équipements sportifs durables et responsables. 16/02/2017.202P.
- Mohamed SRIR, ouvrage collectif, Dynamiques urbaines à Alger, Ed 816644, Paris, juillet2018, pages : 18 à 172.
- Ministère de la jeunesse et des sports, Le moniteur, guide technique juridique et Règlementaire, intitulé : « équipements sportifs et socio-éducatifs », tome2, 11e édition 1993.
- Patrick, Lacouture.les équipement sportifs : Programmation, conception et maintenance : CNFPT ,1 janvier 2006 ,257P consulté le 21 mai 2020
- Pierre Lavigne, Alain Chatelet, « Architecture climatique, une contribution au développement durable, Tome2 : concepts et dispositifs », paris,1998, Paru en juin 2001, pages 19 à 22.
- Les équipements aquatiques et de loisir. Edition le moniteur .

✓ Mémoires et thèses soutenues :

- Benamara S.Ramdani S.Centre culturel et sportif à Bab El Oued Architecture et environnement ..Universté Mouloud Mammeri.Session 2019.194P
- Berien M.Haceini F.Conception d'un centre d'affaires El Mohammadia.Université Dahlab Blida1.Architecture de l'habitat et technologie.Session 2019.123P
- Gaour Y.Benhammadi A.Complexe de formation sportive.architecture.université Aboubakr Belkaid.Session 2012.124P
- Mani M.Bekka B.centre sportif et de loisir à la cité Mokadem .Université Mouloud Mammeri .Session 2018 .152p.
- Nassim SAFER . Modélisation des façades de type double-peau équipées de protections solaires : Approches multi-échelles.[Thèse de doctorat université de lyon] .soutenue le 13juin 2006 .
- Rezig M.Reguig A.Conception bioclimatique d'un centre sportif au sein d'un ecoquartier aménagé au pole d'excellence d'Oued fali wilaya de Tizi Ouzou.université Saad Dahlab Blida1.Architecture bioclimatique.Session 2018.166P

✓ Articles:

- Article d'Encyclopædia Universalis, « ARCHITECTURE ÉCOLOGIQUE ou ARCHITECTURE DURABLE. Disponibles sur www.universalis.fr/encyclopedie/architecture-ecologique-architecture-durable/. (consulté le 26 octobre 2020).
- charte européenne du sport, Conseil de l'Europe, 1993. (consulté le 26 mai 2020).
- Keivein Weller. ONU Environnement, (07 décembre 2018). Le secteur du bâtiment et de la construction détient un énorme potentiel inexploité de réduction des émissions. <https://www.unenvironment.org/fr/actualites-et-recits/communiqu%C3%A9-de-presse/le-secteur-du-batiment-et-de-la-construction-detient-un-potentiel-inexploit%C3%A9-de-r%C3%A9duction-des-%C3%A9missions>. (consulté le 5 mai 2020).
- LIEBARD A, DE HERDE A, traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique. Ed : Observe ER, Paris 2005 (consulté le 5 mai 2020).

✓ PDF :

- Agence nationale pour la promotion et la rationalisation (APRUE), mars 2019. Programme National de développement des Énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique à l'horizon 2030 actualisé [PDF]. disponibles sur <http://www.aprue.org.dz/lettres/bulletin%20aprue.pdf>. (Consulté le 5 mai 2020).
- Guide biotech, ventilation naturelle et mécanique, [pdf], disponibles sur https://issuu.com/acaba/docs/guide_bio_tech_ventilation_naturelle (consulté le 4 septembre 2020).
- G. Morals. Complexe Sportif Campus Trivaux-Garenne Clamart [PDF]. Disponible sur http://www.forumboisconstruction.com/conferences/40_FBC_15_Morales.pdf (consulté le 26.11.2020).
- Loisir. [PDF] disponible sur <http://eduka.free.fr/eps/capeps/ecrit1/loisir.pdf> (Consulté le 20 mai 2020).
- Poirazis, H. (2006). Double skin façades a literature review. [PDF]. Disponible sur https://ieaebc.org/Data/publications/EBC_Annex_43_Task34Double_Skin_Facades_A_Literature_Review.pdf. (consulté le 23 mai 2020).

