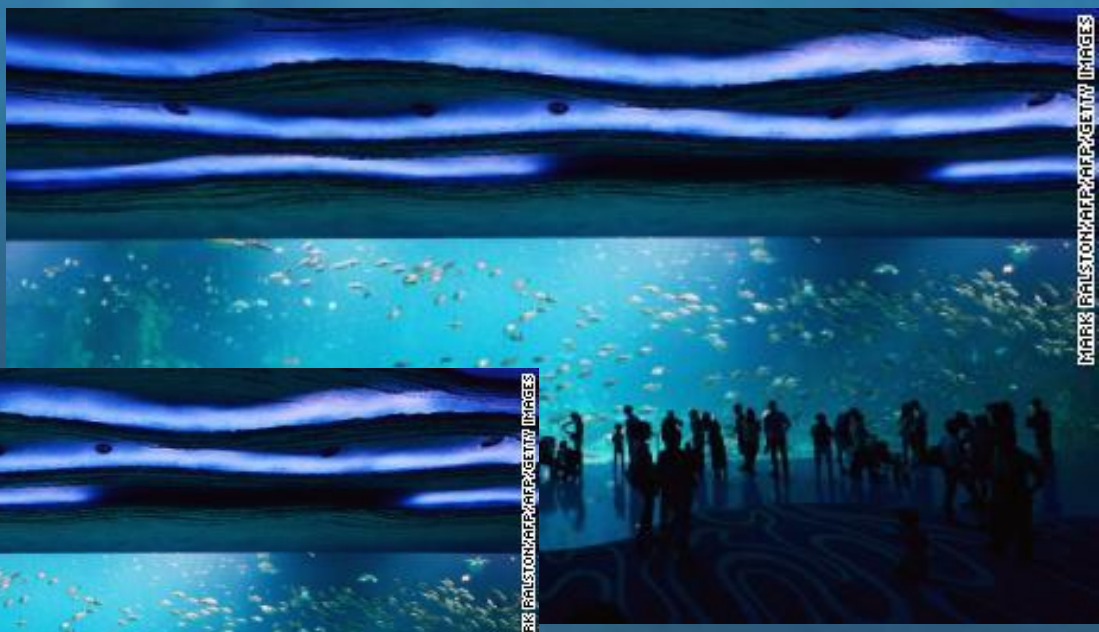
Université Mouloud Mammeri
Tizi-Ouzou
Faculté génie de la construction
Département d'architecture

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

Aquarium El-Djazair

El Mohammadia – Alger



Encadré par
Mme MEHAOUED Karima

Réalisé par
ASSOUL Cellia
HARB Hafssa

Soutenu le
24/06/19

Remerciements

On dit souvent que le trajet est plus important que la destination. Ce parcours en effet ne s'est pas réaliser sans défis, et sans soulever bon nombre de questionnement nécessitant plusieurs heures de travail afin d'être solutionner.

Nous tenons à adresser nos plus sincères remerciements à notre promotrice Madame MEHAOUED KARIMA pour son encadrement exemplaire, son dévouement et sa disponibilité, Nous vous exprimons toute notre gratitude

Nous adressons aussi nos remerciements aux membres du jury qui nous ont fait l'honneur d'évaluer notre travail, et d'y apporter leur regard d'expert.

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

Dédicaces

Je tiens à remercier en premier lieu mes très chers parents, merci de m'avoir guidé jusqu'ici. Sans vous je n'en serai jamais arrivé là.

A mes chers sœurs Khadidja, Meriem , à mon frère Mohammed, qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance et de courage, merci pour votre encouragement et soutien.

A ma binôme et amie depuis cinq ans Céllia, avec qui j'ai partagé les joies et les peines des études en architecture.

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

Enfin, j'adresse mes plus sincèrement remerciement à ma promotrice madame MEHAOUED KARIMA qui nous ont épaulé, soutenu, guidé et permis de concrétiser notre formation.

Harb Hafssa

Dédicaces

Je tiens à remercier en premier lieu mes parents pour leur amour inconditionnel et leur dévouement à toute épreuve.

A ma sœur, Lydia pour sa présence et son soutien.

A ma famille, amies, et proches sans lesquelles je n'en serais peut-être pas là aujourd'hui.

A mon binôme Hafssa . On en a vu des vertes et des pas mures mais nous y sommes enfin parvenues.

Enfin, j'adresse mes plus sincèrement remerciement à ma promotrice madame MEHAOUED KARIMA qui nous ont épaulé, soutenu, guidé et permis de concrétiser notre formation.

Assoul Cellia

Résumé

De nos jours et partout dans les villes côtière, l'activité du tourisme aquatique est traduite par différents équipements qui assurent le divertissement, le tourisme et notamment le développement économique de ces villes ;

Cependant, la ville d'Alger, vu son potentiel touristique et économique, présente un manque voire une inexistence de ce type d'équipements, ce qui s'oppose à la perspective du plan stratégique 2009-2029 qui vise à accentuer le caractère métropolitain et eco-métropolitain de la ville d'Alger et plus précisément la commune d'El Mohammadia vu la présence du foncier. Compte tenu de ces constats, nous nous fixons comme objectif central la conception d'un projet qui va contribuer davantage à la métropolisation et l'eco-métropolisation de la ville d'Alger et mettre une avant-garde qui pourra accentuer le caractère aquatique de cette ville côtière tout en tenant compte de l'aspect bioclimatique et écologique de son architecture.

Le musée aquarium et par sa vocation touristique, divertissante et éducative va répondre aux problématiques liés au contexte ainsi qu'à ceux liés à l'architecture bioclimatique. Notre projet architectural vise à maitriser les données naturelles (lumière, vent et humidité) qui sont utilisés pour instaurer un confort économique, durable et favorable aux échanges et aux usagers.

Mots clés : musée aquarium, tourisme aquatique, métropolisation, architecture bioclimatique.

Abstract

Nowadays and everywhere in coastal cities, the activity of aquatic tourism is translated by various equipment that ensures entertainment, tourism and, particularly, the economic development of these cities.

Yet, the city of Algiers, given its touristic and economic potential, it has a lack or rather a nonexistence of this type of equipment, which opposes the perspective of the strategic plan 2009-2029 which aims to accentuate the metropolitan and eco-metropolitan character of the city of Algiers and more specifically the municipality of El Mohammadia given the presence of land.

Taking into account these findings, we have fixed ourselves the central objective of conceiving a project that will further contribute to the metropolization and eco-metropolization of the city of Algiers and set an avant-garde that will accentuate the aquatic character of this coastal city whilst taking into account the bioclimatic and ecological aspect of its architecture.

The aquarium museum and by its touristic, entertaining and educational vocation, will answer the issues related to the context as well as those related to the bioclimatic architecture.

Our architectural project aims to master the natural data (light, wind and humidity) that are used to establish economic, sustainable and favorable comfort for trade and users.

Key words : aquarium museum, aquatic tourism, eco-metropolitan, , sustainable, comfort, bioclimatic architecture.

ملخص

تشهد المدن الساحلية في الوقت الحالي انتعاش السياحة المائية و التي تضمن الترفيه و التنمية الاقتصادية بواسطة وسائل و معدات مختلفة.

مع أن مدينة الجزائر تمتلك امكانيات سياحية هامة، إلا أنها تفتقر لهذا النوع من التجهيزات ما يتعارض مع المنظومة الاستراتيجية 2009-2029 التي تهدف الى ابراز الطابع الحضري لها، و نجد مدينة المحمدية خاصة، لما تمتلكه من امكانيات عقارية هامة و موقعها الاستراتيجي من المدن التي ترتكز عليها المنظومة

بعد أخذنا بعين الاعتبار للنتائج و التحليلات، حددنا كهدف رئيسي تصميم مشروع من شأنه أن يساهم بشكل كبير في إعطاء النمط الحضري للعاصمة و ذلك مع مراعاة المناخ الحيوي و الإيكولوجي في هندسته المعمارية.

يهدف متحف الأحياء المائية إلى حل المشاكل السياحية ، الترفيهية و التربوية إضافة إلى تلك المتعلقة بالهندسة المناخية الحيوية . و ذك بإتقان العوامل الطبيعية (الضوء،الرياح،الرطوبة ...)واستغلالها لخلق الراحة ، الاقتصاد المادي و الطاقوي .

الكلمات المفتاحية السياحة المائية ، الطاقوي الاقتصاد ، هندسته المعمارية ، المناخ الحيوي و الإيكولوجي

Sommaire

Chapitre I. Etat de l'art…….
Introduction ……06
I .Définition de l'architecture bioclimatique……06
II. Evolution de la pensée ……07
III. Principes de l'architecture bioclimatique……08
III.1. Intégration au site ……..……..08
III.2. Choix des matériaux ……..……...08
III.3. Implantation et orientation du bâtiment ……..…….09
III.4. La forme et la configuration architecturale……...09
III.5. Distribution intérieure des espaces ……..09
III.6. Ventilation naturelle ……10
III.7. Eclairage naturel ……..…10
IV. dispositifs de l'architecture bioclimatique ……10
IV.1. Protection solaire ……10
IV.2. Espaces tampon ……...…11
IV.3. Mur capteur accumulateur …..……12
IV.4. Serre bioclimatique…..……..…….……..13
IV.5. Capteur à air ……14
IV.6. Façade double peau ……15
IV.7. Le confort de la double peau ……26
V. Définition de la notion du confort ……..26
V.1. Types de Confort ……26
Conclusion ……...29
Chapitre II. Analyse des projets modèles
Introduction……...30
I.1. Définition du musée Aquarium ……30
I.2. Aperçu historique ……...30
I.3. Composants du musé aquarium ……33
I.4. Exigences de l'aquarium ……...33
I.5.Analyse d'exemples :Complexe océanographique « PRIMORSKY AQUARIUM »……35
I.5.1 Présentation et situation du projet ……35
I.5.2. Genèse du projet ……36
I.5.3. Analyse du plan de masse …..……36
I.5.4. Analyse de l'implantation ……..……37
I.5.5 .Analyse des plans des différents niveaux……..……37
I.5.6. Analyse bioclimatique……..……..42
I.5.7. Ambiances intérieures ……..…..……47
I.6. Antalya Aquarium……..……...49
I.6.1. Présentation du projet……..…..……..49
I.6.2. Genèse de projet ……..……..50
I.6.3. Analyse du plan de masse……..…..……...51
I.6.4. Analyse de l'implantation ……..…..……..51
I.6.5.Analyse des plans d'ensemble ……..……..53
I.6.6. Analyse des façades ……..……56
I.6.7. Analyse bioclimatique……..……..57

I.6.8. Ambiances intérieures ……..……..58
I.7. The Blue Planet (ancien aquarium national du Danemark)……...60
I.7.1. Présentation et situation du projet……..…….60
I.7.2. Genèse du projet……..…..……61
I.7.3. Analyse du plan de masse……..…..……...61
I.7.4. Analyse des plans des niveaux……..…..……62
I.7.5.Détails constructifs et techniques de fonctionnement…..…..……63
Conclusion……..…..……64

Chapitre III. Etude du site d'intervention
Introduction……..…..……...65
I. Présentation de la ville d'Alger, le contexte globale du projet……..65
II. Situation et accessibilité……...66
II.1. Situation……..…..……66
II.2. Accessibilité ……..……..67
III. Environnement immédiat ……..……68
IV. Environnement socio-économique……..…..……69
IV.1. Répartition de la population selon les tranches d'âge……69
IV.2. Répartition de la population selon le niveau de l'instruction……..69
IV.3.Répartition de la population selon l'emploi……69
IV.4. Répartition de la population selon le taux d'activité……70
V. vocation et potentialités de la commune……..…..……...70
V.1. vocation de la commune……...70
V.2. potentialités de la commune……..70
VI. Environnement naturel……....71
VI.1 données climatiques……..71
VI.2. diagramme de Givoni / diagramme solaire……..76
VI.3. morphologie et topographie du site……79
VI.4. géologie……80
VI.5. hydrographie……....80
VII. Environnement bâti……..81
VII.1. Système viaire……81
VII.2. Typologie du bâti……83
Conclusion ……...91
Chapitre IV. Programmation et conception du projet d'étude
Introduction ……92
I. Phase conceptuelle ……92
I.1. Métaphore ……..92
I.2. Exemples de référence ……...93
I.3. Plan de situation ……94
I.4. Genèse de la forme……..95
II. Programme quantitatif et qualitatif……101
III. Organigrammes fonctionnels……106
II.1. Plan de masse……...106
II.2. Plan du sous-sol (-5.00 m)……...107
II.3. Plan du Rez de chaussée (± 0.00 m)……108
II.4. Plan du 1er étage (+6.00)……..109
II.5. Plan du 2eme étage (+10.00 m) ……110
IV. Descriptif des plans……...111
IV.1. Plan de masse……111

IV.2. Plans des différents niveaux……...113
V. Enveloppe du projet…….123
V.1. Façade principale ……123
V.2. Façade postérieure……...124
V.3. Façade latérale (aquarium)……..124
V.4. Façade latérale (secteur scientifique)……..125
VI. Evaluation environnementale……..125
VI.1. Stratégie du chaud……..126
A. Solutions bioclimatiques passives……..127
B. Solutions bioclimatiques actives……128
VI.2. stratégie du froid……129
A. Solutions bioclimatiques passives……..130
B. Solutions bioclimatiques actives……131
VI.3. Solutions bioclimatiques au niveau du plan de masse……...133
VII. Choix du système structurel……..134
VII.1. Structure mixte : poteau en béton armé et poutres métalliques……134
VII.2. Structure métallique ……135
VII.3. Les aquariums……..…..……137
Conclusion ……138

Conclusion générale.

Chapitre 03 : Naissance architecturale

Figure 1 : Schéma de structure du mémoire. … 5

Figure 2 : Protection solaire durant l'année …..... 11

Figure.3 : Zonage des espaces intérieurs …..... 11

Figure.4:. Mur capteur accumulateur …..... 12

Figure.5:. Serre bioclimatique … 13

Figure.6:. Puits canadien … 14

Figure.7:. Façade double peau …..... 16

Figure.8: Box window façade …..... 17

Figure.9:. Shaft box façade …..... 17

Figure.10 : Corridor façade … 18

Figure.11 : Multi storey façade . …..... 18

Figure.12 : canal comme espace tampon …..... 18

Figure.13 : canal comme extracteur d'air …..... 18

Figure.14 : canal comme double entrée et extracteur d'air … 18

Figure.15 : façade double peau ventilée sur l'extérieur naturellement 19

Figure.16 : Façade ventilée sur l'extérieur mécaniquement. … 19

Figure.17 : façade double peau en hiver …..... 20

Figure.18 : façade double peau en été … 20

Figure.19 : vue aérienne du projet. … 21

Figure.20 : Plan de situation …..... 21

Figure.21 : Immeuble de l'Organisation de Talal Abu-Ghazaleh … 21

Figure.22 : Les différents cas d'étude … 22

Figure.23:. Etude du cas de la façade double peau … 22

Figure.24 : L'aquarium d'eau de mer. …..... 31

Figure.25 : L'aquarium de Berlin. … 31

Figure.26 : Intérieur de l'aquarium, Jardin d'acclimatation . … 31

Figure.27 : L'aquarium du Jardin d'Acclimatation de Paris..... 31

Figure.28 : Le Jardin d'Acclimatation de Paris. … 31
Figure.29 : Musée d'histoire naturelle de Field, Shedd aquarium et Adler planétarium 32
Figure.30 : Georgia aquarium. …..... 32
Figure.31 : Le bassin tactile dans l'aquarium de Monterey …..... 32
Figure.32 : Répartition des différents espaces d'un musée aquarium …..... 33
Figure.33 : vue d'ensemble sur le projet. …..... 35
Figure.34 : Climatologie de la ville de Vladivostok ……..35
Figure.35 : coquillage. …..... 36
Figure.36 : forme du projet …..... 36
Figure.37 : vue aérienne du projet 36
Figure.38 : façade Ouest. …..... 37
Figure.39 : façade Ouest..... 37
Figure.40 : Plan de l'entre sol. …..... 38
Figure.41 : plan du RDC. … 39
Figure.42 : plan du 1er étage … 40
Figure.43 : Organigramme fonctionnel de l'entre-sol. …..... 41
Figure.44 : Organigramme du 1er étage. …..... 41
Figure.45 : Organigramme du RDC 41
Figure.46 : ventilation naturelle 42
Figure.47 : lanterneaux au niveau de la couverture … 43
Figure.48:. Éclairage zénithal + latéral au delphinarium … 43
Figure.49. façade double peau..... 44
Figure.50 : schéma des problèmes rencontrés + solutions 44
Figure.51 : système constructif …..... 45
Figure.52 : Matériaux de construction … 46
Figure.53 : type de revêtement + couverture …..... 46
Figure.54 : Antalya Aquarium …..... 49
Figure.55 : Climatologie de la ville d'Antalya … 50
Figure.56 : schéma montrant l'idée de l'architecte..... 50

Figure.57 : Plan de masse Antalya aquarium … 51

Figure.58 : Le site d'Antalya Aquarium 55

Figure.59 : Vue de chantier lors de l'excavation …..... 52

Figure.60:. Coupe transversale du projet …..... 52

Figure.61:. Coupe BB du projet …..... 52

Figure.62 : coupe schématique du projet …..... 52

Figure.63:. Plan de Rez-de-chaussée …..... 53

Figure.64:. Plan du 1er étage …..... 54

Figure.65. Organigramme du RDC 55

Figure.66:. Organigramme du 1er etage …..... 55

Figure.67. Façades de projet …..... 56

Figure.68:. Plan de masse 57

Figure.69. the blue planet … 61

Figure.70 : mouvement des poissons 61

Figure.71 : mouvement du tourbillon..... 61

Figure.72:. Genèse de la forme …..... 61

Figure 73: vue aérienne du projet The Blue Planet …….62

Figure.74 : plan du RDC … 63

Figure.75:. Organigramme du RDC …..... 64

Figure.76 : Solutions et techniques constructives..... 64

Figure.77 : Situation de la ville d'Alger à l'échelle … 65

Figure.78 : situation à l'échelle territoriale. …..... 66

Figure.79 : situation à l'échelle régionale … 66

Figure.80 : Situation à l'échelle communale … 67

Figure.81 : situation à l'échelle du quartier..... 67

Figure.82 : accessibilité vers le site … 68

Figure.83:. Environnement immédiat … 68

Figure.84:. Répartition de la population selon la tranche d'âge … 69

Figure.85 : Répartition de la population selon le niveau d'instruction … 69
Figure.86:. Répartition de la population selon l'emploi a la commune d'El Mohammadia …..... 69
Figure.87:. Répartition de la population selon le taux d'activité … 70
Figure.88. Différentes vocations d'El Mohammadia 70
Figure.89:. Diagramme de moyennes mensuelles des températures …..... 71
Figure.90. Cumuls mensuels des précipitations d'Alger…. 72
Figure.91:. Humidités relatives en (%) 72
Figure.92 : Vitesses de vent 73
Figure.93 trajectoire du soleil, date : 21-06-2018 74
Figure.94 : trajectoire du soleil, date : 22-12-2018 74
Figure.95:. : Trajectoire du soleil, date : 23-03-2018 …..... 74
Figure 96: trajectoire du soleil, date : 20-09-2018 ……75
Figure.97 schéma des vents affectant le site…..….75
Figure.98:. Diagramme de Givoni … 77
Figure.99 : diagramme solaire hiver Alger 78
Figure.100 : Diagramme solaire d'été … 79
Figure.101 Digramme solaire Printemps/automne. …..... 79
Figure.102 Plan de situation. … 79
Figure.103 : Coupes schématiques …..... 79
Figure.104 : carte montrant la nature du sol… 80
Figure.105 : Balade des Sablettes … 80
Figure.106 : Oued El-Harrach … 81
Figure.107 : cartes des voiries … 82
Figure.108 : La rocade nord (la RN 11… 82
Figure.109 : La rue colonel Menani …..... 83
Figure.110 : carte de la commune d'El Mohammadia… 83
Figure.111 : le tissu irrégulier 84
Figure.112 : immeuble du tissu irrégulier … 84
Figure.113 : le tissu radioconcentrique … 85

Figure.114 : immeubles du tissu radioconcentrique …. 85
Figure.115 : le tissu régulier … 86
Figure.116 : immeubles du tissu régulier … 86
Figure.117 : tissu nouveau …. 87
Figure.118 : immeubles du tissu nouveau … 87
Figure.119 : Cartes des gabarits…. 88
Figure.120 : Cartes des équipement … 88
Figure.121 : Mobula Mobular 92
Figure.122 : Primorsky aquarium 93
Figure.123 : The Blue Planet 93
Figure.124 : situation du projet 93
Figure.125 : Organigramme fonctionnel du plan de masse 106
Figure.126 : organigramme fonctionnel du sous-sol 107
Figure.127 : Organigramme fonctionnel du Rez-de-chaussée 108
Figure.128 : Organigramme fonctionnel du 1er étage 109
Figure.129 : Organigramme fonctionnel du 2eme étage 110
Figure.131 : Entités du projet 113
Figure.132 : carte de la forêt tropicale 118
Figure.133 : façade principale 123
Figure.134 : Façade postérieure 124
Figure.135 : Façade Latérale (aquarium) 124
Figure.136 : Façade latérale (secteur scientifique 125
Figure.137 : fonctionnement de l'atrium en hiver 127
Figure.138 : fonctionnement de la façade double peau en été 128
Figure.139 : Fonctionnement du puits canadien 128
Figure.140 : coupe AA 129
Figure.141 : fontionnement de l'atrium en été 130
Figure.142 : Fonctionnement de la façade double peau en été 130
Figure.143 : fonctionnement du puits canadien 131

Figure.144 : isolation par extérieur 131
Figure.145 : détail de l'isolation par l'extérieur 131
Figure.146 : fonctionnement panneaux photovoltaïques en été.....132
Figure.147 : degrès d'absorption des panneaux selon l'inclinaison.....132
Figure.148 : Plan de masse + solutions bioclimatiques 133
Figure.149 : aquadom berlin 134
Figure.150 : plan d'un niveau.....135
Figure.151 : aquarium du centre commericial.....135
Figure.152 : mur de soutenement 135
Figure.153 : détail poteau en béton armé 135
Figure.154 : poutres métalliques.....136
Figure.155 : enrobage d'un poteau métallique en béton 136
Figure.156 : poutres métalliques alvéolaires 136
Figure.157 : composantes de la poutre métallique en treillis 137
Figure.158 : double vitrage à basse émissivité 137
Figure.159 : Verre rétro-réfléchissant.....137
Figure.160 : Verre rétro-réfléchissant.....138

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Résultat de l'étape 01 de l'étude..... 23
Tableau 2 : Résultats de simulation de jour de pointe utilisant FDP pour Alexandria 24
Tableau 3 : Résultats de simulation de jour de pointe utilisant FDP pour le Caire 24
Tableau 4 : Résultats de simulation de jour de pointe utilisant FDP pour Assouan 25
Tableau 5 : Moyenne des heures d'ensoleillement par jour 73
Tableau 6 : Durée moyenne d'insolation Alger (en heures)..... 74

Introduction Générale

Introduction générale

La question du changement climatique s'est installée durablement au premier plan de l'actualité et des préoccupations des opinions publiques. Le secteur du bâtiment est poussé à réduire les consommations énergétiques dont il est responsable, à travers l'application des réglementations thermiques, et les labels de qualité environnementale ou de performance énergétique.

Dans la fin des années 90, apparaissent en Algérie les prémisses de prise de conscience sur l'obligation de créer de nouvelles initiatives qui vise à améliorer ces performances par les différents documents techniques tel que les DTR C3-2, DTR C3-4 concernant réglementations thermiques, DTR C 3.11 concernant l'isolation acoustique des parois aux bruits aériens et le DTR C 3.31 abordant la ventilation naturelle…, (CNERIB, 1997-1998), ainsi que le nouveau programme national de développement des énergies renouvelables PNEE, février 2011, qui vise à acquérir une meilleure connaissance du potentiel en énergies renouvelables (solaires et éoliennes), diminuer les coûts des filières photovoltaïques et éoliennes ainsi que les filières CSP (solaire thermique) sur le marché pour constituer des filières viables à considérer et enfin parachever une réglementation nationale cohérente et attractive en direction des investisseurs, (Programme National des Energies Nouvelles et Renouvelables, 2011).

Pour accentuer les programmes cités précédemment, le nouveau programme national de l'efficacité énergétique (PNEE) lancé par l'Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie (APRUE) dicte un nombre de directives qui abordent principalement : un développement des systèmes de petites cogénérations dans l'industrie et le tertiaire (100 opérations) et une diffusion des systèmes de chauffe eau et du chauffage des locaux au solaire thermique dans le secteur tertiaire (pour une surface maximale de 3000m²), (APRUE, 2011).

De nos jours, la baie d'Alger connaît d'importants aménagements dont l'objectif est d'en faire une grande métropole méditerranéenne sensée valoriser et moderniser l'image de la ville. Le plan stratégique 2009-2029 vise à faire d'elle une éco-métropole par la concrétisation d'une vision à quatre échelles : une ville ouverte au monde, une ville capitale, moteur de progrès économique et de cohésion sociale, une ville polycentrique par le renforcement de la cohésion territoriale, assurant la durabilité environnementale et la compétitivité économique

du territoire et une ville des proximités, par une réponse canalisée aux besoins des communautés locales visant leur bien-être, (2030)

La commune d'El Mohammadia occupe une situation stratégique, ainsi que par son potentiel économique, humain, professionnel et surtout touristique, doit avoir le privilège d'abriter des établissements de grande ampleur capables de comporter toutes ses qualités notamment celle d'appartenir à la baie d'Alger, et d'implanter un équipement qui va lui permettre de s'affirmer comme une métropole en méditerranée tout en tenant compte de l'aspect psychologique et social de l'usager autrement dit se régénérer le corps et l'esprit.

Problématique

Aujourd'hui, le besoin de se divertir est primordial pour l'Homme et surtout en plein milieu urbain où l'activité administrative et professionnelle prend le dessus, un grand manque de projets permettant cet avantage. En effet, El Mohammedia, de part ses potentialités et richesses naturelles mais aussi ses multiples vocations (culturelles, administratives, d'échange et de communication), se présente comme un nouveau centre susceptible d'abriter ce type d'équipements.

1. Comment notre projet peut-il contribuer au développement économique de la ville d'Alger tout en assurant un confort physique et moral aux usagers?
   comment peut-on contribuer au progrès économique et touristique de la métropole d'Alger
2. et quel équipement peut-t-il renforcer l'attractivité de la commune d'El Mohammadia et quels sont les procédés pouvant combiner entre tous les niveaux de confort, du bien être des usagers et le respect de l'environnement ?

Hypothèses

Pour répondre aux problématiques posées précédemment, nous avons établis les hypothèses suivantes :

1. Un aquarium pourrait contribuer au développement économique de la métropole ainsi qu'au renforcement de la vocation de divertissement ;
2. un aquarium assurerait le confort psychologique et physique de l'usager ;
3. un aquarium accompagné d'un secteur scientifique viseront à la préservation des espèces marines en voies de disparition et donc préserver le système de vie marine.

Objectifs

A travers ce projet, les objectifs attendus sont comme suit :

- D'arriver à concevoir un équipement avec toutes les commodités, qui vont l'induire à s'inscrire dans une ampleur métropolitaine ;
- d'intégrer l'équipement à son environnement en exploitant toutes les richesses du site pour réduire la consommation d'énergies, tout en assurant un confort optimal aux usagers ;
- de concevoir un projet doté d'une nouveauté et d'une originalité architecturale, sensé attirer les citoyens en général et inspirer les étudiants en architecture et les architectes en particulier à la nécessité d'économiser l'énergie dans la conception et l'exploitation des bâtiments ;
- d'intégrer les réglementations thermiques et énergétiques à travers notre projet et le rendre énergétiquement efficace.
- redynamiser le site: lancer le tourisme économique et culturel qui est un moteur de développement.
- modeler un environnement humain convivial dans le nouveau quartier.

Méthodologie de recherche

Pour apporter un éclairage théorique et pratique à notre thématique, il est primordial de suivre une méthodologie de recherche qui consiste à :

- Rédiger une introduction qui abordera le problème posé et la suivre d'une problématique qui répond aux objectifs définis ;
- identifier plusieurs solutions hypothétiques (hypothèses de recherche) autrement dit de solutions provisoires et prématurées qui doivent être confirmées ou infirmées ;
- notre activité de recherche va se faire de plusieurs façons par : observation, prospectives, documentation et travail sur terrain, pour aboutir à des résultats qui seront interprétés et discutés (vérifier l'authenticité des résultats obtenus, des hypothèses…) et réaliser un diagnostic ;
- enfin, une conclusion qui répondra aux solutions hypothétiques par confirmation ou infirmation et qui ouvrera les perspectives vers de nouvelles problématiques.

Structure du mémoire

Compte tenu des objectifs fixés, notre travail se structure en deux parties essentielles :

Partie théorique : elle consiste en toutes les connaissances théoriques du contexte et de la zone d'intervention ainsi que des connaissances par rapport au thème.

Cette partie se développe sur deux chapitres :

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

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

Partie pratique: qui est consacrée à l'étude du site d'intervention et la conception architecturale (conception d'un musée aquarium)

III. **Etude du site d'intervention :** une phase où l'on établie une lecture urbaine et une analyse sur différents aspects et à différentes échelles du lieu d'étude afin de le connaitre ainsi que toutes ses caractéristiques et exigences pour mettre en exergue les potentialités et les carences qui nous guideront dans l'intervention et la conception ;

IV. **Programmation et conception du projet d'étude** : C'est le passage de l'idée à sa concrétisation qui nécessite la maitrise de certains paramètres liés aux données de site, aux exigences de la thématique et aussi aux contraintes climatiques, ainsi que l'étude bioclimatique qui permet de mieux maitriser l'énergie du projet, l'insérer dans son contexte en proposant des techniques purement passives, mais aussi actives pour répondre le mieux aux concepts de l'architecture bioclimatique.

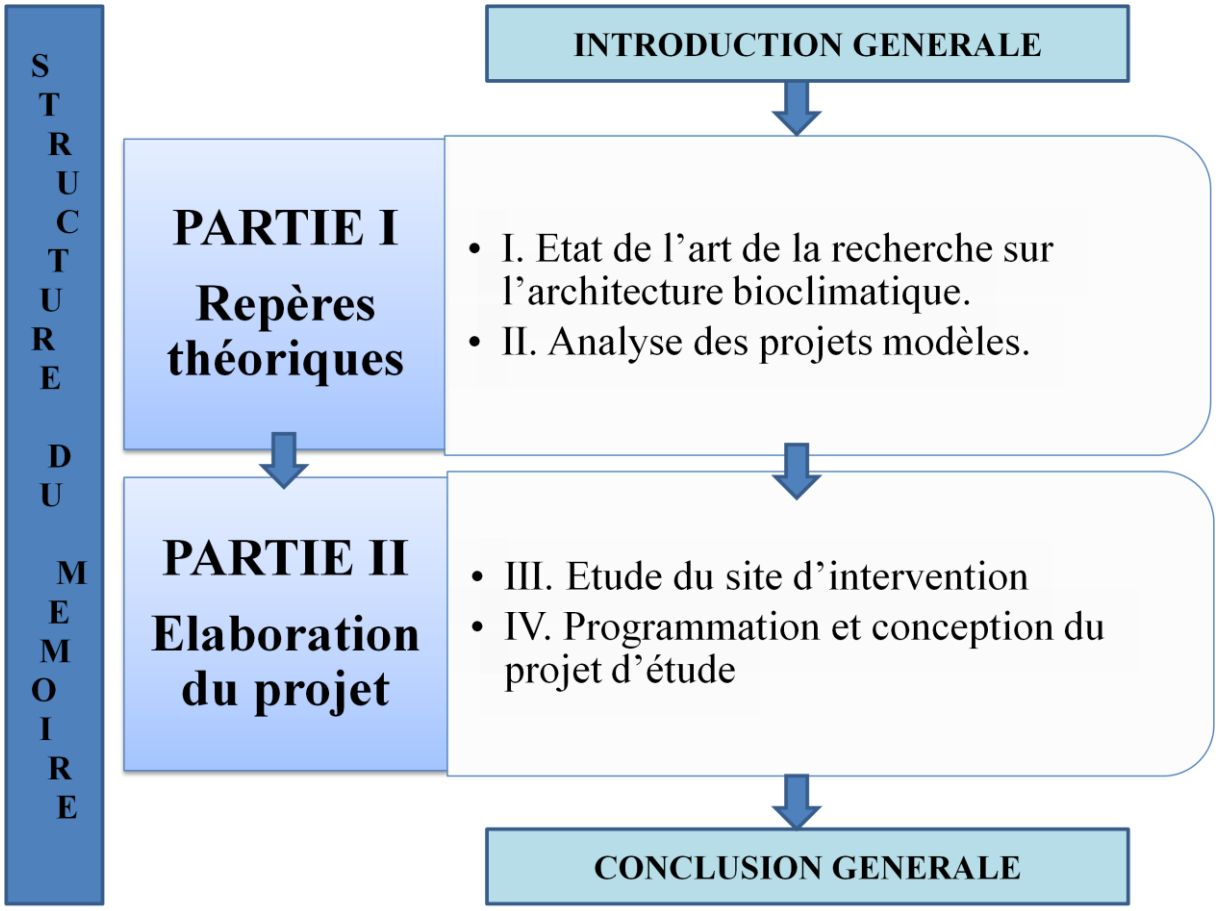


Figure 01 : Schéma de structure du mémoire
Source : auteurs

Première Partie

Repères théoriques

Chapitre I.

Etat de l'Art

Introduction

B.GIVONI a écrit : « la relation de l'architecture avec l'environnement est à l'ordre du jour ; elle concerne l'impact écologique et visuel, mais aussi les échanges entre le climat et les ambiances intérieures, cet aspect a été particulièrement négligé ces dernières années, mais il est devenu en raison de crise de l'énergie, un des principaux thèmes de recherche en matière d'architecture.», (Givoni, 1978).

La standardisation actuelle tend à éloigner l'architecture de son environnement, mais le retour de tels concepts apparaît inévitable dans des pays confrontés à un problème d'accès à l'énergie mais aussi par rapport à la problématique globale du réchauffement climatique. Ainsi, l'architecture bioclimatique répond en partie à cette problématique par l'intégration de concepts passifs permettant de minimiser le recours à la consommation énergétique et l'impact sur l'environnement sans négliger le bien-être de l'occupant.

L'enjeu est de proposer des espaces confortables et économes énergétiquement en utilisant au maximum les ressources disponibles à proximité (ressources matérielles, main-d'œuvre, valeurs culturelles également), (Lavoye, 2008).

I. Définition de l'architecture bioclimatique

On parle de conception bioclimatique lorsque l'architecture du projet est adaptée en fonction des caractéristiques et particularités du lieu d'implantation, afin d'en tirer le bénéfice des avantages et de se prémunir des désavantages et contraintes. L'objectif principal est d'obtenir le confort d'ambiance recherché de manière la plus naturelle possible en utilisant les moyens architecturaux, les énergies renouvelables disponibles et en utilisant le moins possible les moyens techniques mécanisés et les énergies extérieures au site. Ces stratégies et techniques architecturales cherchent à profiter au maximum du soleil en hiver et de s'en protéger durant l'été. C'est pour cela que l'on parle également d'architecture «solaire» ou «passive», (eRT2012, 2018).

Le choix d'une démarche de conception bioclimatique favorise les économies d'énergies et permet de réduire les dépenses de chauffage et de climatisation, tout en bénéficiant d'un cadre de vie très agréable, (eRT2012, 2018).

II. Evolution de la pensée

- **Période vernaculaire**

  Des constructions ancrées dans leur environnement, qui répondent à la géographie, aux conditions climatiques et à leur époque.

- **Les années 1960-70**

  ✓ Frank Lloyd Wright pose les bases d'une architecture organique. Pour lui « le bâtiment doit s'inscrire organiquement dans le paysage, les orientations de l'espace, et emprunter à la nature sa richesse volumétrique et sa liberté de composition ».

  ✓ Le Corbusier s'intéressait de plus en plus aux paramètres climatiques (introduction du brise soleil à Alger en 1932, intégration du végétal face aux parois du béton).

  ✓ L'intégration forte du climat par Alvar Aalto (climat et site forment des soucis constants, compacité au nord).

- **Les années 1990-95**

  Le développement d'outils d'aide à l'optimisation de la conception énergétique des bâtiments résidentiels et de bureaux (Habitat passif en Allemagne et en Autriche, Green building Tool en Amérique du Nord…).

- **1996-99**

  ✓ réalisation de fascicules techniques sur la gestion énergétique des espaces bâtis, sur la gestion des consommations.

  ✓ développement de l'utilisation rationnelle de l'éclairage artificiel et de sa régulation, en complément à l'éclairage naturel.

- **2003-2006**

  ✓ étude de l'isolation thermique des bâtiments par l'intérieur et développement de recherches sur les enjeux de la gestion de l'eau.

  ✓ établissement de "design guidelines" concernant les double-peaux, la ventilation et l'ombrage.

  ✓ début de la mission d'expertise sur la performance énergétique des bâtiments.

- **2008-2011**

  ✓ développement de recherches sur les enjeux environnementaux du choix des matériaux de construction.

  ✓ développement de recherches sur les enjeux environnementaux des déchets de construction.

III. Principes de l'architecture bioclimatique

L'architecture bioclimatique possède des principes équivalents à ceux du développement durable.

Elle s'inscrit dans une démarche de respect de l'environnement. C'est une pratique écologique qui utilise les matériaux et les systèmes les plus simples pour procurer un maximum de confort pour l'individu (chauffage, ventilation, évacuation des eaux…).

Les principes du bioclimatisme sont les suivants :

III.1. Intégration au site

Il s'agit du premier principe de l'architecture bioclimatique : il est indispensable d'avoir une parfaite connaissance des vents dominants, de la radiation solaire incidente et des masques solaires voisins, des risques d'inondations, de la végétation environnante et des objectifs de confort…, (Chabi, 2009)

« Faut-il se protéger du vent dominant ? A-t-on besoin de gains solaires ?... » La réponse à ces questions permettra d'optimiser la forme géométrique du bâtiment, son implantation, la position et le type d'ouvertures ou encore l'aménagement intérieur. L'implantation du bâtiment doit aussi tenir compte de son impact futur sur l'environnement immédiat, ce qui s'inscrit aussi dans la définition du développement durable prononcé par Brundtland, (Brundtland, 1987)[1]

III.2. Choix des matériaux

Pour une construction bioclimatique, les matériaux à faible empreinte écologique[2] sont préférés aux matériaux classiques.

L'énergie associée à un matériau définit son empreinte écologique. Plus l'énergie grise[3] d'un élément de construction est élevée, plus son impact sur l'environnement sera important. Cette énergie grise informe sur le bilan énergétique du matériau durant tout son cycle de vie, de sa fabrication à son recyclage, (Maréchal, 2009).

---

[1] Le développement durable est « un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs »

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

[3] L'Energie Grise correspond à la dépense énergétique totale pour l'élaboration d'un matériau, tout au long de son cycle de vie, de son extraction à son recyclage en passant par sa transformation, une énergie évaluée en kWh/tonne.

III.3. Implantation et orientation du bâtiment

L'emplacement et l'orientation sont parmi les premières considérations dans la conception d'un bâtiment neuf écoénergétique[4]. Ce sont ces considérations de réduction à la source qui sont incontournables pour les stratégies passives.

Elles peuvent avoir des conséquences directes sur la consommation énergétique du bâtiment ainsi que des conséquences indirectes sur la consommation énergétique des utilisateurs et sur la qualité de leur environnement, (Porcher & Eddy, 2019).

III.4. La forme et la configuration architecturale

Une forme bâtie le plus compacte possible permet de réduire les déperditions thermiques qui sont en fonction des surfaces des parois en contact avec l'extérieur.

Le paradigme actuel de réduction des émissions nuisibles à l'environnement et, par là-même, de réduction de la consommation énergétique induit des réflexions sur les vertus de la compacité du bâti. La compacité peut être appréhendée sous différents angles, que ce soit par rapport aux représentations de la ville traditionnelle qu'elle véhicule, par rapport à la question de la dispersion des polluants en milieu urbain, ou toute autre dimension environnementale et sanitaire.

À l'échelle du bâti, la compacité représente le rapport entre le volume d'un bâti avec sa surface d'enveloppe en contact avec l'extérieur. Il s'agit donc d'un rapport entre un volume chauffé ou climatisé et la surface dissipant l'énergie consommée. (Arantes, 2016).

III.5. Distribution intérieure des espaces

Les divers espaces peuvent être répertoriés et organisés selon leur occupation et les besoins thermiques journaliers et saisonniers. Au nord, se placeront les espaces ne nécessitant pas de chauffage ou une chaleur de confort ou à utilisation occasionnelle. Au sud, on dispose les espaces ou les murs «capteurs de calories » afin de réduire les déperditions thermiques nocturnes en hivers. À l'est et à l'ouest, se placeront les espaces nécessitant un chauffage tempéré.

[4] Un élément *écoénergétique* permet d'économiser de l'énergie par rapport à un élément plus énergivore. Les conséquences sont bonnes, puisque cela économise de l'argent mais aussi l'émission des GES de l'effet de serre, (Aquaportail)

III.6. Ventilation naturelle

Dans la ventilation naturelle, aucun système mécanique n'intervient. L'air se déplace grâce aux différences de pression, dues au vent, qui existe nt entre les façades du bâtiment et grâce à la différence de masse volumique en fonction de sa température, c'est le tirage thermique ou l'effet cheminée. La circulation de l'air est donc totalement naturelle.

La consommation d'énergie d'un bâtiment varie suivant divers facteurs : type d'espace à ventiler, compacité du volume, orientation, performance de l'isolation thermique, qualité de l'étanchéité à l'air…etc. La ventilation, par contre, engendre des déperditions sensiblement égales quel que soit le type de volumétrie et l'orientation du bâtiment ; ces déperditions varient, en fait, en fonction des débits d'air nécessaires à l'occupation des locaux, (EnergiePlus, 2019).

III.7. Eclairage naturel

La lumière naturelle est la partie visible du rayonnement énergétique provenant du soleil. Sa disponibilité dépend de nombreux paramètres dont la position du soleil et la couverture nuageuse. La distribution de la lumière naturelle provenant du soleil et de la voûte céleste peut être modélisée par différents types de ciel. Les grandeurs photométriques permettent de quantifier la lumière naturelle reçue par une surface : l'éclairement, et l'impression visuelle produite : la luminance. L'éclairement est la grandeur la plus utilisée même si elle n'est pas toujours la plus adaptée pour caractériser les ambiances lumineuses. Les objets et matériaux absorbent, réfléchissent ou transmettent la lumière naturelle de manière plus ou moins sélective. C'est notamment au travers de ces processus que sont définies les couleurs et les luminances perçues par l'œil.

IV. Dispositifs de l'architecture bioclimatique

IV.1. Protection solaire

L'existence de protections solaires contribue à minimiser fortement les apports solaires directs provenant de la transmission par les vitrages, souvent source de gêne et de surchauffes en été. Différents dispositifs permettent d'occulter la lumière du jour ou de se protéger des rayons solaires provenant des fenêtres : à l'extérieur, volets (pleins, roulants, brisés), persiennes, jalousies, stores… ou à l'intérieur, volets intérieur, rideaux, stores…

La protection solaire (permettant d'optimiser la captation solaire) est calculée en fonction de la latitude à laquelle se trouve le bâtiment, la course apparente du soleil et l'angle d'inclinaison du soleil à chaque solstice et équinoxe, (Ecolabel, 2019).

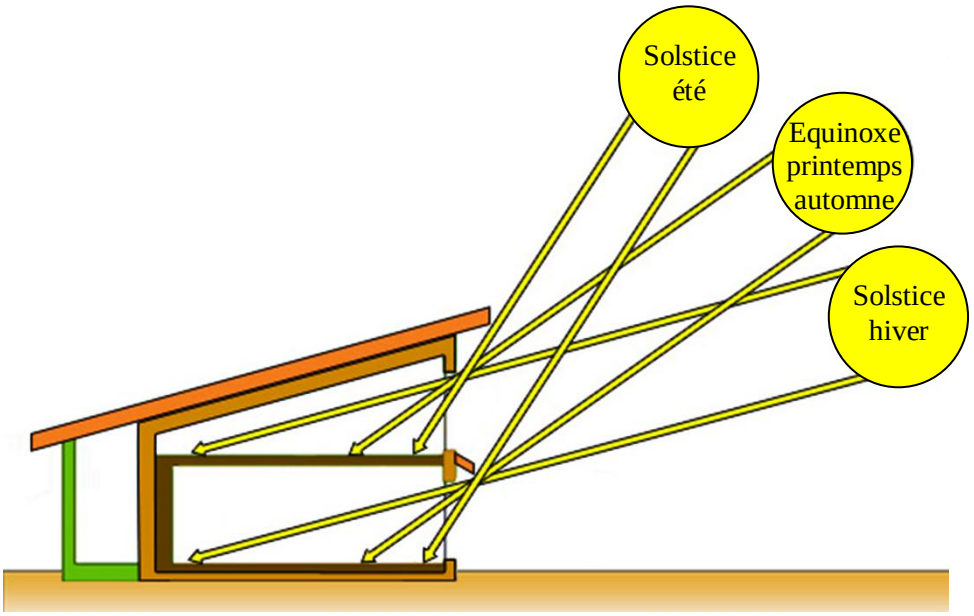


Figure 2 : Protection solaire durant l'année
Source : http://www.ecoloti.com/La-protection-solaire.html

IV.2. Espaces tampon

Les espaces tampons sont des espaces intermédiaires qui jouent le rôle de transition et protection thermique.

Ils ont pour rôle la réduction de déperditions par la distribution rationnelle de la chaleur, permettant de diminuer les fluctuations trop brutales de température, spécialement quand ils sont situés au Nord ou en façades exposées aux vents dominants. Des espaces tampons totalement extérieurs jouent aussi un rôle de coupe-vent ou favorisent un microclimat limitant les déperditions thermiques, (Mazari, 2012).

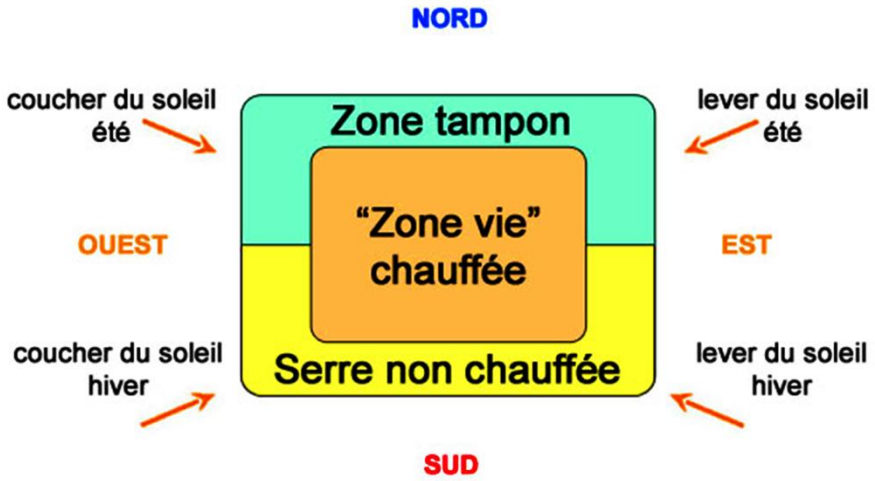


Figure 3 : Zonage des espaces intérieurs
source : http://www.ecoloti.com/La-protection-solaire.html

IV.3. Mur capteur accumulateur

Le principe : Les murs capteurs accumulateurs sont généralement installés en façade sud pour capter un maximum de rayonnement. Le jour, le soleil traverse le vitrage et chauffe le mur par conduction. Le rayonnement se diffuse ensuite vers l'intérieur avec un temps de déphasage pour chauffer la nuit.