✓ Site internet :

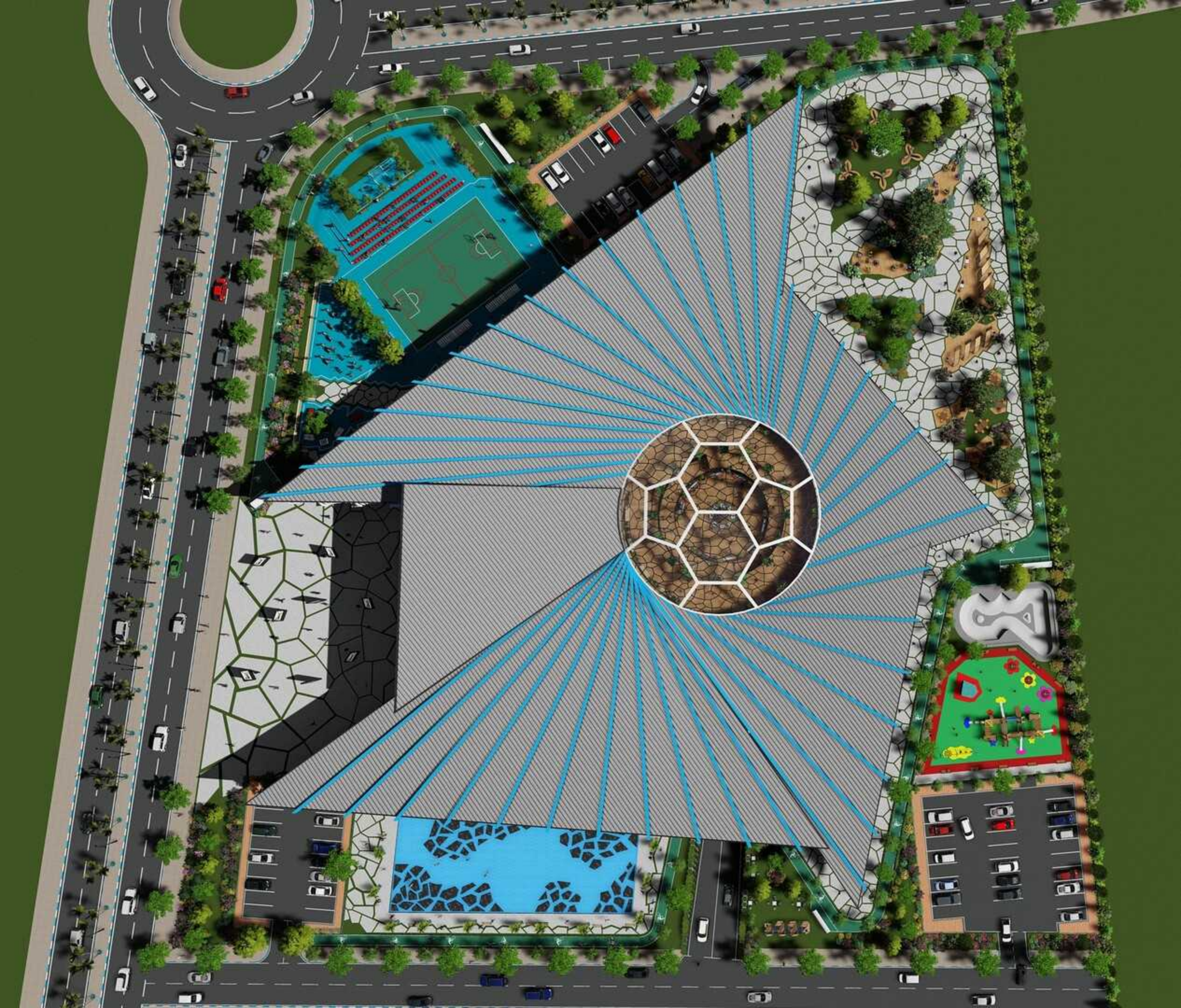
- Bâti concept écologique. Le fonctionnement d'un mur trombe [EN LIGNE]. Disponibles sur http://mmonceaux.free.fr/solaire_thermique/Le%20fonctionnement%20d%27un%20mur%20Trombe%20ou%20mur%20capteur.html (Consulté le 5.07.2020)