Sa performance dépend de 5 facteurs :

- L'orientation : sud avec une tolérance de 20° à 30°.
- La surface : en climat tempéré, il faut compter environ 0,30 à 0,60 m² de mur capteur par m² de surface habitable. Il faudra cependant prendre en compte la présence d'autres surfaces capteuses (baies vitrées, serre).
- L'épaisseur et les matériaux : son épaisseur dépend de l'inertie et de la diffusivité du matériau. Il faudra un déphasage de 8 à 10 heures. Une brique de terre remplie avec de la terre argileuse possède par exemple un bon déphasage avec une faible amplitude.
- La couleur et la rugosité du mur : les couleurs sombres comme le noir, le bleu et le vert foncé et les matériaux rugueux augmentent la surface d'absorption des rayons.
- La nature et la qualité du vitrage : utiliser du double, triple vitrage ou un double vitrage à isolation renforcée ; se référencer à la partie vitrage, (Etudiants en licence professionnelle "Conseiller Technique en Environnement et Habitat").

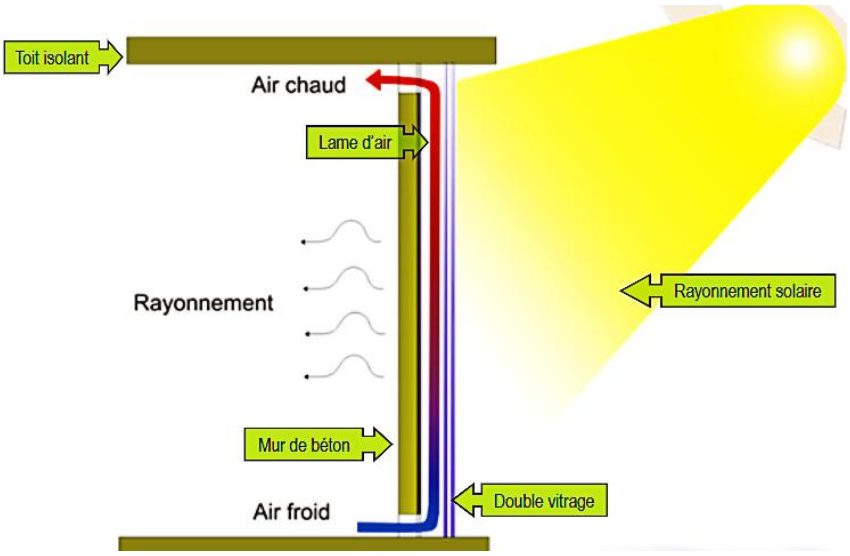


Figure 4 : Mur capteur accumulateur/
source : https://slideplayer.fr/slide/10447792/

IV.4. Serre bioclimatique

La serre bioclimatique est une structure qui s'inscrit dans une démarche environnementale et durable. Comme le terme l'indique, la serre bioclimatique utilise les variations du climat : son fonctionnement suit les variations environnementales et climatiques pour assurer un chauffage et une régulation naturelle de la structure.

Concrètement, la serre bioclimatique se chauffe grâce aux rayons du soleil : construite à l'aide de matériaux favorisant : la captation, l'isolation et la conservation de la chaleur extérieure, (Lefebvre, 2014).

En hiver, La serre aura pour rôle de **capter l'énergie solaire** en journée, de la **piéger** et de la **stocker** dans des éléments massifs (dalle, mur, bassin - l'eau a une excellente capacité thermique) qui la restitueront la nuit.

En été, elle pourra servir de **"cheminée" thermique** : l'air chaud ayant tendance à monter, des ouvertures en partie haute permettront de "forcer" la ventilation en "aspirant" l'air intérieur, (Berbigier, 2011).

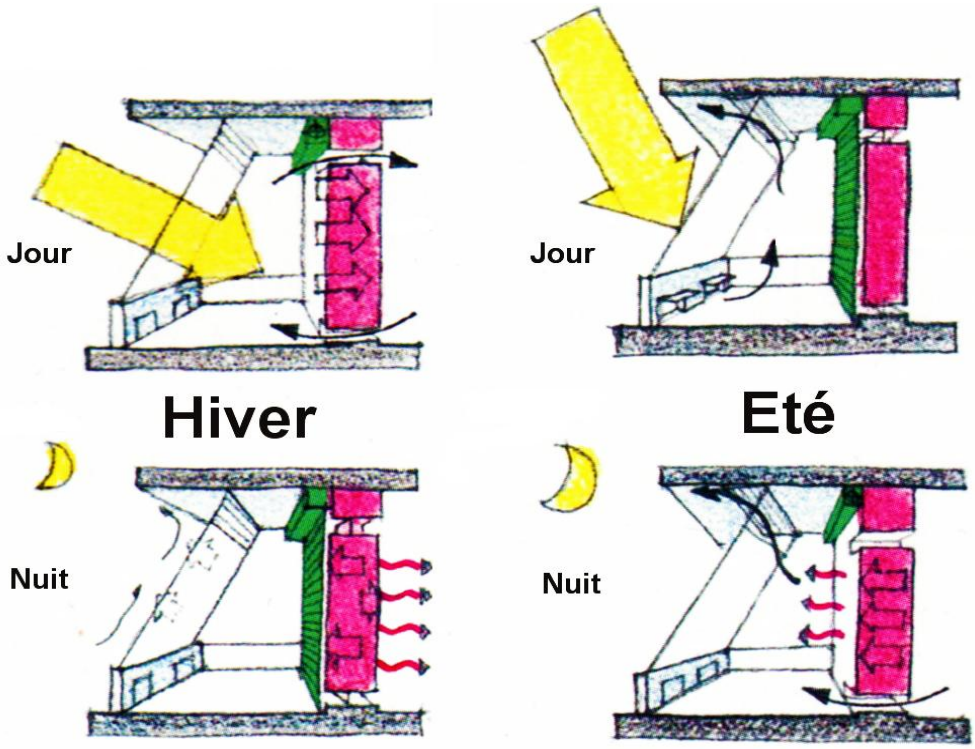


Figure 5 : Serre bioclimatique
Source : http://www.cobse.fr/techniques_specifiques.html

IV.5. Capteur à air

- **Le puits canadien** : Le puits canadiens (ou son homologue le "puits provençal") permet de préchauffer (pré refroidir) l'air neuf d'un système de pulsion mécanique par l'intermédiaire d'un conduit d'amenée d'air enfoui dans le sol, en complément de la récupération de chaleur éventuelle.

- **En hiver,** le sol, à une profondeur de 1.30, est plus chaud que la température extérieure : l'air froid est donc préchauffé lors de son passage dans les tuyaux. Avec ce système, l'air aspiré ne sera pas prélevé directement de l'extérieur, d'où une économie de chauffage.

- **En été,** le sol est, à l'inverse, plus froid que la température extérieure : ce principe va donc utiliser la fraîcheur relative du sol pour le refroidissement naturel de l'air entrant dans le bâtiment.

Il semble que le puits canadien permette une économie de l'ordre de 20 à 25 % de la consommation liée au chauffage de l'air neuf (5 à 10 % de la consommation totale de chauffage) et permette un rafraîchissement naturel de l'air en été. Le coût du puits canadien dépend de la conception du bâtiment. Par exemple, l'intégration dans les fouilles du bâtiment ne demande pas d'excavation supplémentaire, (Loyau, 2019)

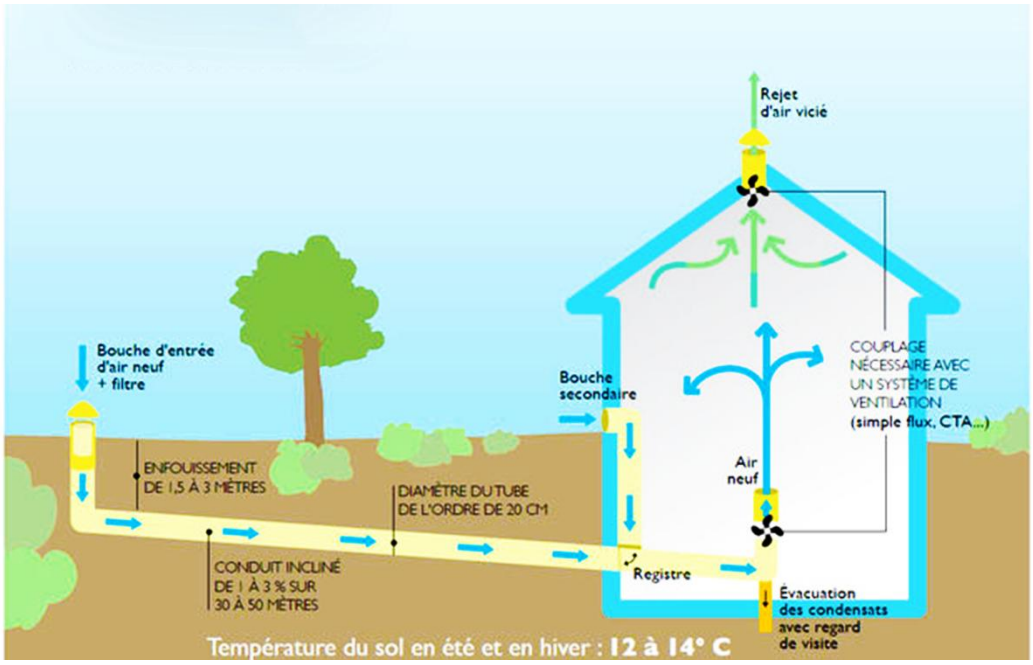


Figure 6 : Puits canadien
source : https://www.lemoniteur.fr/article/puits-canadiens-complexes-et-peu-efficaces.1373204

- **Le capteur à air :** Ce dispositif, situé à l'extérieur sous forme d'un panneau sombre recouvert d'une plaque transparente, utilise la chaleur du soleil pour réchauffer et assainir l'air ambiant de l'espace intérieur sans avoir recours au chauffage énergétique, (Maël, 2019)

Un capteur à air chauffe l'air grâce à un effet de forçage radiatif, et effet de serre. Par effet thermosiphon, l'air chaud monte dans la couche coincée entre le mur et la plaque de verre entrainant ainsi l'air frais placé sur les faces sud du bâtiment extérieur qui se chauffe en passant dans le capteur.

IV.6. Façade double peau

La façade double peau constitue une typologie particulière constituée de deux parois, une paroi extérieure entièrement vitrée et une paroi intérieure massive ou transparente capables d'accumuler la chaleur séparées par un canal ventilé généralement, d'une épaisseur qui est comprise entre 20 et 120 cm. Elle se compose de deux vitrages, une protection solaire et un canal, (Haddouche, 2012)

L'intégration d'une «Double Peau» en général a pour objectif :

- l'utilisation des gains solaires ;
- la réduction de la demande d'énergie de chauffage ;
- l'utilisation adaptée des protections solaires et ainsi une réduction des besoins d'énergie de rafraîchissement (réduction des apports solaires directes) ;
- l'amélioration de l'isolation aux bruits extérieurs ;
- le refroidissement nocturne efficace ;
- l'augmentation de la durée de vie des éléments protégés de la façade, la prise en charge de fonctions techniques supplémentaires ;
- l'amélioration des conforts d'ambiance grâce à la ventilation naturelle et une meilleure qualité des conditions thermiques, (ELAN, 2009)

➢ **Fonctionnement de la façade double peau**

Entre les différentes couches de verre et les lames d'air se produisent des échanges thermiques de plusieurs types. La lumière du soleil vient frapper successivement les différentes couches de verre. Au niveau de chaque interface verre-air, une partie du rayon est transmise, une partie est réfléchie et le reste est absorbé par le vitrage.

- **Les échanges radiatifs :** Lorsque deux verres en vis-à-vis ont des températures de surface différentes, le vitrage le plus chaud cède une partie de sa chaleur au vitrage le plus froid par rayonnement. L'importance de cet échange radiatif dépend uniquement du traitement subi par les faces des vitrages.
- **Les échanges conducto-convectifs :** Le verre peut également céder de la chaleur à la lame d'air qu'il délimite afin d'éviter une surchauffe au niveau du vitrage. Accroître la distance entre les vitrages permet alors de limiter les échanges.
- **Les échanges par ventilation :** La chaleur absorbée par les verres est transmise aux lames d'air, qui ont tendance à s'échauffer. Pour limiter cet échauffement, il peut être utile de ventiler les lames d'air avec un air plus frais en été et notamment en ventilation naturelle nocturne, (ELAN, 2009)

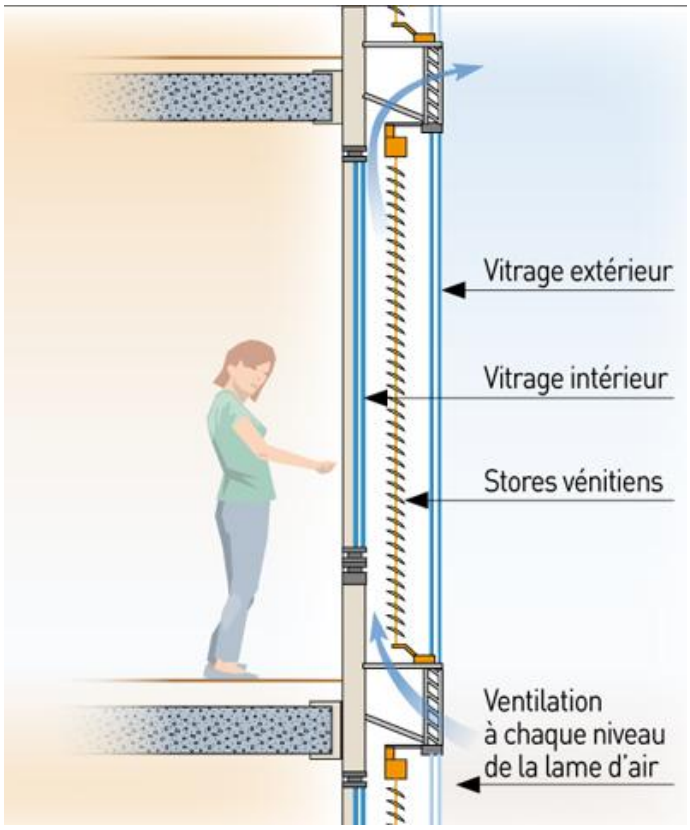


Figure 7 : Façade double peau
source : https://www.ffbatiment.fr/federation-francaise-du-batiment/laffb/mediatheque/batimetiers.html?ID_ARTICLE=1117

- **La façade double peau et l'efficacité énergétique**

On exige toujours plus des façades qui, outre leur rôle de protection passive contre la pluie, la chaleur et le froid, deviennent à présent actives en réagissant à leur environnement et en jouant en quelque sorte le rôle d'une peau où siègent des échanges entre l'intérieur et

l'extérieur, parmi celles-ci, les architectes dernièrement s'interesse plus à la façade double peau vu ses capacités energetiques.

Comme cité auparavant(paragraphe titre 06.p16), la façade double peau se constitue de deux parois vitrés séparé d'un canal.

Il existe plusieurs types de façades double peau selon le type de ventilation et du canal :

a) Selon le type de ventilation

1. Box Window façade : a des ouvertures vers l'intérieur pour faciliter l'entrée de l'air frais et réduire la propagation des ondes sonore et les odeurs (confort acoustique et olfactif) ;

2. Shaft Box Façade : cette forme recommande moins d'ouvertures dans la façade extérieure pour un meilleur confort acoustique ;

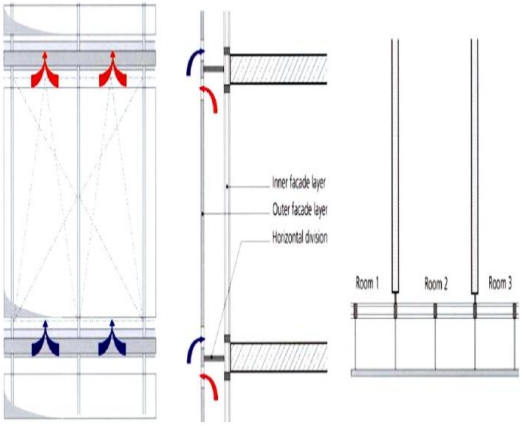


Figure 8 : Box window façade
source :https://www.academia.edu/25524982/Double_Skin_Fa%C3%A7ade_Effect_on_Thermal_Comfort_and_Energy_Consumption_in_Office_Buildings

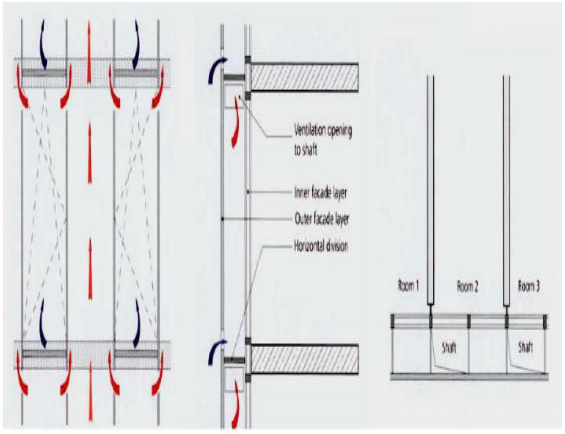


Figure 9 : Shaft box façade
Source :https://www.academia.edu/25524982/Double_Skin_Fa%C3%A7ade_Effect_on_Thermal_Comfort_and_Energy_Consumption_in_Office_Buildings

3. Corridor Façade : dans ce type, la façade est fractionné horizontalement par niveau pour garantir un confort acoustique et une protection contre les incendies, ses ouvertures sont généralement ventilées mécaniquement ;

4. Multi Storey Façade : ce type ne nécessite pas d'ouvertures au niveau de la façade exterieures puisque la ventilation se fait par une entrée d'air au niveau bas et une sortie d'air au sommet.

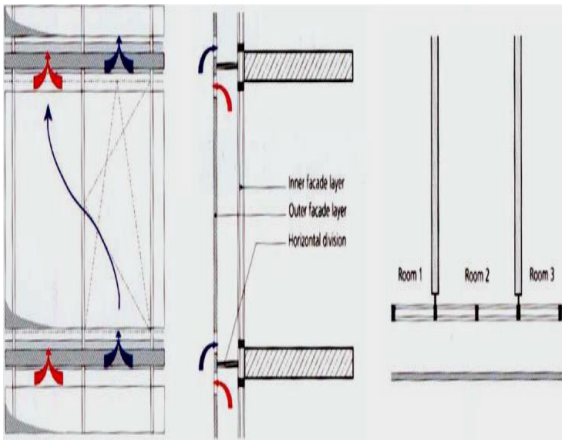


Figure 10 : Corridor façade
Source :
https://www.academia.edu/25524982/Double_Skin_Fa%C3%A7ade_Effect_on_Thermal_Comfort_and_Energy_Consumption_in_Office_Buildings

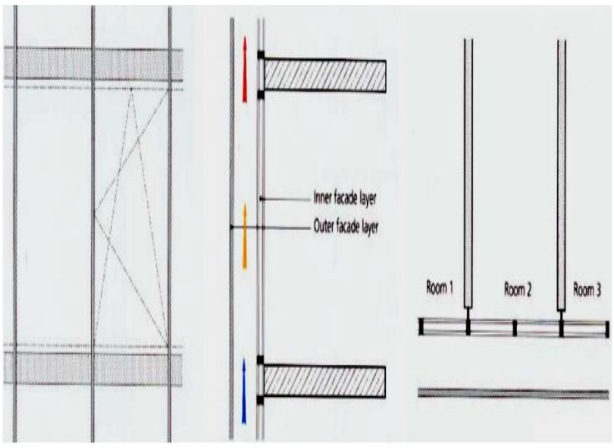


Figure 11 : Multi storey façade
Source :
https://www.academia.edu/25524982/Double_Skin_Fa%C3%A7ade_Effect_on_Thermal_Comfort_and_Energy_Consumption_in_Office_Buildings

b) Selon le type du canal

1. Canal comme espace tampon ;
2. Canal comme extracteur d'air ;
3. Canal comme double entrée d'air et extracteur d'air .

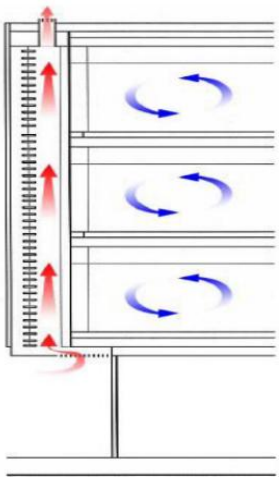


Figure 12 : Canal comme espace tampon

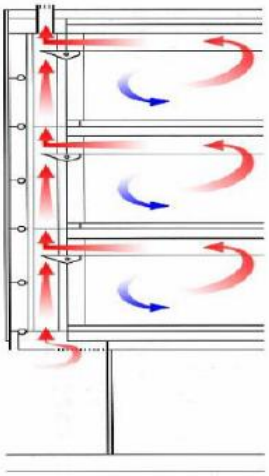


Figure 13 : Canal comme extracteur d'air

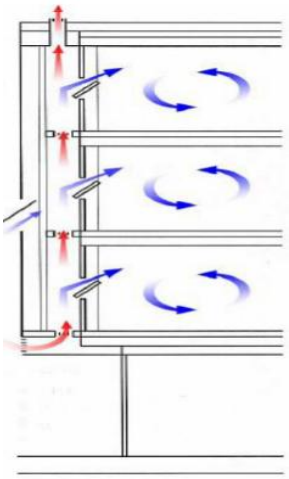


Figure 14 : Canal comme double entrée et extracteur d'air

Source :https://www.academia.edu/25524982/Double_Skin_Fa%C3%A7ade_Effect_on_Thermal_Comfort_and_Energy_Consumption_in_Office_Buildings

➢ **Mode de ventilation de a façade double peau**

1. **FDP ventilée sur l'extérieur naturellement**: Le sens de circulation de l'air dans les façades double peau ventilée naturellement se fait de l'extérieur vers l'extérieur. L'air extérieur entre en partie basse et monte par convection dans la lame d'air et ressort à l'extérieur en partie haute ;

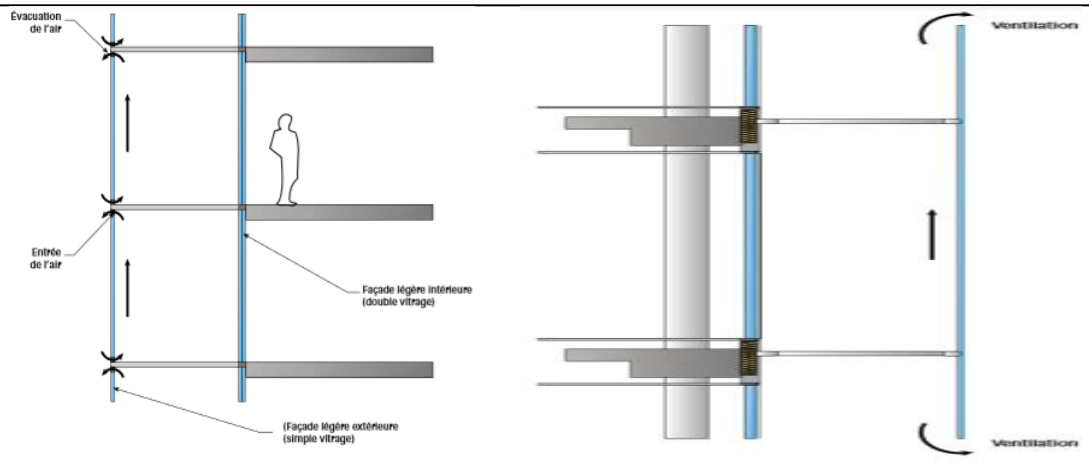


Figure 15 : Façade double peau ventilée sur l'extérieur naturellement
Source : https://docplayer.fr/10247167-Facade-multiple-double-peau-ventilee-naturellement-sur-l-exterieur.html

2. FDP ventilée sur l'extérieur mécaniquement: est une façade dont la lame d'air est mise en communication avec l'intérieur du bâtiment par un système de ventilation mécanique . La paroi intérieure est constituée de vitrage simple et la paroi extérieur par de vitrages isolants . La ventilation d'air est réalisée par une extraction mécanique avec un débit d air forcé. Le sens de circulation du flux d'air se fait de l'intérieur vers l'extérieur

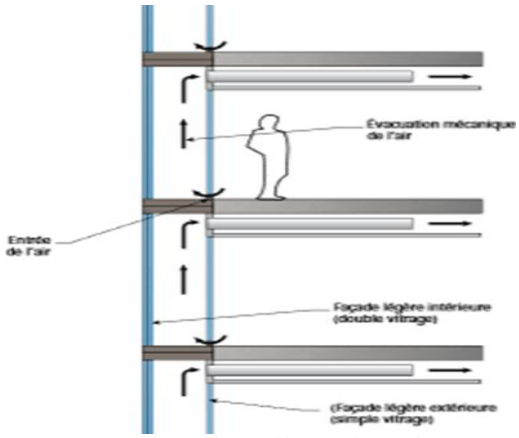


Figure 16 : Façade ventilée sur l'extérieur mécaniquement
Source : https://docplayer.fr/10247167-Facade-multiple-double-peau-ventilee-naturellement-sur-l-exterieur.html

- **STRATÉGIE DU CHAUD ET DU FROID**
  - **HIVER :** la double peau étant fermée, nous utilisons le rayonnement solaire afin de réchauffer l'air intérieur de la double peau et d'emmagasiner un maximum de chaleur solaire ;
  - **ÉTÉ :** la prévention de la surchauffe de l'air intérieur en ventilant naturellement l'air contenu dans la double peau permet à l'air chaud de la double peau d'être maintenu hors du bâtiment.

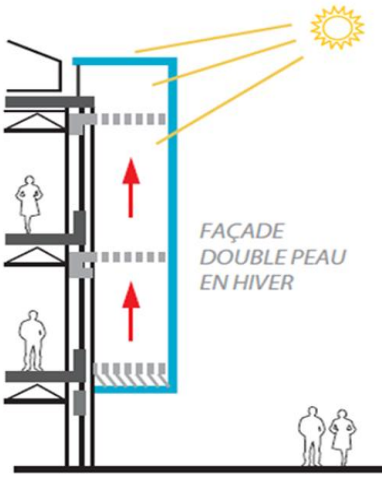


Figure 17 : Façade double peau en hiver

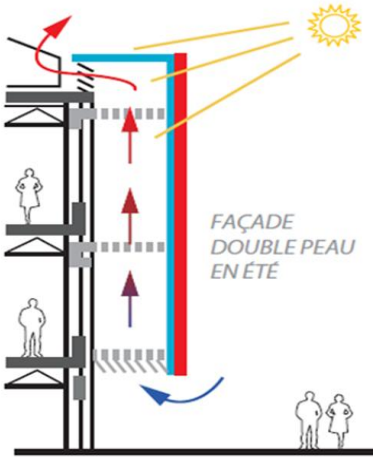


Figure 18 : Façade double peau en été

Source :http://www.souchier-boullet.com/prescription/prescription-gestion-energetique/facade-bioclimatique-intelligente-fci/

- **Types de canaux :**

Catégorie 01: comprend les canaux fractionnés horizontalement. Dans ce cas, la "façade de type double-peau" s'étend seulement sur un seul niveau .

Catégorie 02 :comprend les canaux non fractionnés horizontalement. Dans ce cas, la "façade de type double-peau" est continue sur plusieurs étages.

Catégorie 03 : Ce type ressemble plus à des fenêtres double-peau. Leur gestion est plutôt individualisée.

- **Etude de la performance énergetique de la façade double peau**

il s'agit d'une étude établie par « Ahmed Faggal », membre de la faculté d'architecture de l'université de Ain Shams.au Caire,Egypte.

Une étude sur l'efficacité energetique de la façade a été efféctuée en Egypte en simulant un immeuble de bureaux dans différentes ville à differents climats (Alexandrie[5], Caire[6] et Assouen[7]),(Faggal, 2014).<

[5] Le climat à Alexandrie est dit désertique. Il n'y a pratiquement aucune précipitation toute l'année dans Alexandrie. La carte climatique de Köppen-Geiger y classe le climat comme étant de type BWh. En moyenne la température à Alexandrie est de 20.6 °C. Les précipitations annuelles moyennes sont de 183 mm.

[6] Le Caire à un climat désertique. A Le Caire, la pluie est pratiquement inexistante. La classification de Köppen-Geiger est de type BWh. En moyenne la température à Le Caire est de 21.3 °C. Il tombe en moyenne 18 mm de pluie par an.

[7] Assouan à un climat désertique. A Assouan, la pluie est pratiquement inexistante. La classification de Köppen-Geiger est de type BWh. Assouan affiche 26.8 °C de température en moyenne sur toute l'année. Les précipitations annuelles moyennes sont de 1 mm.

Il s'agit de l'immeuble de l'Organisation de Talal Abu-Ghazaleh au Caire, Egypte.

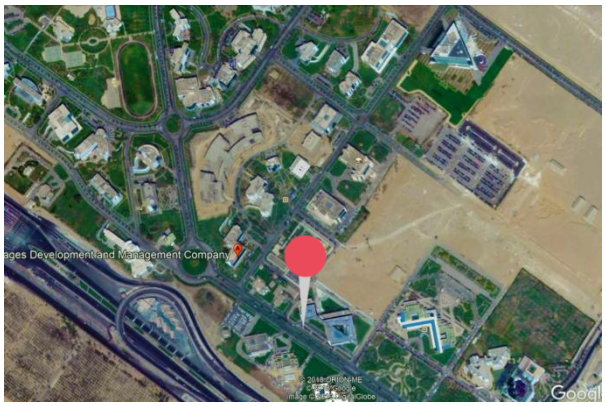


Figure 19 : Vue aérienne du projet
Source : Google Earth

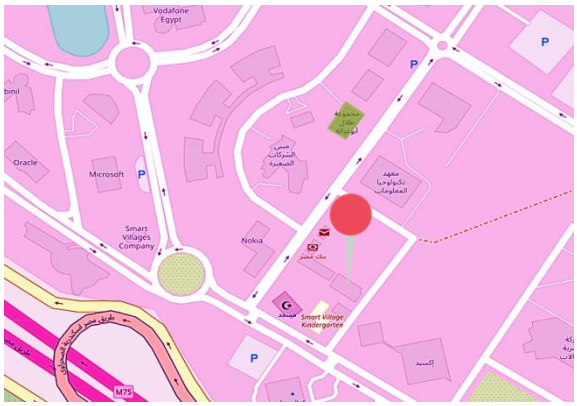


Figure 20 : Plan de situation
Source : opensreetmap.org

Figure 21 : Immeuble de l'Organisation de Talal Abu-Ghazaleh
Source :www.talalabughazaleh.com

L'étude s'est effectuée en trois étapes :

- **Etape 01**

Étudier la température de l'air et la consommation énergétique durant toute l'année pour définir le jour de pointe et l'orientation la plus défavorable dans les 3 villes ;

- **Etape 02**

Étudier les performances thermique de l'immeuble de bureaux en utilisant les murs standards (mur-rideau à double vitrage) comme cas de référence pendant le jour de pointe selon les différentes orientations ;

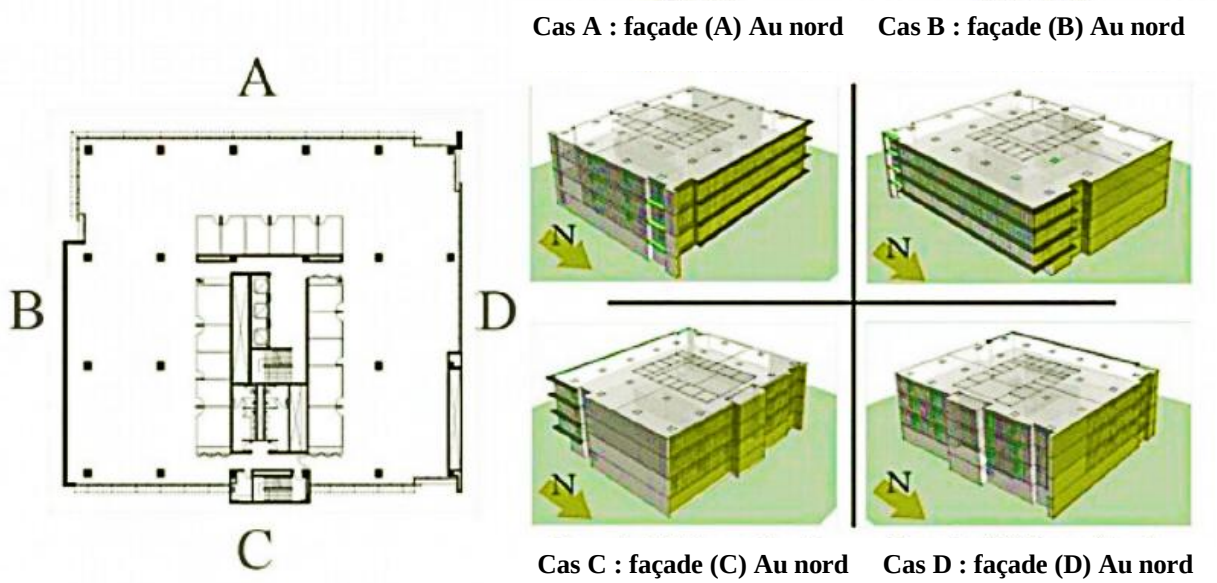


Figure 22 : Les différents cas d'étude
Source :https://www.academia.edu/25524982/Double_Skin_Fa%C3%A7ade_Effect_on_Thermal_Comfort_and_Energy_Consumption_in_Office_Buildings

- **Etape 03**

Remplacer les murs rideaux à double vitrage par une façade double peau type corridor avec une cavité de 1.3 m. Une coursive en grille a été ajouté à chaque étage pour la maintenance.

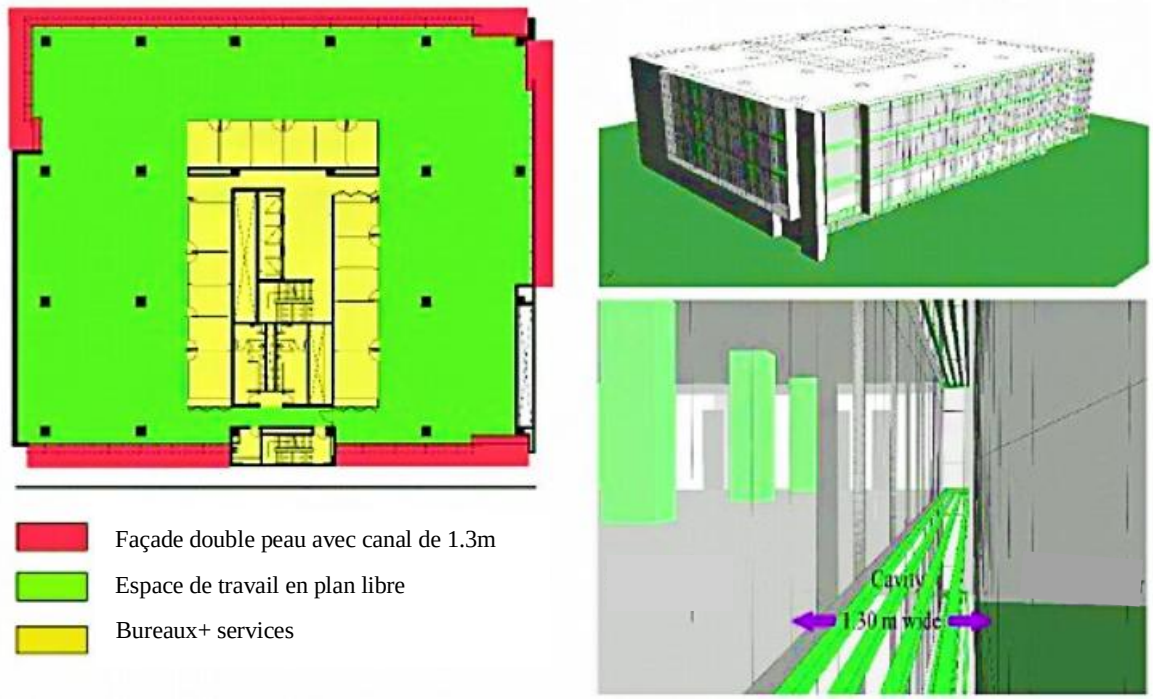


Figure 23 : Etude du cas de la façade double peau
Source :https://www.academia.edu/25524982/Double_Skin_Fa%C3%A7ade_Effect_on_Thermal_Comfort_and_Energy_Consumption_in_Office_Buildings

Apres l'étude, les résultats obtenus étaient les suivants :

- **Etape 01**

Les jours de pointe pour le Caire et l'Alexandrie est le 22 août, les jours de pointe pour Assouan est le 15 aout.

- **Etape 02**

L'orientation défavorable est celle du cas D : façade ouest totalement en mur rideaux a double vitrage ;

Pourcentage d'insatisfaction était de 83% pour l'Alexandrie (31.82°C), 94% pour le Caire (33.87°C) et 98% pour Assouan (37.84°C) ;

Pour diminuer ces températures, un système de refroidissement a été utilisé avec une consommation énergétique de 388.02 KW qui est supérieure à la moyenne (362.21KW) pour l'Alexandrie pour baisser la température de 31.82°C à la température de confort (23°C), une consommation de 372.25 KW pour la Caire et 589.48KW pour Assouan qui dépassent respectivement les valeurs moyennes 468.26KW et 589.31KW.

L'utilisation de ce système de refroidissement mécanique a induit à une réduction du pourcentage d'insatisfaction à 21% pour l'Alexandrie, 27.5% pour le Caire et 34% pour Assouan.

CITY		Alexandria				Cairo				Aswan			
Orientation		Orientation A	Orientation B	Orientation C	Orientation D	Orientation A	Orientation B	Orientation C	Orientation D	Orientation A	Orientation B	Orientation C	Orientation D
Maximum recorded air temperature (° C)		31.74	31.87	31.78	31.87	33.75	33.90	33.86	33.97	36.53	37.04	36.56	37.25
Average (° C)		31.82				33.87				37.84			
Peak hour			12:55				13:05				12:55		
Maximum Energy use (KW)	COOLING LOADS	338.05	338.25	384.53	388.02	463.73	469.29	467.78	472.25	581.22	594.23	583.34	598.48
Average(KW)			362.21				468.26				598.31		
Peak day determined		22nd August								15th August			

Tableau 1 : Résultat de l'étape 01 de l'étude
Source :https://www.academia.edu/25524982/Double_Skin_Fa%C3%A7ade_Effect_on_Thermal_Comfort_and_Energy_Consumption_in_Office_Buildings

- **Etape 03**

Réduction de température moyenne respectivement de 12% 26% 31% pour l'Alexandrie, le Caire et Assouan.

Le pourcentage d'insatisfaction était réduit respectivement de 21%, 27.5%, 34% à 18.5% 22.3% 21.5%.

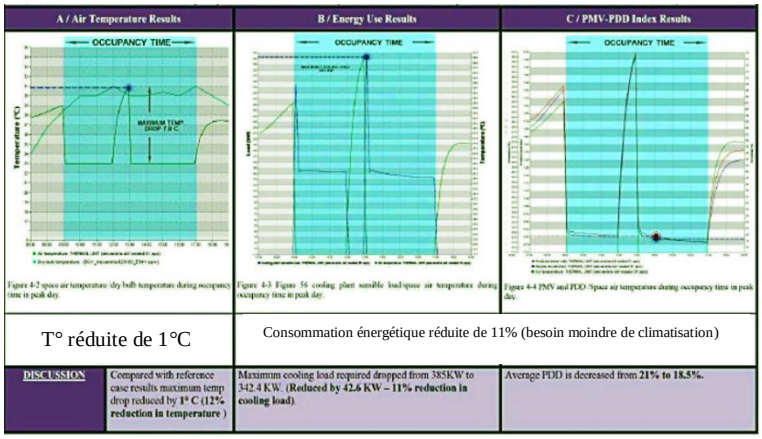


Tableau 2 : Résultats de simulation de jour de pointe utilisant FDP pour Alexandria.
Source :https://www.academia.edu/25524982/Double_Skin_Fa%C3%A7ade_Effect_on_Thermal_Comfort_and_Energy_Consumption_in_Office_Buildings

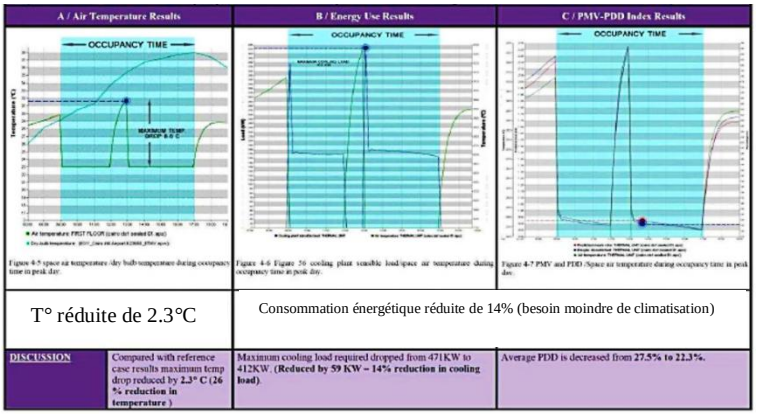


Tableau 3 : Résultats de simulation de jour de pointe utilisant FDP pour le Caire
Source :https://www.academia.edu/25524982/Double_Skin_Fa%C3%A7ade_Effect_on_Thermal_Comfort_and_Energy_Consumption_in_Office_Buildings

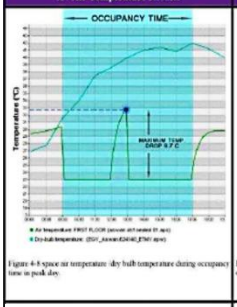
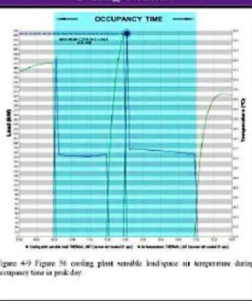
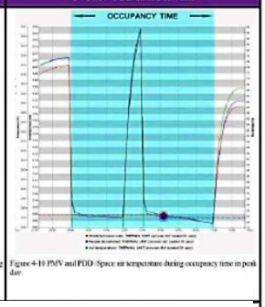
A / Air Temperature Results	B / Energy Use Results	C / PMV-PDD Index Results
		
T° réduite de 4.55°C	Consommation énergétique réduite de 35% (besoin moindre de climatisation)	
DISCUSSION: Compared with reference case results maximum temp drop reduced by **4.55° C (31% reduction in temperature)**	Maximum cooling load required dropped from 589.48KW to 435KW. **(Reduced by 154.48 KW – 35% reduction in cooling load).**	Average PDD is decreased from **34% to 21.5%.**

Tableau 4 : Résultats de simulation de jour de pointe utilisant FDP pour Assouan
Source :https://www.academia.edu/25524982/Double_Skin_Fa%C3%A7ade_Effect_on_Thermal_Comfort_and_Energy_Consumption_in_Office_Buildings

Synthèse

La façade double réduit considérablement les consommations énergétiques à condition qu'elle soit bien orientée et surtout dotée d'une bonne protection solaire et une bonne gestion du canal c'est-à-dire gérer le type de ventilation du canal en suivant le microclimat du projet.

Les paramètres qui doivent être étudiés pour concevoir une façade double peau efficace en termes d'économie d'énergie sont comme suit :

- Conception et orientation de la façade (Sud et Sud-est)
- Géométrie du canal c'est-à-dire les différents types de canaux ;
- Utilisation de l'air à l'intérieur du canal ;
- Type de ventilation de la cavité ;
- Stratégie de ventilation mécanique contrôlée ;
- Principes d'ouverture du, de l'intérieur et de la façade extérieure ;
- Type de vitrage, d'ombrage et d'éclairage ;
- Choix de matériaux pour les vitres et les dispositifs d'ombrage ;
- Positionnement des dispositifs d'ombrage car Les protections solaires peuvent stopper 80% à 85% de l'énergie solaire incidente.

Source : (Faggal, 2014)

IV.7. Le confort de la double peau

La façade double peau est un dispositif qui contribue à améliorer le confort de l'usager car elle permet :

- Une diminution des déperditions thermiques ;
- Un stockage de la chaleur par effet de serre à l'intérieur de la double peau ;
- Une suppression de l'effet de paroi froide en hiver ;
- Une bonne Isolation acoustique et olfactive ;
- Économie d'énergie en limitant le recours à la climatisation et au chauffage, avec un coefficient de transmission thermique moyen ≈ 1,15 W/m2.K ;
- Préchauffage des amenées d'air ;
- Utilisation de l'éclairage naturel ;
- En rénovation, l'adjonction d'une façade double peau à la paroi traditionnelle existante permet à moindre coût une solution pour diminuer les déperditions thermiques.

Source : (Faggal, 2014)

V.Définition de la notion du confort

Selon V. Candas, « le confort dépend de l'ensemble des commodités procurant de l'agrément, générant une impression plaisante ressentie par les sens et l'esprit, voire même un certain plaisir… tout ce qui gêne ou qui est désagréable est contraire à la notion du confort », (Candas, 2008).

Il s'agit d'un état de satisfaction quant à la relation entre le corps et son environnement physique immédiat, autrement dit assurer une bonne qualité de l'environnement intérieur, (Crowley, 2003).

V.1.Types de confort

Le confort est une notion qui résume tout un ensemble de sensations. Il existe plusieurs types de confort, on cite principalement le confort thermique, acoustique, olfactif et enfin visuel.

V.1.1. Confort thermique

Le confort thermique est « un état de satisfaction du corps vis-à-vis de l'environnement thermique », (Boulfani, 2010) il est lié au corps, à l'environnement intérieur et extérieur, déterminé par « l'équilibre dynamique établi par échange thermique entre le corps et l'environnement » (Liébard & Herde, 2005), qui est atteint grâce à des mécanismes : la conduction, la convection, l'évaporation et le rayonnement. Il est donné par l'ensemble des interactions entre l'occupant et l'enveloppe bâtie.

Le confort interpelle des paramètres déterminants dans la conception comme le site et les données climatiques, le bâtiment et ses caractéristiques morphologiques, structurelles et spatiales et enfin les ouvertures et les dispositifs architecturaux et techniques.

C'est une démarche qui vise à composer entre l'homme et son environnement afin de trouver le meilleur équilibre, en tirant avantage du climat pour procurer un maximum de confort thermique.

V.1.2. Confort acoustique

Selon Déletré, le confort acoustique est assuré quand on a la capacité d'entendre les bruits qu'on souhaite sans être gêné par les autres bruits, (Déletré, 1991).

La vibration des corps solides produit la vibration de l'air qui se propage de proche en proche, de la source jusqu'au récepteur. On peut distinguer :

- La propagation « en champs libre » : elle se fait à l'exterieur, loin de tout obstacle
- La propagation « en champs révebéré » : elle se fait à linterieur d'un volume, due à la superposition de toutes les ondes réflechies par les parois.
- La transmission : elle se fait à travers une paroi, et s'accompagne de l'atténuation de l'onde au cours de cette traversée, (Moreau, 2019).

Au contact d'une onde acoustique avec un matériau, une partie de l'énergie est réflechie, une autre partie est absorbée dans le matériau et une troisième traverse le matériau.

Le confort acoustique dépend essentiellement de deux critères : le niveau acoustique de l'environnement et la qualité acoustique de la construction proprement dite. L'intervention de l'architecte peut se faire ou par l'isolation acoustique ou la correction acoustique.

V.1.3. Confort visuel

Le confort visuel est défini comme une « condition subjective de bien-être visuel trouvant son origine dans l'environnement ». pour l'AFE8 « le confort visuel comprend les conditions d'éclairage nécessaires pour accomplir une tâche déterminée sans entrainer de gêne pour l'œil », (Daich, 2014)

Le bien-être des occupants est favorisé par un environnement visuel permettant de voir nettement les objets et par une lumière bien répartie dans l'espace, il est aussi influencé par le type de tâche, la configuration du lieu et les differences individuelles. Même les aspects personnels, culturels et historiques interviennent dans le jugement de la qualité de la lumière.

V.1.4. Confort olfactif

La gêne olfactive est l'équivalent du bruit pour le son, le confort olfactif se traduit soit par l'absence d'odeurs, soit par diffusion d'odeurs agréables. Le confort olfactif est ressenti au travers des odeurs.

Le contrôle de l'odeur implique à la fois de savoir l'eliminer quand elle est jugée indisérable et d'être capable d'en générer une autre. Une bonne maitrise implique une selection des odeurs à faire disparaître ou à apporter des choix techniques pour le positionnement spatial et les temps de fonctionnement des dispositifs, en fonction des objectifs de l'odorisation ou de la désodorisation.

Ce contrôle s'effectue par deux procédés : désodoriser et odoriser.

- **Désodoriser :** il consiste soit à remplacer l'air nauséabond par un air plus neutre, soit à récupérer les odorants sur un support ou encore à tenter de les detruire par plusieurs technique tel que ventiler, absorber,condenser, détruire…
- **Odoriser :** se sont des entretiens avec des professionnels de l'odorisation qui s'effectuent avec plus techniques tel que : évaporer, vaporiser, micro-encapsuler…. (Balez, 2001).

[8] Association Française de l'éclairage

V.1.5.Le confort adaptatif

L'approche adaptative considère que les usagers ne sont pas passifs vis-à-vis de leur environnement intérieur, mais jouent un rôle actif dans le maintien de leur confort thermique, c'est-à-dire que l'homme peut créer son propre confort en fonction de ses besoins et de sa perception du climat, (Hugues, 2007).

Humphreys considère le principe suivant : « si une modification des conditions climatiques se produit et provoque de l'inconfort, les personnes entreprendront des actions visant à rétablir leur confort » (Nicol & Humphreys, 2010). L'ensemble de ces actions constituent la base de l'adaptation, plus le bâtiment est équipé de moyens d'adaptation et plus l'occupant est susceptible d'y éprouver du confort.

D'après Nicol et Humphreys, si nous étions libres d'utiliser tous ces leviers d'action, le confort thermique ne serait pas un problème, le problème naît du fait qu'il existe de nombreuses contraintes limitant notre capacité à entreprendre l'une ou l'autre de ces actions, (Nicol & Humphreys, 2010).

Conclusion

L'architecture bioclimatique avec ses principes et ses dispositifs améliorent considérablement le confort de l'usager, et plus précisément la façade double qui en plus de ses capacités énergétiques en terme d'économie, elle répond aussi au confort acoustique et olfactif ce qui la rend adéquate et adoptée pour notre site d'intervention afin d'assurer le confort et le bien-être des usagers.

Chapitre II.

Analyse de Projets

Introduction

Partout dans le monde, les musées sont devenus les symboles de la fierté nationale et des indicateurs de la vitalité non seulement culturelle mais aussi économique et sociale dans un pays. Si autrefois le musée était considéré comme une sorte de reliquaire pour le passé, on le perçoit aujourd'hui comme tourné vers l'avenir. Ce lieu était à l'origine un lieu conçu pour satisfaire une élite, tandis qu'à l'époque des lumières (XVIII^{e} siècle), le musée est devenu un centre destiné à l'éducation des générations.

Parmi les différentes typologies de musées, notre choix s'est prit sur les musées océanographiques ou autrement des les « Musées Aquarium » pour son potentiel non seulement éducatif et divertissant mais aussi son potentiel économique.

I.1. Définition du musée Aquarium

Le musée aquarium s'intéresse à l'étude de divers organismes et plantes aquatiques dans des étangs similaires à l'environnement naturel (l'aquarium).Il contient des milliers d'espèces de la vie marine qui habitent la côte de la mer, (Aquaportail, 2007)

- **Objectif du projet**

Le musée aquarium vise à éduquer les citoyens et à les informer sur les composants de l'environnement marin ainsi que sur la nécessité de les préserver et de ne pas gaspiller leur richesse, en investissant pour maintenir l'équilibre écologique nécessaire à la préservation de la nature tout en développant l'économie de la ville par ce projet qui est d'un taux de rentabilité élevée.

I.2. Aperçu historique

- Les Sumériens ont gardé le poisson dans des étangs artificiels depuis 4 500 ans ;
- L'Égypte ancienne, l'Assyrie et les Chinois élevaient du poisson dès l'an 1000 avant J.C. C'était le premier élevage de poisson avec succès. Les anciens Romains ont également gardé le poisson (Taromina, 2007) ;
- Le premier aquarium a ouvert ses portes au public en 1853 à Régent Park, à Londres (MACIEJ, 2017). Viennent ensuite les aquariums de Berlin, de Naples et de Paris (Blake, 1913);

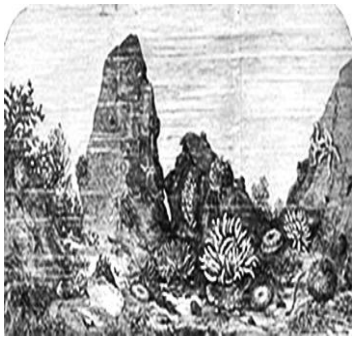


Figure 24 : L'aquarium d'eau de mer
Source : London News 1853

Figure 25 : L'aquarium de Berlin ,1913
Source : www.structurae.info

Figure 26 : Intérieur de l'aquarium, Jardin d'acclimatation
Source : vers 1861. Pastel rehaussé de gouache

- Le premier aquarium autant qu'institution privée a ouvert ses portes au musée américain de New York ;
- Avant 1928, il y avait 45 aquariums publics ou commerciaux dans le monde, mais la croissance a ensuite ralenti et quelques nouveaux grands aquariums sont apparus jusqu'après la Seconde Guerre mondiale (Fabien, s.d.);
- Les jardins aquatiques ont commencé à Boston, puis se sont installés en Europe, tels que le Jardin d'Acclimatation de Paris et l'Aquarium de Vienne (PLUS DE 150 ANS D'HISTOIRE, s.d.) ;

Figure 27 : L'aquarium du Jardin d'Acclimatation de Paris
Source : http://www.jardindacclimatation.fr/150-ans-histoire

Figure 28 : Le Jardin d'Acclimatation de Paris
Source :http://www.jardindacclimatation.fr/150-ans-histoire

- Shedd Aquarium était le plus grand aquarium du monde jusqu'à ce que le Georgia Aquarium apparaisse à Atlanta ;

Figure 29 : Musée d'histoire naturelle de Field, Shedd aquarium et Adler planétarium, 1947
Source : www.encyclopedia.chicagohistory.org

Figure 30 : Georgia aquarium
Source: www.jornalagora.info%2Faquarium-de-georgie

- De nos jours, l'aquarium peut contenir des millions de litres d'eau, des dauphins, des baleines, avec différentes épaisseurs de bassins et dont la plupart d'entre eux sont en verre acrylique ;
- Les mammifères aquatiques, tels que les loutres de mer, sont également intéressants dans l'aquarium ;
- L'aquarium actuel contient également des zones pour les animaux et les plantes aquatiques ;
- Pour des fins de commercialisation, de nouveaux organismes et de nouveaux étangs sont ajoutés en permanence à l'aquarium (BENDRISS HASNIA, 2016);
- L'aquarium de Monterey a été doté de raies qui incitent le public à toucher et à traiter plus étroitement les créatures marines. Une exposition a également été inaugurée dans l'aquarium de Caroline du Sud en 2011, offrant ainsi aux visiteurs la possibilité de nourrir ces raies.

Figure 31 : Le bassin tactile dans l'aquarium de Monterey
Source : insideexpat.com/2014/11/voir-et-toucher-a-laquarium-of-the-bay-san-francisco-

I.3. Composants du musé aquarium

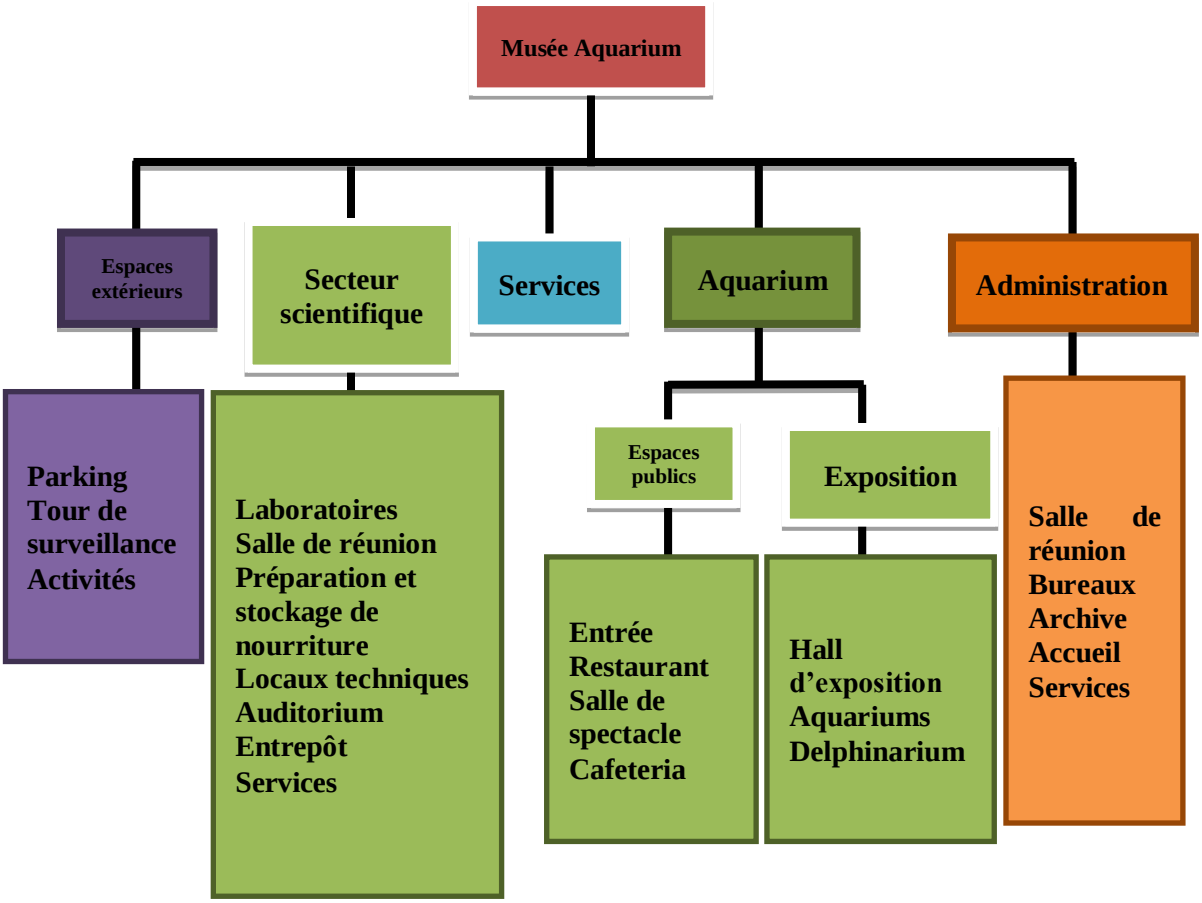


Figure 32 : Répartition des différents espaces d'un musée aquarium
Source : auteurs

I.4. Exigences de l'aquarium

➢ Chauffage

Les espèces sous-marines ont une certaine température pour que leur organisme se sente énergique et efficace. Le chauffage est le responsable du maintien de la température. Il contient un régulateur ou le thermostat qui règle la température de sorte qu'elle s'ajuste dans une certaine mesure entre 25 °C et 27 °C pour l'aquarium des mers tropicales et 10°C à 18°C pour l'aquarium des mers et des océans. Si la température dépasse les normes et que celle-ci peut affecter négativement les espèces et leurs besoins, l'utilisation d'autres machines est obligatoire. Parmi les principales machines, il existe le réfrigérateur ou le refroidisseur qui refroidit l'aquarium en utilisant un système de thermostat qui règle les températures, (Grand aquarium de Saint Malo).

➢ **Éclairage**

Les poissons et les plantes aquatiques ont besoin d'éclairage, en particulier du soleil, mais à des degrés divers. Certains d'entre eux ont besoin d'un peu d'éclairage, d'autres ont besoin d'une lumière puissante. Il est préférable de faire entrer le soleil 2 à 3 heures en hiver car il contient des radiations stérilisées. Il faut éviter les rayons du soleil en été parce que cela peut réchauffer le bassin et augmenter la température de l'eau. Le soleil provoque la croissance des algues. On peut remplacer la lumière naturelle par des lampes adaptées pour créer la même ambiance dans l'environnement naturel, (Bouchaib & Douali, 2012).

➢ **Dispositif filtrant:**

Le filtre est l'un des dispositifs les plus importants de l'aquarium, car il purifie l'eau, élimine les impuretés et accélère le processus de ces impuretés provenant d'organismes vivants ou des restes de plantes mortes ou mangeuses.

○ **Types de filtres**

Il existe deux types de filtres: les filtres internes et les filtres externes.

Filtre interne : Il est placé dans le bassin, il tire de l'eau et la fait passer à travers le matériau filtrant, puis elle est pompée dans le bassin.

Filtre externe: Il est placé à l'extérieur du bassin. Il comporte deux tubes, l'un pour puiser l'eau et l'autre pour la pomper dans le bassin. Il fonctionne de la même manière que le filtre intérieur. Les filtres doivent être nettoyés une fois par semaine, (Bouchaib & Douali, 2012).

➢ **Aération**

- **La pompe à air et le diffuseur d'air** : Le dioxygène sert à la respiration des animaux et des végétaux mais également aux bactéries indispensables au fonctionnement du filtre biologique. Le système d'aération produit des bulles d'air qui s'élèvent dans toute la hauteur d'eau de l'aquarium. Plus que les bulles d'air produites, c'est le brassage de la surface de l'eau qui permet l'oxygénation de l'aquarium. Il facilite la dissolution du dioxygène atmosphérique dans l'eau et l'élimination du dioxyde de carbone dissous.
- **La pompe à eau** : Elle permet la circulation de l'eau entre le filtre et l'aquarium. Elle est donc indispensable à l'épuration de l'eau. Le débit de la pompe doit être

suffisant pour filtrer la totalité du volume de l'aquarium en 45 minutes environ. Les mouvements d'eau créent par la pompe à eau et la pompe à air permettent également d'éviter les zones d'eau stagnante et d'homogénéiser la température dans tout le volume d'eau. Quant aux déchets ils sont remis en suspension et peuvent ainsi être éliminés plus rapidement. (Aquarium-LaRochelle)

I.5.Analyse d'exemples :Complexe océanographique « PRIMORSKY AQUARIUM »

I.5.1 Présentation et situation du projet

Il s'agit d'un complexe océanographique, scientifique et éducatif situé sur l'Ile Rousski à Vladivostok en Russie réalisé en 2010 et inauguré en 2016, d'un gabarit de R+2 et une superficie totale de 37 000 m² avec une capacité d'eau de 24 000 m3 ;

Le projet s'implante sur une île d'un climat de type tempéré froid, caractérisé par des pluies moins importantes qu'en été, en moyenne la température à Vladivostok est de 5.6°C et il tombe en moyenne 724 mm de pluie par an.

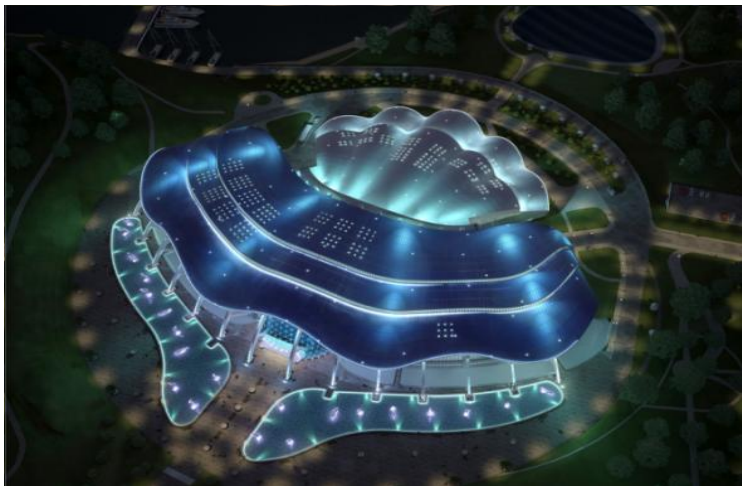


Figure 33 : Vue d'ensemble sur le projet
Source : https://www.archdaily.com/268822/in-progress-primorsky-aquarium-ojsc-primorgrajdanproekt

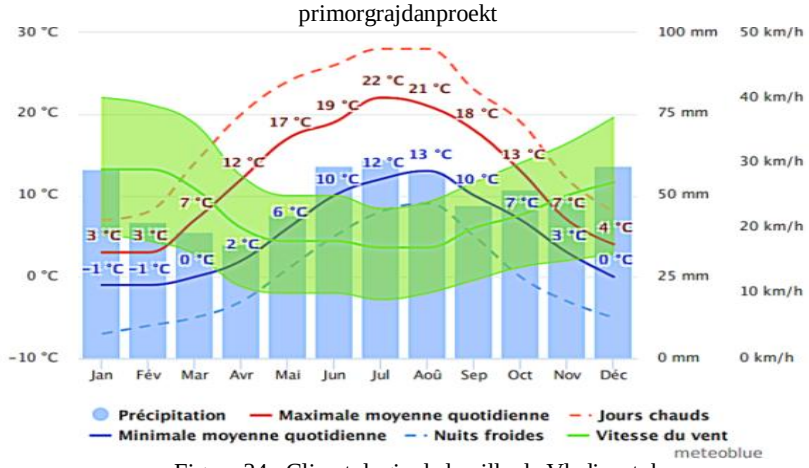


Figure 34 : Climatologie de la ville de Vladivostok
Source :https://www.meteoblue.com/fr/meteo/prevision/modelclimate/vladivostok_russie_2013348

I.5.2. Genèse du projet

En suivant la thématique qui a rapport avec la mer, et pour mettre en valeur le projet, rien de plus adéquat qu'un coquillage qui contient une perle qui est un des joyaux de la mer.

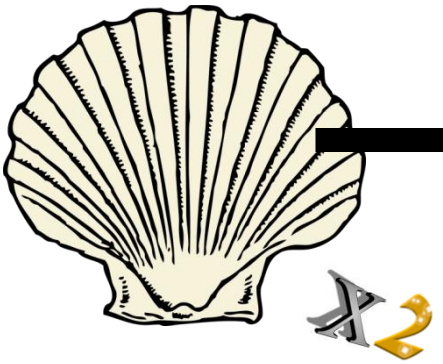


Figure 35 : Coquillage
Source:https://pixabay.com/fr/p%C3%A9toncle-clam-coquille-coquillage-32686/

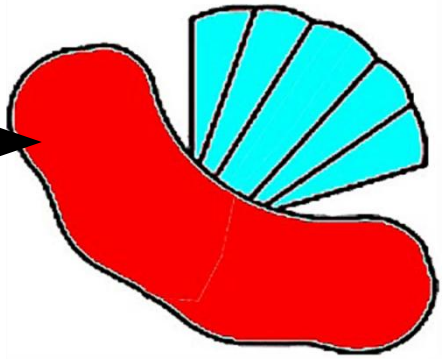


Figure 36 : Forme du projet
Source :http://arch3610faraz.blogspot.com/2014/02/primorsky-aquarium.html

I.5.3. Analyse du plan de masse

Le projet se compose de 3 principaux espaces : le musée aquarium, l'espace extérieur et le parking

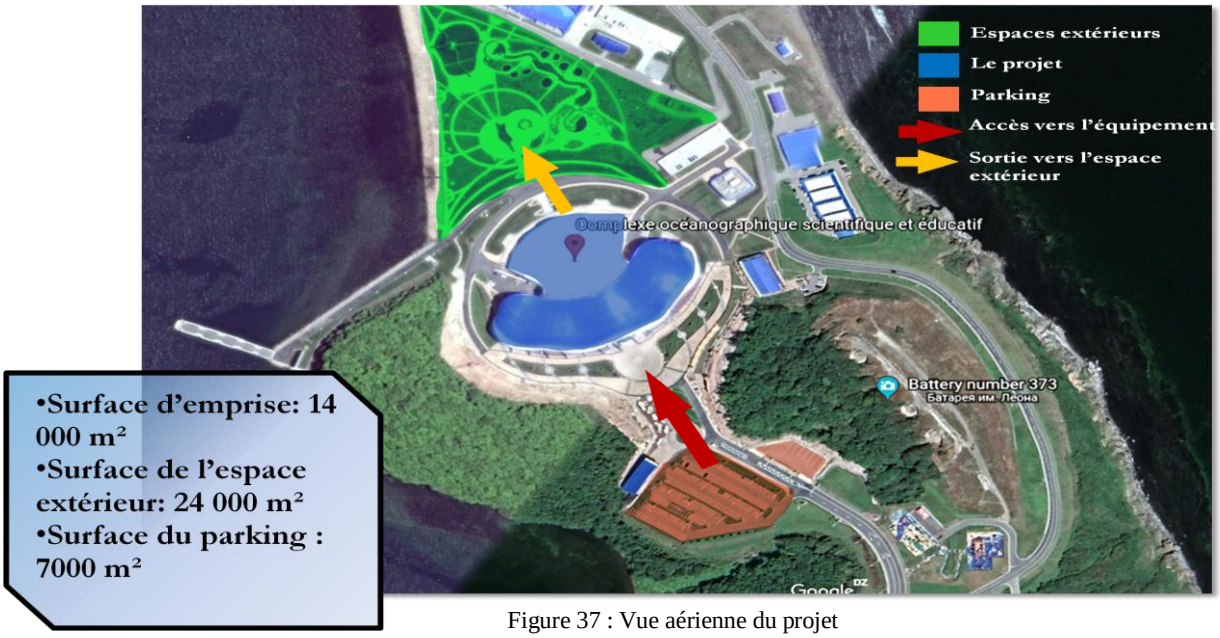


Figure 37 : Vue aérienne du projet
Source : Google Earth + auteurs

I.5.4. Analyse de l'implantation

Le projet est implanté dans une assiette à une pente de 12.5% sur des demi niveaux de 5m de hauteur ;

L'accès vers le projet se fait à partir du point haut jusqu'à arriver à une sortie du point le plus bas qui donne sur une aire de détente extérieure.

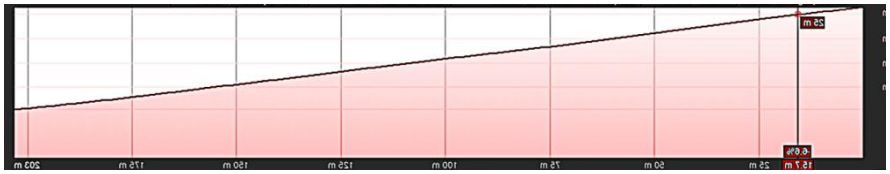


Figure 38 : Profil du terrain
Source : Google Earth

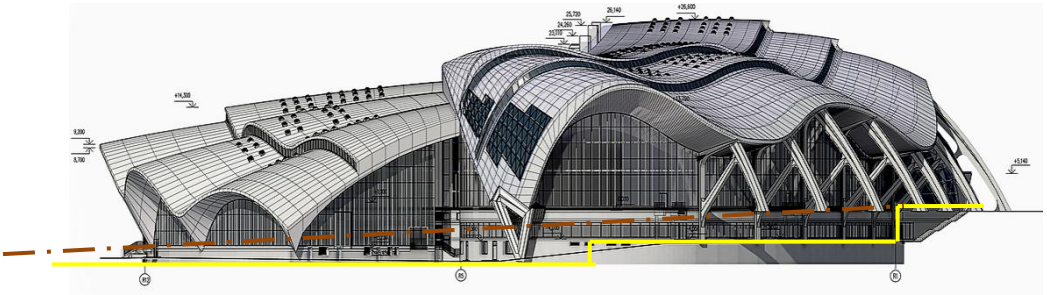


Figure 39 : Façade Ouest
Source : Archdaily.com

I.5.5 .Analyse des plans des différents niveaux

Le projet se développe sur 3 niveaux, avec une distribution des espaces qui est basée sur le concept de hiérarchie, allant des espaces publics (aquariums et hall d'exposition) jusqu'à en arriver aux espaces qui exigent un minimum de confort acoustique (secteur scientifique + salle de conférence) ;

La circulation verticale se fait par des ascenseurs, des escaliers, des rampes et aussi des escalators.

➢ **Les plans des différents niveaux**

- **Plan de l'entre sol**

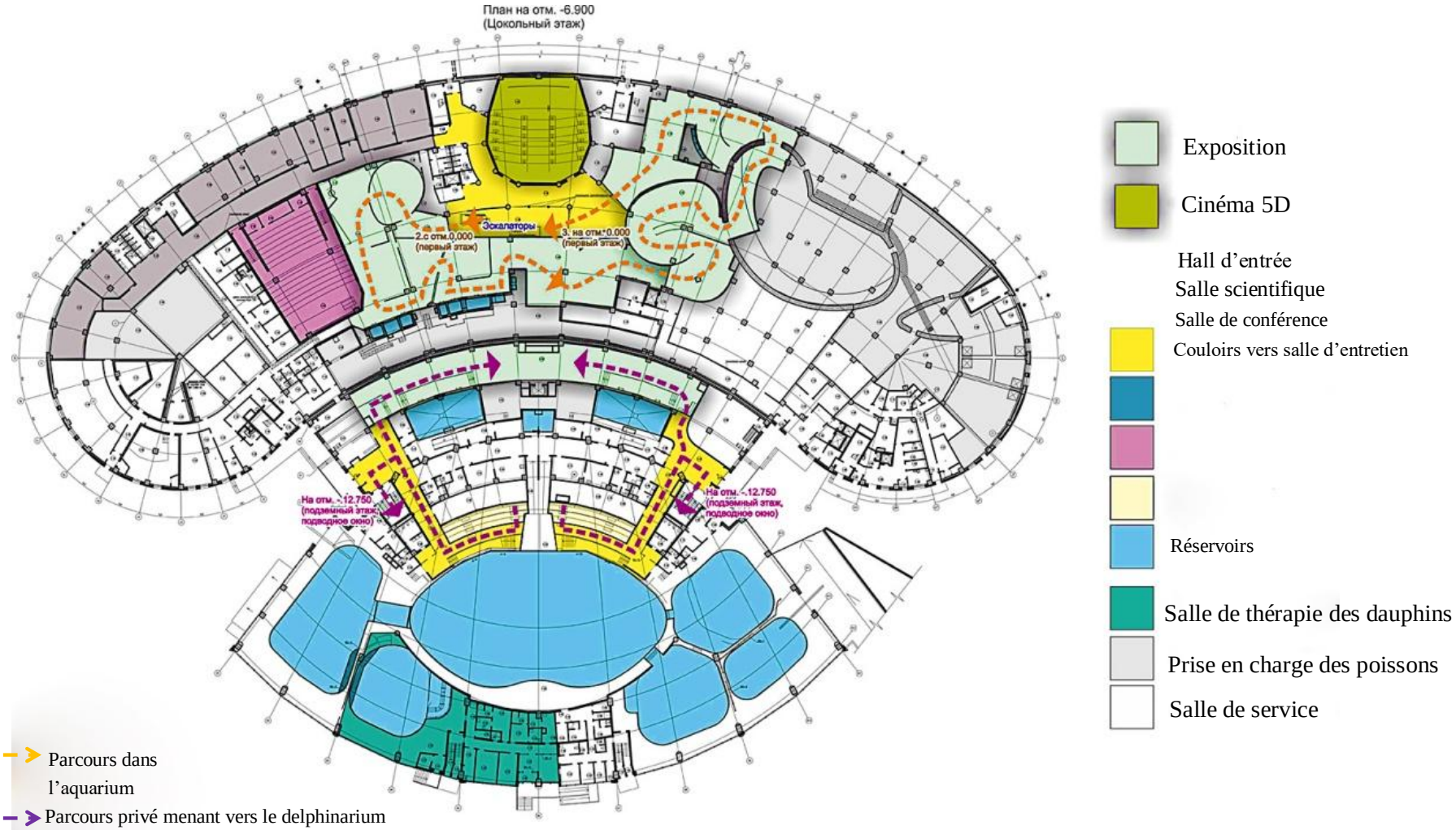


Figure 40 : Plan de l'entre sol
Source : https://zamostovik.ucoz.com/lr/oceanarium/

- **Plan du Rez-de-chaussée**

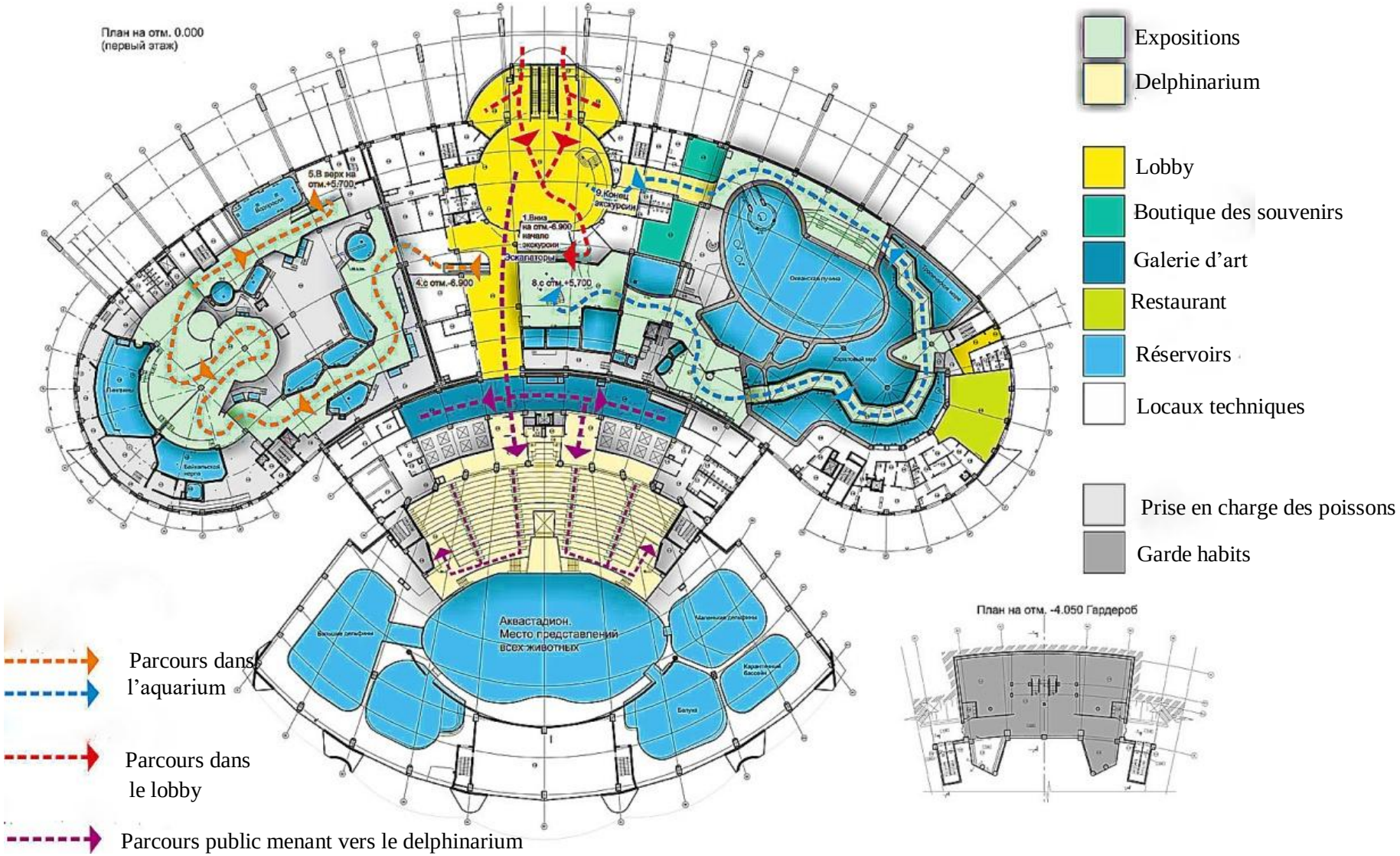


Figure 41 : Plan du RDC
Source : https://zamostovik.ucoz.com/lr/oceanarium/

- **Plan du 1er étage**

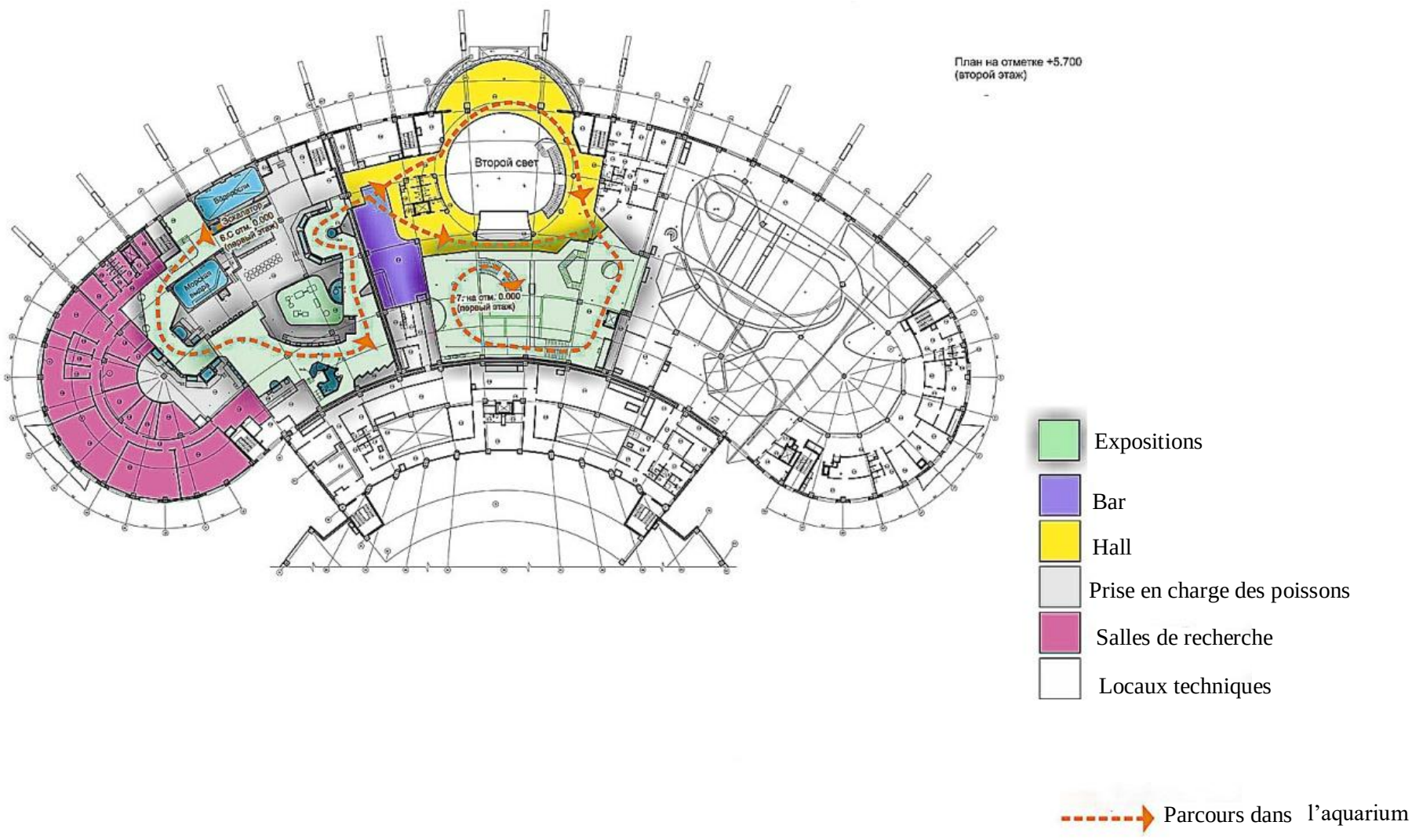


Figure 42 : Plan du 1er étage
Source : https://zamostovik.ucoz.com/lr/oceanarium/

➢ Organigrammes fonctionnels

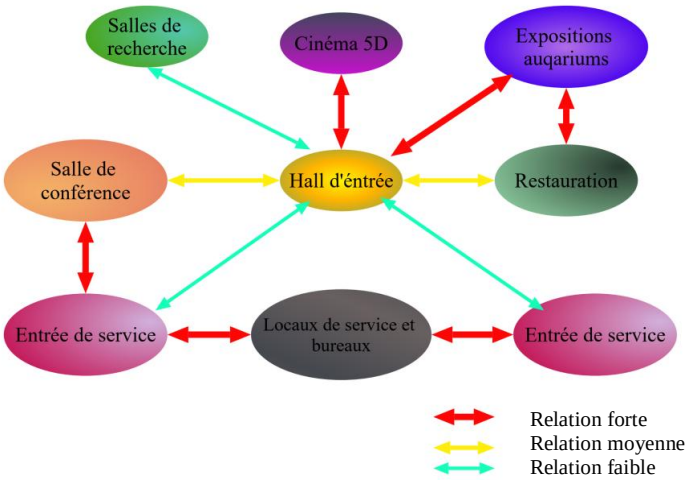


Figure 43 : Organigramme fonctionnel de l'entre-sol
Source : auteurs

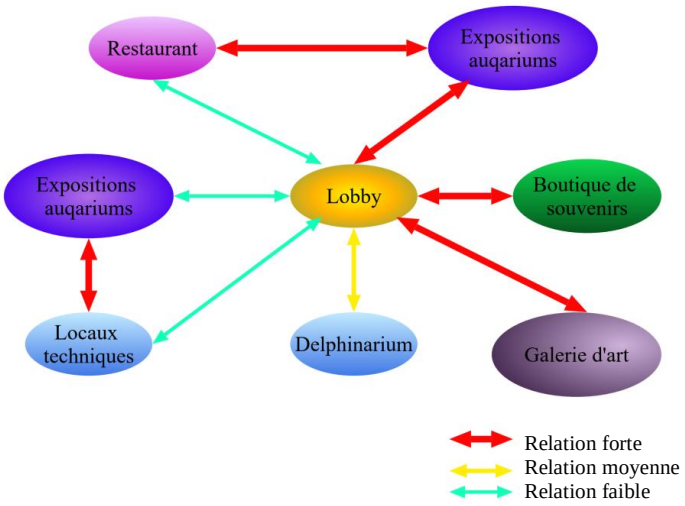


Figure 44 : Organigramme fonctionnel du RDC
Source : auteurs

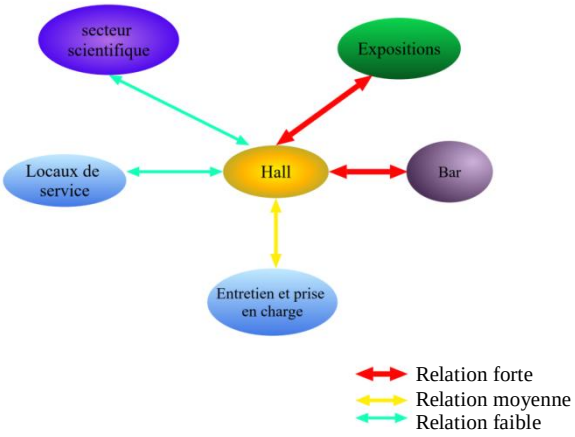


Figure 45 : Organigramme du 1er étage
Source : auteurs

Synthèse

Apres l'analyse des plans, nous pouvons déduire que :

- Le parcours est très important dans un musée, il doit être étudié pour avoir une circulation fluide pour éviter le problème de file d'attente ;
- Une hiérarchie des espaces, séparation de l'espace d'exposition et le secteur de recherche ainsi que celui de maintenance qui est carrément séparé et desservi par un accès de service ;
- La notion du Hall est très importante dans un musée, c'est l'élément qui organise la circulation et la distribution des espaces ainsi que la desserte.

- I.5.6. Analyse bioclimatique
  - Le débord de la toiture est conçu pour créer une zone ombragée pour se protéger des rayonnements solaires du Sud tout en permettant une ventilation renforcée de l'espace ;
  - Le dégradé présent sur la couverture permet d'avoir des orifices de ventilation ;

Figure 46 : Ventilation naturelle
Source: http://aquantico.ru/equipment/krupnejshij-v-rossii-okeanarium-primorskij/

- Un éclairage zénithal est permis pas des lanterneaux présents sur les toitures ;

Figure 47 : Lanterneaux au niveau de la couverture
Source : http://zamostovik.ucoz.com/photo/

- Un éclairage naturel zénithal et latéral au niveau du delphinarium ;

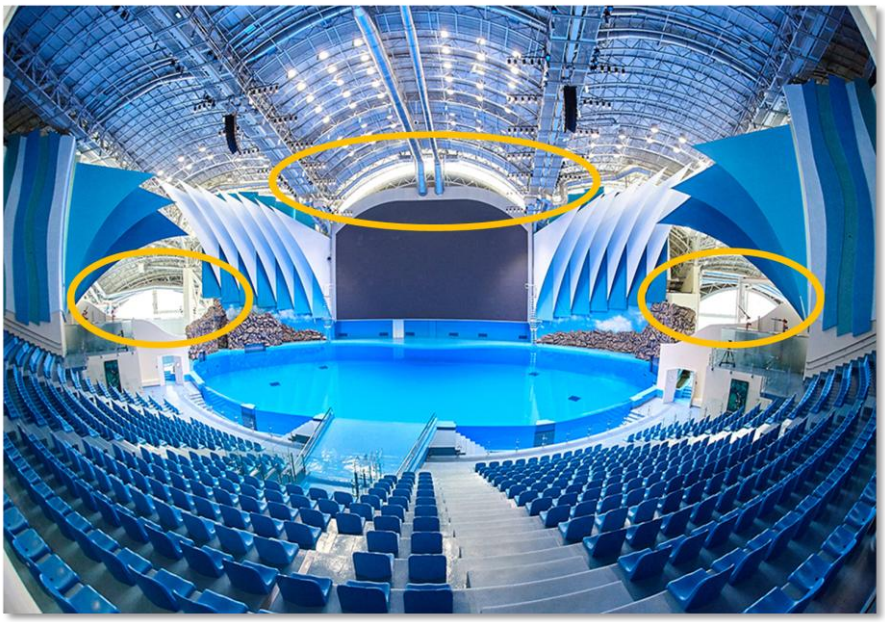


Figure 48 : Eclairage zénithal + latéral au delphinarium
Source : http://vladivostok.travel/en/todo/primorsky-oceanarium/

- Utilisation de la façade double peau du côté Sud.

Figure 49 : Façade double peau
Source:https://multiurok.ru/index.php/files/ot-poliarnogho-mira-do-tropichieskogho-liesa-zaochnaia-ekskursiia-po-primorskomu-okieanariumu.html

Synthèse :

Quoi que le projet soit implanté dans un climat très humide, froid et tempéré entouré des vents de tous les côtés, le projet assure un maximum de confort pour les visiteurs durant toute l'année ainsi que pour les espèces présents (faune et flore) en intégrant toutes les techniques et les technologies tel que les systèmes de chauffage pour le maintien de la température adéquate pour chaque aquarium, l'éclairage Led qui s'approche du spectre lumineux naturel (soleil), toutes celles-ci pour garantir le bon fonctionnement des espaces intérieurs afin qu'ils soient proches du milieu naturel originaire.

- **Analyse de la structure**

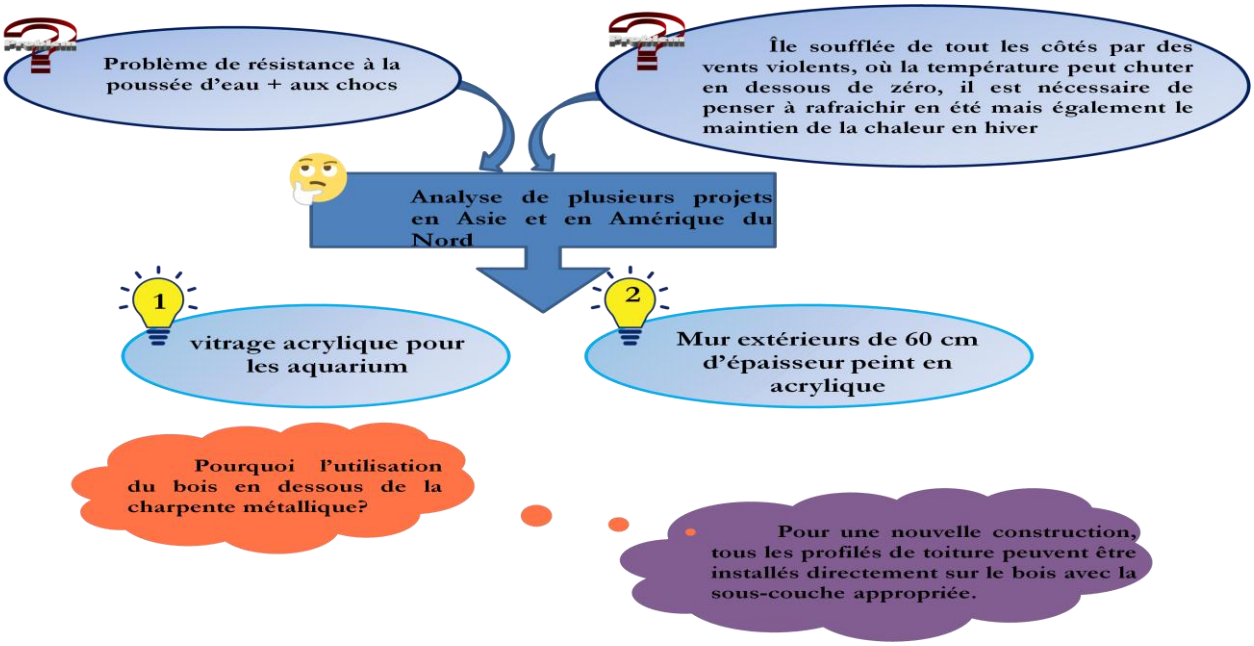


Figure 50 : Schéma des problèmes rencontrés + solutions
Source : auteurs

Le système constructif du projet englobe plusieurs types de structure, citons principalement les portiques en béton armé et la structure métallique ;

Plusieurs matériaux sont utilisés vu leur résistance mécanique et aussi leurs comportements face aux exigences du milieu agressif (humide) tel que : parpaings, alliages d'aluminium, le béton armé ;

Utilisation de revêtement pour la structure porteuse ainsi que pour les évacuations (protection et esthétique).