•

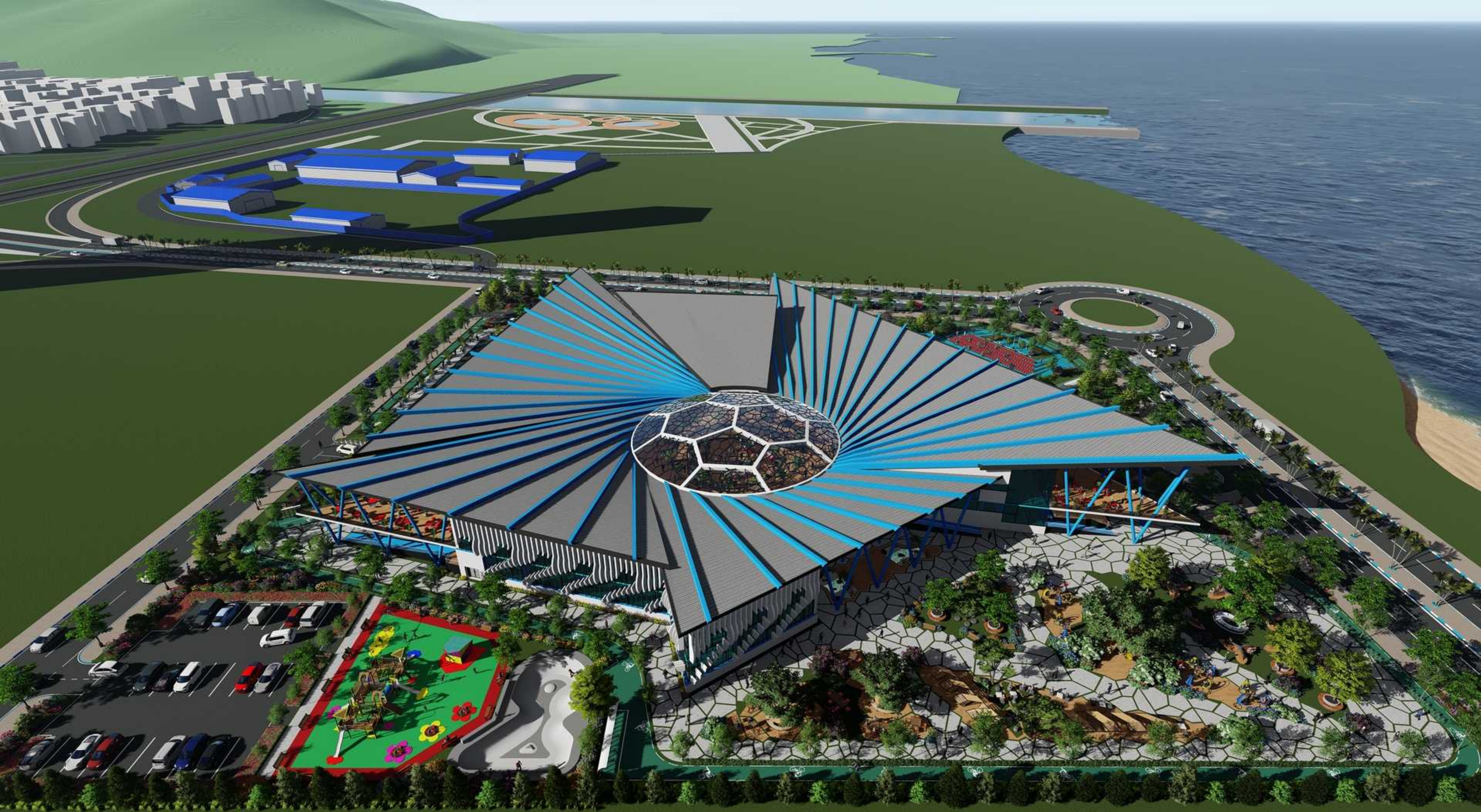
- CivilMania.IPE/HEA[EN LIGNE].Disponible sur<www.civilmania.com/topic/22464-ipe-hea (consulté le 23.11.2020).
- Energieplus.Vent.Disponiblesur<<https://energiepluslesite.be/theories/climat8/vent/#:~:text=Le%20vent.>> (Consulté le 20/11/2020).
- FuturaMaison.Architecturebioclimatique[enligne].Disponiblesur<<https://www.futurasciences.com/maison/definitions/maison-architecture-bioclimatique-10514/>> (consulté le 3septembre2020).
- Janlou Chaput. Sur Futura. Précipitations [EN LIGNE]. Disponible sur <<https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/meteorologie-precipitations-14543/>> (consulté le 20 novembre 2020)
- Meteo-trebeurden Explication soleil[EN LIGNE].Disponible sur < <https://www.meteo-trebeurden.fr/Fr/Graphique/ExplicationSoleilFr.php>(consulté le 2.11.2020)
- NDA.Isolant d'absorption acoustique ECORUBBER[EN LIGNE].Disponible sur < <https://www.archiexpo.fr/prod/nda-nuove-dimensioni-ambientali/product-55063-416352.html>(Consulté le 27.10.2020)
- Oorekamaison.Poutres treillis [En ligne].Disponible sur<<https://construction-maison.ooreka.fr/astuce/voir/658925/poutre-treillis>.(Consulté le 27.10.2020).
- Ooreka maison .Plancher collaborant .[EN LIGNE]Disponible sur<<https://construction-maison.ooreka.fr/astuce/voir/640405/plancher-collaborant>.(Consulté le 23.11.2020)
- SWANENBERGIJZERGROEP[ENLIGNE].Disponiblesur<100swanenberg.com/poutres/?Lang=fr) (Consulté le 24.11.2020).
- TECHO-Bloc.Pavage perméable[EN LIGNE].Disponible sur< <https://www.techo-bloc.com/fr/permeable-pavement/> (Consulté le 20.11.2020).