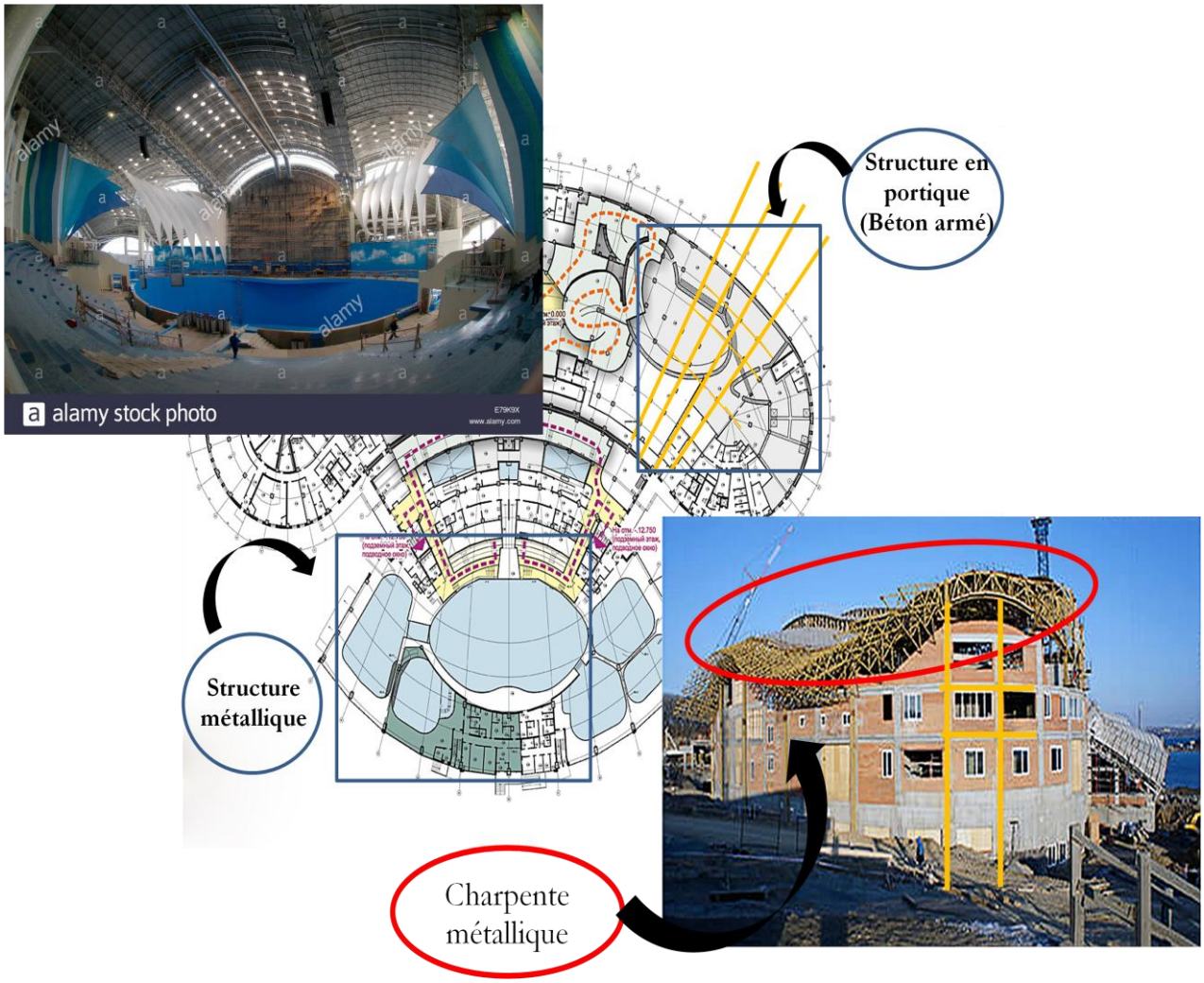


Figure 51 : Système constructif
Source : http://zamostovik.ucoz.com/photo / traitement : auteurs

Figure 52 : Matériaux de construction
Source : http://zamostovik.ucoz.com/photo/ traitement : auteur

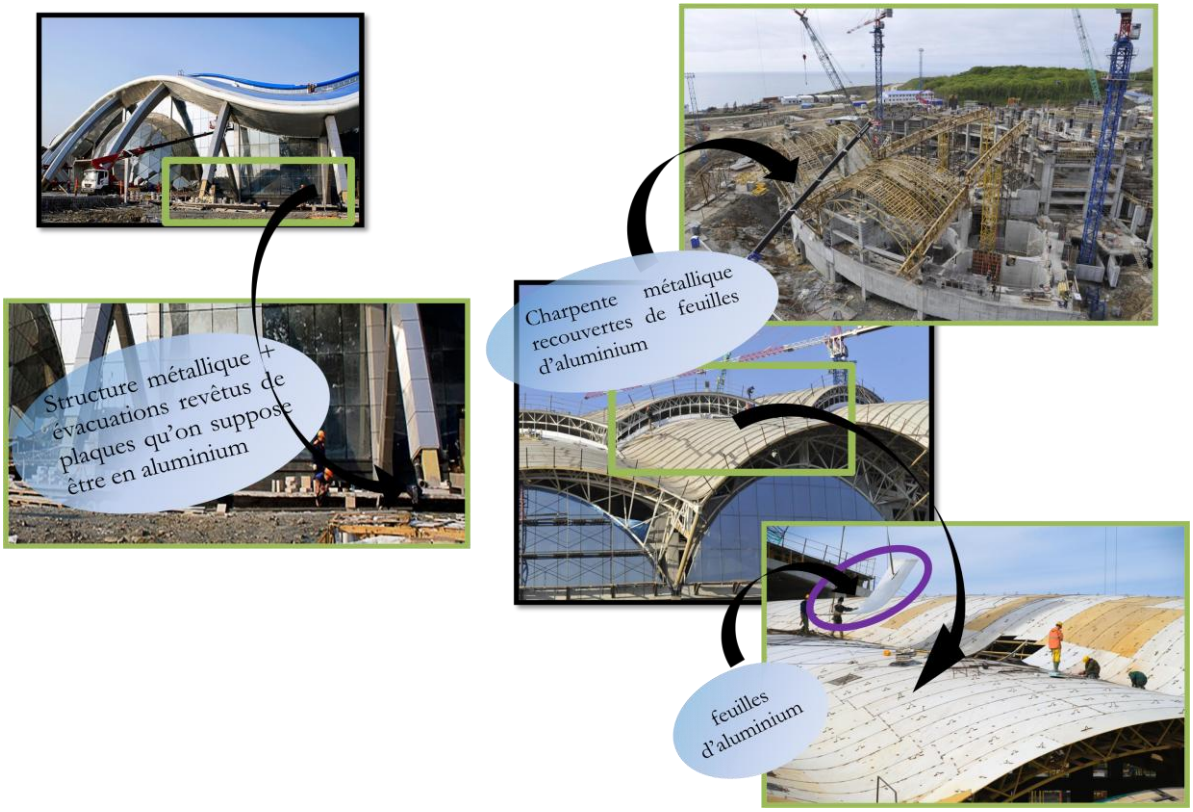


Figure 53 : Type de revêtement + couverture
Source : http://zamostovik.ucoz.com/photo/ traitement : auteurs

I.5.7. Ambiances intérieures

Le projet combine plusieurs activités de loisirs, d'éducation et d'études :

- **Exposition « Evolution de la vie dans l'océan »**

Des expositions «Evolution de la vie dans l'océan», qui permettent aux visiteurs de voyager il y a 4,6 milliards d'années, jusqu'au début du système solaire.

- **Exposition « Micro monde marin »**

Salle du micro monde pour exposer les espèces microscopiques, un laboratoire avec un microscope électronique sera situé derrière la vitre du micro monde Hall, et les visiteurs de l'Océanariums pourront observer le travail des scientifiques.

Des magasins situés dans la salle sont destinés pour le thème du micro monde.

- **Exposition « Le monde polaire »**

Le «monde polaire» se trouve au rez-de-chaussée. L'exposition est consacrée à l'Antarctique. Ici, vous pourrez observer les habitudes des manchots, les voir sous l'eau et même discuter avec ces oiseaux extraordinaires.

- **Exposition « Forêt tropicale »**

Une des expositions occupait deux étages à la fois - «Forêt tropicale humide». Il y a même un escalier qui mène à travers la vraie jungle. L'idée de sa création était considérée comme un échec.

Depuis près d'un an, les plantes que l'on ne trouve qu'en Afrique, en Australie, aux Philippines ou dans la jungle amazonienne ont atteint une hauteur de quatre mètres.

Le choix de la lumière s'est porté sur des lampes à plasma qui donnent un spectre aussi proche que possible du soleil, les spécialistes ont mis au point une recette de substrat de sol et une installation d'autres lampes est prévu afin que la vigne puisse continuer à monter.

- **Exposition « Mers tropicales »**

L'exposition «Mers tropicales» est un point fort du premier étage: sous un impressionnant aquarium, un tunnel transparent de 70 mètres de long est aménagé avec une passerelle. En marchant le long de celle-ci, vous pourrez voir les poissons brillants, les

murènes prédatrices et d'autres habitants du monde étonnant et mystérieux des récifs coralliens.

- **Exposition « L'abysse de l'océan »**

Pour observer les raies, raies lacustres, requins majestueux, perches de pierre géantes devraient se rendre dans le plus grand bassin - il contient 3000 tonnes d'eau. Il s'agit de «l'abysse de l'océan» où nagent d'énormes poissons.

- **Le delphinarium**

C'est le plus grand delphinarium du monde. Sa piscine centrale, une arène de spectacles, a une superficie de 800 mètres m², et se dresse à une profondeur de 9,5 m, conçu pour 800 sièges. Depuis la salle d'observation sous-marine située sous l'arène principale, vous pouvez voir comment les animaux se comportent sous l'eau pendant le spectacle.

- **Espaces extérieurs**

Entre les bâtiments de l'aquarium et autour de celui-ci, se trouve une zone de parcs paysagers comprenant des terrains de jeux, des étangs, des kiosques et un long remblai.

L'idée est la suivante: en arrivant, les visiteurs passeront toute la journée ici - partir en tournée, regarder le spectacle, faire une promenade au grand air.

- **Accessibilité des personnes à mobilité réduites**

Avec la visite spéciale d'Artyom Moiseenko, responsable de la société pour personnes à mobilité réduite « The Ark », son témoignage était :

Il a apprécié les places de parking réservées aux personnes à mobilité réduite juste avant l'entrée, des toilettes adaptées, des ascenseurs confortables et des espaces pour manger. Cependant, il a néanmoins attiré l'attention sur certains inconvénients pour les fauteuils roulants un support haut pour ranger les tablettes et les tableaux interactifs, un inconvénient pour ouvrir la porte et l'absence de bouton d'urgence dans les toilettes.

Synthèse :

Le projet est doté d'un programme riche et assure parfaitement ses trois fonctions principales : loisirs, sciences et éducation. Il est 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 ;

Le projet a prit en considération les détails de vie des espèces qui y existent (techniques de chauffage, éclairage…) tout en prenant en considération les visiteurs et leur confort malgré le lieu d'implantation qui se caractérise pas un climat agressif (épaisseur des murs qui atteint 60 cm).

Création d'un lien entre la mer et la terre en ajoutant des espaces extérieurs pour découvrir la faune et flore terrestre.

I.6. Antalya Aquarium

I.6.1. Présentation du projet

Il s'agit d'un musée océanographique, situé sur l'Ile à Antalya en Turquie, réalisé en 2011 et inauguré en 2012, d'un gabarit de R+2 et une superficie d'emprise de 12 000 m² sur une assiette de 30 000 m² ;

Figure 54 : Antalya Aquarium
Source : www.archdaily.com

Le projet s'implante dans une ville caractérisée par un climat chaud et tempéré. L'hiver à Antalya se caractérise par des précipitations bien plus importantes qu'en été.

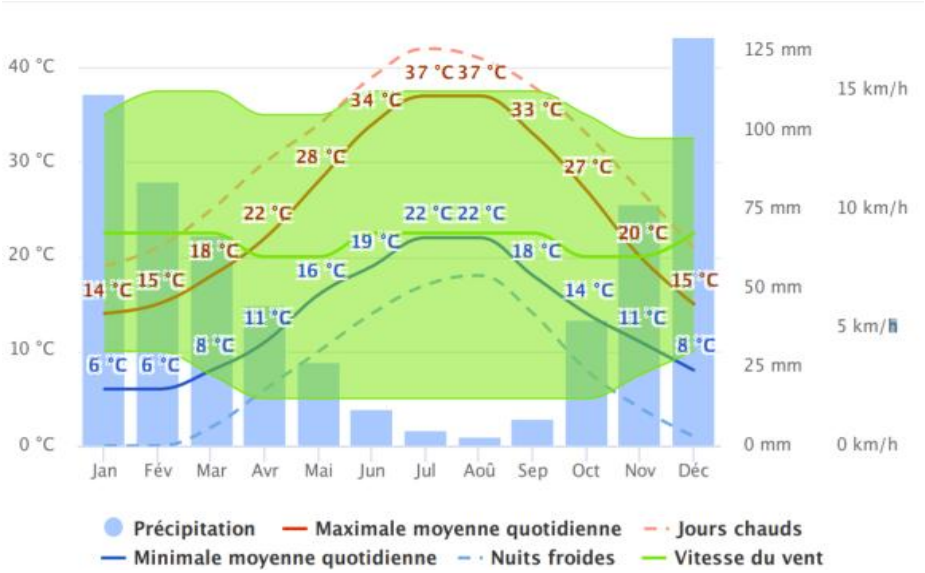


Figure 55 : Climatologie de la ville d'Antalya
Source : https://meteoblue.com/fr/meteo/prevision/modelclimate/antalya_turquie_323777

I.6.2. Genèse de projet

L'idée de base était basée sur une métaphore de l'aquarium renversée.

Renverser la relation entre le sol et le niveau sous-marin. De plus, la topographie aide à créer des volumes souterrains.

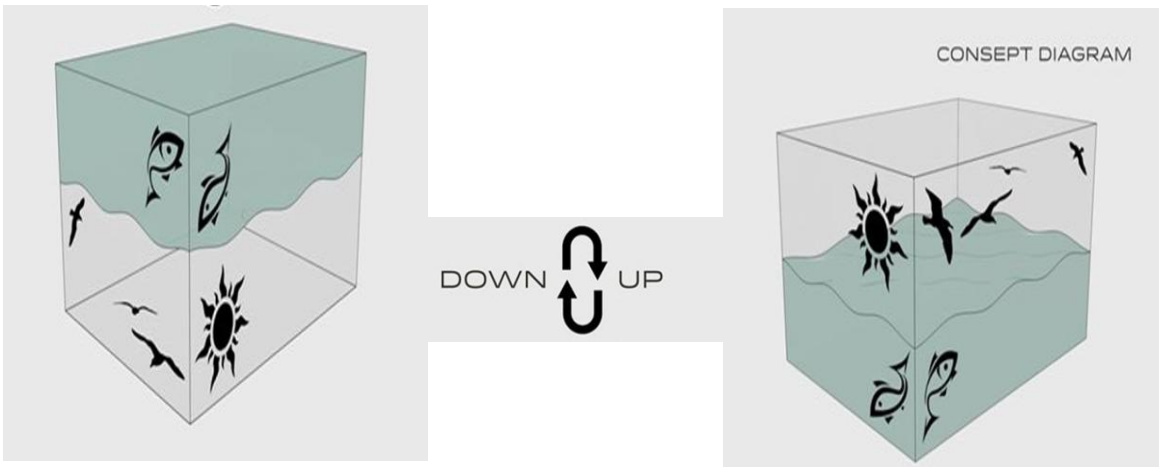


Figure 56 : Schéma montrant l'idée de l'architecte
Source : www.archdaily.com

I.6.3. Analyse du plan de masse

Le projet se compose principalement d'un musée aquarium, un espace extérieur, du parking et une toiture terrasse.

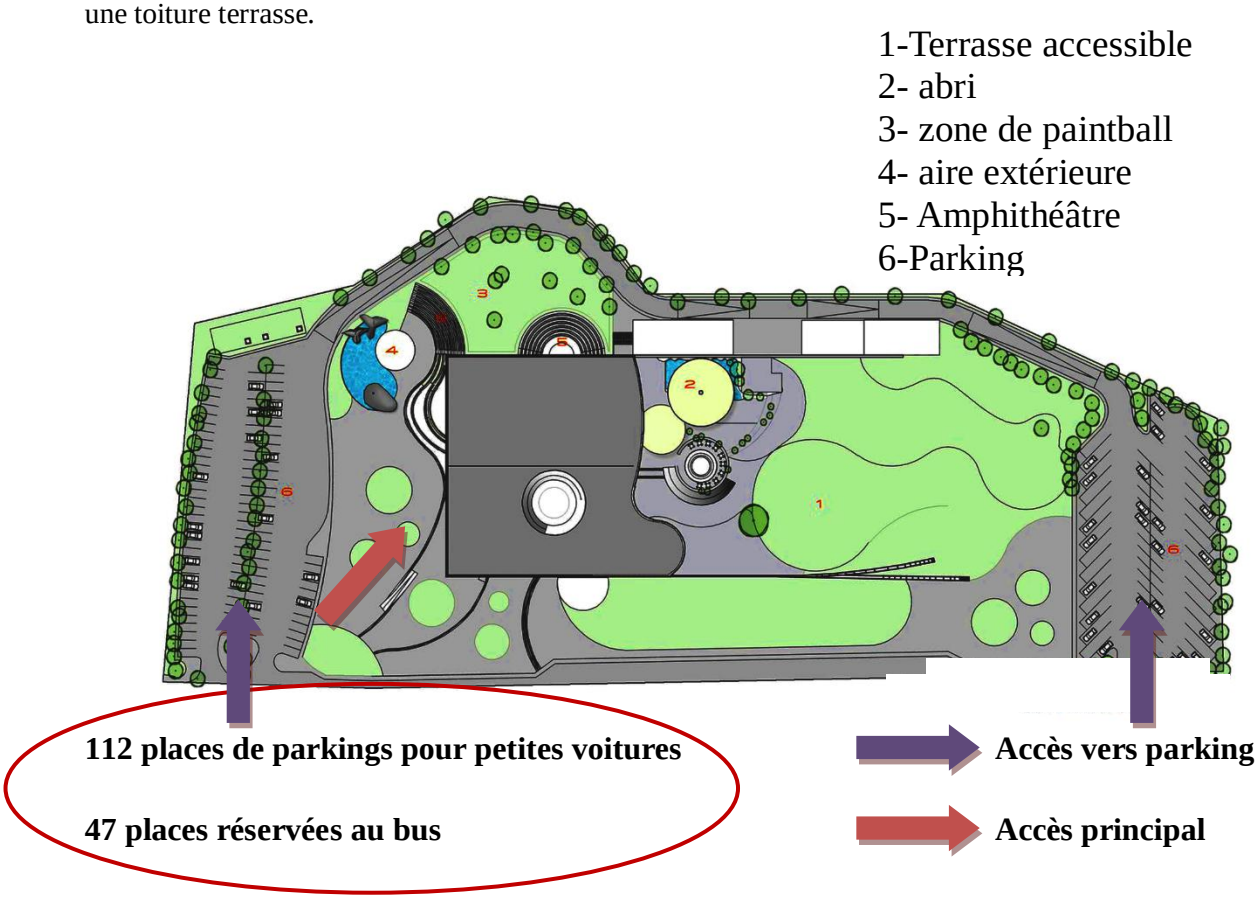


Figure 57 : Plan de masse Antalya aquarium
Source : www.archdaily.com+Traitement : auteurs

I.6.4. Analyse de l'implantation

Le projet fond dans son assiette. Le terrassement qui est fait renforce l'idée de base de l'architecte le plat inversé.

Figure 58 : Le site d'Antalya Aquarium
Source : https://qjegh.lyellcollection.org/content/48/3-4/204/tab-article-info

Figure 59 : Vue du chantier lors de l'excavation
Source : https://qjegh.lyellcollection.org/content/48/3-4/204/tab-article-info

Figure 60 : Coupe transversale du projet
Source : www.archdaily.com

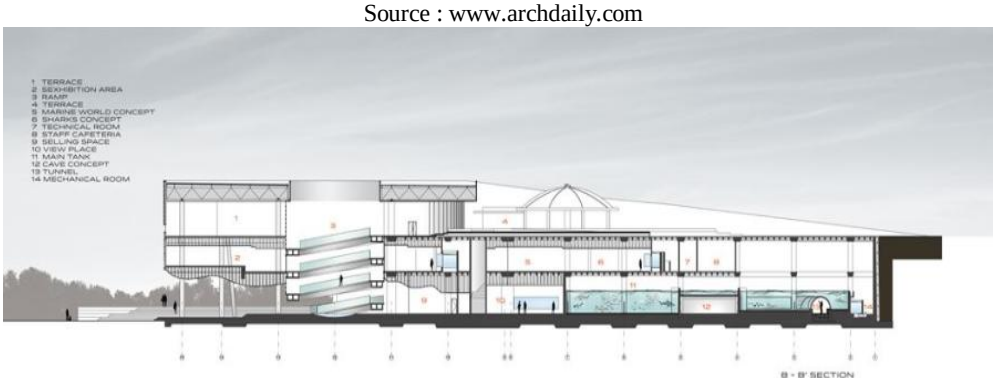


Figure 61 : Coupe BB du projet
Source: www.archdaily.com

Figure 62 : Coupe schématique du projet
Source : https://qjegh.lyellcollection.org/content/48/3-4/204/tab-article-info

I.6.5.Analyse des plans d'ensemble :

- **Plans des différents niveaux**

  - **Plan du Rez-de-chaussée :**

1-Local technique
2-Climatisation
3-Concept de la grotte
4-Lieu de vue
5-Tunnel
6-Hall
7-Local technique
8-Cafétéria
9-Espace de vente
10-Guichet
11- Vestiaire
12-Bureau
13-WC
14-Réservoir d'eau salée
15-Salle de filtrage
16-Réservoir d'eau incendie
17-Local technique
18-Réservoir d'eau propre
19-Local technique
20- Amphithéâtre
21- Point d'eau
22-Information

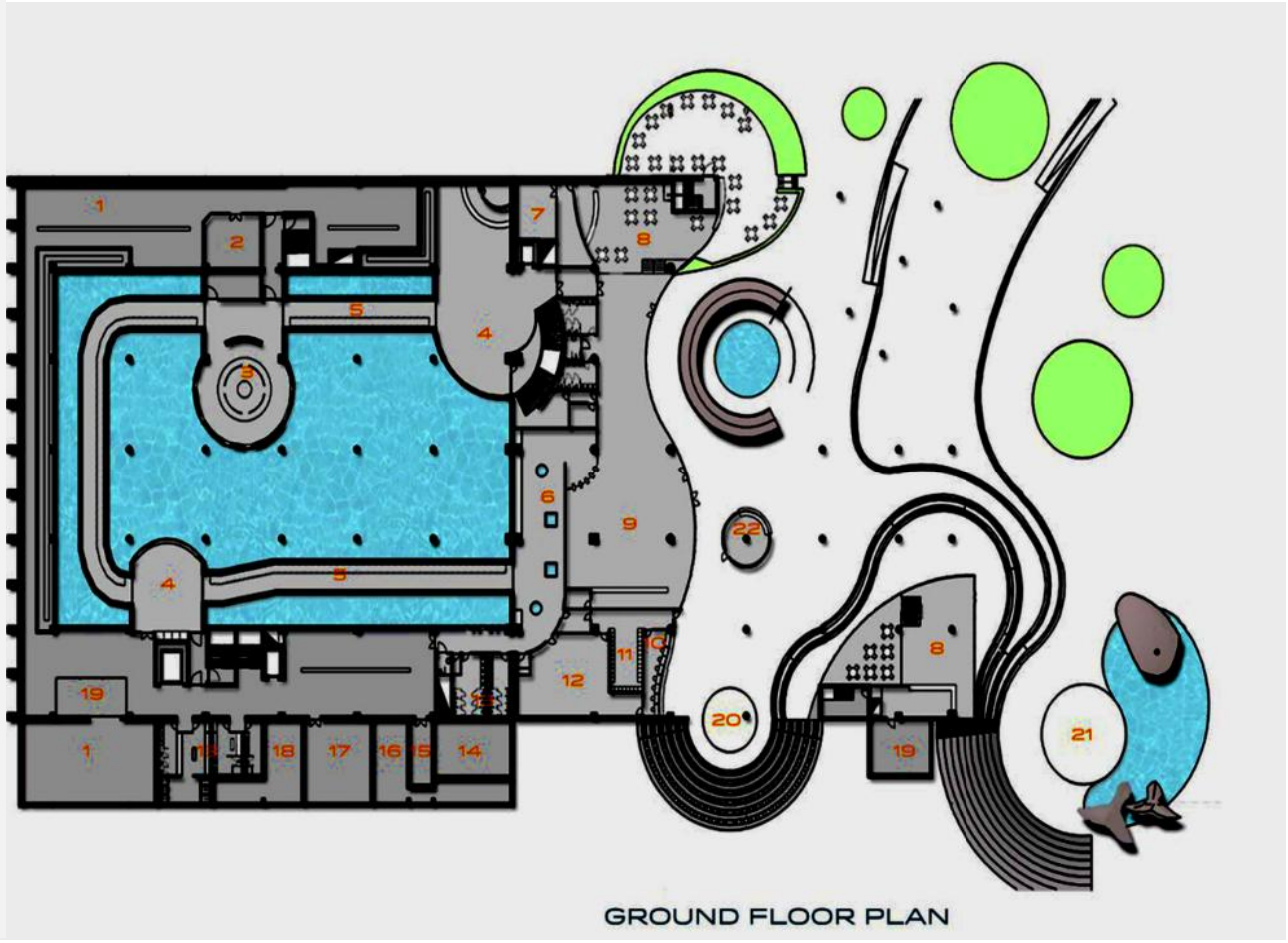


Figure 63 :Plan de Rez-de-chaussée
Source: www.archdaily.com / traitement :auteurs

- **Plan du 1er étage**

1-Hall d'exposition
2-Hall d'entré
3-Hall d'introduction
4-Concept du monde marin
5-Salle de neige
6-Sortie de Snow room
7-Guichet
8-Entrée de Snow room
9-Cafétéria
10-Local technique
11-Rampe
12-Concept de la grotte
13-Touch pool
14-Salle de projection
15-Concept de requins
16- Vue vers les requins
17-Local technique
18-Service
19-Chute d'eau mécanique
20-WC
21-Centre de chauffage
22-Local technique
23-Salle des panneaux
24-Local technique
25-Cafétéria du personnel

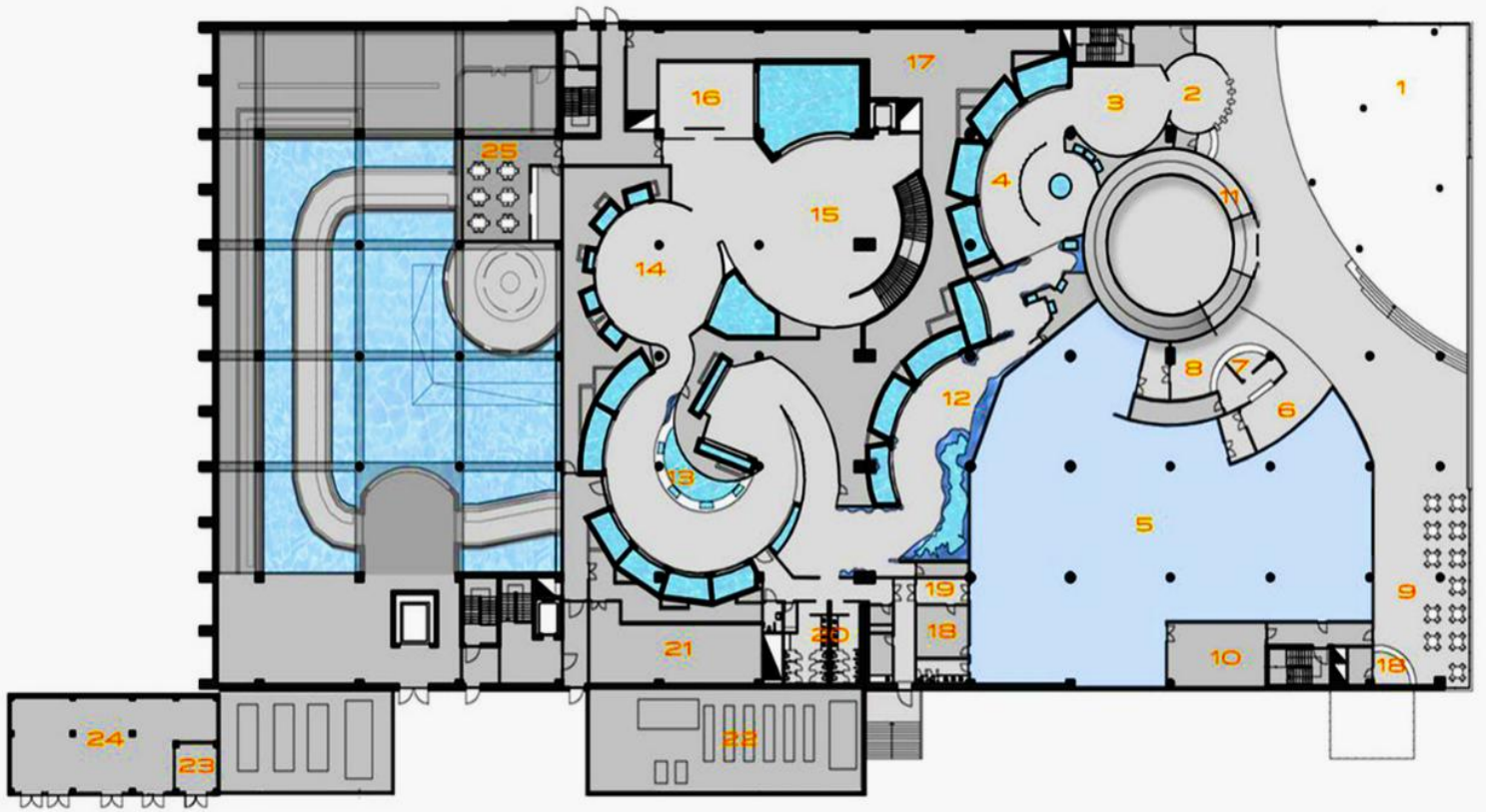


Figure 64 : Plan du 1er étage
Source : www.archdaily.com /traitement :auteurs

➢ **Organigrammes fonctionnels**

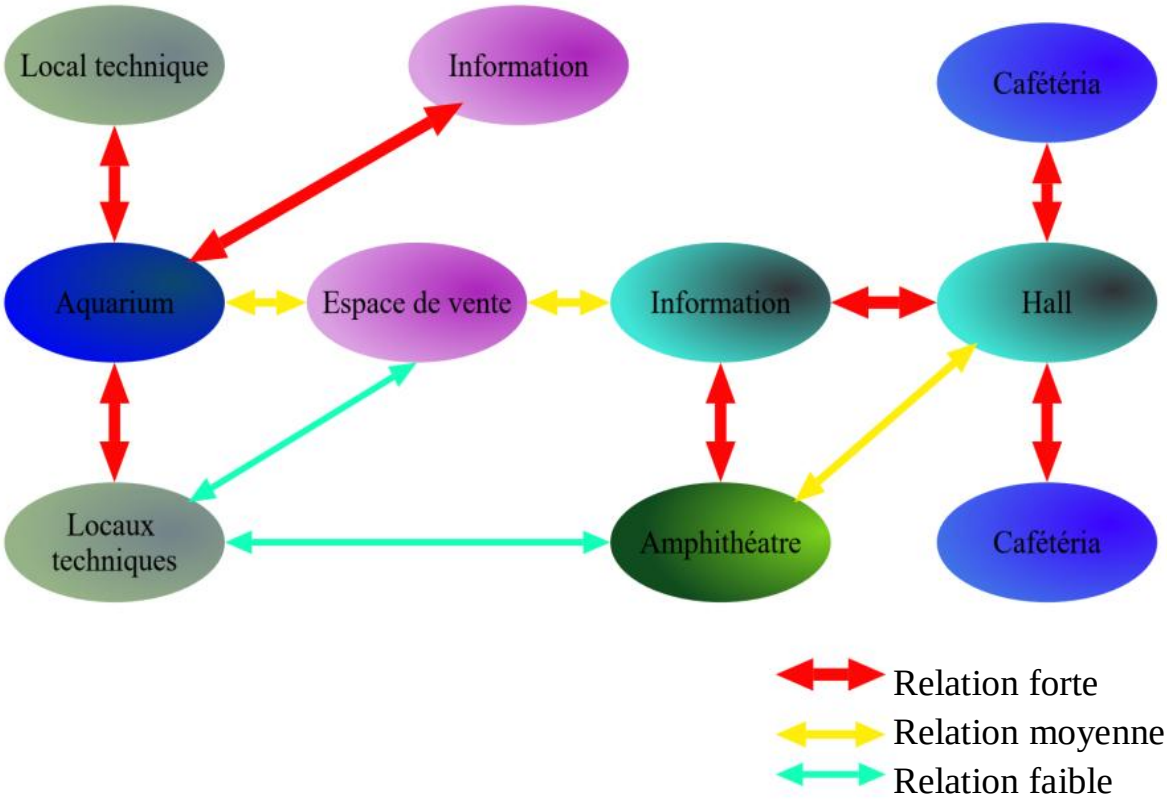


Figure 65 : Organigramme du RDC
Source : Auteurs

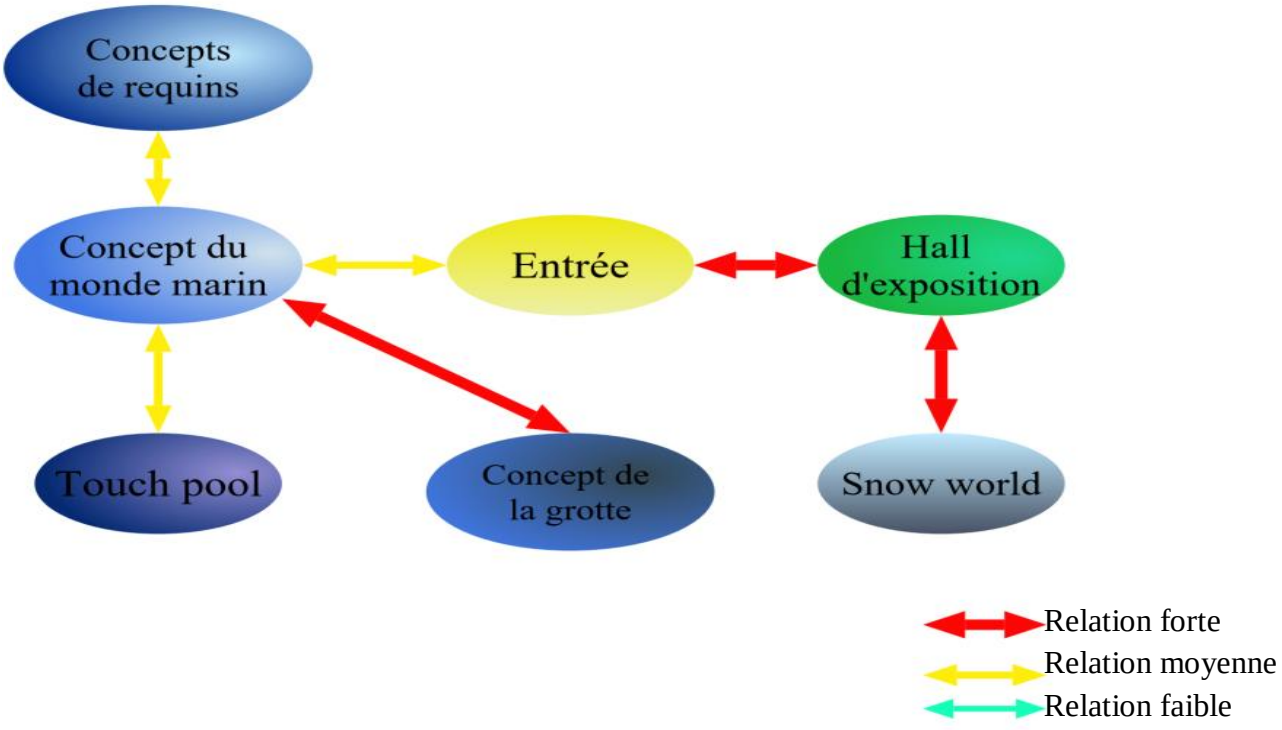


Figure 66 : Organigramme du 1er etage
Source : Auteurs

Synthèse

L'aquarium est entouré par des différents locaux techniques qui servent à alimenter et nettoyer les eaux ;

Les locaux techniques sont à l'écart par rapport aux espaces dédiés aux visiteurs avec un accès exclusivement dédié aux employés ;

La notion du parcours est visible par des couloirs sinueux ;

L'accessibilité aux personnes à mobilité réduite est assurée3 par le biais d'une rampe qui démarre du RDC jusqu'au niveau de la toiture terrasse.

I.6.6. Analyse des façades

La métaphore est bien visible au niveau des façades, elle est matérialisée par :

Les fenêtres en formes de goûtes d'eau ;

L'utilisation des courbes qui reflètent les vagues de la mer ;

Figure 67 : Façades de projet
Source: www.archdaily.com / traitement:auteurs

I.6.7. Analyse bioclimatique

L'espace public ombragé qui a émergé à la suite du retrait de l'élévation au sol du bâtiment constitue un grand point de fraîcheur. Il est situé dans la direction sud-ouest où les vents rafraîchissants dominent.

L'objectif de l'architecte est d'accroître le niveau de confort avec la durabilité en utilisant les ressources naturelles de la manière la plus efficace.

L'un d'eux est le toit vert et l'autre caractéristique est la création d'un environnement naturel pour les animaux en tirant l'eau de la mer.

En termes de durabilité, le projet présente des avantages grâce aux propriétés thermiques, hydrodynamiques et protectrices de l'utilisation de la toiture végétalisme.

Le toit végétal a une isolation particulière en été et en hiver. Il fournit la climatisation la plus naturelle pour l'aquarium. L'objectif est de minimiser les effets d'îlot thermique et de préserver l'environnement naturel et la diversité biologique

Avec l'utilisation d'un toit vert, le refroidissement et la qualité de l'air sont intégrés.

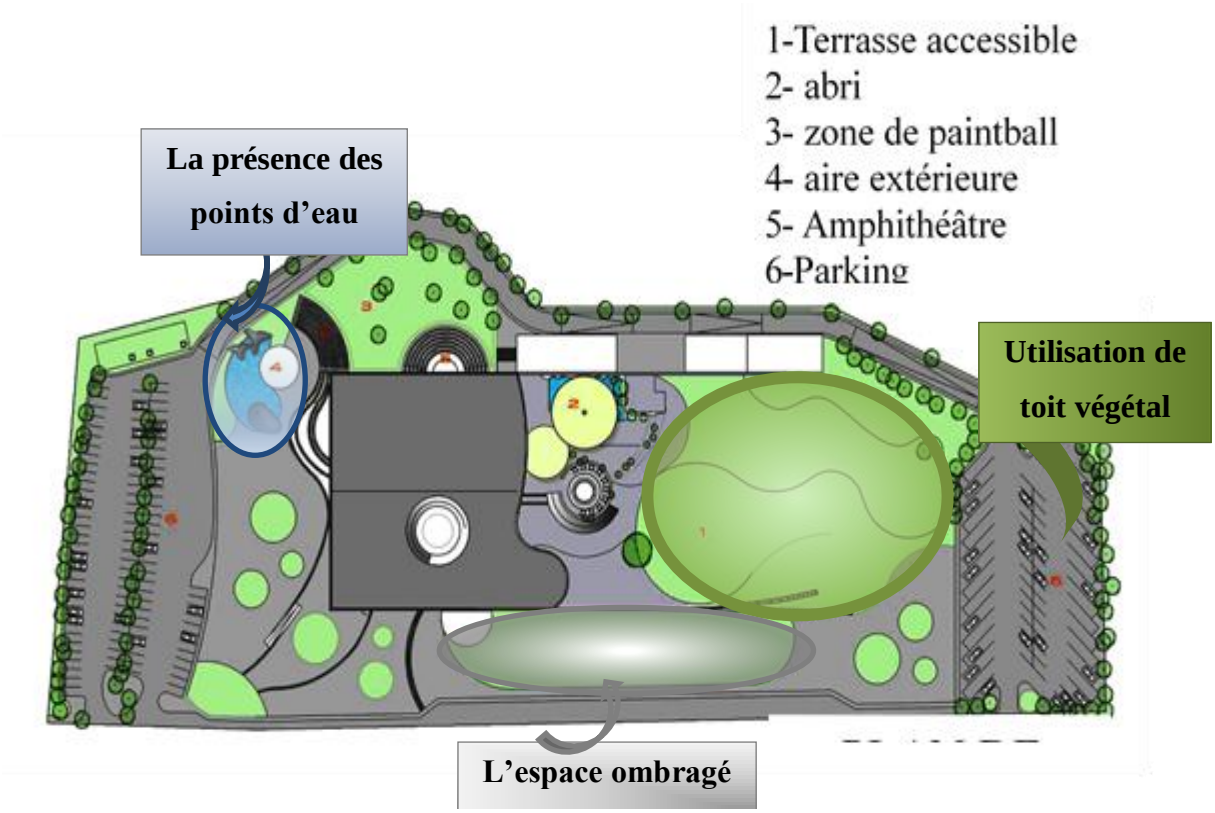


Figure 68 : Plan de masse
Source : www.archdaily.com / Traitement : auteurs

I.6.8. Ambiances intérieures

- **Les aquariums :**

Il est très agréable de regarder les poissons errer entre des objets décoratifs faisant référence à différentes parties du monde, tels que l'océan Indien, la mer Rouge, l'Atlantique, l'océan Pacifique, le Nil, l'Amazone et les fleuves asiatiques, épave d'avion, épave de sous-marin, trésors de pirates et le poisson errant dans la ville engloutie créent un mystère différent et une excitation inhabituelle, (Antalya Aquarium, s.d.).

- **Circulation à travers l'Océanariums**

Le tunnel de 131 mètres et de 3 mètres de largeur, est l'activité qui attire plus l'attention des visiteurs. Lorsque vous traversez le plus grand tunnel sous-marin du monde, requins et raies pastenagues vous traversent. La décoration de cet immense réservoir a été conçue par le sculpteur italien **Benedetti,** (Antalya Aquarium, s.d.).

L'une des activités les plus populaires de l'aquarium d'Antalya est l'alimentation des requins. Toutes les créatures de l'aquarium sont nourries conformément à leurs procédures et sont particulièrement attirées par les plongeurs professionnels qui nourrissent les requins. La période nutritionnelle est généralement vers midi, (Antalya Aquarium, s.d.).

- **Snow World :**

Le musée Snow World Ice, situé à l'intérieur avec une superficie de 1500 mètres carrés, est la zone de neige couverte la plus drôle de Turquie où il neige vraiment la nuit. Avec des igloos, la maison de Saint-Nicolas et des cafés, les visiteurs peuvent profiter de la neige avec les vêtements de protection spéciaux qui leur seront remis à l'entrée du Snow World Ice Museum, où le temps est de -5 C 0 alors qu'il fait 40 0 C à l'extérieur, (Antalya Aquarium, s.d.).

- **Comment pouvons-nous obtenir de la neige naturelle** ?

Pour produire de la neige naturelle, la température ambiante doit être à une température inférieure à 0 C. Et la raison est assez évidente ; les machines qui produisent de la neige pulvérisent de minuscules gouttes d'eau sous haute pression et ces gouttes d'eau gèlent comme elles le font dans la vraie nature et tombent sous forme de flocons de neige. La neige fraîche et naturelle conserve sa douceur tant que la température ambiante n'est pas supérieure à 0 C ni extrêmement froide, (Antalya Aquarium, s.d.).

- **Snow Café :**

Des saveurs spéciales telles que le pain et les saucisses turques ou le sahlep chaud (lait et d'orchidées) avec un concept de montagne à l'intérieur du Snow World Ice Museum.

Le café accueille également des événements spéciaux et des organisations, (Antalya Aquarium, s.d.).

- **Wild Park :**

Wild Park est spécialement conçu pour vous garder en vie avec la faune et la flore de la forêt tropicale humide. Avec des sons et des effets adaptés aux thèmes rencontrés dans différentes régions. On trouve des grottes, des créatures rusées cachées dans les buissons, des singes rebondissant d'arbre en arbre, des oiseaux fous, des vents du désert.

Dans les terrariums, on observe les serpents les plus venimeux du monde, les plus grosses araignées, les espèces de grenouilles les plus gigantesques, les scorpions les plus dangereux, les caméléons les plus paresseux, les crocodiles les plus insidieux, les lézards les plus intéressants, les grenouilles flèche empoisonnées et les créatures tropicales les plus colorées, (Antalya Aquarium, s.d.).

- **Océanide XD Cinéma**

Océanide XD Cinéma, situé à l'entrée de l'aquarium, emmène les visiteurs dans un voyage en 3D. Pendant la Première Guerre mondiale, vous pourrez observer de nombreux sous-marins, allant des épaves du navire Lund qui coule à Çanakkale aux glaciers de l'Antarctique, en passant par le monde sous-marin coloré de Zanzibar, en passant par les phoques de San Diego, et les sièges de cinéma de simulation fonctionnant de manière synchrone avec les lunettes 3D et les plans sous-marins. Le capitaine Barbossa est accompagné de baleines bleues, d'otaries, de tortues et de grands requins blancs (Antalya Aquarium, s.d.).

Synthèse

Le projet est riche en termes de programme principalement de loisirs et de divertissement avec une prise en compte de la circulation des personnes à mobilité réduite à l'aide d'une rampe et d'un parcours bien défini favorisant le concept de découverte et la circulation fluide, quoi que ce projet reste d'un caractère énergivore vu les techniques de

chauffage, ventilation et éclairage qui se font mécaniquement ce qui demande une grande consommation énergétique.

I.7. The Blue Planet (ancien aquarium national du Danemark)

L'Aquarium national du Danemark à Charlottenlund a été fondé et a ouvert ses portes au public en 1939. Après la guerre, l'aquarium était en mauvais état et a été rénové (le lieu est devenu un espace de divertissement).

Jesper Horsted, directeur de l'aquarium national du Danemark, a commencé à formuler des idées initiales sur l'architecture et la conception d'un aquarium moderne voire contemporain où l'ancien devait être rénové ce qui était couteux par rapport aux gains, en d'autres termes, il fallait trouver un nouveau lieu et un cadre différent pour offrir aux futurs visiteurs une toute nouvelle expérience.

- Problématique : Comment revitaliser l'aquarium de Charlottenlund et lui donner un aspect contemporain ?

I.7.1. Présentation et situation du projet

Il s'agit d'un musée aquarium situé dans la ville de Kastrup au Danemark réalisé en 2013, d'un gabarit de R+0 et une superficie totale de 10 000 m² avec une capacité d'eau de 7 millions litres d'eau.

Le projet s'implante sur une ville d'un climat de type chaud et tempéré. Les précipitations à Kastrup sont importantes. Même lors des mois les plus secs, les averses persistent encore. Kastrup affiche 8.3 °C de température en moyenne sur toute l'année. Chaque année, les précipitations sont en moyenne de 607 mm.

Figure 69 :Tthe blue planet
Source : Google Earth 3D

I.7.2. Genèse du projet

Le projet s'est inspiré par le mouvement des poissons et la forme de l'eau agissant à l'infini, le nouvel aquarium national a la forme d'un grand bain à remous.

Figure 70 : Mouvement des poissons/ source : Archdaily.com

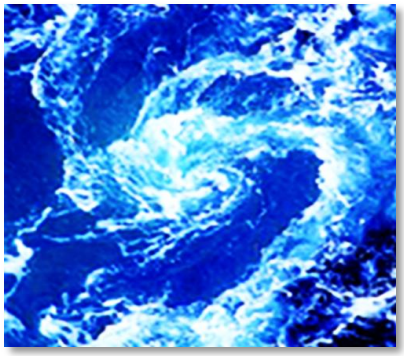


Figure 71 : Mouvement du tourbillon/ source : Archdaily.com

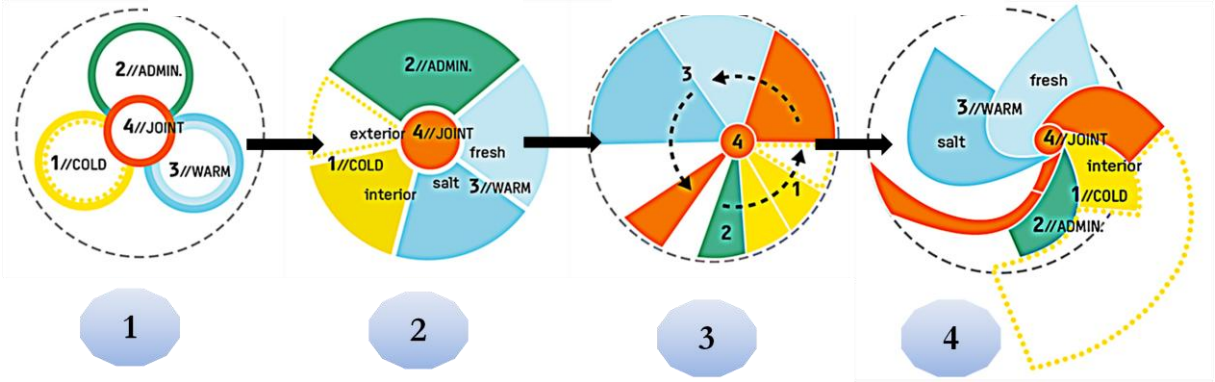
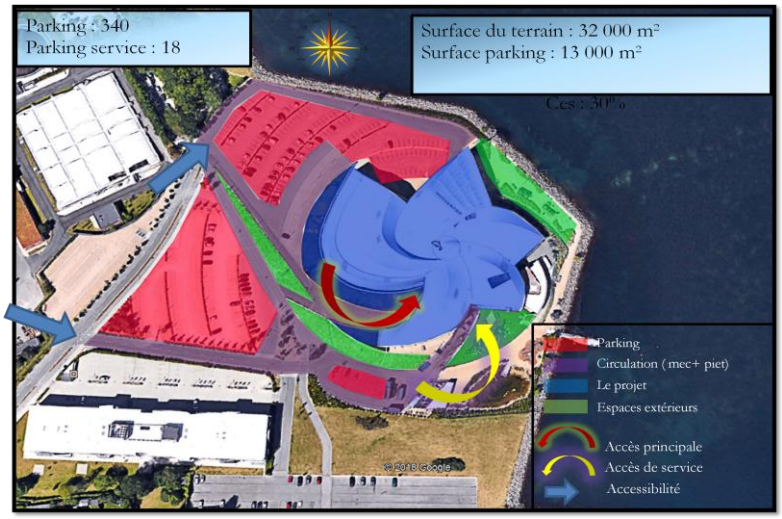


Figure 72 : Genèse de la forme
Source : Archdaily.com

I.7.3. Analyse du plan de masse

Le projet se compose de 2 principaux espaces : le musée aquarium et le parking et minoritairement des espaces extérieurs.



I.7.4. Analyse des plans des niveaux

- **Plans des différents niveaux**
  - **Plan du RDC**

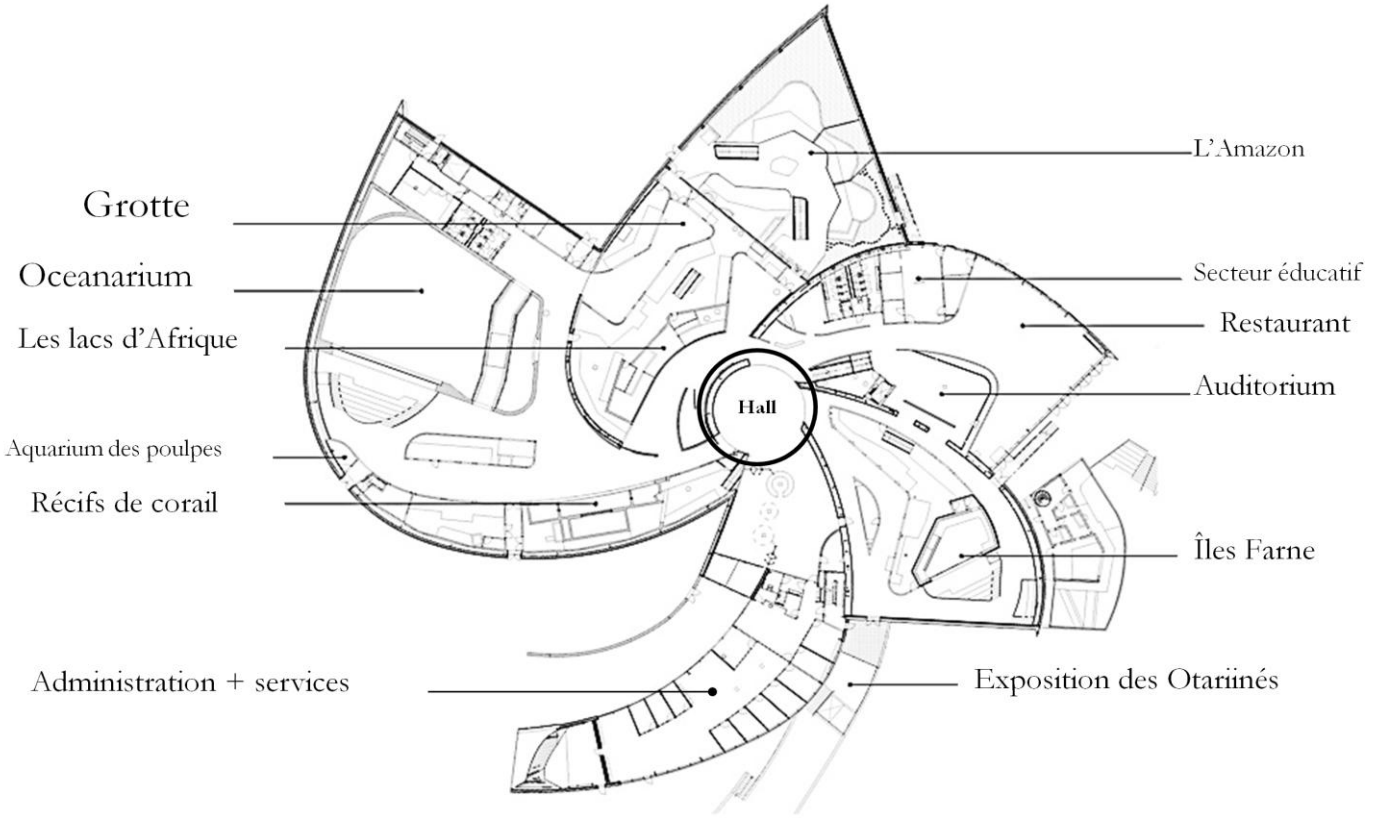


Figure 74 : Plan du RDC
Source : Archdaily.com

➢ **Organigramme fonctionnel**

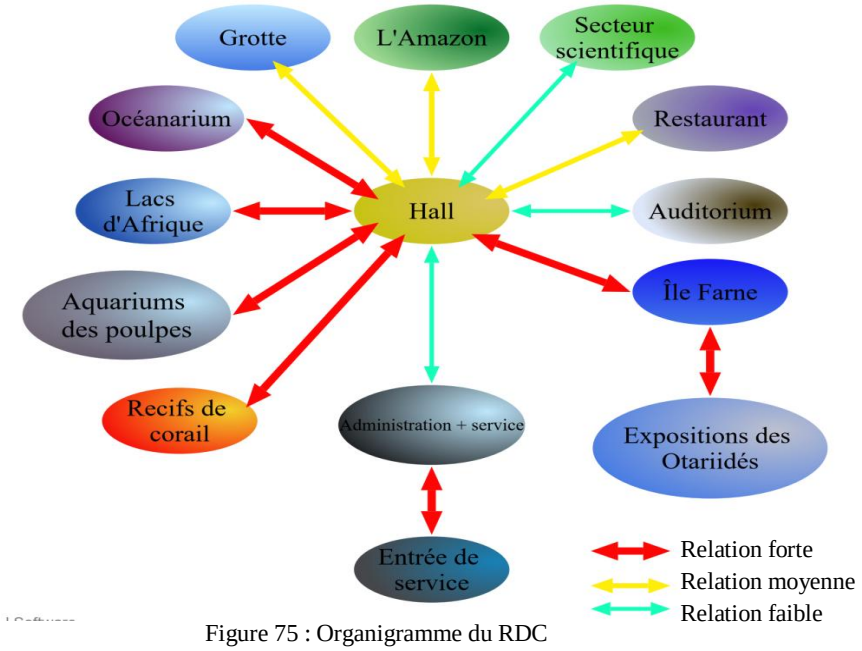


Figure 75 : Organigramme du RDC
Source : auteurs

I.7.5.Détails constructifs et techniques de fonctionnement

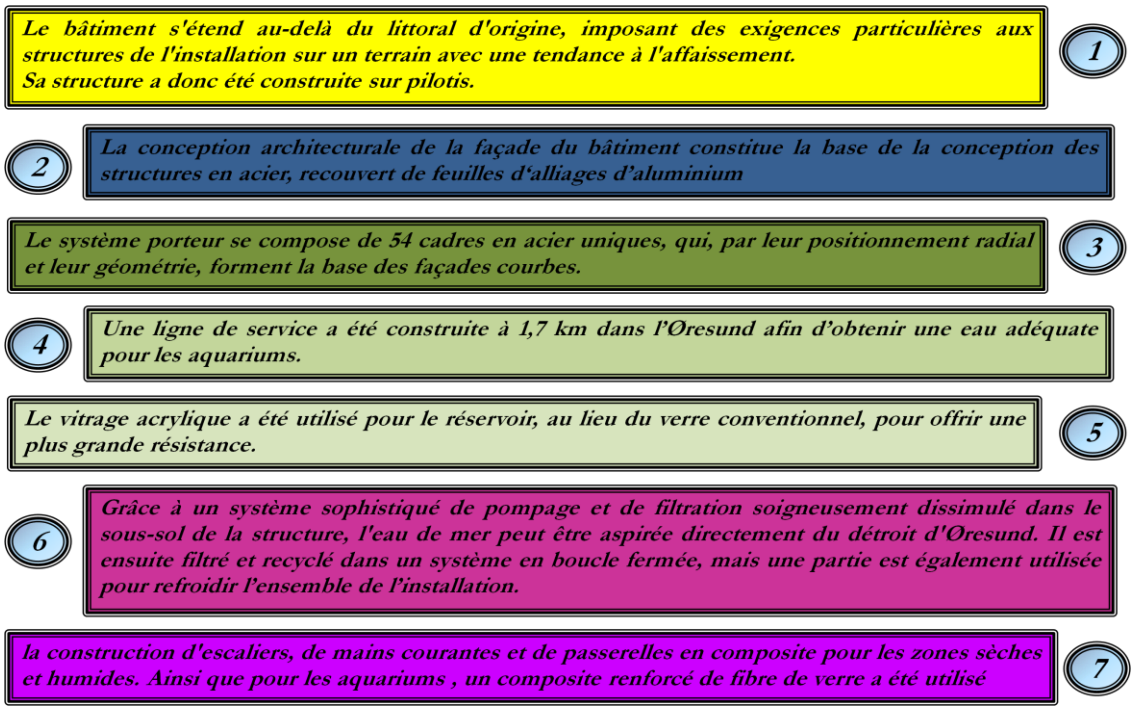


Figure 76 : Solutions et techniques constructives
Source : https://www.floornature.eu/3xn-the-blue-planet-danemark-8580/

Synthèse

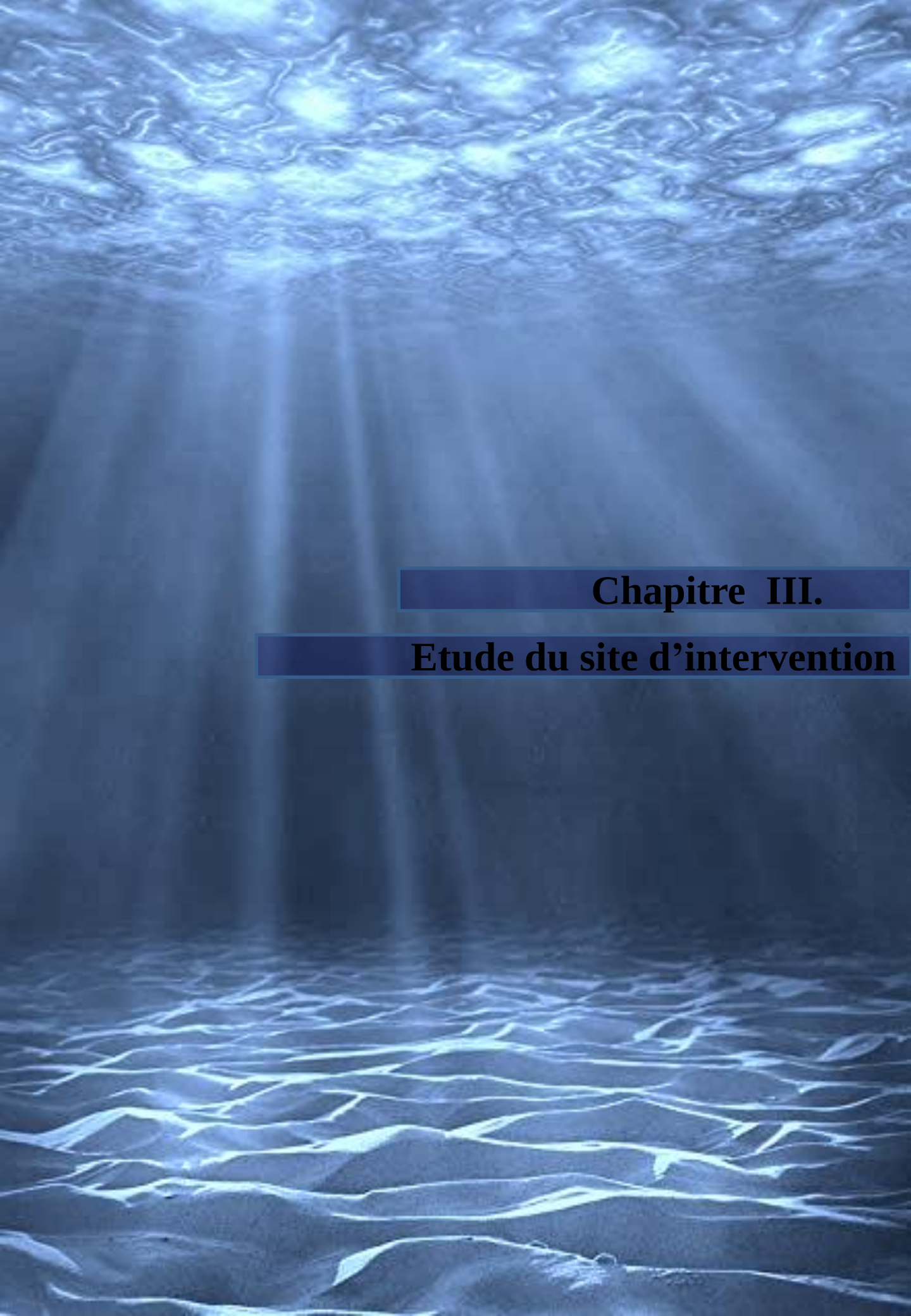
Le projet est riche en termes de programme principalement de loisirs et de divertissement ainsi qu'en innovation dans les techniques de construction des aquariums pour garantir le bon fonctionnement et la durabilité du projet.

Conclusion :

A travers ce chapitre, nous avons pu définir et cerner les spécifiâtes et exigences relatives à la thématique « musée aquarium ». La mise en lumière de fonctionnement, mécanisme et nécessité spatiale vont nous servir de support de conception lors de la prochaine étape qui est celle de l'élaboration du projet.

Deuxième Partie

Elaboration du projet



Chapitre III.

Etude du site d'intervention

Introduction

Dans le but de concevoir un projet architectural sur une assiette donnée, il est nécessaire d'établir une étude approfondie du contexte dans lequel cette assiette s'inscrit. Dans notre recherche d'un site d'intervention architecturale en mesure de constituer un support pour contribuer à la métropolisation de la ville, notre choix s'est porté sur la commune d'El Mohammedia à Alger vu ses différentes potentialités, notamment celle de la disponibilité du foncier, dans laquelle nous voulons inscrire notre projet à savoir « aquarium public », ainsi que des potentialités économiques et touristiques.

À travers cette analyse nous allons mettre en avant les caractéristiques essentielles de la ville à une échelle globale, et à celle du quartier (celle de la commune d'El Mohammedia), dans le but d'une meilleure compréhension du site et une bonne maitrise de ses éléments. Cela nous permettra d'élaborer une synthèse qui va ressortir toutes les potentialités et les carences du site, afin d'arriver à proposer un projet qui répond aux différentes exigences du lieu, et qui sera en continuité avec l'ensemble de son environnement immédiat.

I. Présentation de la ville d'Alger, le contexte globale du projet

Alger la blanche, occupe une place importante dans la trame des pays méditerranéens, ville du nord de l'Algérie, capitale du pays, chef-lieu de la wilaya.

Elle occupe une place privilégiée dans la moitié ouest du bassin méditerranéen, Sa position de carrefour, lui confère un statut de capitale exerçant un rayonnement économique, politique et culturel sur tout le pays.

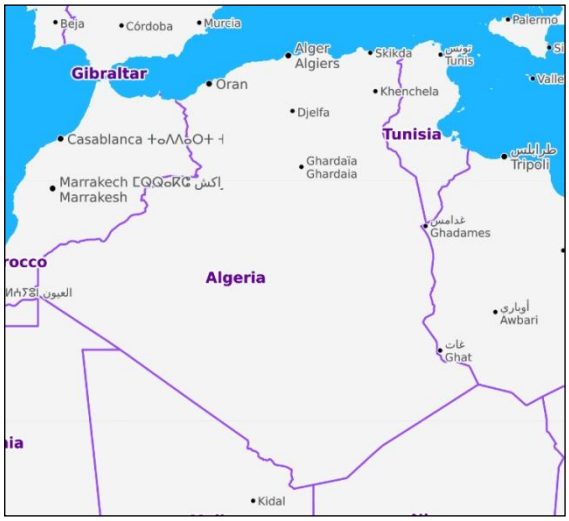


Figure 77: Situation de la ville d'Alger à l'échelle
Source : www.openstreetmap.org

II. Situation et accessibilité

II.1. Situation

- **Situation à l'échelle territoriale**

Le projet se situe dans la wilaya d'Alger capitale du pays, elle se situe dans sa partie nord.

Figure 78 : Situation à l'échelle territoriale/
Source : www.openstreetmap.org

- **Situation à l'échelle régionale.**

La commune d'El Mohammedia se situe à 10 Km à l'Est d'Alger centre, à 5 Km de l'aéroport international (Houari Boumediene), dans le centre demi-couronne géométrique de la baie d'Alger, et s'étend sur une superficie de 800 ha.

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

Figure 79 : Situation à l'échelle régionale/
Source : www.openstreetmap.org / traitement : auteurs

- **Situation à l'échelle communale**

L'assiette du projet se situe dans la partie nord de la commune d'El Mohammadia, appartenant à la baie d'Alger.

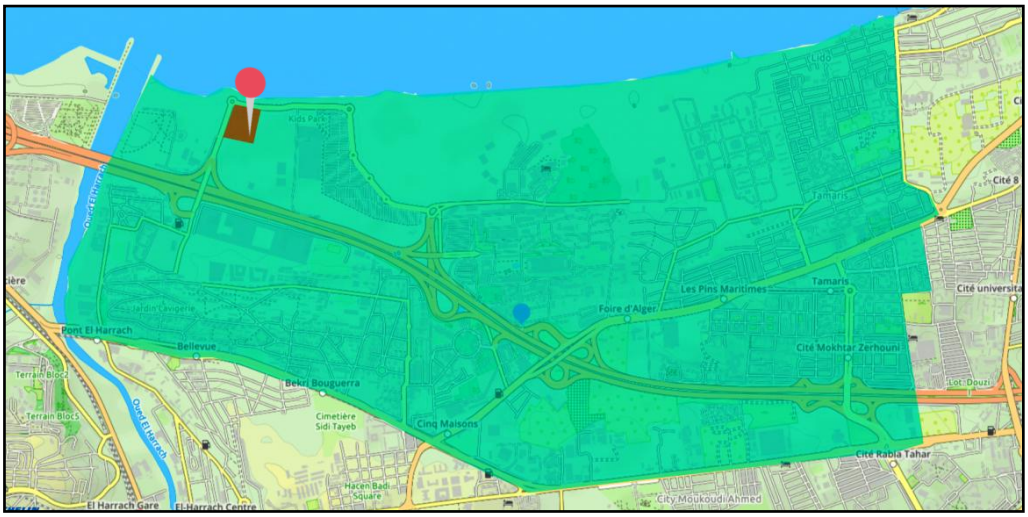


Figure 80 : Situation à l'échelle communale/
Source : www.openstreetmap.org /traitement : auteurs

- **Situation à l'échelle du quartier**

Le site d'intervention s'est porté sur la partie ouest d'El Mohammedia, la partie qui est toujours restée inexploitée en dépit des potentialités qu'elle offre.

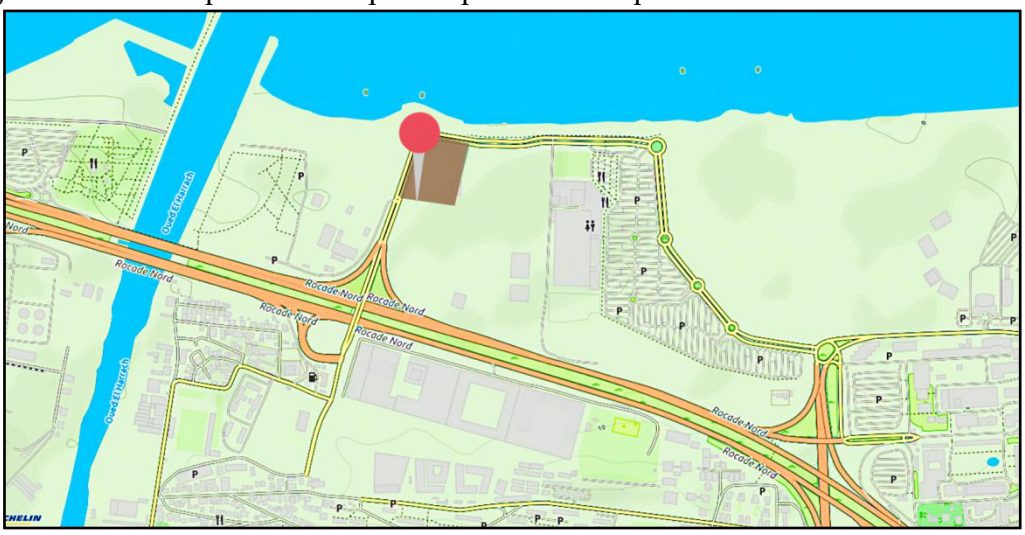


Figure 81 : Situation à l'échelle du quartier/
Source : www.openstreetmap.org / traitement : auteurs

II.2. Accessibilité

Le site d'intervention profite de deux accès par la rue colonel Menani.

Une passerelle piétonne est en cours de construction reliant la grande mosquée à notre parcelle.

Un arrêt de bus en cours de construction se trouve à proximité du terrain

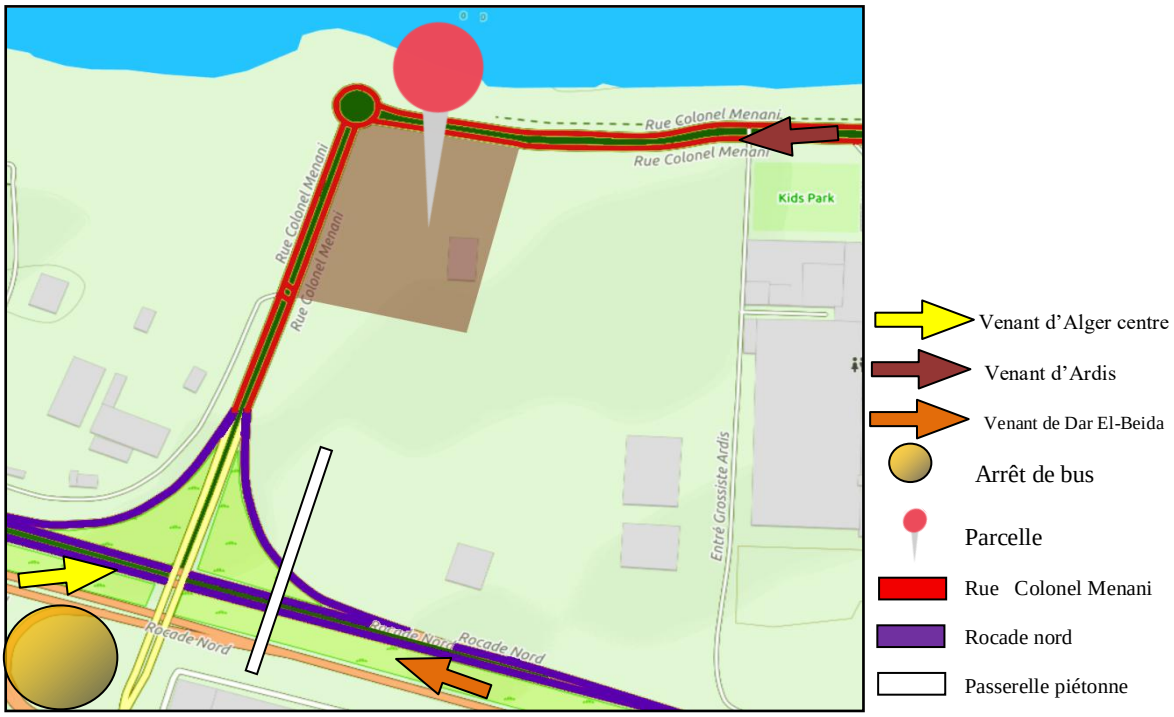


Figure 82 : Accessibilité vers le site
Source : www.openstreetmap.org / traitement : auteurs

III. Environnement immédiat

Le terrain est limité par la rue Colonel Menani au nord et à l'ouest, propriété Cosider au sud, un terrain vierge et le centre commercial Ardis à l'est, avec une surface de 2.00 Ha.

Figure 83 : Environnement immédiat/
Source : www.openstreetmap.org / traitement : auteurs

IV. Environnement socio-économique

IV.1. Répartition de la population selon les tranches d'âge

La commune d'El Mohammadia est caractérisée par une population jeûne où 51% des habitants appartiennent à la tranche d'âge de 0 à 29 ans tant dis que la tranche des vieux est minoritaire avec un pourcentage de 18%.

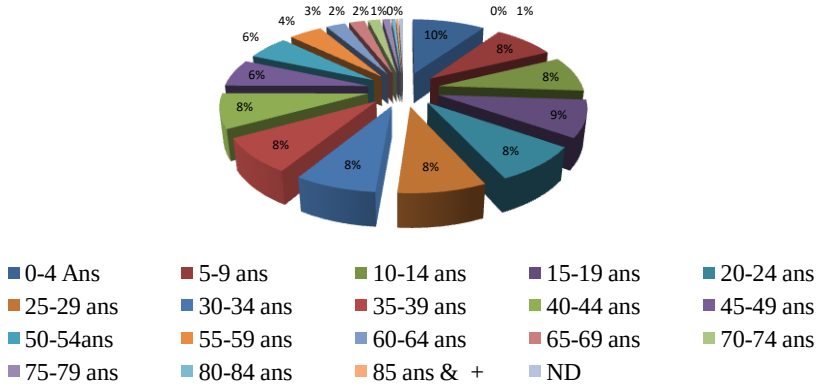


Figure 84 : Répartition de la population selon la tranche d'âge
Source : ONS 2008

IV.2. Répartition de la population selon le niveau de l'instruction

La commune d'El Mohammadia est caractérisée par une population jeûne et dont la majorité est instruite (89 %).

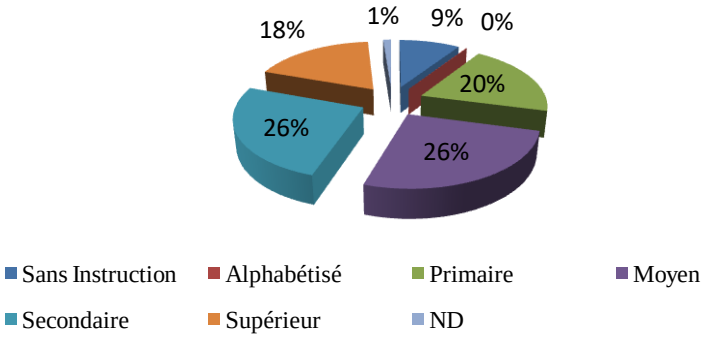


Figure 85 : Répartition de la population selon le niveau d'instruction
Source : ONS 2008

IV.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.

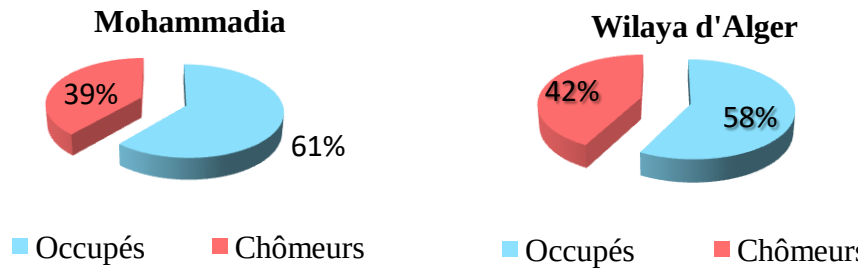


Figure 86 : Répartition de la population selon l'emploi dans la ville d'Alger et la commune d'El Mohammadia
Source : ONS 2008

IV.4. Répartition de la population selon le taux d'activité

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

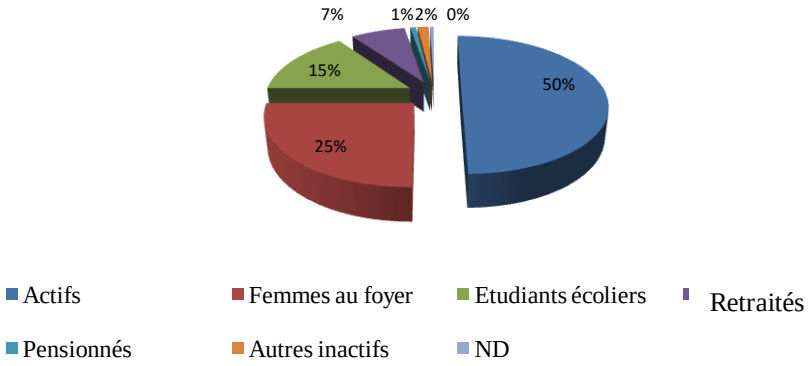


Figure 87 : Répartition de la population selon le taux d'activité
Source : ONS 2008

V. Vocation et potentialités de la commune

V.1. Vocation de la commune

La commune d'El Mohammadia se caractérise par la prédominance du secteur tertiaire suivi par celui du commerce.

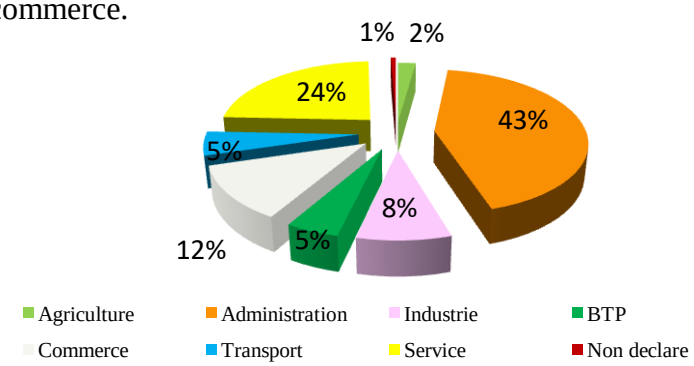


Figure 88 : Différentes vocations d'El Mohammadia
Source : ONS 2008

V.2. Potentialités de la commune

La commune d'El Mohammadia bénéficie de plusieurs potentialités qui font d'elle une destination pour accueillir un nouveau hyper-centre tel que :

- Accessibilité facilitée par de bonnes infrastructures routières ;
- Proximité d'infrastructures importantes de la capitale : Gare maritime, ferroviaire, routière et aéroport ;
- Site plat et grande disponibilité foncière évoluée à 200 hectares ;
- Bonne perméabilité à l'intérieur du site ;
- Qualités paysagères (forêt de l'Hilton, la mer) et vues panoramiques.

VI. Environnement naturel

VI.1 données climatiques

- **A l'échelle de la ville**

L'analyse des données climatiques est très importante pour le prendre en considération lors du processus de conception du projet architectural afin de l'adapter à son environnement et son climat et assurer les conforts.

- **Température**

Les données recueillies, représentées par des graphes de températures moyennes mensuelles pour la période 1995-2005 font ressortir les caractéristiques suivantes :

- Une décroissance de température rapide du mois d'Aout à Décembre;
- Une croissance régulière de Janvier à Aout;
- Une saison chaude allant du mois de Mai au mois d'Octobre;
- Une saison froide du mois de Novembre au mois d'Avril.

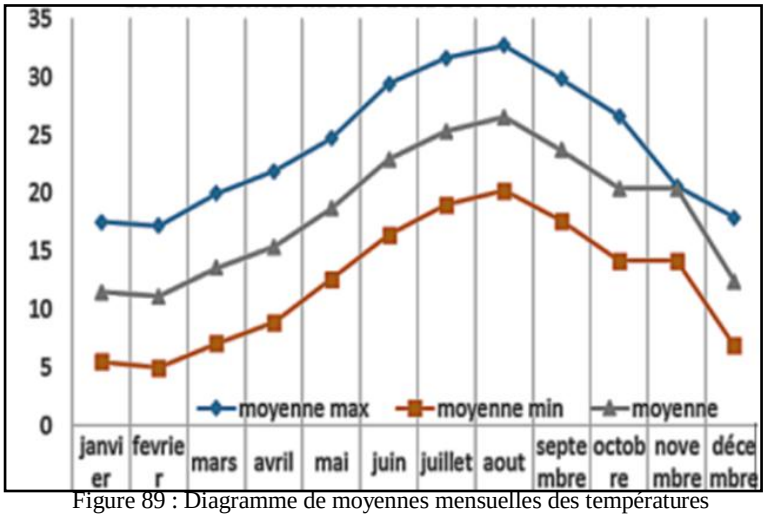


Figure 89 : Diagramme de moyennes mensuelles des températures
Source : ONM 2008

- **Précipitations**

Ce sont l'ensemble des eaux qui tombent sur la surface de la terre, tant sous forme liquide (pluie) que sous forme solide (neige, grêle). Cumuls mensuels des précipitations en (mm). La répartition annuelle des précipitations est marquée par une période courte de sécheresse dans le mois de Juin et Juillet, durant laquelle les précipitations sont très faibles et souvent sous forme d'orage.

La période pluvieuse s'étend du mois de Novembre au mois d'Avril. Le mois de Novembre était le mois le plus pluvieux avec une quantité moyenne de 98.0 mm et le mois de Juillet est le plus sec avec une valeur moyenne de 2,1 mm Le total des précipitations annuelles est de 595,1 mm..

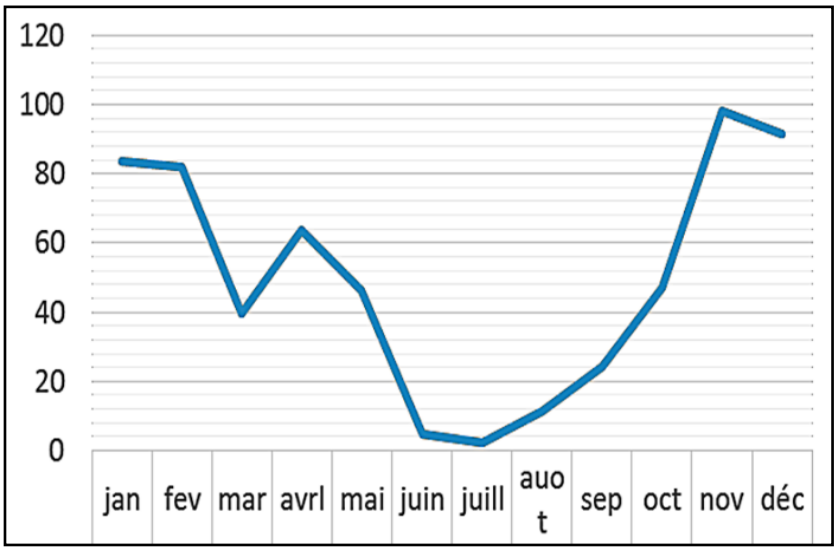


Figure 90 : Cumuls mensuels des précipitations d'Alger.
Source : ONM 2008

- **Humidité**

La valeur moyenne de l'humidité dépasse les 50% pour tous les mois de l'année et varie entre un maximum de 95% au mois de décembre, janvier, février, et un minimum de 41% au mois d'aout.

La valeur moyenne maximale de l'humidité pendant ces dix dernières années est atteinte au mois de décembre, janvier et février avec une valeur 96%.la valeur moyenne minimale de l'humidité pendant la période de 1995 à 2005 est atteinte au mois de juillet avec valeur de 41%.

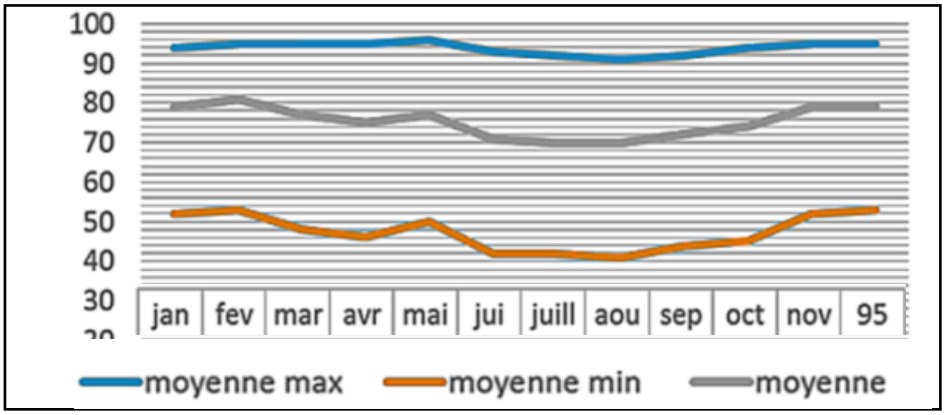


Figure 91 : Humidités relatives en (%)
Source : ONM 2008

- **Vents**

Les vents qui prédominent Alger sont de direction ouest en hiver et ouest-nord-ouest en été, les vitesses moyennes maximales sont enregistrées du mois d'Avril au mois d'Aout ; alors que les valeurs minimales sont enregistrées du mois de septembre au mois de mars. Elles sont plus élevées durant les mois chauds que durant les mois froids et varient entre 2 et

2,4 m/s. On considère le vent dans notre cas faible. On peut utiliser le vent comme moyen de rafraichissement passif des espaces intérieurs durant la nuit, pendant le jour il servira à la ventilation naturelle.

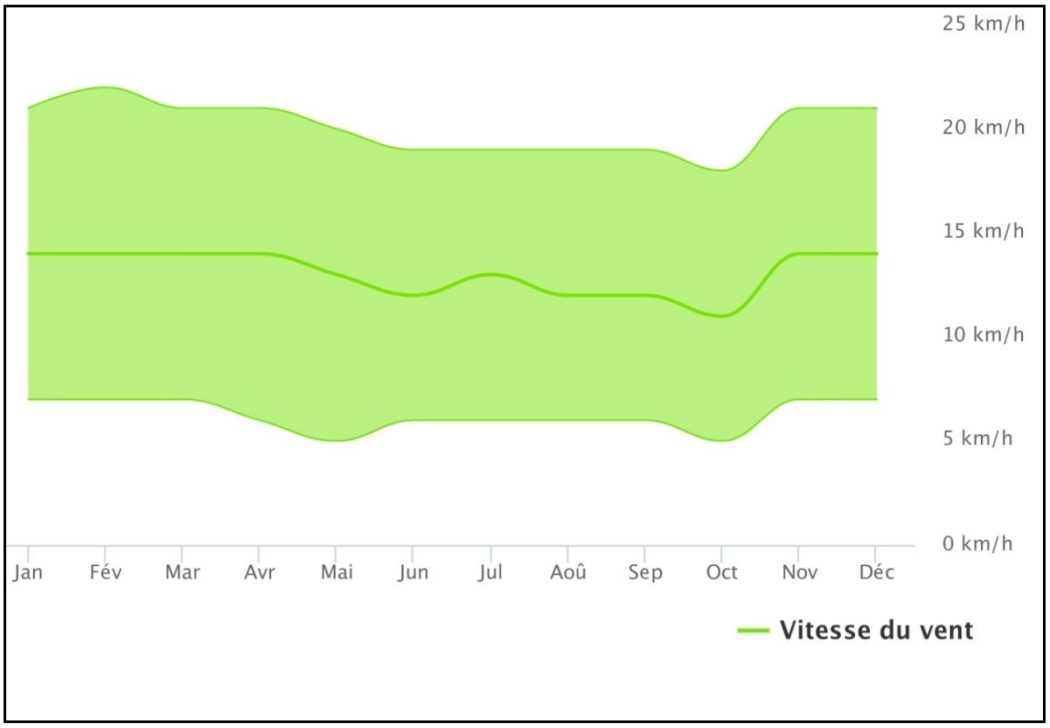


Figure 92 : Vitesses de vent
Source : Meteoblue.com

Synthèse

La wilaya d'Alger est caractérisée par un climat méditerranéen tempéré avec une saison hivernale froide relativement pluvieuse et une saison estivale chaude sèche avec des radiations solaires intenses et une température de l'air extrêmement élevée.

- **A l'échelle su site**
  - **Ensoleillement**

La parcelle d'intervention est totalement ensoleillée durant toutes les saisons de l'année car aucun obstacle ni bâti ne l'entoure.

A Alger, le soleil brille régulièrement en été, tandis que dans les autres saisons, il peut y avoir des jours ensoleillés, mais aussi des jours nuageux et pluvieux. Le tableau ci-dessous montre la moyenne des heures d'ensoleillement par jour.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
Soleil (heures)	4	6	7	8	10	10	11	10	9	6	5	5

Tableau 5 : Moyenne des heures d'ensoleillement par jour / source : https://www.climatsetvoyages.com/climat/algerie

La durée d'ensoleillement est un indicateur climatique qui mesure le temps pendant lequel un endroit est éclairé par le soleil.

- ✓ En saison froide : la durée d'insolation varie entre 157.9 et 228.5 heures.
- ✓ En saison chaude : La durée d'insolation varie entre 264.1 et 297.9 heures.

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Moy Insol	173.7	184.6	228.2	245.4	264.1	315.2	323.6	297.9	255	227.4	169.7	157.9

Tableau : Durée moyenne d'insolation Alger (en heures)
Source : ONM Alger Dar El Beida

- Solstice d'été :

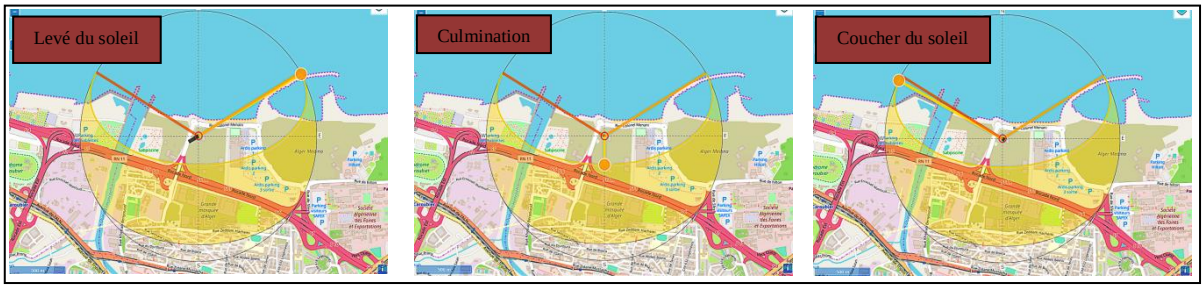


Figure 93 : Trajectoire du soleil, date : 21-06-2018/source :
https://www.suncalc.org/#/36.7406,3.1387,16/2019.03.24/23:18/1/1

- Solstice d'hiver :

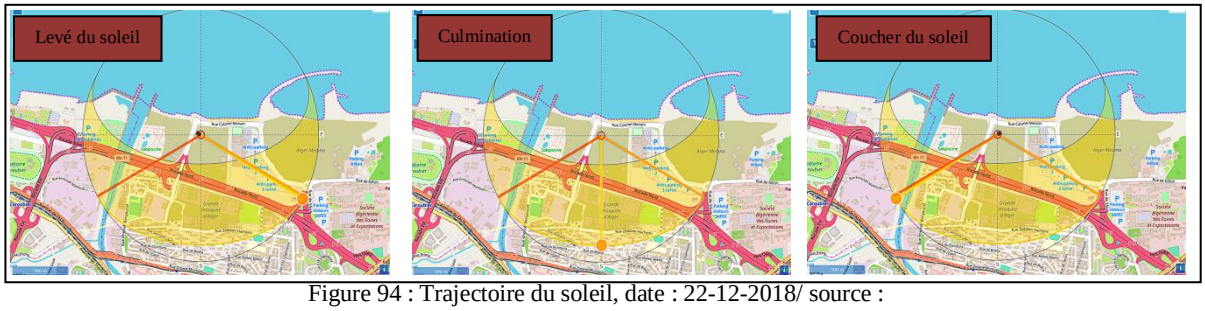


Figure 94 : Trajectoire du soleil, date : 22-12-2018/ source :
https://www.suncalc.org/#/36.7406,3.1387,16/2019.03.24/23:18/1/1

- Equinoxe de printemps :

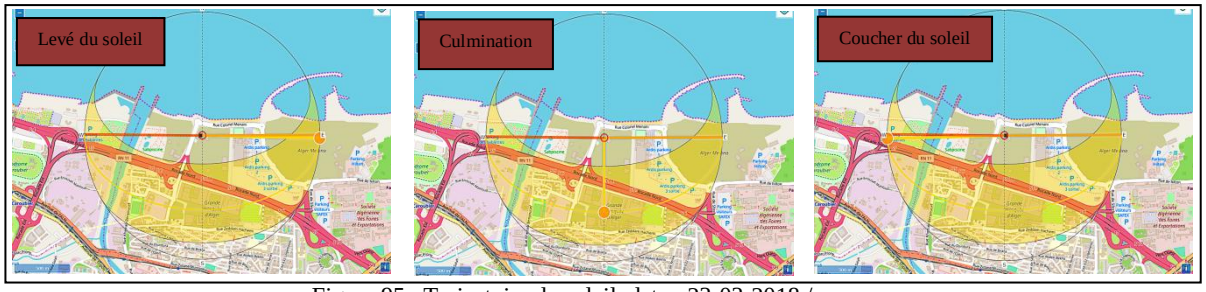


Figure 95 : Trajectoire du soleil, date : 23-03-2018 / source :
https://www.suncalc.org/#/36.7406,3.1387,16/2019.03.24/23:18/1/1

- Equinoxe d'automne :

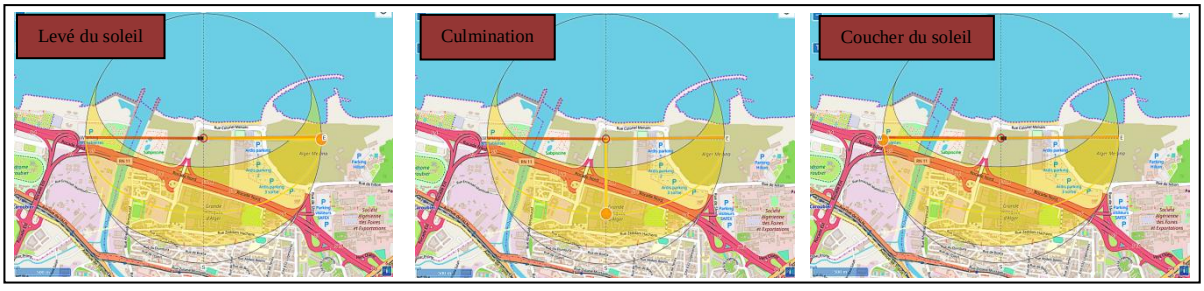


Figure 96 : Trajectoire du soleil, date : 20-09-2018 / source :
https://www.suncalc.org/#/36.7406,3.1387,16/2019.03.24/23:18/1/1

Synthèse

Le terrain profite d'un maximum d'ensoleillement durant toute l'année vu son appartenance à une zone non bâtie, ce qui favorise l'emploi de dispositif favorisant l'utilisation de cette énergie solaire.

- **Vents**

Les directions des vents sont :

- Les vents dominants frais d'été sont de direction Nord-est.
- Les vents dominants froids d'hiver sont de direction nord-ouest.