Annexe

- **Les rendus intérieurs et extérieurs**











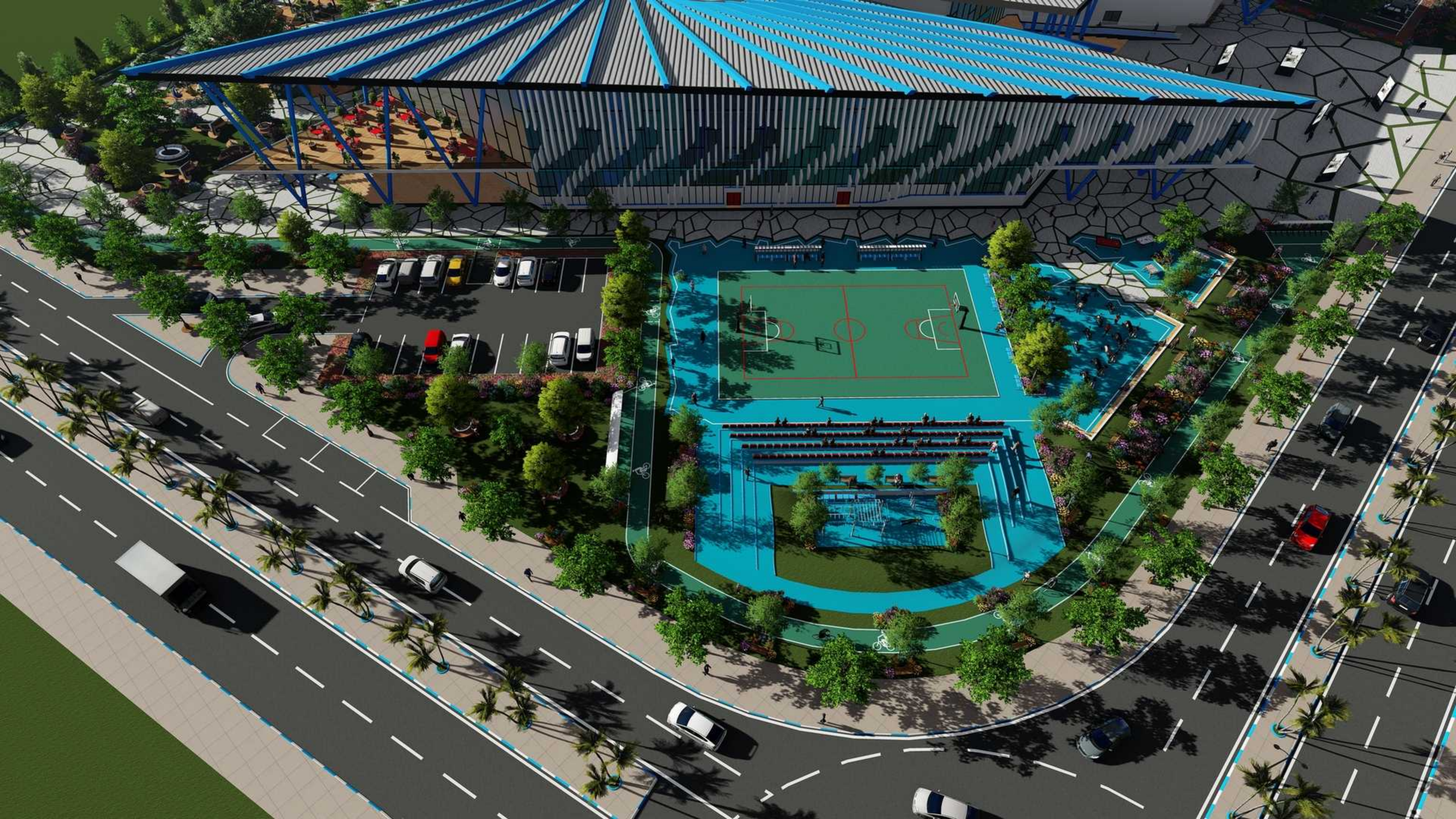












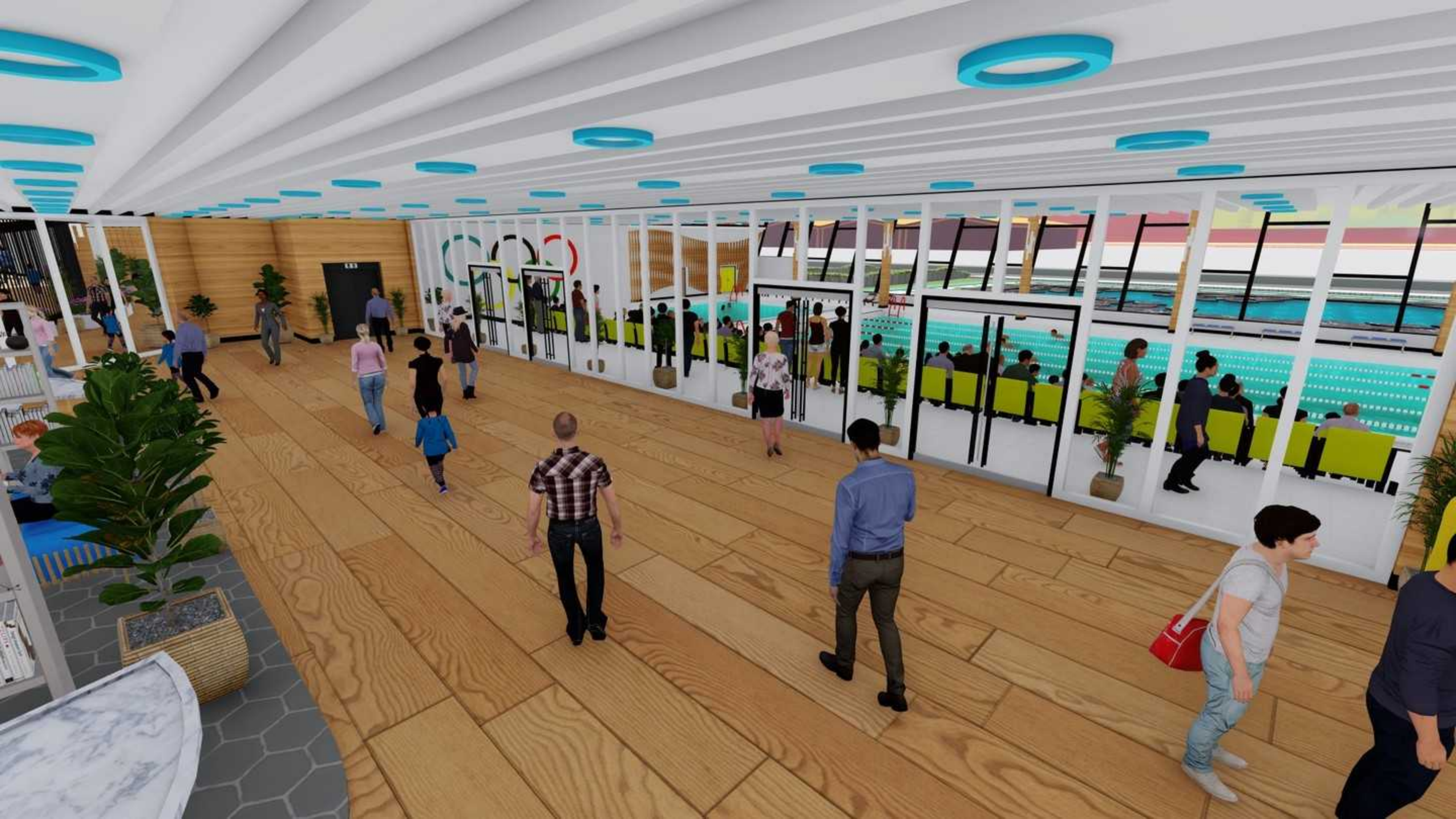