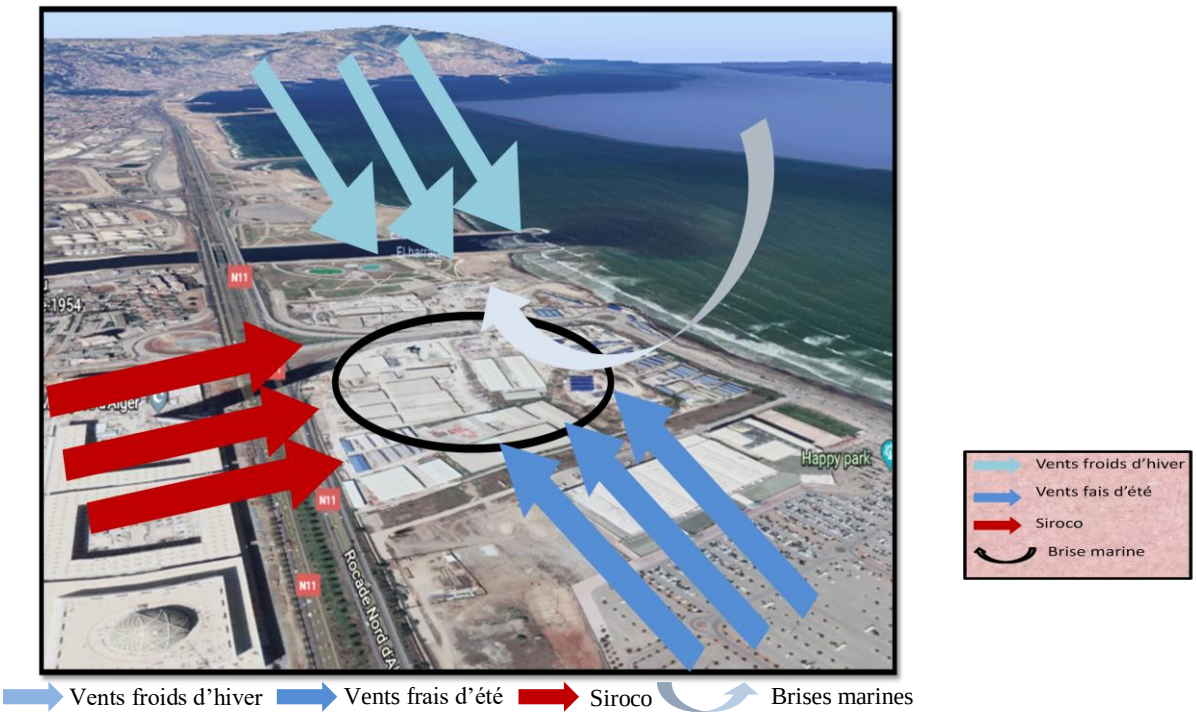


Figure 97 : Schéma des vents affectant le site
Source : Google Earth + auteurs

Synthèse

Il faudra se protéger pendant l'hiver, sur la façade Nord et Nord-ouest exposée aux vents marin par une végétation à feuillage persistants et une végétation à feuillage caduc pour les façades Est, Sud et Ouest, pour se protéger des rayons solaires pendant la période de chaleur, et les laisser passer pour la saison de froid ;

Du point de vue formel, une forme aérodynamique facilitera pour une évacuation efficace des vents violents.

VI.2. Diagramme de Givoni / diagramme solaire

Pour l'analyse bioclimatique de la ville d'Alger, on utilise la méthode du diagramme de Givoni, qui est un outil d'aide à la décision globale du projet. Il permet d'établir le degré de nécessité de mise en œuvre de grandes options telles que l'inertie thermique, la ventilation généralisée, le refroidissement évaporatif, puis le chauffage ou climatisation, il est construit sur un diagramme psychrométrique, appelé aussi diagramme de l'air humide.

- **Application de la méthode de Givoni**

Le principe d'élaboration du diagramme de Givoni revient à représenter le climat mois par mois par deux points sur un digramme, chaque mois est représenté par un segment qui représente une journée type du mois, le point de gauche du segment (T°min, Hr max) représente la moyenne des températures pendant la nuit et le point droit représente (T°max, Hr min) pendant le jour.

L'utilisation du diagramme bioclimatique permet de savoir si l'espace considéré se trouve dans la zone de confort ou hors cette zone pour chercher quels aménagements à apporter pour retrouver le confort (circulation d'air, chauffage, humidification, rafraichissement par évaporation, action de la masse thermique ….)

Le diagramme psychométrique permettra de déterminer :

- La zone de confort;
- La zone de surchauffe ;
- La zone de sous chauffe.

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
Tm Max	17.1	17.1	19.6	22.3	25.4	29.1	32.4	32.7	29.6	26.9	21.5	18.2
HRm min	77	73	72	72	69	67	66	67	64	71	68	76
Tm Min	5.8	5.9	7.6	10.1	12.8	16.2	19.6	20.3	18.2	14.7	10.4	6.7
HRm Max	84	84	83	86	80	76	78	76	78	79	83	85

Localisation	Dar el Beida
Longitude	03°12' 45" E
Latitude	36°42' 51" N
Altitude	18m

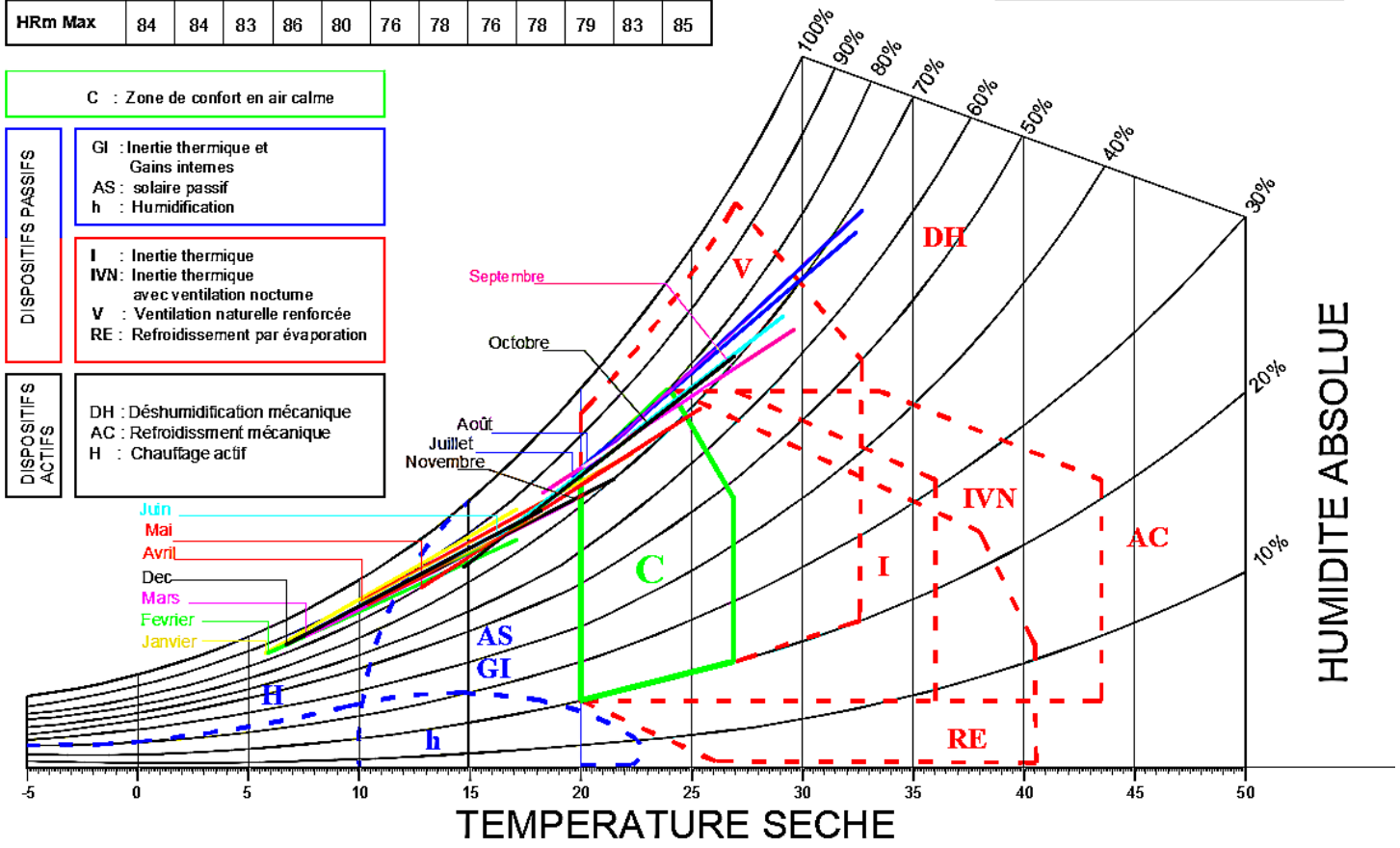


Figure 98 : Diagramme de Givoni
Source : auteurs

La lecture du diagramme de Givoni permet d'établir les recommandations suivantes pour

- Un système **passif** est nécessaire les mois de Janvier, Février, Mars, Avril et Décembre. Le solaire passive, l'inertie thermique ainsi que les gains internes par captage et stockage du rayonnement solaire assureront le confort durant la journée, tandis que pendant la nuit on remarque une baisse de température qui fait appel à l'utilisation d'un chauffage actif (chauffage centrale « chaudière » ou bien chauffage à gaz).

- Pour les mois de Mai, Octobre et Novembre, le confort est assuré pendant la journée ; (Zone de confort en aire calme) ainsi qu'une ventilation naturelle renforcée est utilisé de temps à autre (effet cheminée, patio), il est aussi assurer durant la nuit par l'inertie thermique et les gains internes.

- Un système **passif** est nécessaire pendant les mois de Juin et Septembre **:** La ventilation naturelle renforcé garantie le confort durant la journée, cependant durant la nuit le confort est déjà assuré (zone de confort en aire calme).

- Un système **actif** est nécessaire les mois de Juillet et Août : La déshumidification mécanique assurera le confort pendant la journée, toutefois, pendant la nuit celui-ci est déjà assuré (zone de confort en aire calme) en plus de l'utilisation d'une ventilation naturelle renforcé.

- **L'ensoleillement et l'application du diagramme solaire**

Solstice d'hiver

Le soleil est plus bas dans le ciel en hiver il atteint les 15° Ses rayons tombent plus horizontalement chauffent et éclairent timidement.

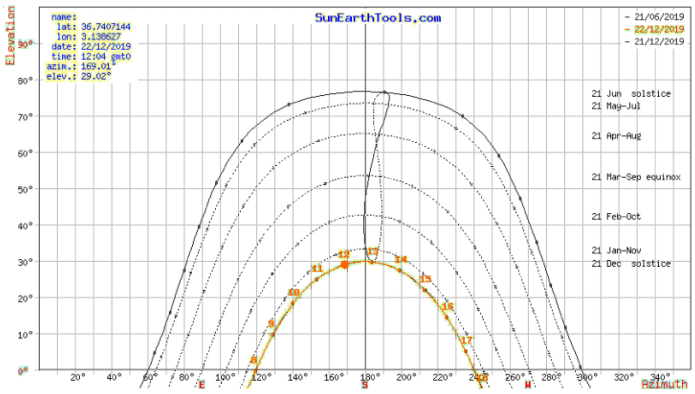


Figure 99 : Diagramme solaire hiver Alger
Source : sunearthtools.com

Solstice d'été

Le soleil en Eté est plus haut il atteint le 45°, ses rayons tombent plus verticalement, Chauffent et éclairent d'avantage.

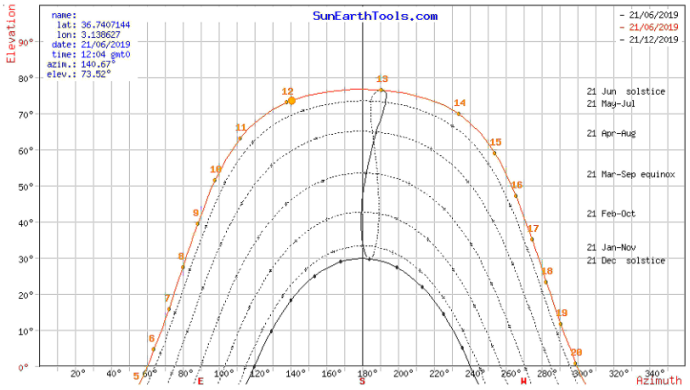


Figure 100 : Diagramme solaire d'été
Source : sunearthtools.com

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.

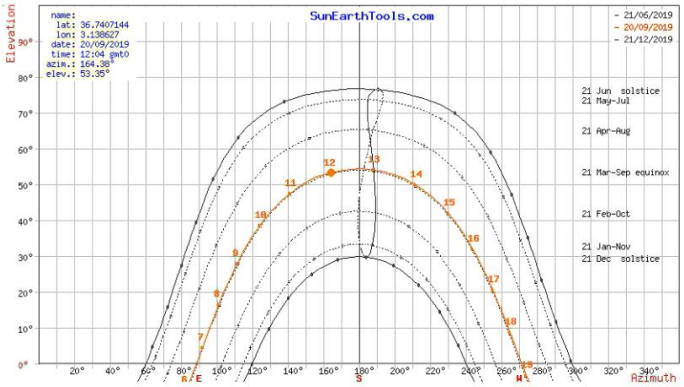


Figure 101 Diagramme solaire de printemps/automne
Source : sunearthtools.com

VI.3. Morphologie et topographie du site

Le terrain a une forme rectangulaire ce qui facilite l'intervention sur l'assiette.

Figure 102 : Plan de situation
Source : www.openstreetmap.org + auteur

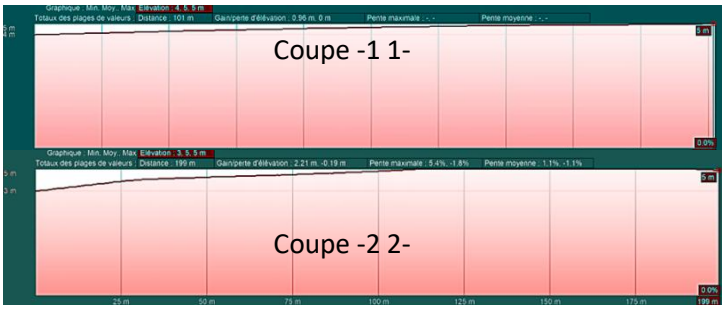


Figure 103 : Coupes schématiques
Source : Google Earth

Le terrain est pratiquement plat avec une différence de niveau entre le point le plus haut et le point le plus bas est de 1 à 2 m. Les pentes sont douces avec une valeur comprise entre 0% et 6% allant dans le sens Nord- Sud.

VI.4. Géologie

El Mohammedia est classée zone 3 (zone ou l'activité sismique est très forte), selon le règlement parasismique algérien : RPA 99- révision 2003.

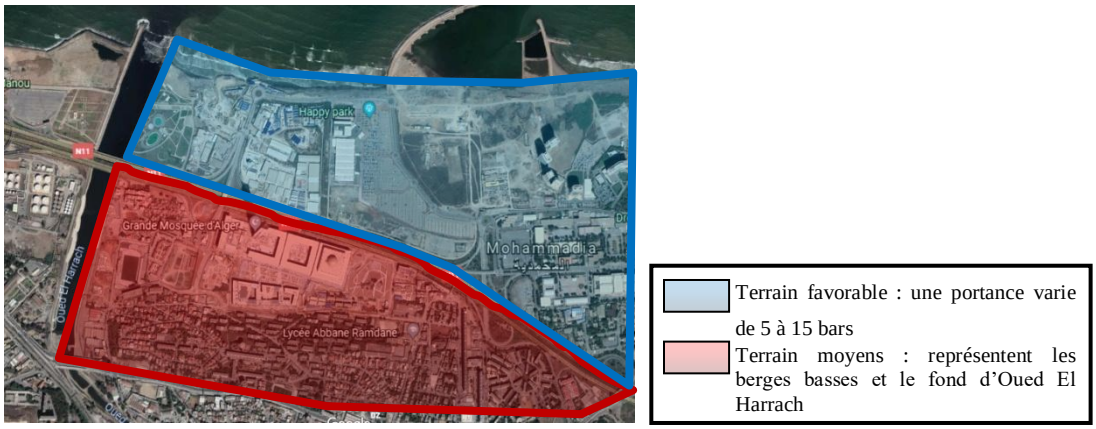


Figure 104 : Carte montrant la nature du sol
Source : Google Earth + auteurs

VI.5. hydrographie

- **La mer méditerranée**

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

Figure 105 : Balade des Sablettes
Source : http://layourteayouta.canalblog.com/archives/2016/09/30/34385006.html

- **Oued el Harrach**

Considéré comme patrimoine naturel de la ville d'Alger, un cours d'eau qui prend source dans l'Atlas blidéen et qui est considéré comme une limite naturelle et administrative (entre la commune el Harrach et celle d'El Mohammedia).

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.

Figure 106 : Oued El-Harrach
Source : https://www.youtube.com/watch?v=Fs2pQqWAGwg

Synthèse

Aujourd'hui notre périmètre d'étude représente une zone d'un grand potentiel en ce qui concerne la disponibilité du foncier, en plus que ce soit une zone bien desservie ;

La présence des sources hydraulique facilite davantage l'apport d'eau pour l'alimentation des aquariums de l'équipement ;

La morphologie et la topographie ainsi que la géologie de site ne pose aucune contrainte et donc facilite l'implantation du projet.

VII. Environnement bâti

VII.1. Système viaire

La commune d'El-Mohammadia est traversée par une importante infrastructure routière

(RN 11, RN 05 et RN 24) qui relie les différentes parties du site qu'on peut considérer comme voies artérielles.

Toutefois les voies qui relient les quartiers (à l'intérieur de la commune) sont d'ordre secondaire et celles qui desservent les groupes résidentiels d'ordre tertiaire.

Le réseau se caractérise par une structure viaire hiérarchisée malgré le manque de pénétrantes.

- Voies desservant le périmètre.
- Voies desservant les différentes entités.

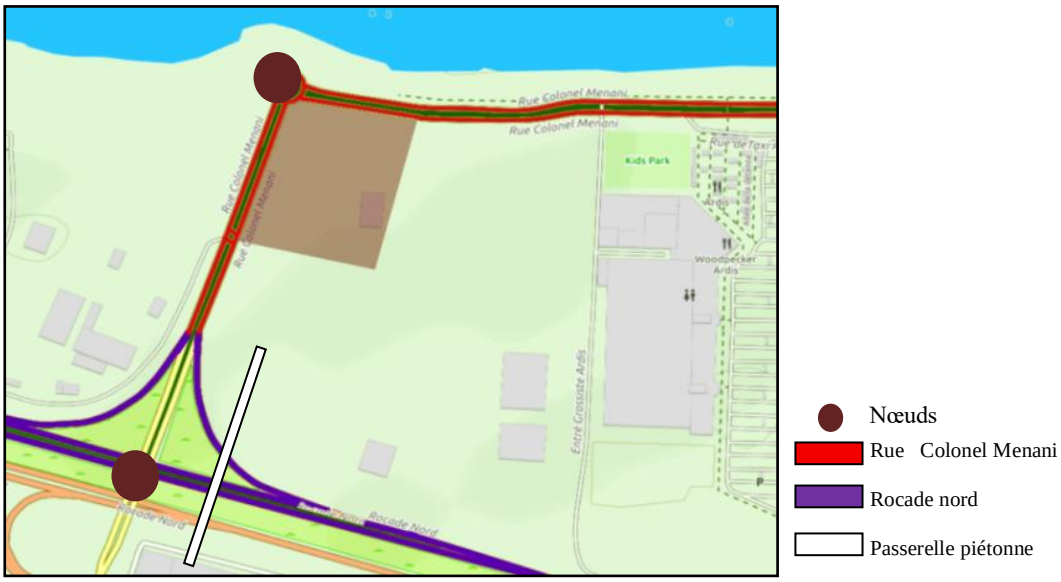


Figure 107 : Cartes des voiries
Source : www.openstreetmap.org + auteurs

➢ **Les voies primaires**

Axe de rupture: RN11

- Autoroute imposante par sa dimension, son flux et sa fonction.
- Barrière pour l'extension urbaine.

Figure 108 : La rocade nord (la RN 11)
Source : www.openstreetmap.org

➢ **Les voies secondaires**

Rue colonel Menani

- Permet l'accès direct au terrain
- Relie le terrain à la mer

Figure 109 : La rue colonel Menani
Source : auteurs

➢ **Nœuds :**

Omniprésence de nœuds de différents degrés qui facilite la mobilité et la desserte vers notre terrain.

VII.2. Typologie du bâti

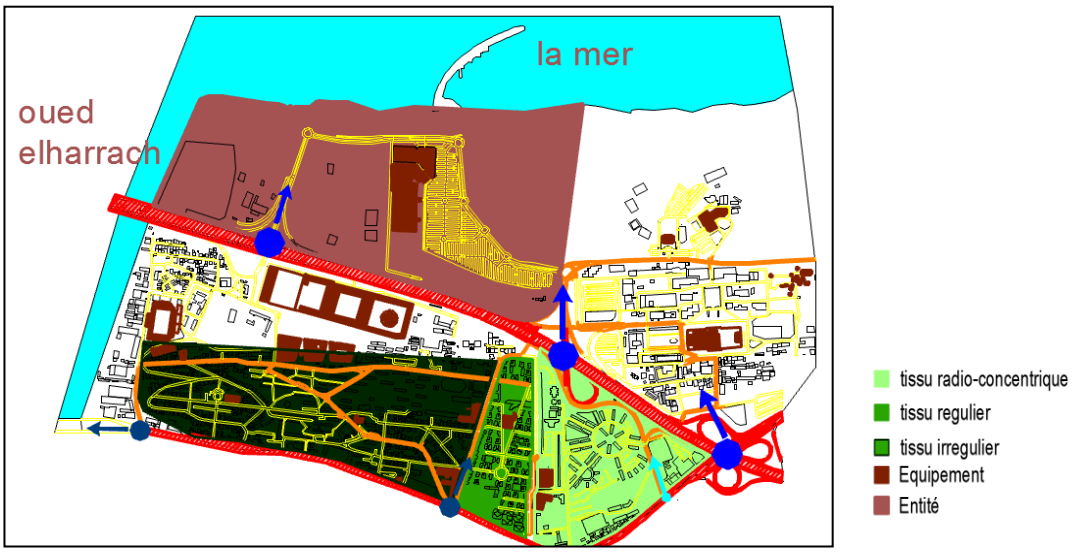


Figure 110 : Carte de la commune d'El Mohammadia
Source : APC El Mohammadia + auteurs

Différents tissus :

El Mohammedia regroupe différents tissus ce qui a créé une variété dans la construction.

Le tissu irrégulier

- Implantation organique dictée par le relief,
- Bâti disparate dans un état dégradé.

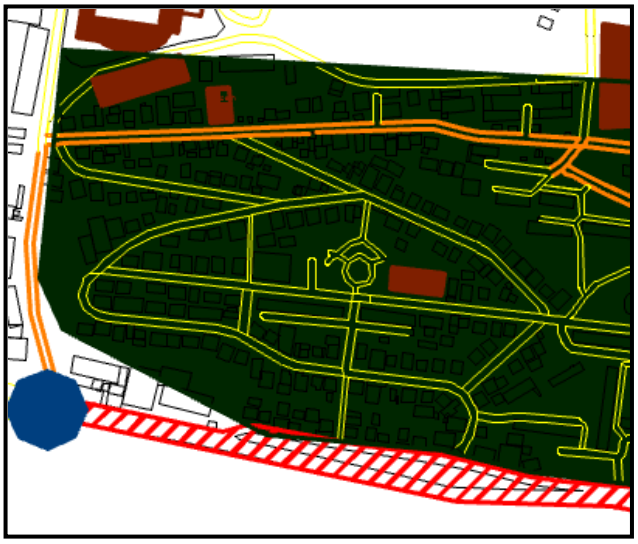


Figure 111 : Le tissu irrégulier
Source : APC El Mohammadia + auteurs

Figure 112 : Immeuble du tissu irrégulier
Source : (SEDDIK-KHODJA & TABTI, 2016/2017)

Tissu radioconcentrique

- Implantation radioconcentrique autour d'une placette inexploitée pour limiter la circulation à l'intérieur.

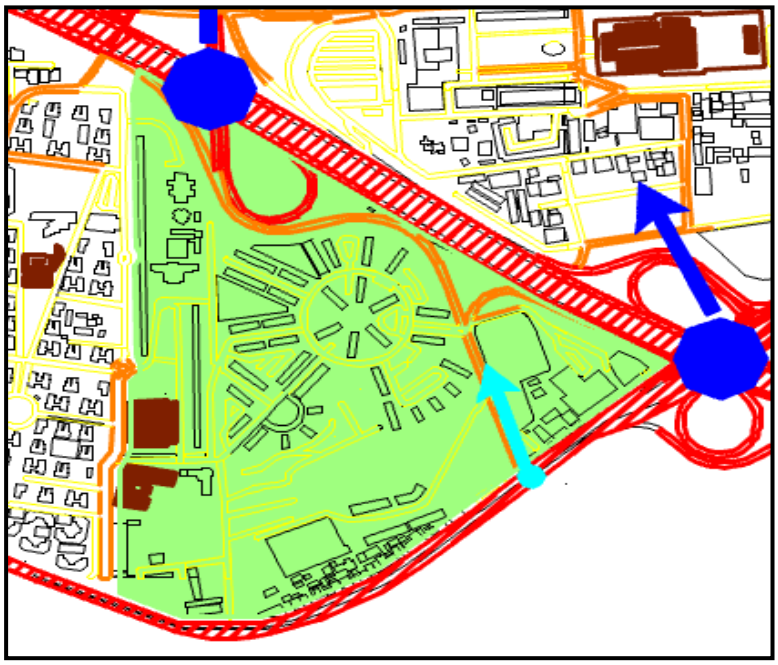


Figure 113 : Le tissu radioconcentrique/ Source : APC El Mohammadia + auteurs

Figure 114 : Immeubles du tissu radioconcentrique
Source : (SEDDIK-KHODJA & TABTI, 2016/2017)

Tissu régulier

- Tracé régulier avec un système viaire tracé de façon géométrique, alignement respecté.

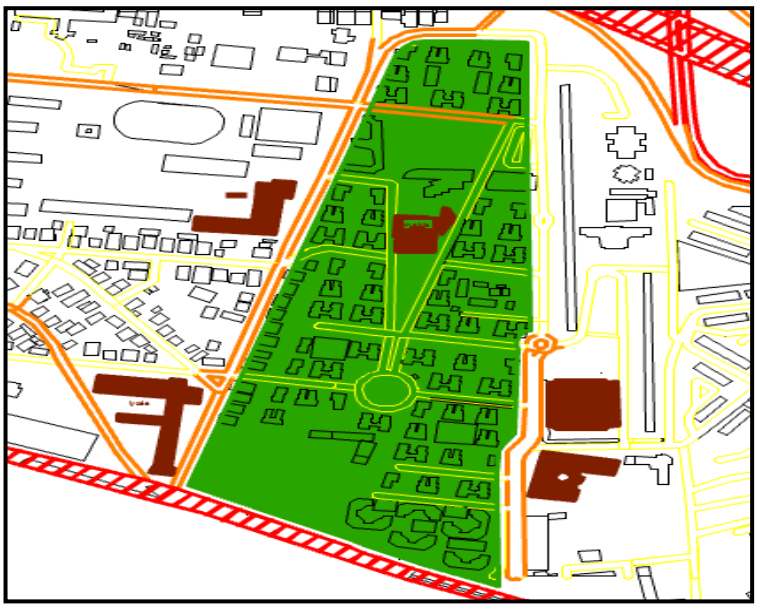


Figure 115 : Le tissu régulier/
Source : APC Mohammadia + auteurs

Figure 116 : Immeubles du tissu régulier
Source : (SEDDIK-KHODJA & TABTI, 2016/2017)

Le tissu nouveau

- L'implantation orientée vers la mer
- **U38:** pins maritimes: programme équipements d'accompagnements (antenne administrative, magasins grandes surfaces) (tiré du POS de el Mohammadia).

Figure 117 : Tissu nouveau
Source: APC El Mohammadia+ auteurs

Figure 118 : Immeubles du tissu nouveau
Source : (SEDDIK-KHODJA & TABTI, 2016/2017)

Les gabarits

On remarque une large rupture entre les gabarits des équipements (Ardis par rapport à la grande mosquée) et absence d'un gabarit intermédiaire ;

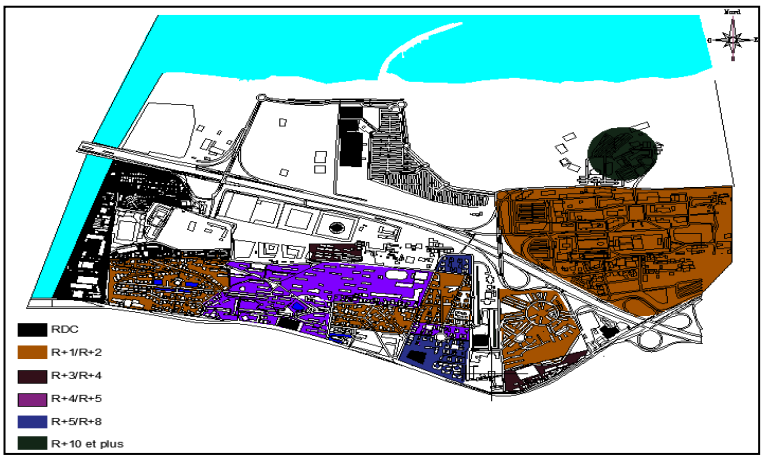


Figure 119 : Cartes des gabarits
Source : APC El Mohammadia + auteurs

Synthèse

L'ensemble des tracés urbains de la commune d'El-Mohammadia se caractérise par un tissu hétérogène, sa morphologie varie entre un système d'organisation organique; régulier (radioconcentrique, linéaire, ou aménagée en barre), ainsi qu'ne rupture remarquable entre la partie nord et la partie sud qui a donné deux entités urbaines distinctes et indépendantes.

Les équipements

Notre site est entouré d'un nombre importants d'équipements d'une grande envergure, quoi qu'on constate une rupture entre les différentes entités qui entoure le site (vocations différentes).

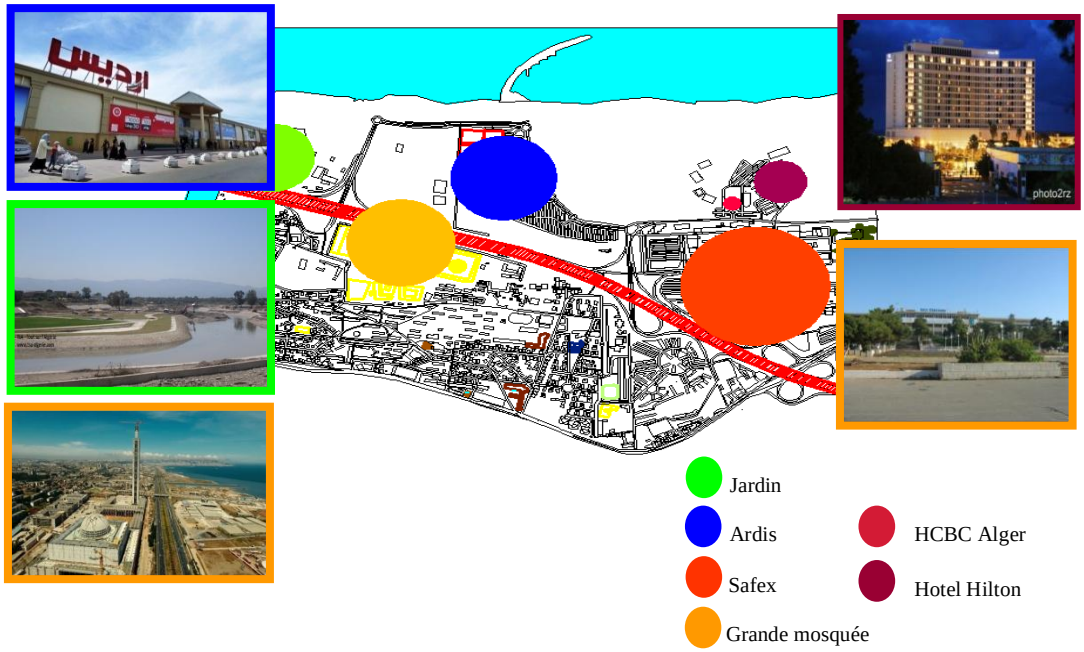


Figure 120 : Carte des équipements
Source : APC El Mohammadia + auteurs

Conclusion

L'analyse des différents contextes d'intervention, nous à permit de d'apporter des explications sur les différents composant essentiels à l'élaboration de notre projet architectural. De l'analyse du contexte Global qu'est la ville d'Alger et intermédiaire qu'est le quartier d'El Mohammadia, nous avons pu ressortir l'ensemble des potentialités et carences susceptibles d'influer sur notre conception. L'analyse réduite de la parcelle d'intervention, nous a permis d'établir les caractéristiques du microclimat de l'assiette, à savoir son exposition au soleil et aux vents. Eléments qui par la suite, nous permettrons de tirer profit au maximum des atouts bioclimatique qu'offre le site lors de la conception.

Cadre réglementaire

Objectifs programmatiques généraux (pos 041)

- Développement d'un cadre d'opérations de requalification urbaine et d'interventions de référence, en accord avec la stratégie à long terme inscrite dans la révision du PDAU d'Alger envisageant les orientations stratégiques définies pour les pouvoirs publics.
- Revitalisation du tissu urbain et rural de la Wilaya d'Alger, au niveau économique, social, environnemental et patrimonial.
- Valorisation des espaces urbains et ruraux structurants de la Wilaya d'Alger, notamment de la commune de Mohammadia ;
- Sauvegarde du patrimoine construit existant et des éléments / ensembles et tissus urbaines remarquables ;
- Réhabilitation de la relation historique de la ville avec la mer ;
- Rénovation des bâtiments et modernisation des infrastructures ;
- Intégration du développement et de la consolidation soutenable de l'occupation urbaine avec le développement et la valorisation de l'activité agricole, forestière et agro-alimentaire ;
- Restauration des équilibres écologiques moyennant la sauvegarde et la valorisation du patrimoine culturel et environnemental ;
- Développement et affirmation de la vocation culturelle et touristique de la Wilaya d'Alger.

Objectifs programmatiques spécifiques

- Dans le secteur urbanisé, reconversion d'une zone urbaine précaire (83,6 ha), dont l'usage permis à venir dépend d'une vérification préalable de la capacité de l'usage du sol de cette même aire comme terres agricoles et/ou comme étant intégrée dans la structure écologique fondamentale ; dans ces cas, est obligatoire de maintenir un caractère de l'usage du sol associé à une zone verte de protection ou à une zone verte de loisirs et production ;
- Développement d'une zone urbaine multifonctionnelle (72,4 ha), d'une zone verte de loisirs et production (16,2 ha) et d'une zone à usage spécial (28,9 ha) intégrées et en cohérence urbanistique avec le secteur déjà urbanisé de la commune ;
- Préservation du secteur non urbanisable, notamment à travers la valorisation de la zone naturelle (25,2 ha), avec le maintien absolu de son caractère non urbanisable.

    - Note importante : toutes les propositions d'intervention territoriale devront êtres en accord avec le règlement et le plan d'aménagement approuvés dans le cadre de la révision du PDAU d'Alger.

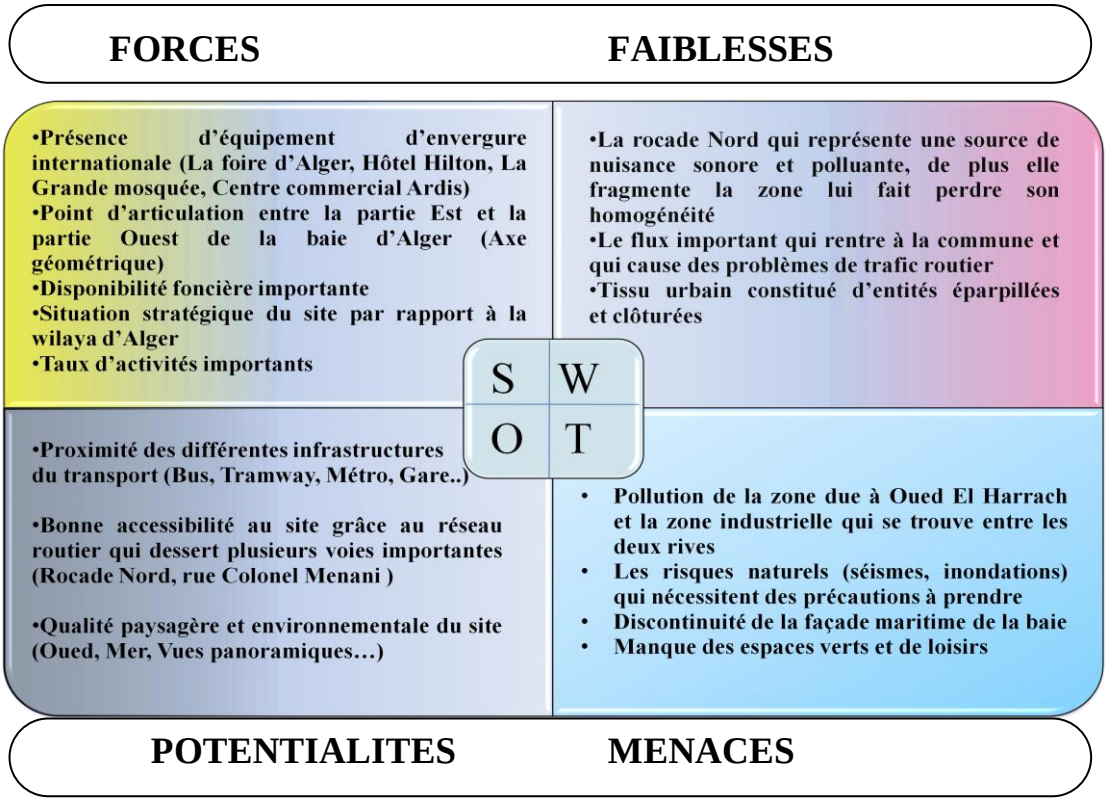
Dispositif d'exécution

- La programmation de l'exécution du PDAU s'appuie sur une utilisation articulée d'instruments de planification spatiale et de gestion du territoire qui établissent de manière détaillée les formes d'occupation et de transformation du sol. Ces instruments ainsi que les dispositions relatives à l'exécution programmée figurent à l'article 152 du Règlement du PDAU. Lors de l'application de ces instruments, il faudra observer :
    - la programmation stratégique du PDAU (article 151 du Règlement) ;
    - le dispositif règlementaire qui établit le régime d'utilisation du sol du PDAU (Titre III du Règlement – Aménagement et Utilisations du Sol) ;
    - les dispositions relatives à la cession de terrains pour des voies, des espaces verts et des équipements à usage collectif, dans le cadre d'opérations urbanistiques ;
    - les dispositions ayant trait à la programmation des équipements et au programme d'habitat ;
    - les dispositions en matière de transports et d'accessibilités, d'espace public et de patrimoine culturel.
- Dans certaines situations identifiées dans le Règlement du PDAU, il est admis que dans le cadre du plan de structure (PS) ou du plan d'occupation des sols (POS) les paramètres

urbanistiques associés aux différentes catégories de secteurs puissent être revus, à condition que cela soit dûment fondé.

- L'exécution programmée procède moyennant l'élaboration d'un POS, son contenu matériel et documentaire devant observer les dispositions du Décret exécutif nº 91.178, du 28 mai 1991. Le POS doit se centrer sur les aires où il est nécessaire de programmer l'utilisation et la transformation du sol et les opérations de réhabilitation et de requalification urbaine et environnementale, devant traiter d'une forme intégrée les aires urbaines et rurales. Au cas où les actions prévues sont circonscrites à la qualification et au (re)dessin de l'espace public, le POS peut assumer une modalité simplifiée, sous forme de projet d'intervention urbaine, selon les termes définis à l'article 6, alinéa d) du Règlement, (RÉVISION DU PLAN DIRECTEUR D'AMÉNAGEMENT ET D'URBANISME DE LA WILAYA D'ALGER)

Conclusion



Chapitre IV.

Programmation et conception du projet d'étude

Introduction

Suite à une lecture contextuelle, une analyse thématique et un avant-gout sur l'architecture bioclimatique nous sommes parvenus à élaborer un ensemble de directives permettant de dresser le projet architectural

La prise en comptes des directives précédemment cités, doivent assurer : intégration à l'environnement urbain, une relation entre forme, espace et fonction, mais aussi l'intégration des techniques bioclimatiques.

I. Phase conceptuelle

I.1. Métaphore

Apres l'analyse thématique effectuée et les conclusions tirées, l'emploi de la métaphore pourra accentuer l'idée qui consiste en :

- La préservation des espèces marines de la mer méditerranéenne qui sont en voie de disparition. Pour cela, notre choix s'est porté sur une de ces espèces en danger soit le : Mobula Mobular surnommé « Diable de mer méditerranéenne ».
- **Présentation du poisson** : C'est l'espèce la plus grande du genre Mobula (maximum de 5 m), un dos brun sombre à noir bleuté, avec marque foncée sur la nuque, ventre blanc 2 cornes céphaliques de chaque côté de la tête avec une longue queue en forme de fouet ;

Figure 121: Mobula Mobular
Source : http://doris.ffessm.fr/Especes/Mobula-mobular-Diable-de-mer-mediterraneen-2912

Si l'on pense que le régime de chaque espèce de *Mobula* est spécifique, on peut estimer pour ce que l'on en sait que *Mobula Mobular* se nourrit de faune zooplanctonique, notamment de petits crustacés (larves de crevettes, copépodes, etc.) et de petits poissons.

Mobula Mobular donne naissance à un seul nouveau-né de grande taille (envergure estimée autour des 1,60 m pour 35 kg). L'intervalle entre deux parturitions est inconnu. *Il* est donc classée dans la Liste Rouge de l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature) comme : En danger. Il s'agit du second des trois critères successifs ("vulnérable", "en danger", "en danger critique d'extinction"), dans l'annexe 2 (Liste des espèces en danger ou menacées) de la Convention de Barcelone (Convention pour la Protection de l'environnement marin et de la région côtière de la mer méditerranéenne) ainsi que dans l'annexe II (Espèces de faune strictement protégées) de la Convention de Berne (Convention sur la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel en Europe).

I.2. Exemples de référence

1. Primorsky aquarium
2. Antalya aquarium
3. The blue planet

Figure121 Antalya aquarium
Source : www.arkiv.com.tr/proje/antalya-akvaryum

Figure 122 : Primorsky aquarium
Source : www.archdaily.com

Figure123 : The Blue Planet
Source : www.googleearth.com

I.3. 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 :

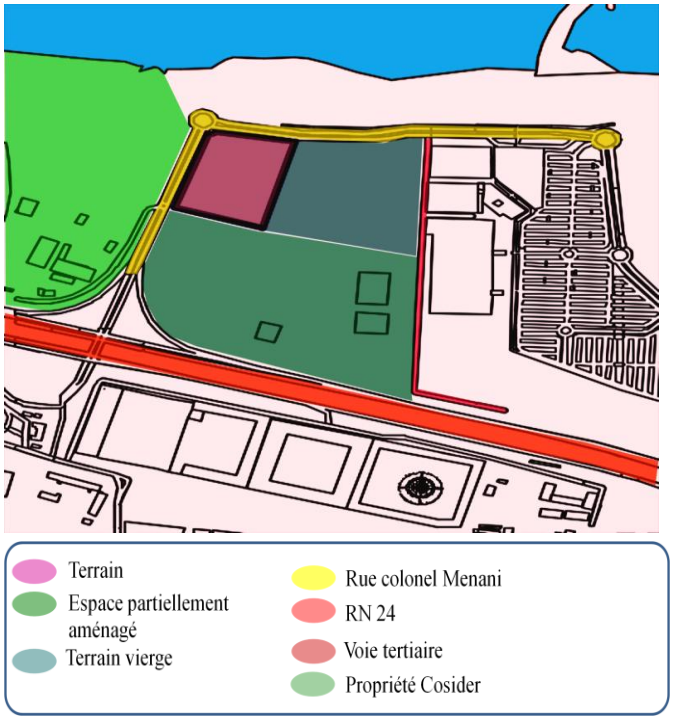
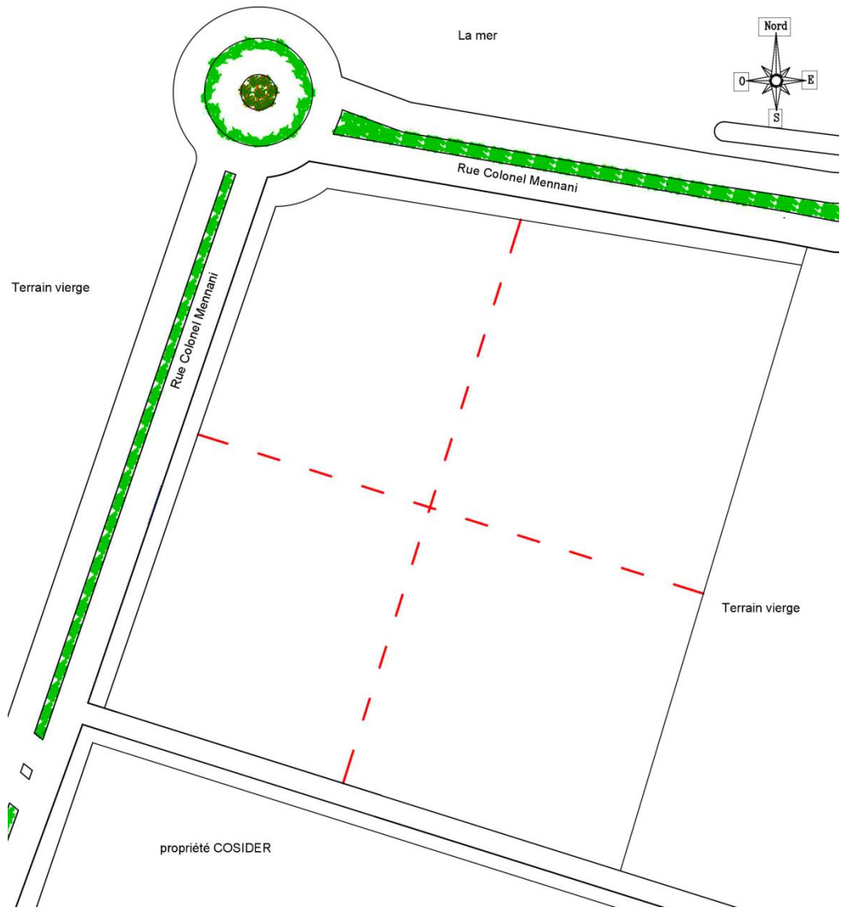


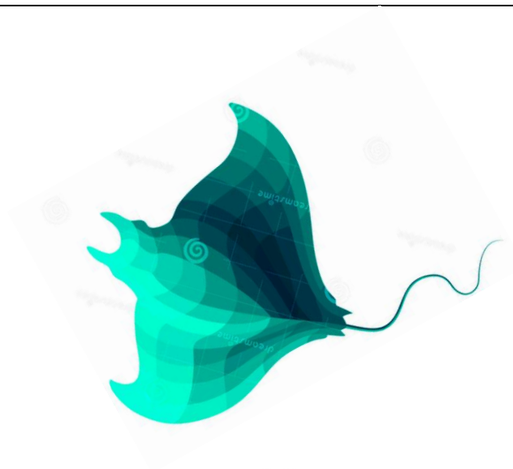
Figure 124 : situation du projet
Source : APC el Mohammadia

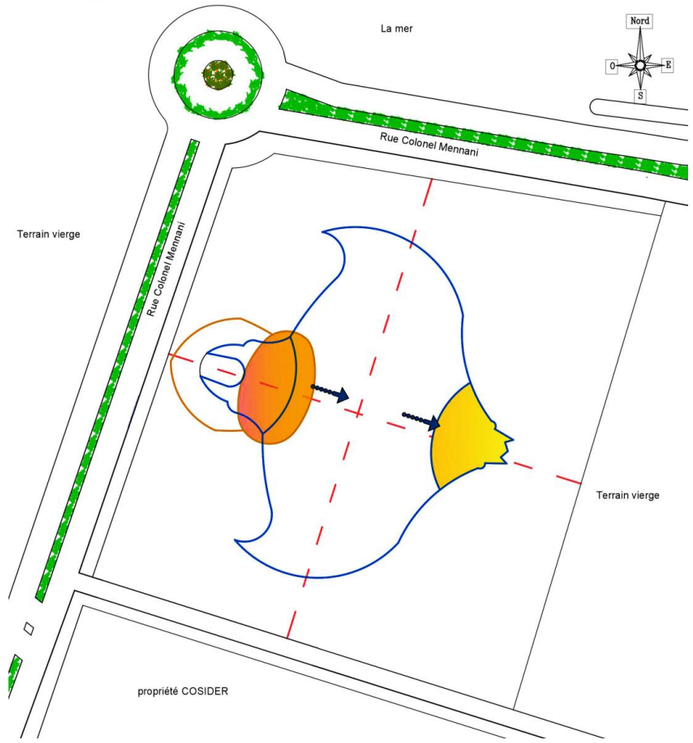
I.4. Genèse de la forme

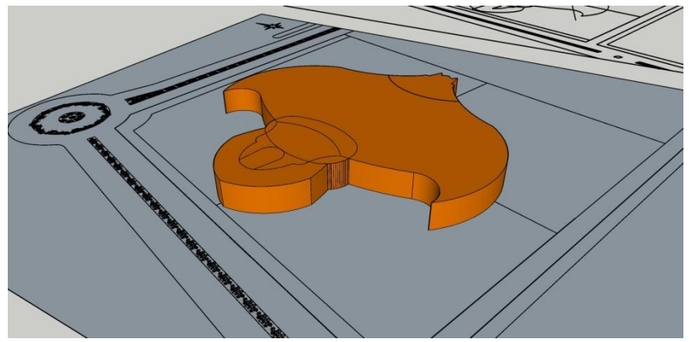
Etapes	Schéma 2D	Modélisation 3D
Etape 01 : Centralité et seuil • Reprise des médianes pour avoir un centre; • Création d'un recul par rapport à la rue Colonel Menani.		

Etape 02 : Métaphore

- Reprise de la forme du poisson (concept de fluidité par la forme courbe du poisson) sur le terrain avec une occupation centralisée (concept de centralité) ;
- Orientation du projet vers la rue Colonel Menani pour symboliser l'ouverture des cornes du poisson (notion d'accueil et symbolique de refuge du poisson pour l'aide) ;
- Création d'un volume central ellipsoïdal ouvert (concept d'ouverture au ciel) et qui renforcera le concept de centralité ;
- Décalage de la tête du poisson et obtention d'une ellipse ;
- Translation et répétition de l'ellipse.

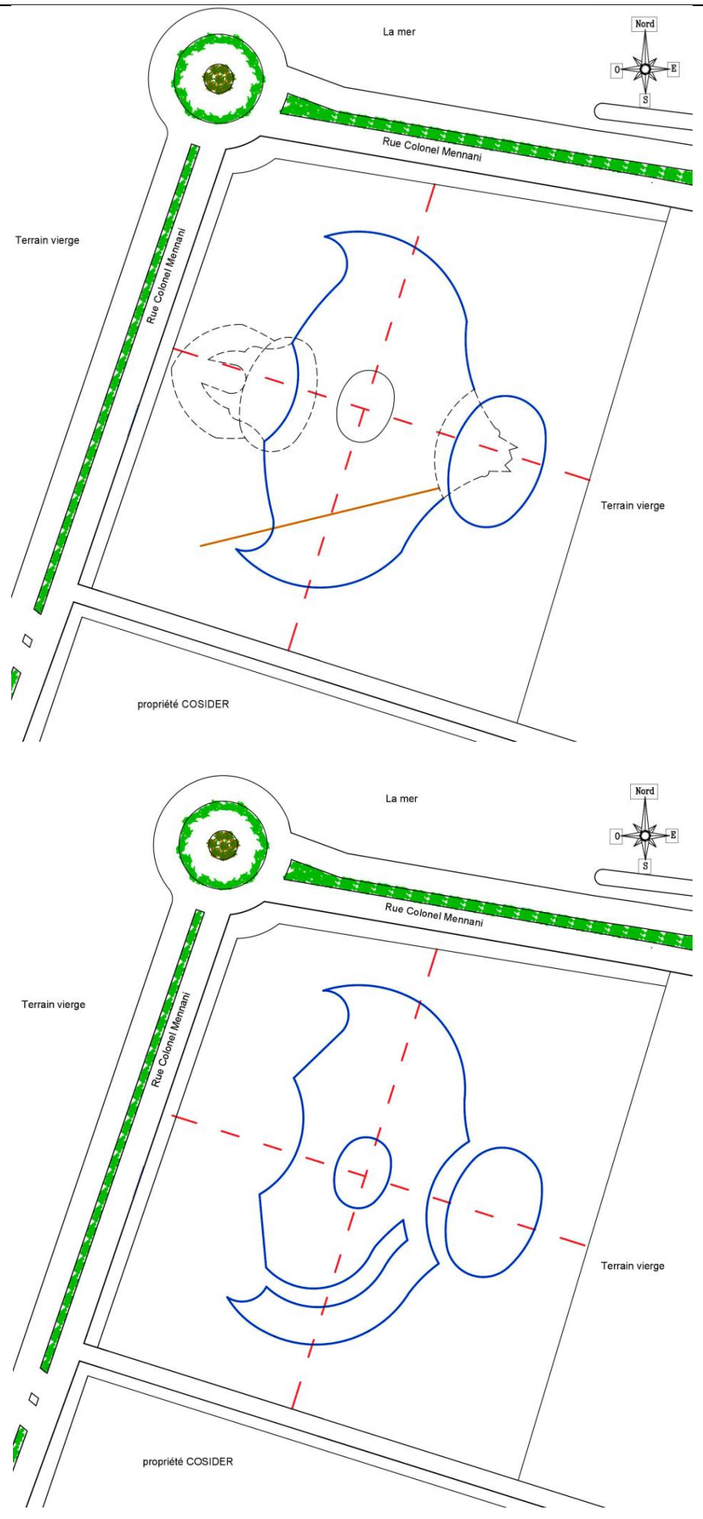


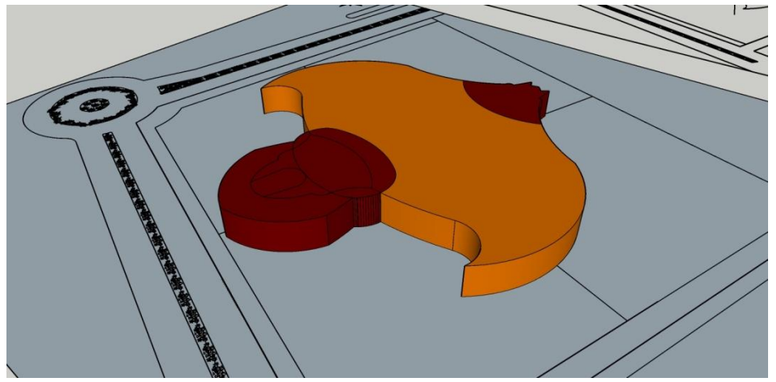


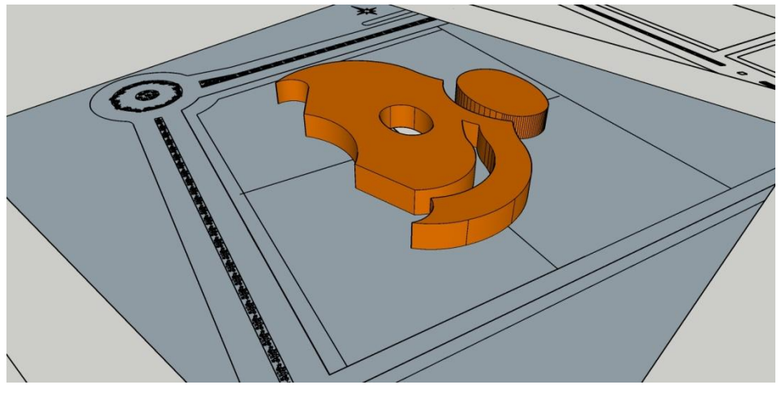


Etape 03 : Fragmentation

- Suppression de la partie supérieure du poisson (pour marquer l'accès et créer un seuil) ;
- Suppression de la partie arrière du poisson par symétrie à la partie supérieure ;
- Fragmentation du projet pour créer le secteur scientifique et pour permettre une perméabilité du volume au vent et à l'ensoleillement ;
- Allongement du volume (concept d'horizontalité et d'intégration au contexte).

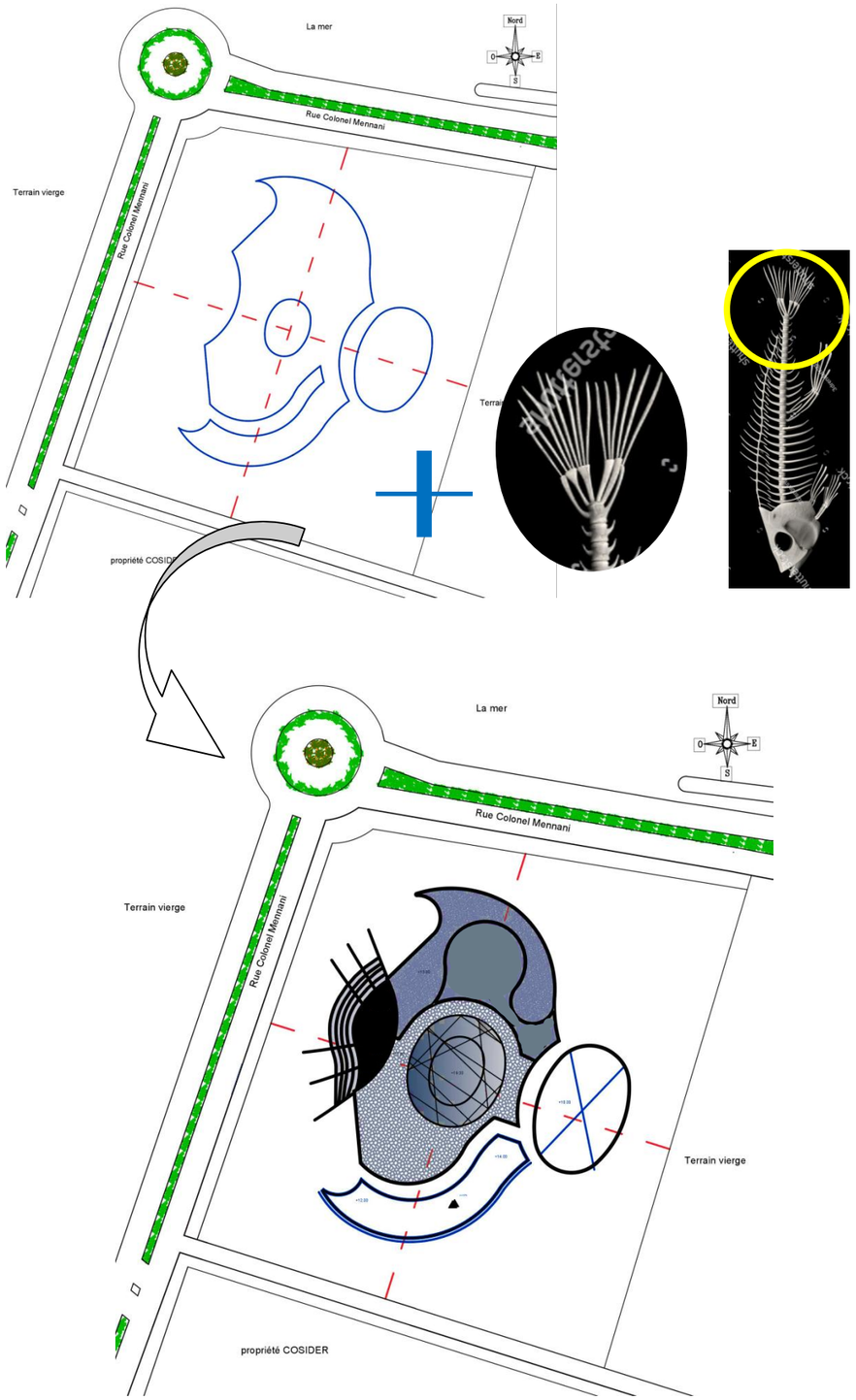






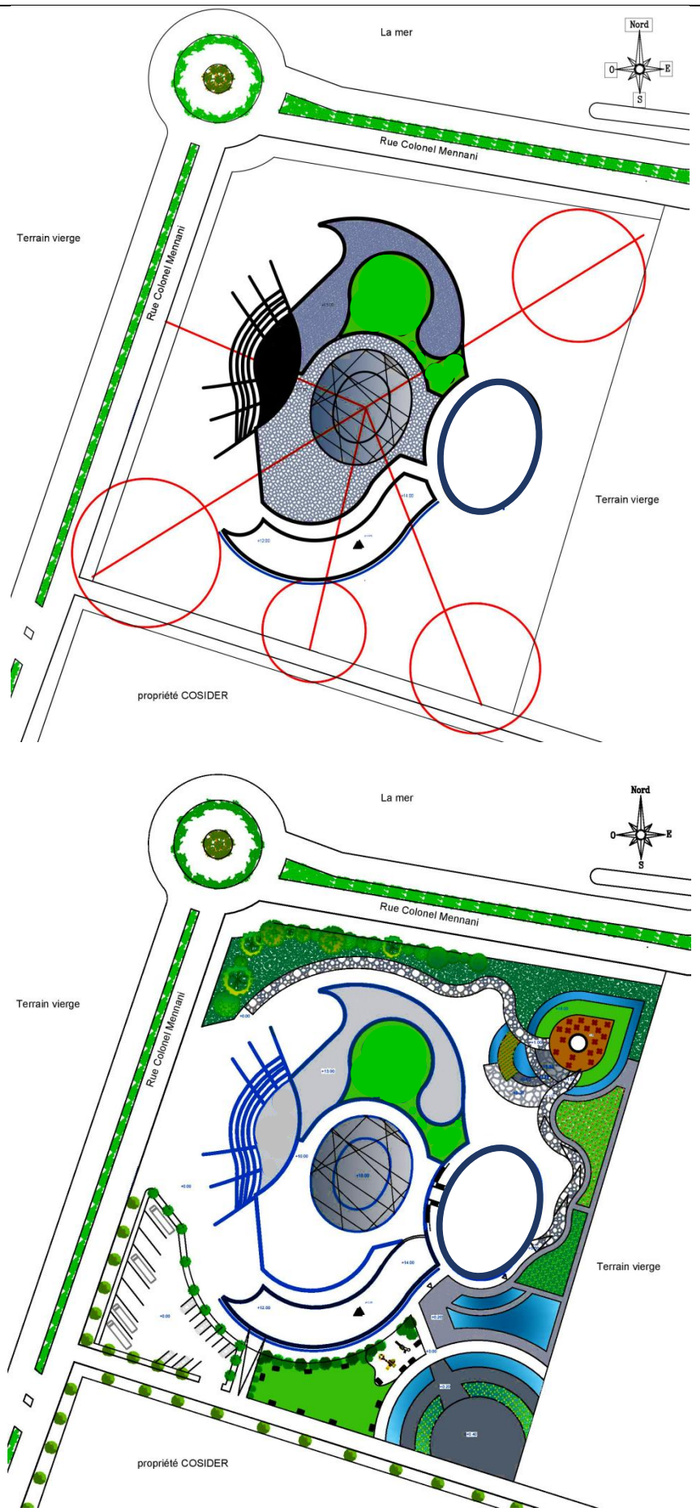
Etape 04 : Singularité

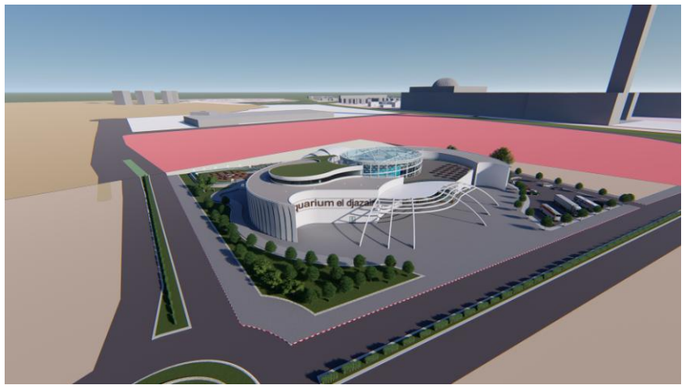
- Création du delphinarium dans la partie arrière du volume en forme ellipsoïdal pour reprendre la forme de volume central ;
- Consécration de 2/3 du site pour les espaces de détente (concept de continuité et d'intégration au contexte) ;
- Elancement du volume central pour créer un élément d'appel qui occupera la fonction principale de l'équipement.
- Matérialisation de l'accès principal (Nageoire caudale d'un poisson)



Etape 05 : espace extérieurs

- Organisation radiale des espaces extérieurs pour renforcer le concept de centralité

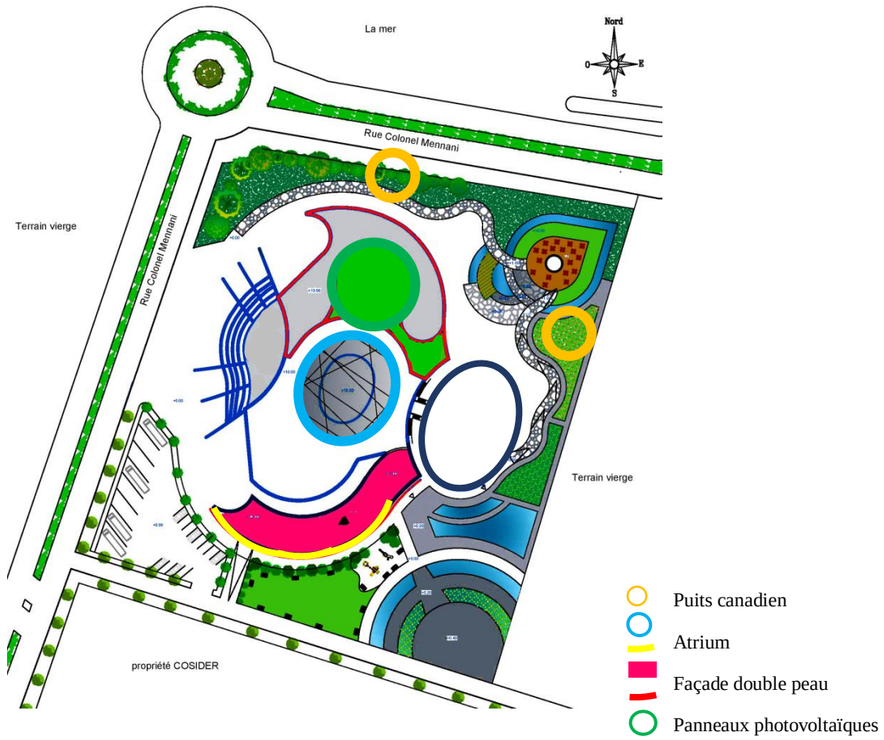




Etape 06 : Concepts liés au contrôle microclimatique

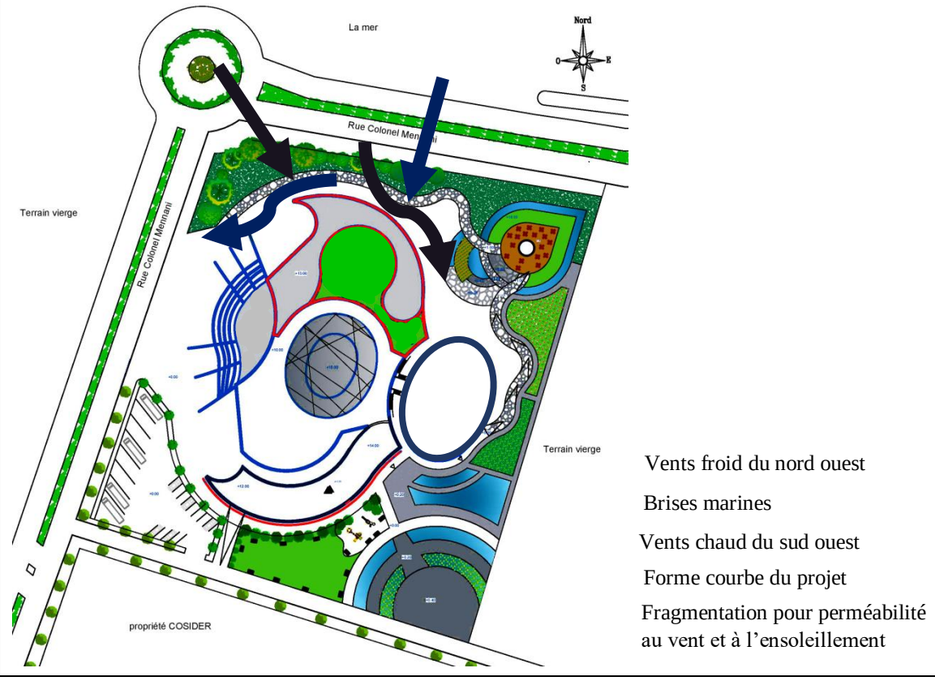
Dispositifs bioclimatique :

- Puits canadien du côté nord pour la ventilation des aquariums ;
- Façade double peau du côté sud-est (secteur scientifique) ;
- L'atrium au centre qui servira de serre en hiver (zone complètement ensoleillée) et de patio en été ;
- Panneaux photovoltaïques du coté sud (zone complètement ensoleillée) ;
- Forme aérodynamique ;
- Terrasse végétalisée.

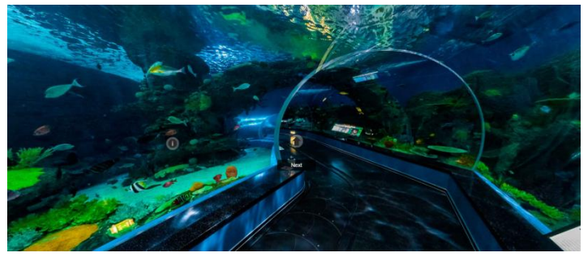
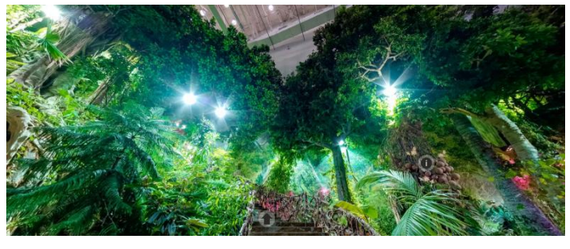


Forme finale

- Réorientation des vents agressifs provenant du nord, nord ouest et sud ouest grâce à la forme courbe ;
- Création de couloir de ventilation par une fragmentation du volume ;
- Une barrière végétale du côté nord ouest pour accentuer la protection contre les vents froids ;
- Emploi de végétation ainsi que l'eau du côté sud pour un meilleur confort thermique et un rafraichissement passif d'air.



II. Programme quantitatif et qualitatif

Activités	Espaces	Description	Exigences	Illustrations	Surface
Accueil	Seuil Hall d'entrée Billetterie Informations Bureau de sécurité Magasins cadeaux	- Espace constituant l'accès vers un lieu, un espace séparant en reliant 2 espaces de différentes hiérarchies. - Le hall d'entrée constitue le point d'entrée pour l'usager et le premier contact avec l'équipement. - Lieu où l'en vend des billets, tickets d'accès aux différents espaces de l'équipement. - Espace de renseignement. - Espace assurant la sécurité des visiteurs - Espace commercial où les visiteurs peuvent se procurer des objets souvenirs de leur visite.	- Accessibilité facile - Eclairage naturel et artificiel - Ventilation naturelle et mécanique - Circulation importante (aires de services). - Accessibilité aux personnes à mobilité réduite		470m² 13m² 15m² 13m² 64m²
Aquariums	Aquarium central Océanarium Aquarium des mers tropicales	- Un aquarium est un réservoir rempli d'eau dans lequel vivent des animaux et/ou des plantes aquatiques.	- Eclairage naturel et artificiel - Ventilation mécanique - Chauffage mécanique - Filtration d'eau - Pompage d'eau - Matériaux transparent résistant - Orientation : Nord - Accessibilité aux personnes à mobilité réduite.		360m² 930m² 761m²
Hall d'exposition	Exposition sculpture - évolution de la vie de l'océan- Bassin caresse	- Une salle d'exposition est un lieu où sont souvent exposé des œuvres, sculptures et autres objets. C'est un espace assez vaste pouvant accueillir à un instant donné un grand nombre de personnes (50 au minimum) venant admirer les œuvres. - Ce bassin vous permettra d'approcher et de toucher des poissons d'eau douce tels que le poisson rouge et la carpe Koï.	- Eclairage naturel et artificiel - Ventilation naturelle et mécanique - Circulation importante (aires de services) - Superficie importante - Accessibilité aux personnes à mobilité réduite.		763m² 168m²
Foret tropicale	Foret tropicale Locaux techniques	- Une des expositions occupait deux étages à la fois - «Forêt tropicale humide». Il y a même un escalier qui mène à travers la vraie jungle.	- Eclairage naturel et artificiel - Ventilation naturelle et mécanique - Système d'humidification d'air mécanique - Plancher en substrat - Accessibilité aux personnes à mobilité réduite		2015m² 31m²

Monde polaire	Le monde polaire Locaux techniques	- L'exposition est consacrée à l'Antarctique. Ici, vous pourrez observer les sculptures des manchots et des ours polaires avec la présence des igloos. - Des locaux responsables de la gestion et de la production de neige ainsi que les travaux de maintenance et de nettoyage	- Eclairage artificiel - Ventilation mécanique - Système générateur de flacons de neige. - Système de refroidissement d'air mécanique. - Accessibilité aux personnes à mobilité réduite.		740m² 22m²
Restauration	Cafeteria –monde polaire- Restaurant –foret tropicale- Restaurant terrasse	- Espace pour consommation de boissons chaudes en plein neige. - Espace de consommation en plein foret tropicale (Mezzanine) - Prolongement du restaurant de la fore tropicale	- Eclairage naturel et artificiel - Ventilation naturelle et mécanique - Circulation importante (aires de services). - Accessibilité aux personnes à mobilité réduite.		65m² 374m²
Delphinarium	Bassin Gradins Salles des coachs Réservoirs Salle de thérapie des dauphins	- Un delphinarium est un aquarium pour delphinidés (dauphins et orques), et parfois pour d'autres cétacés (bélugas, marsouins et dauphins d'eau douce). - Espace où les coachs se préparent d'un équipement pour présenter des spectacles avec les dauphins. - Espace où l'en stocke l'eau qui alimente le bassin. - Espace médical pour le traitement des dauphins (vu leur présence hors milieu naturel).	- Eclairage naturel et artificiel - Ventilation naturelle et mécanique - Circulation importante (aires de services) - Accessibilité aux personnes à mobilité réduite.		246m² 300m² 64m² 79m² 156m²
Administration	Accueil Salle d'attente Salle de réunion Bureaux Bureaux de secrétaire Bureau du directeur Bureau de l'adjoint du directeur Bureau d'archive	- L'accueil constitue le point d'entrée pour l'usager et le premier contact avec l'espace. - Espace ou les visiteurs patientent avant d'accéder au sein de l'espace - Espace où se déroulent des rassemblements des travailleurs entre eux où avec d'autres organismes. - Espace de travail informatique dans des bureaux comme son nom l'indique. - Espace où sont stockés les documents de gestion de l'équipement.	- Eclairage naturel et artificiel - Ventilation naturelle et rarement mécanique. - Orientation sud, sud-est vu les heures de travail. - Accessibilité aux personnes à mobilité réduite.	 	14m² 12m² 53m² 148m² 16m² 58m² 17m² 16m²
Secteur scientifique	Accueil Espace d'attente Salle de réunion	- L'accueil constitue le point d'entrée pour l'usager et le premier contact avec l'espace. - Espace ou les visiteurs patientent avant d'accéder au sein de l'espace - Espace où se déroulent des rassemblements des scientifiques entre eux où avec d'autres organismes.	- Eclairage naturel et artificiel - Ventilation naturelle et rarement	 	13m² 19m² 83m²

	Bureaux	- Espace de travail informatique dans des bureaux comme son nom l'indique.	mécanique. - Un maximum de confort acoustique - Système de refroidissement d'air - Orientation sud, sud-est vu les heures de travail. - Accessibilité aux personnes à mobilité réduite.		93m²
	Bibliothèque	- Espace de documentation pour effectuer les différentes recherches.			138m²
	La quarantaine	- Quels que soient les soins apportés lors de la capture, nos poissons systématiquement en quarantaine. La quarantaine consiste à isoler les animaux pour les observe calmement. Le bac de quarantaine est équipé pour contrôler le maximum de paramètres (température, éclairage, qualité d'eau cachette) afin de gérer au mieux le stress de nos pensionnaires.			796m²
Laboratoires de la faune marine	Salle de microbiologie	- Les analyses de microbiologie comprennent les examens bactériologiques, mycologiques et virologiques. Trois grandes zones peuvent être délimitées au sein de la pièce technique de microbiologique : • poste de sécurité microbiologique. • zone paillasse. • zone d'observation microscopique.			60m²
Laboratoires de la flore marine	Salle hors microbiologie	- Dans les salles hors microbiologie, on réalise les analyses de biochimie, immunologie, hématologie, etc. à l'exception des examens microbiologique.			67m²
	Laboratoire transformation génétique	- Etudie les processus régissant l'organisation, l'évolution et l'expression des génomes des bactéries et des bactériophages. Le repiquage et la sélection des tissus végétaux jusqu'à la néoformation de plantes transgéniques			51m²
	Laboratoire transformation moléculaire	- Comprenant toutes les installations pour le clonage moléculaire et l'analyse des acides nucléiques végétaux ainsi que des protéines, pour la caractérisation moléculaire des transformant.			53m²
	Laboratoire semences	- Permet de réceptionner et de traiter en conditions de quarantaine des semences reçues et le conditionnement des grains avant leur transfert en chambre froide pour stockage.			73m²
	Aquarium des plantes	- Espace où sont placées les plantes traitées possédant un réglage des paramètres climatiques indépendants.			51m²
	Chambre froide	- Pour le stockage (4°C, 30% hygrométrie) des semences.			13m²
Laboratoires d'analyse des bactéries	Salle microbiologique	- Les analyses de microbiologique comprennent les examens bactériologiques, mycologiques et virologiques			138m²
	Salle hors microbiologique	- Les salles techniques hors microbiologie désignent les salles où sont réalisées les analyses de biochimie, immunologie, hématologie…etc., à l'exception des examens microbiologiques.			
	Chambre froide				
Laboratoires d'analyse des eaux de mer	Salle microbiologique				52m²
	Salle hors microbiologique	- Les salles techniques sont dédiées à des activités spécifiques et sont séparées des autres locaux par au moins une porte, leur accès est réservé au seul personnel autorisé.			54m²
	Salle technique				
	Réservoirs	Un lieu de stoker l'eau de mer avant d'être analysée, il est localisé en fonction des paramètres suivants :			49m²

	Salle tri des échantillons Salle microbiologique Salle hors microbiologique Salle d'entreposage des déchets Espace de consommation	• En relation de proximité avec les laboratoires. • A l'écart des zones d'activité - Les échantillons des roches marins réceptionnés dans la salle d'accueil passent en salle de tri ou toutes les analyses à effectuer sont enregistrées et codifiées. L'évaluation de la surface disponible tient compte des moyens de contention ou de neutralisation des animaux, afin d'éviter morsures, griffures et autres lésions cutanées. - Cette salle doit être suffisamment éloignée des lieux d'activité pour limiter toute interaction entre le personnel et les emballages pour déchets. La salle d'entreposage des déchets est localisée sur une issue accessible aux véhicules de collecte des déchets. - Espace où les travailleurs peuvent préparer et consommer de petits repas.			54m² 52m² 54m² 44m² 92m²
Parking	Parking souterrain Parking extérieur	- Un parking ou un parc de stationnement est un espace ou un bâtiment spécifiquement aménagé pour le stationnement des véhicules. Il peut être public ou privé, en enclos, en élévation ou souterrain.	- Accessibilité facile - Eclairage naturel et artificiel - Ventilation naturelle et mécanique - Circulation mécanique importante (aires de services) - Rampe d'accès ne dépassant pas 12%. - Accessibilité aux personnes à mobilité réduite.		3436m² 1390m²
Alimentation des aquariums	Masse filtrante Réservoirs Filtration Pompage Dépôt de nourriture Monte charge des poissons	- Réservoirs contenant du gravier ou des nouilles en céramique pour éliminer les impuretés. - Stocker une partie de l'eau captée après la première filtration. - Une partie est acheminée vers un bac pour une deuxième filtration. - Citerne équipée d'une pompe pour alimenter les aquariums en niveaux supérieurs. - Relié avec l'aquarium par des tuyaux qui acheminent la nourriture par refoulement. - Après la période passée dans la quarantaine et l'adaptation, les poissons sont transportés par un monte charge pour rejoindre les autres espèces le grand aquarium.	- Eclairage naturel et artificiel - Ventilation naturelle et mécanique. - A l'écart des zones d'activité.		68m² 90m² 80m² 75m² 28m² 7m²

Espaces extérieurs	Espace de consommation Espace d'exposition Aire de jeux Aire de détente	- Un espace où on sert des plats préparés et des boissons à consommer sur place tout en profitant des vues panoramiques extérieurs - Un espace où sont souvent exposé des œuvres, sculptures et autres objets. - Un espace aménagé avec des toboggans et des petits jeux pour divertir les petits - Espace aménagé de banc pour offrir un espace relaxant tout en profitant de l'espace environnant (végétation, point d'eau…)	- Grande superficie. - Circulation importante. - Accessible aux personnes à mobilité		316m² 658m² 254m² 922m²

III. Organigramme fonctionnel

III.1. Plan de masse

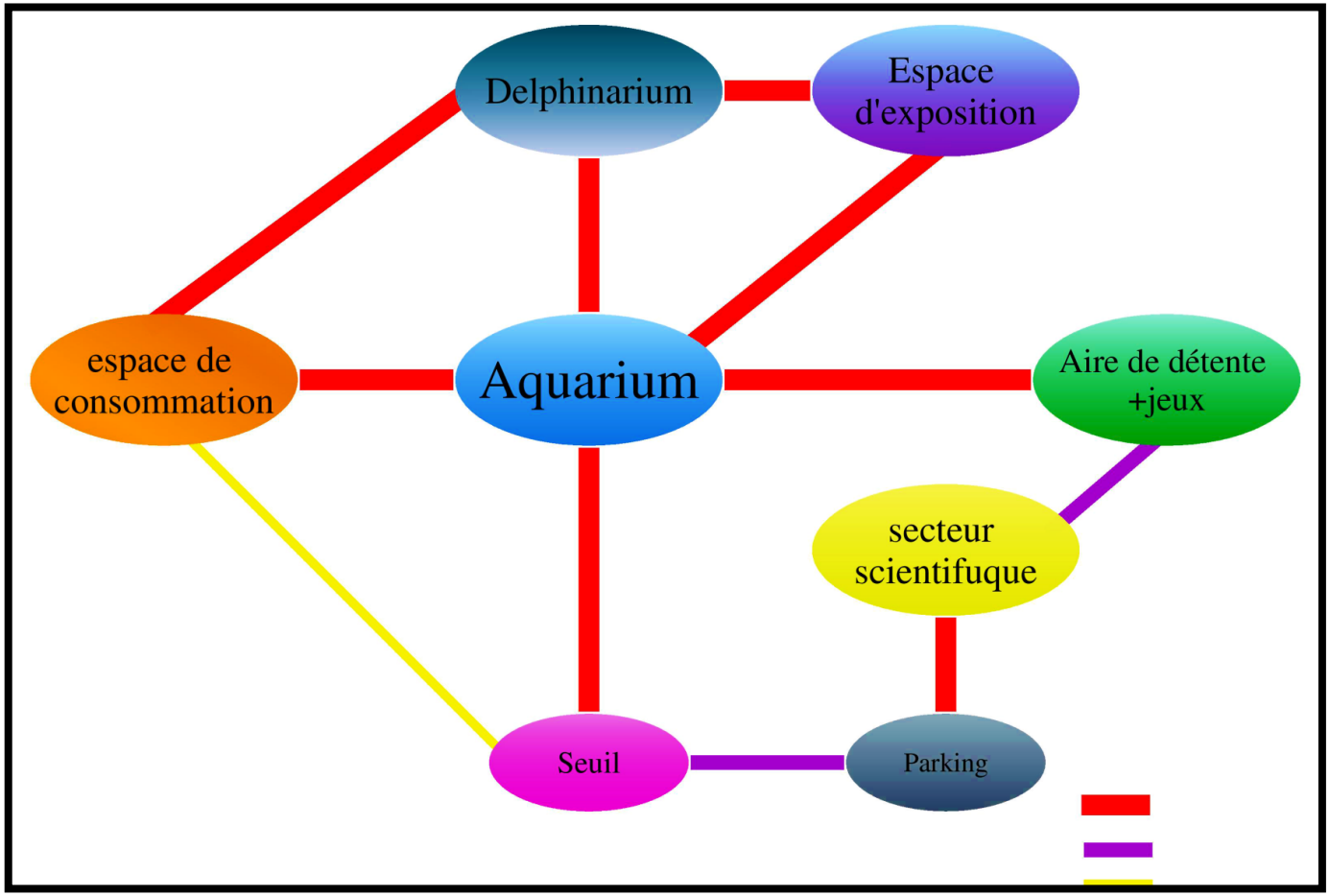


Figure 125 : Organigramme fonctionnel du plan de masse
Source : auteurs

III.2. Plan du sous-sol (-5.00 m)

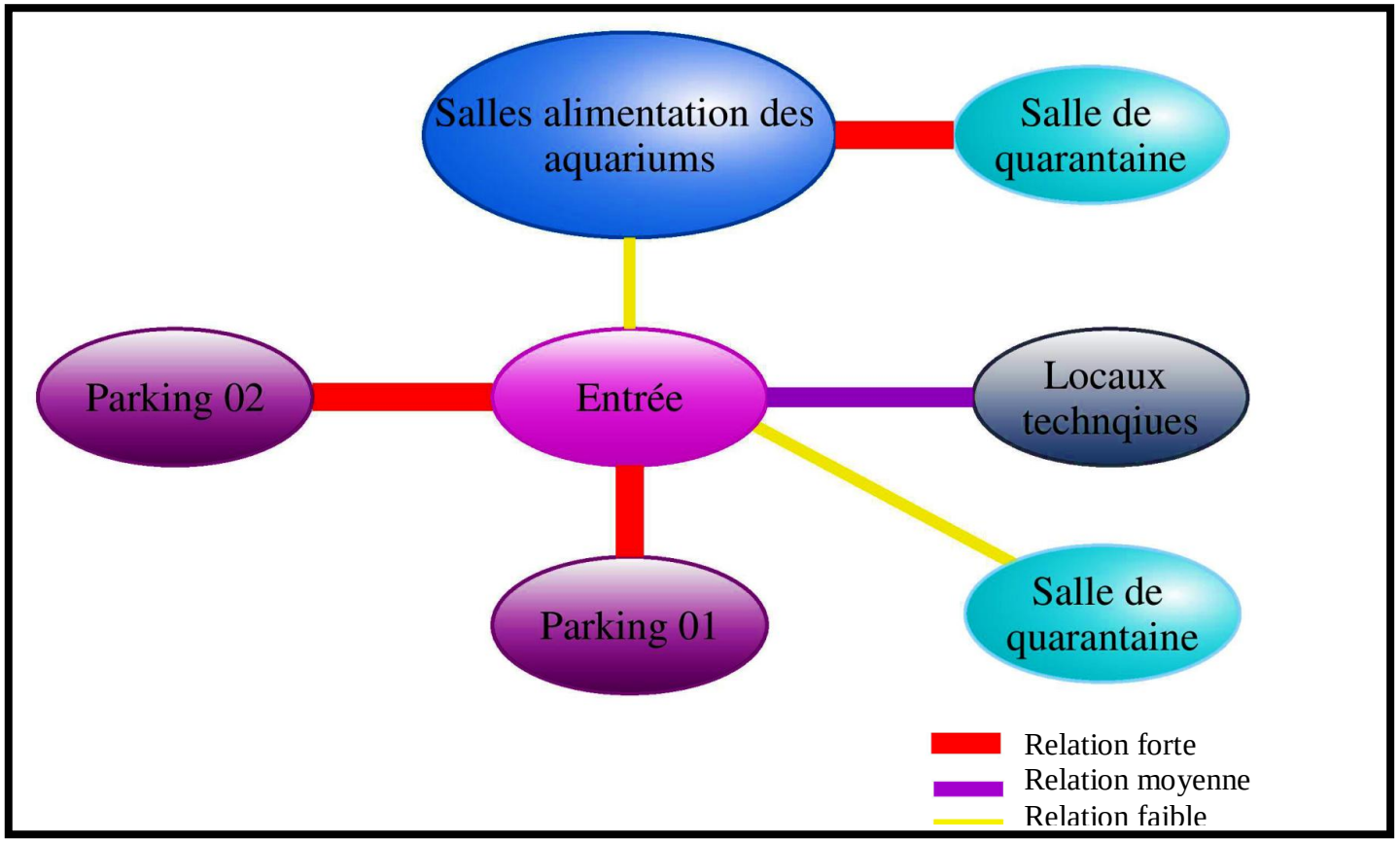


Figure 126: organigramme fonctionnel du sous-sol
Source ; auteurs

III.3. Plan du Rez de chaussée (± 0.00 m)

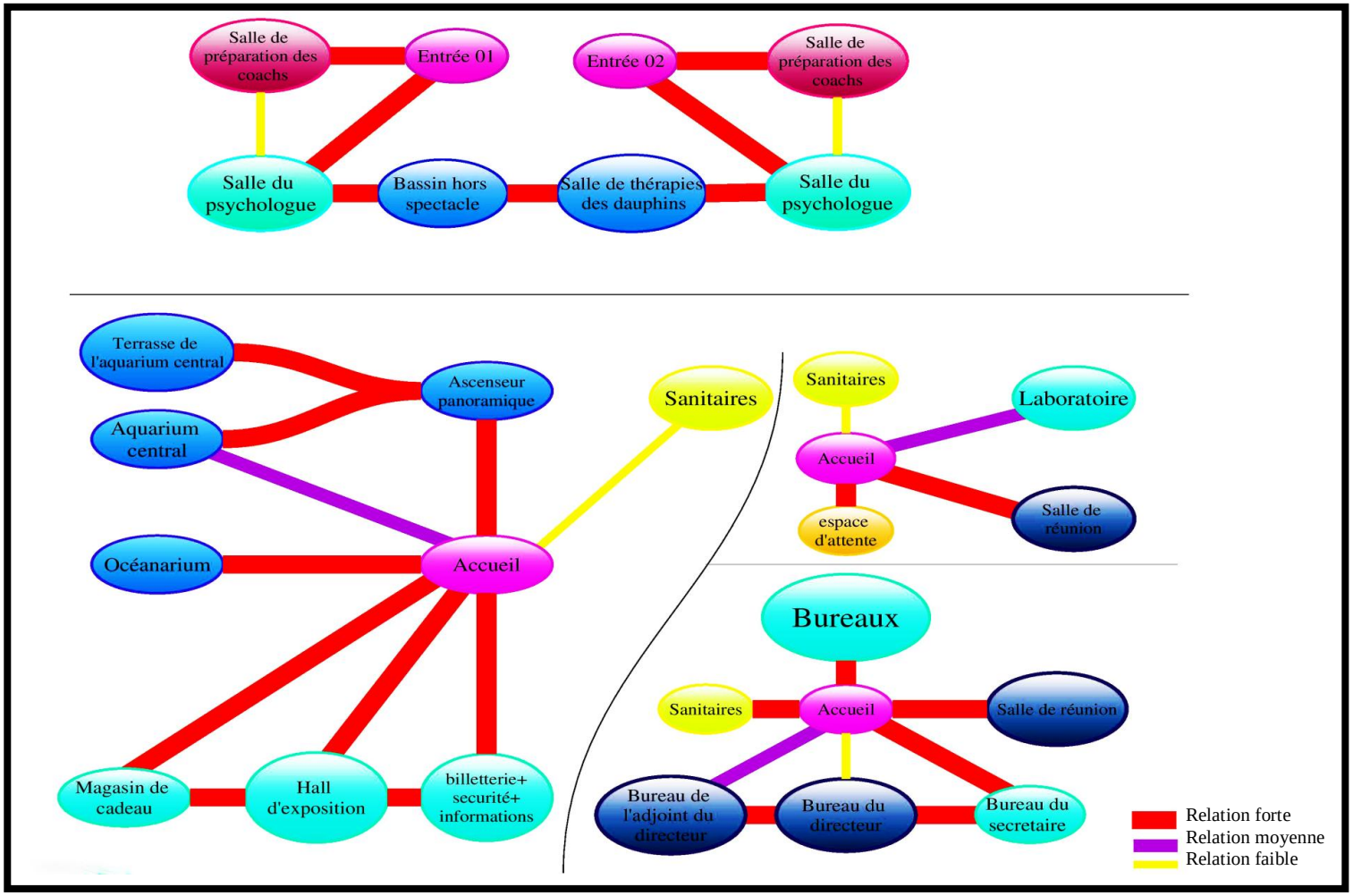


Figure 127: Organigramme fonctionnel du Rez-de-chaussée
Source : auteurs

III.4. Plan du 1er étage (+6.00)

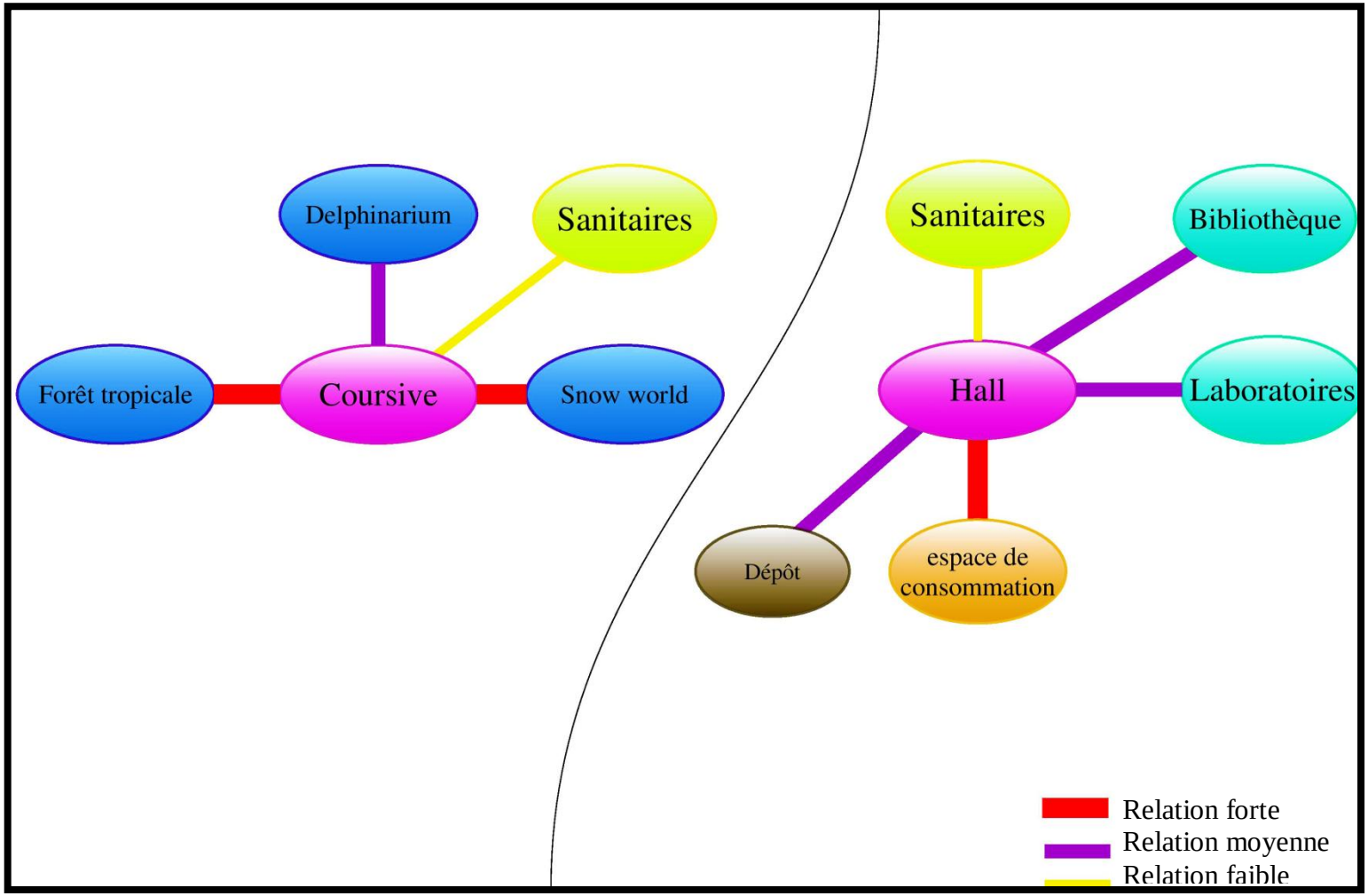


Figure 128/ Organigramme fonctionnel du 1er étage
Source : auteurs

III.5. Plan du 2eme étage (+10.00 m)

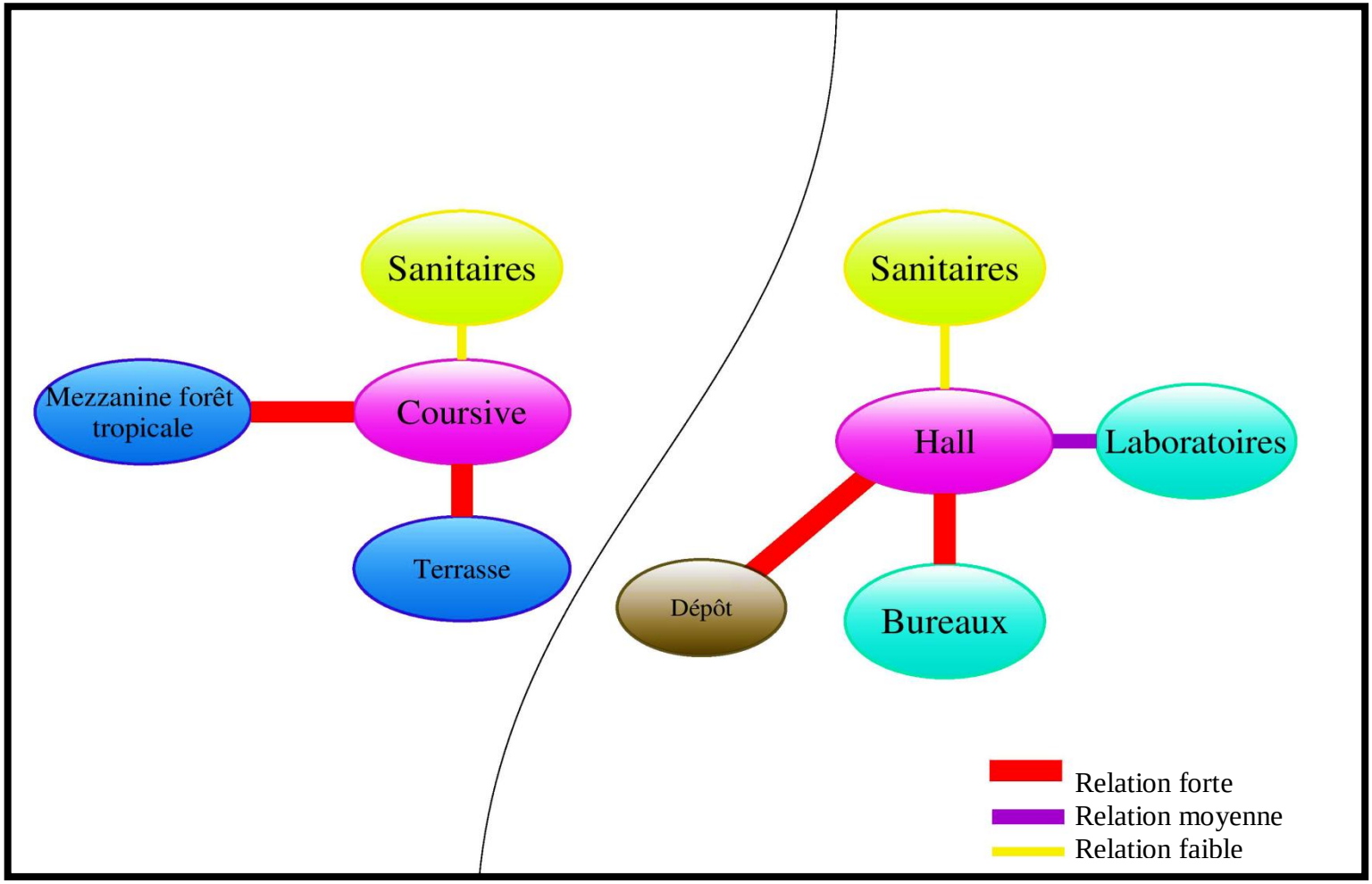


Figure 129 : Organigramme fonctionnel du 2eme étage
Source : auteurs

IV. Description des plans

IV.1. Plan de masse

- **Bâti+ espaces extérieurs**

A la vue du projet, se dégage une lecture d'entités distinguables tout en étant liées. En effet, la composition volumétrique concorde avec le raisonnement de conception de départ qui était de reprendre la métaphore d'une espèce marine (Mobula Mobular), ensuite créer une fragmentation fonctionnelle et qui répond aux exigences bioclimatiques et contextuelles.