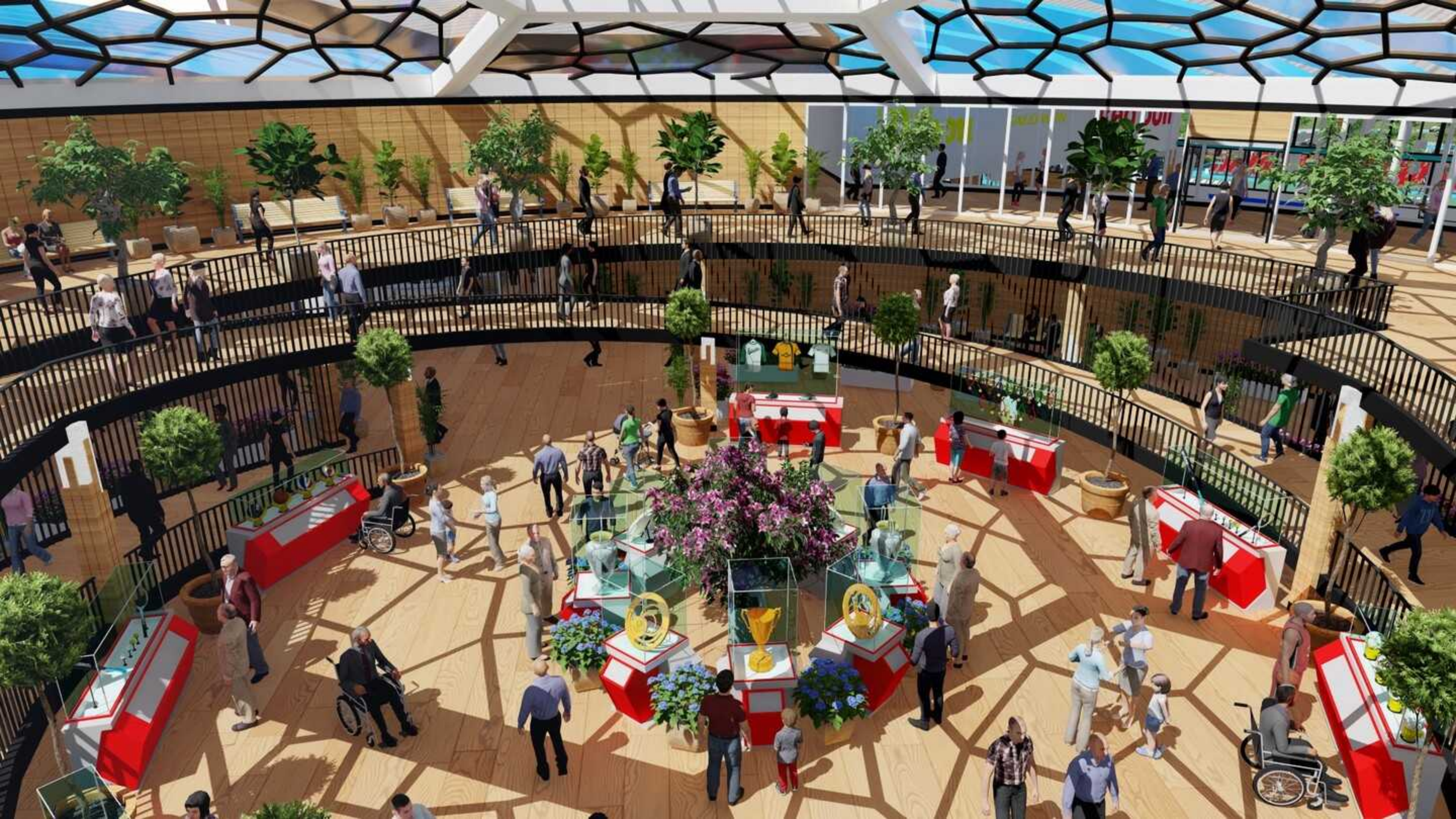














Bienvenue