Le projet est bordé de trois voies, dont deux rues principales (rues Colonel Menani) et une voie créée à l'intérieur de la parcelle. Le projet se situe au centre de la parcelle, A partir du centre du projet, diverge des axes qui vont définir les différents moments forts du projet, qui ont été matérialisés par les principaux espaces extérieurs pour que chaque espace soit orienté vers le centre d'intérêt de tout le projet.

La balade dans l'espace extérieur débutera de l'intérieur de l'aquarium, pour choisir d'aller à l'espace de consommation au nord ou l'un des espaces du Sud (espace d'exposition, aire de détente et aire de jeux). Les espaces sont reliés par des rampes pour faciliter la circulation aux personnes à mobilité réduite. Pour des raisons de protection contre les vents dominants du Nord-ouest, aucun espace extérieur n'a été projeté dans cette zone, en replaçant celui-ci par un écran végétal.

- **Accessibilité**

La logique de séquençage du projet et la multitude des entités qui le composent induisent à une multitude d'accès hiérarchisée selon leur importance. Un accès majeur principal piéton vers l'entité centrale « aquarium » (public), un accès principal mécanique (petits véhicules) vers le sous sol, un accès mécanique vers un parking extérieur pour les grands véhicules. Deux autres accès secondaires au niveau de l'administration et du secteur scientifique (semi public) Et un dernier accès secondaire vers le delphinarium.

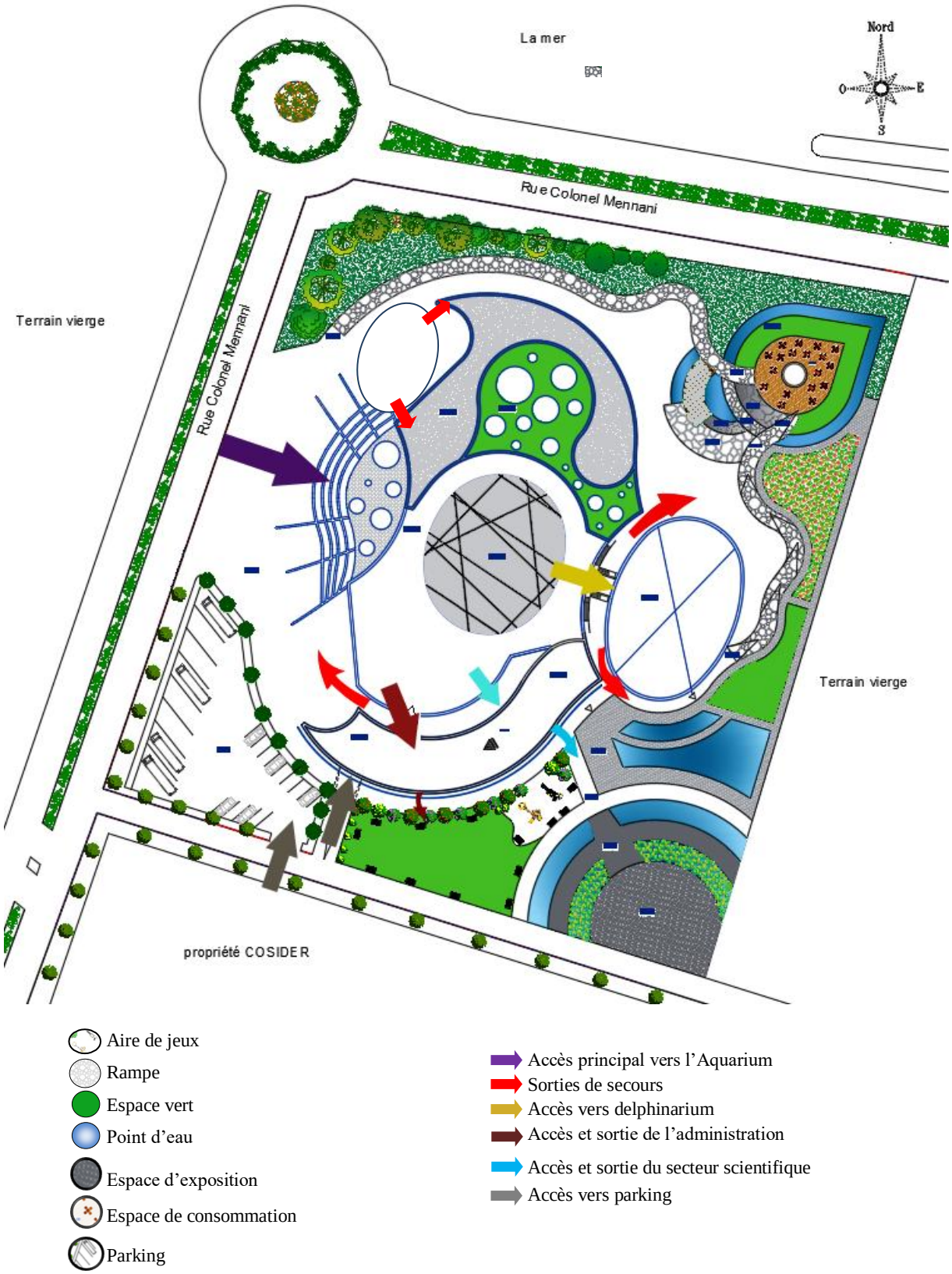


Figure130 : Plan de masse
Source : auteurs

IV.2. Plans des différents niveaux

➢ Organisation spatiale intérieure

Pour distinguer et comprendre les différentes fonctions du projet, l'élévation ci-dessous nous apportera des explications

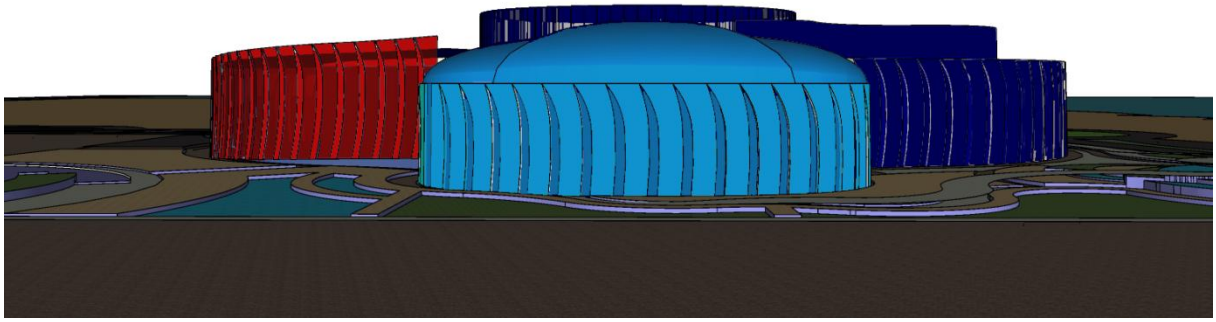


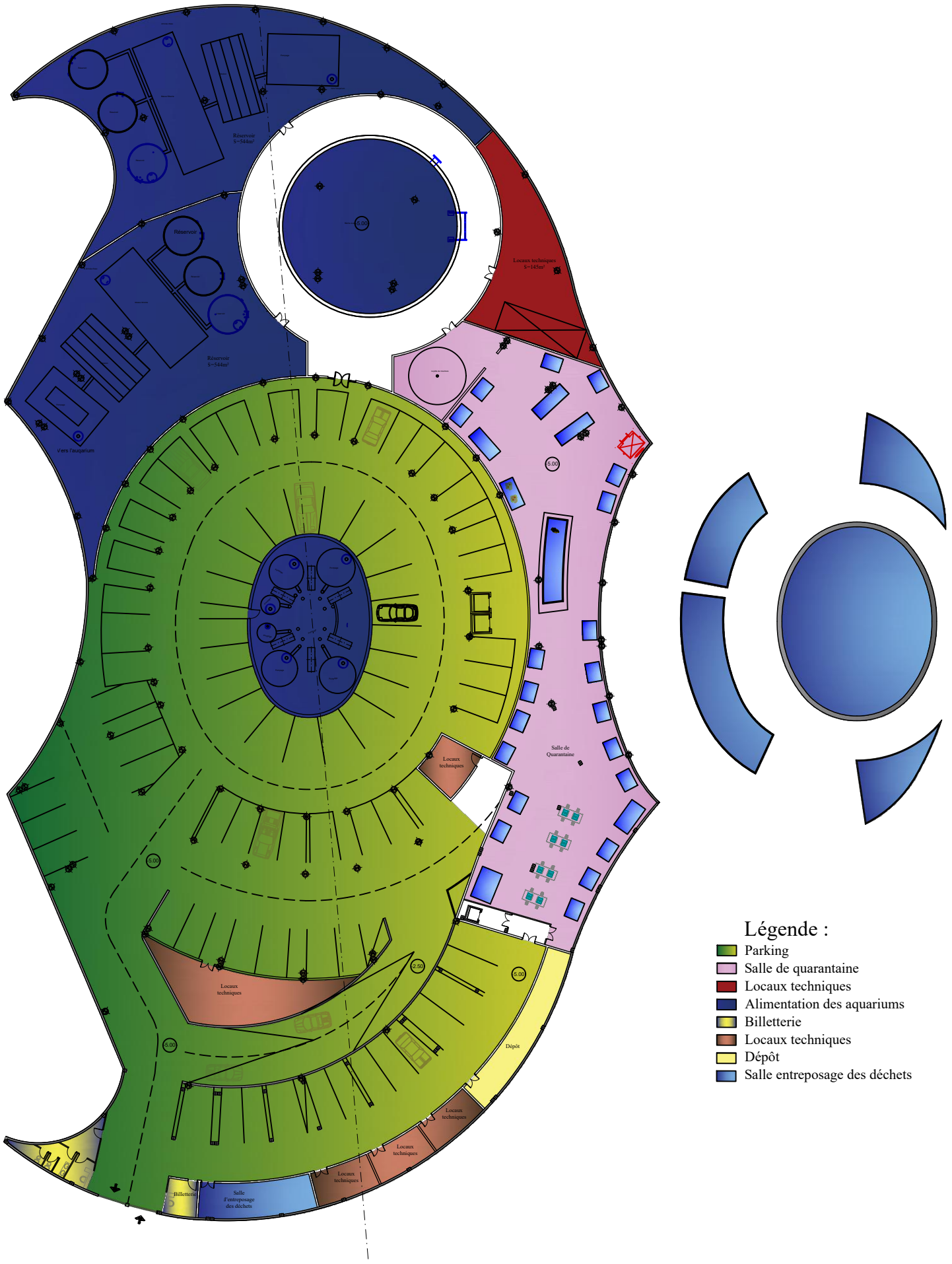
Figure 131 : Entités du projet
Source : auteurs

Notre projet se compose de trois entités principales :

L'entité 01 se développe en R+2+ terrasse accessible présente l'aquarium, la seconde entité en R+2 pour le secteur scientifique et la troisième entité est le delphinarium qui se développe en R+1.

➢ Organisation spatiale du premier niveau : sous-sol (-5.00)

Le Sous Sol de l'aquarium, s'élève à 5 mètres de Hauteur, consacré à l'espaces parking du projet (places), les locaux techniques des aquariums et du projet, les salles de quarantaine et le réservoirs des aquariums. C'est le niveau qui comporte l'accès mécanique public et de service, il se fait par une rampe qui donne vers le premier niveau du sous-sol (-5.00 m) qui présente le premier niveau du parking avec une rampe à l'intérieur qui mène vers le deuxième niveau du parking a (-2.50m). L'accès vers les espaces de service du sous-sol se fait par l'ascenseur.



Plan Du Sou-sol 1

Echelle :1/250

- **Organisation spatiale du deuxième niveau : le Rez de chaussée (±0.00)**

Le Rez de chaussée de l'aquarium se compose de quatre entités : l'aquarium, le secteur scientifique, l'administration et le delphinarium.

- L'aquarium : Ce niveau s'élève sur 6 mètres de hauteur

L'accès principal vers l'aquarium se fait au niveau du RDC à partir d'une esplanade extérieure de 35 mètres de long. Du hall d'entrée, nous pouvons apercevoir les différents espaces qui composent ce niveau. Au centre se trouve l'accueil et les différents services (billetterie, information, sécurité, magasins de cadeaux) ainsi que l'ascenseur qui mène vers une visite a travers l'aquarium central. Du coté droit se trouve le hall d'exposition ainsi que le bassin caresse, et du côté droit du hall d'entrée se trouve l'aquarium des mers tropicales et de l'océan.

Nous avons opté pour un parcours radial où le visiteur a le choix d'aller vers l'espace désiré. Ce parcours nous évitera aussi de tomber dans le problème de la file d'attente.

Tous les espaces de ce niveau sont perçus à partir du hall d'entrée mis à part les sanitaires qui sont mis en aval avec une entrée isolée du reste du hall.

Il existe plusieurs sorties de secours (05) à proximité de tous les espaces de l'équipement

- Le secteur scientifique : ce niveau s'élève sur 4 mètres de hauteur.

L'accès vers le secteur scientifique se fait à partir de la façade intérieure de l'entité, pour l'isoler des espaces extérieurs (concept de hiérarchie). Cette entité est séparée de toutes les activités publiques de l'équipement pour répondre aux exigences des espaces qui s'y trouvent par rapport au confort acoustique.

On accède par un hall vers un espace d'attente avant d'être orienté vers les différents espaces notamment vers la salle de réunion et les différents laboratoires.

Les employés quant à eux, ont l'accès direct vers leur poste en passant par l'accueil.

Il existe une sortie du secteur scientifique vers l'espace extérieur, pour permettre aux employés d'avoir un accès vers l'espace de détente qui s'y trouve.

- L'administration : ce niveau s'élève sur 4 mètres de hauteur.

L'accès vers l'administration se fait de la même manière que le secteur scientifique pour les mêmes raisons (concept de hiérarchie), on y accède par un hall vers un espace d'attente avant d'être orientée aux différents espaces.

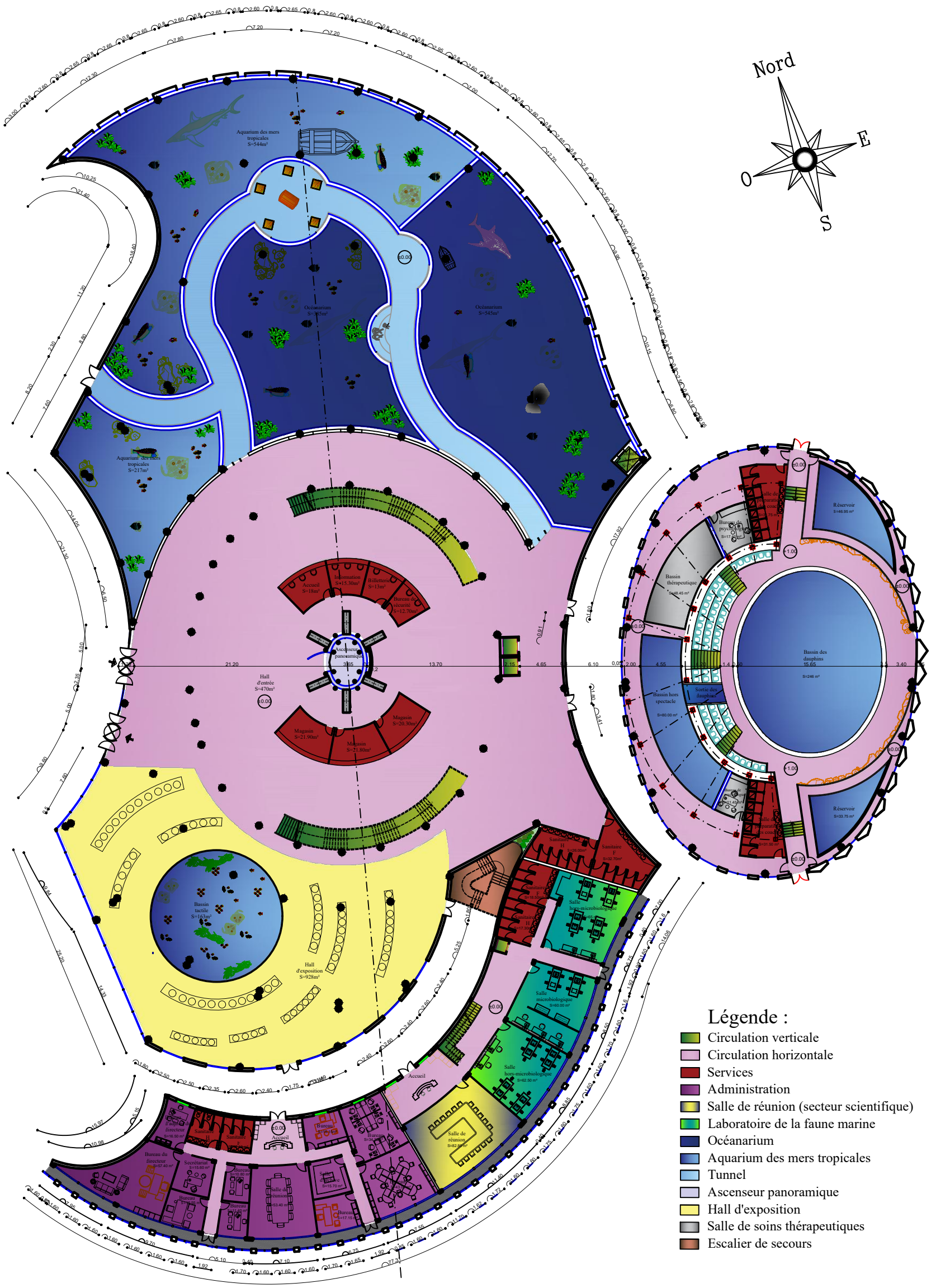
Ce niveau comporte les bureaux des travailleurs, la salle de réunion et la salle d'archive.

Il existe des sorties reliant l'administration aux espaces extérieurs pour y profiter.

- Le delphinarium : ce niveau s'élève sur 5 mètres de hauteur

Ce niveau est dédié aux réservoirs du bassin, aux salles de thérapies des dauphins et au bassin des dauphins. L'accès se fait à partir de la façade intérieure du delphinarium.

Les sorties de secours (2) se trouvent à ce niveau.



Plan Du Rez-De-Chaussée

Echelle :1/250

➢ **Organisation spatiale du deuxième niveau : le 1er étage (+6.00)**

La circulation verticale se fait par deux escaliers centraux et deux ascenseurs.

Le 1er étage comporte trois entités qui vont dans la continuité du premier ou les différents espaces sont desservis par une coursive offrant une vue sur le hall d'exposition.

- L'aquarium

A partir de cette coursive, le visiteur a le choix d'aller vers l'espace désiré sans avoir à tomber dans une file d'attente.

Du côté droit se trouve le monde polaire, qui s'élève sur une hauteur de 4 mètres. L'espace comporte des expositions de manchots, des igloos et un espace de consommation de boissons chaudes offrant une vue sur le spectacle des manchots.

En sortant du monde polaire, la coursive nous dirige vers la forêt tropicale, comportant des expositions des différentes espèces de ce monde, ce niveau s'élève sur deux hauteurs de 4 mètres. Le parcours à l'intérieur de la foret tropicale est inspiré de la forme de la forêt pour traduire le parcours irréguliers des forêt sauvage et renforcer la découverte.

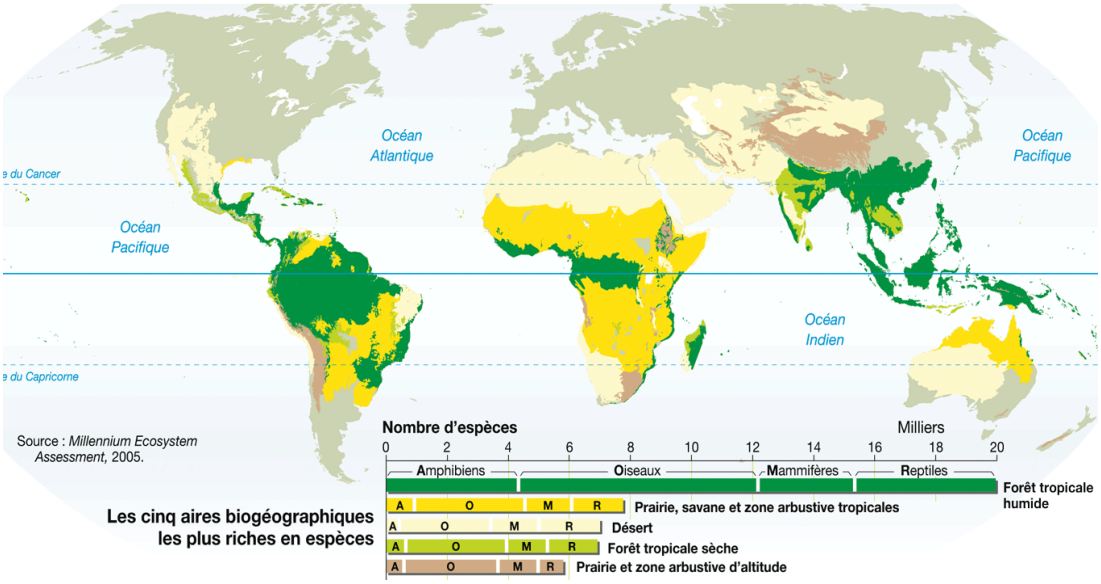


Figure 132 : carte de la forêt tropicale
Source

Les sorties de secours (3) se font à proximité de chaque espaces.

- Le delphinarium

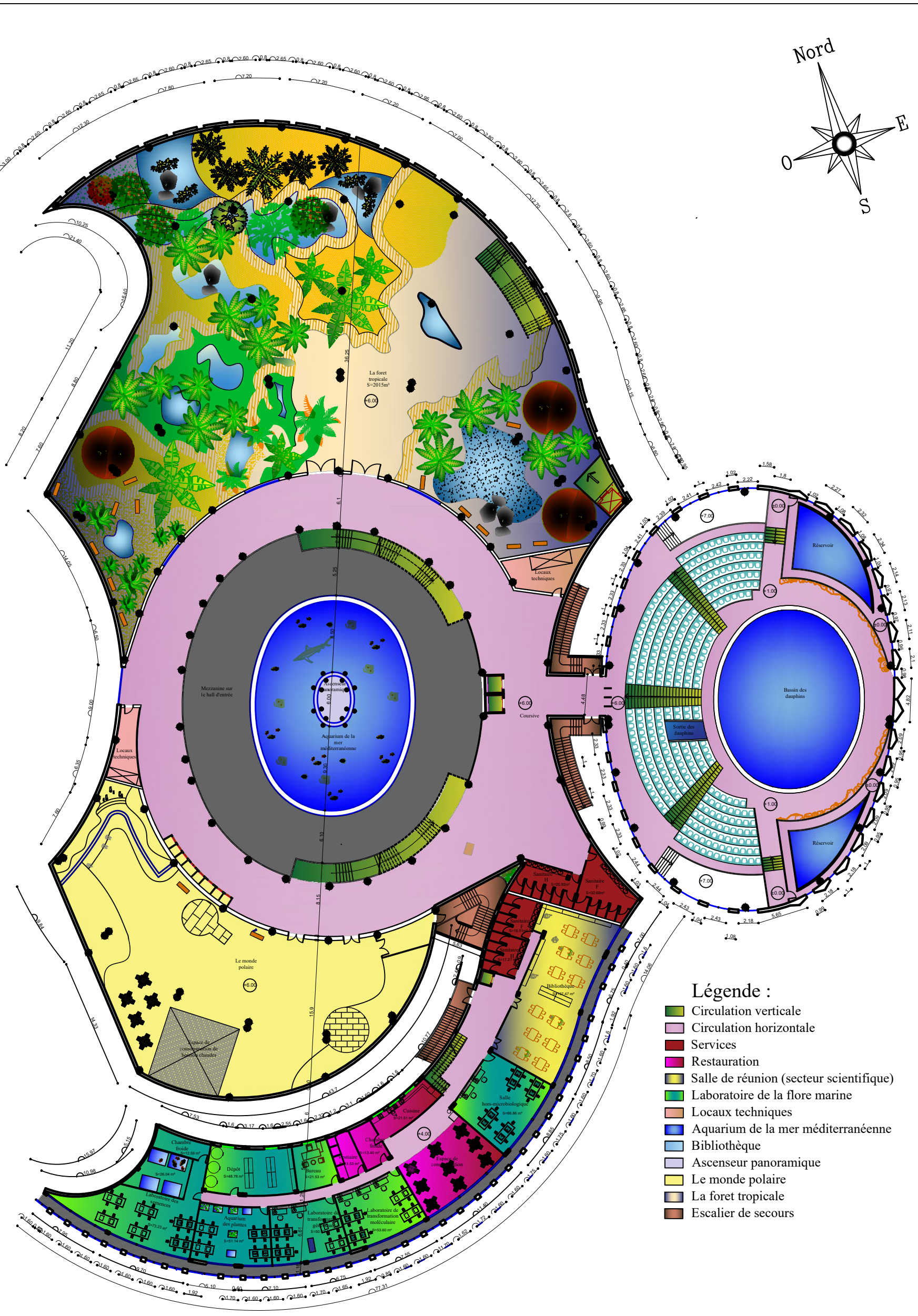
Le delphinarium est accessible à partir d'une passerelle reliant le volume de l'aquarium à celui du delphinarium, il s'élève sur une hauteur de 5 mètres, avec une toiture courbée.

- Le secteur scientifique

La circulation verticale se fait par un escalier et un ascenseur.

Ce niveau s'élève sur 4 mètres de hauteur, il est composé des différents laboratoires, bibliothèque ainsi qu'un espace de consommation central.

Il existe une issue de secours.



Plan Du 1er Etage

Echelle :1/250

- **Organisation spatiale du troisième niveau : le 2eme étage (+10.00)**

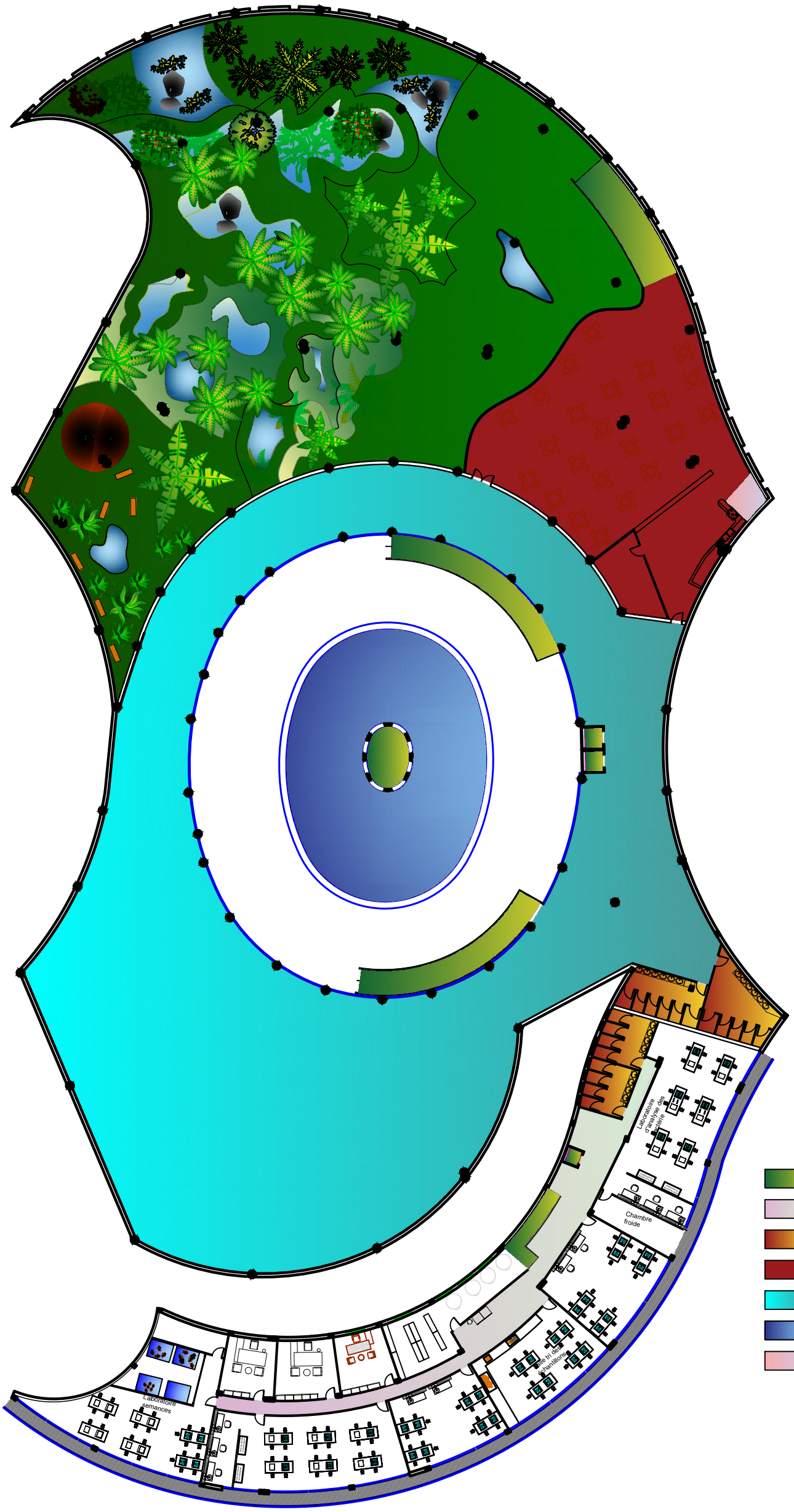
    - L'aquarium

Ce niveau est dédié en grosse partie à une terrasse accessible aménagée en espace de consommation en continuité avec celui du deuxième niveau du la forêt tropicale qui est une extension verticale de la forêt tropicale en mezzanine.

A ce niveau, la forêt tropicale de développe en deux hauteurs, 3mètres et 8 mètres, pour des raisons des hauteurs des arbres de la forêt.

    - Le secteur scientifique

Ce niveau s'élève sur 4 et 6 mètres de hauteur dédié aux restes des laboratoires.



Légende :

- Circulation verticale
- Circulation horizontale
- Services
- Restauration
- Terrasse
- Aquarium
- Locaux technique

V. Enveloppe du projet

V.1. Façade principale

La façade principale est orientée vers l'Ouest

L'entrée est matérialisée par une paroi vitrée ainsi que le hall d'exposition, tandis que les autres espaces (forêt tropicale, monde polaire et une partie de l'aquarium) restent opaques vu l'orientation Ouest qui est considérée comme mauvaise et cause de surchauffes durant les après-midi d'été.

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

Présence du vide qui sert d'accès pour l'administration et le secteur scientifique qui doivent être séparés de l'entrée principale, servant aussi d'ouverture au ciel permettant d'éclairer et d'aérer avec un rapport H/L ≈ H/2 (6 m).

Présence d'un atrium dominant pour accentuer le concept de centralité et qui servira d'élément d'appel et aussi pour des fins bioclimatiques (éclairage naturel zénithal, chauffage naturel en hiver, extracteur d'air naturel par tirage thermique et effet de cheminée vu la présence du vitrage.

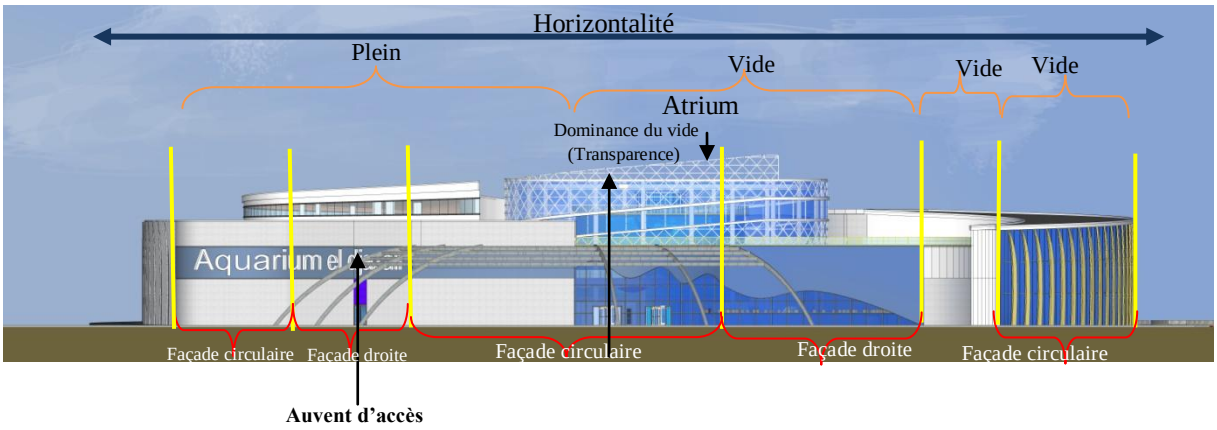


Figure 133: façade principale /
Source : auteur

V.2. Façade postérieure

La façade postérieure est orientée vers l'Est. Le traitement de la façade est inspiré de l'arête du poisson qui est matérialisé par des éléments verticaux rythmés sur la façade, pour créer un équilibre entre horizontalité et verticalité Le module répété est employé dans la façade de l'aquarium et le delphinarium comme élément opaque, tandis que dans la façade du secteur scientifique, l'élément représente les parties vitrées. La façade reflète un mouvement de tourbillon pour matérialiser le concept de mouvement. Le traitement de la toiture du delphinarium reflète le type de structure tridimensionnelle.

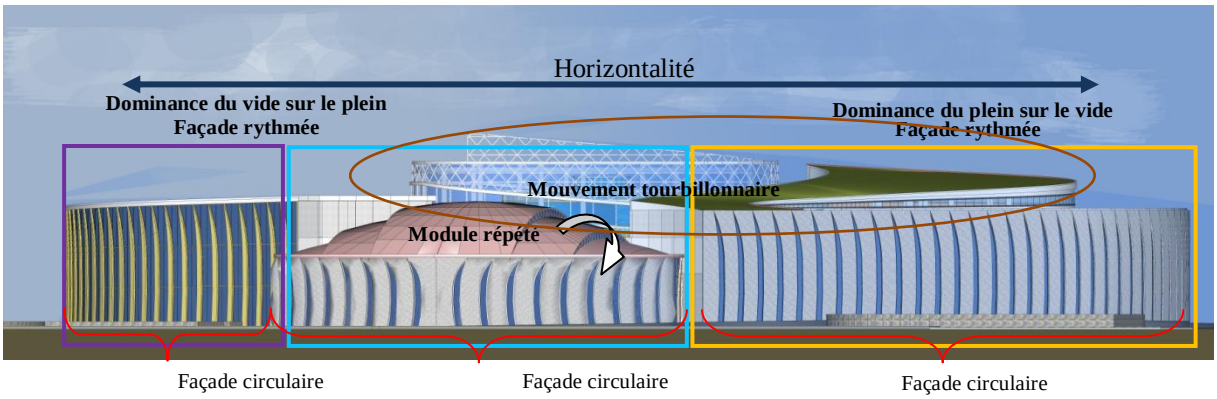


Figure134 : Façade postérieure
Source : auteurs

V.3. Façade latérale (aquarium)

Cette façade est orientée majoritairement vers le Nord vu les espaces orientés qui demandent une température basse (forêt tropicale).

Le traitement de la façade est inspiré de l'arête du poisson qui est matérialisé par des éléments rythmés sur la façade. L'élément répété représente dans ce cas les parties opaques.

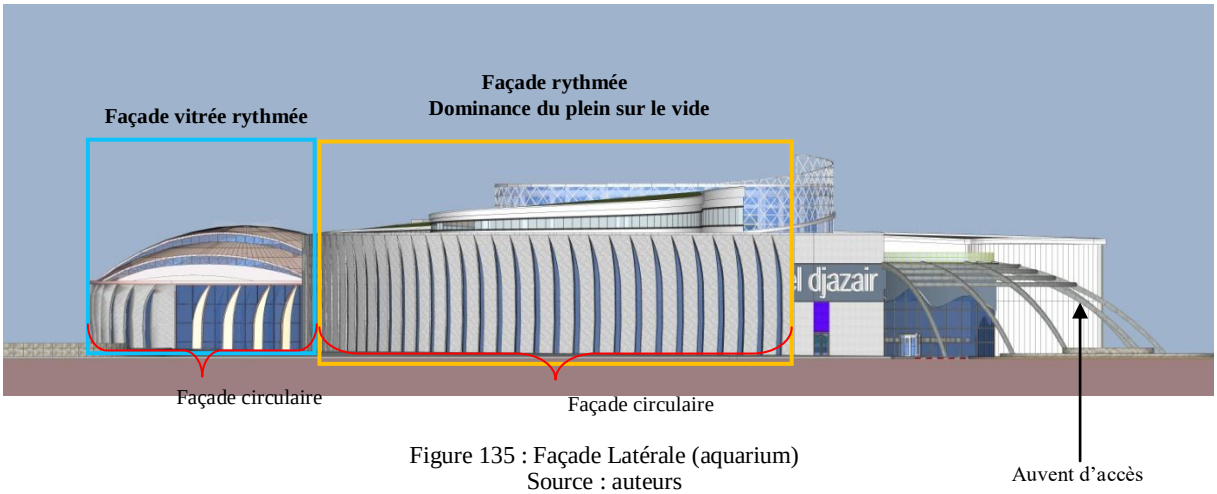


Figure 135 : Façade Latérale (aquarium)
Source : auteurs

V.4. Façade latérale (secteur scientifique)

Cette façade est orientée majoritairement vers le Sud-est vu la besoin d'éclairage pendant la période de la matinée et du début d'après midi (période de travail),

Le traitement de la façade est inspiré de l'arête du poisson qui est matérialisé par des éléments rythmés sur la façade. L'élément répété représente dans ce cas les parties vitrées.

Présence d'une façade double peau dans cette partie vu ses capacités en termes d'isolation, en particulier l'isolation acoustique, ainsi que son rôle pour un meilleur confort thermique.

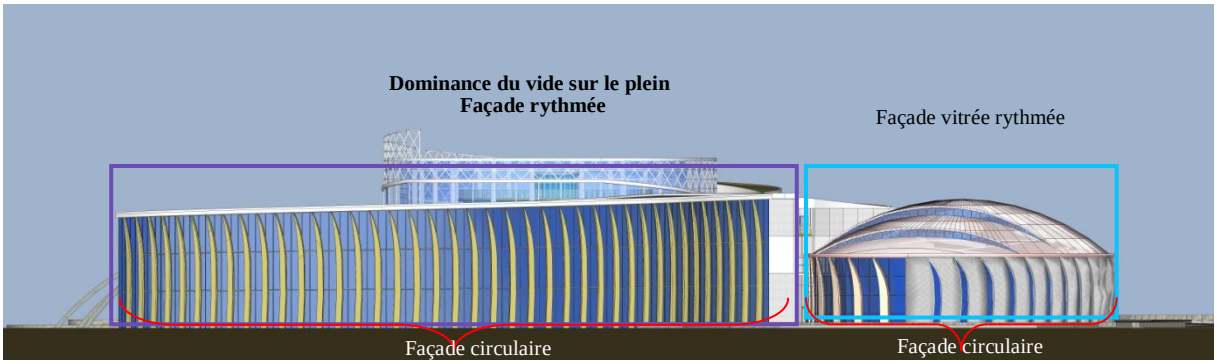


Figure136: Façade latérale (secteur scientifique)
Source : auteur

VI. Evaluation environnementale

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

Zones : dispositifs passifs / actifs	Dispositifs recommandés
GI : Inertie thermique et gains interne	- Utilisation de matériaux à forte inertie thermique.
AS : Solaire passif	- Technique de captage passive (serre bioclimatique). - Optimisation des gains solaires passifs (orientation sud, répartition spatiale correcte, façade vitrée).
V : Ventilation naturelle renforcée	- Utilisation des dispositifs passif : Patio, effet cheminée, ventilation des toits et façades (toit jardin, façade ventilée).
H : Chauffage actif	- Chauffage centrale, chauffage à gaz.
DH : Déshumidification mécanique	- Par condensation ou par adsorption.

VI.1. Stratégie du chaud

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

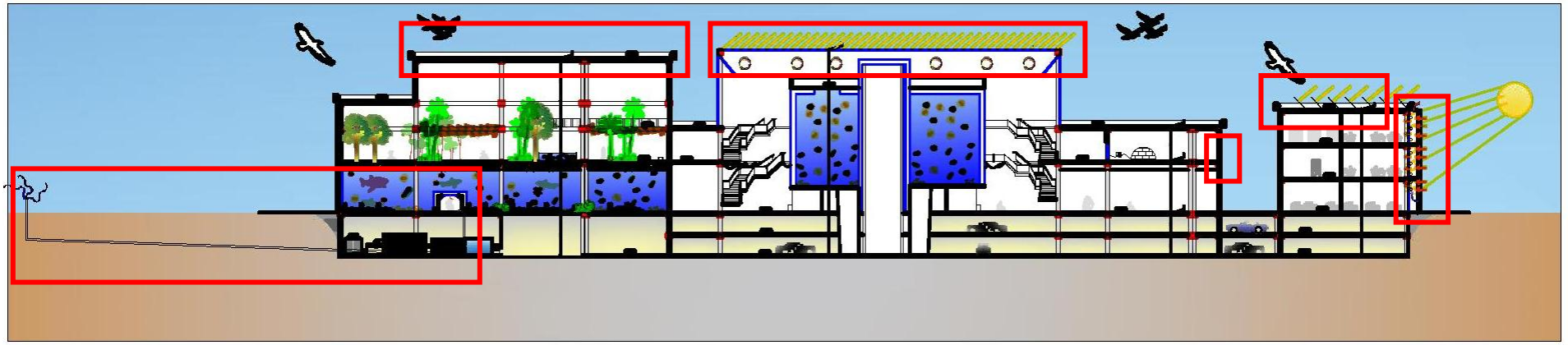


Figure 126 : Coupe AA
Source : auteurs

A. Solutions bioclimatiques passives

- **L'atrium**

En hiver, l'atrium couvre le rôle d'une serre qui sert pour chauffer l'espace intérieur (vu l'absence des masques environnants).

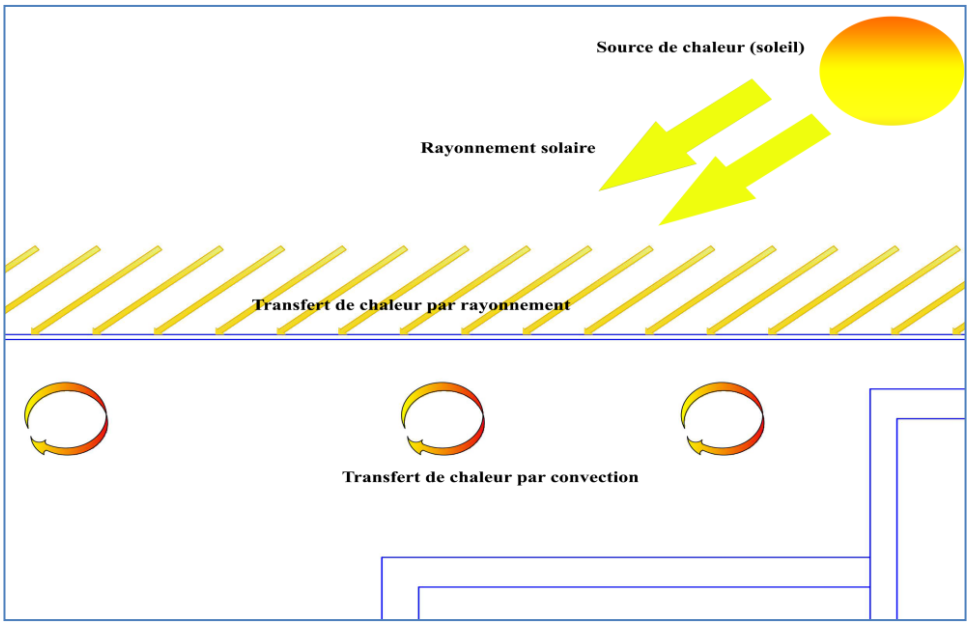


Figure 137 : fonctionnement de l'atrium en hiver
Source : auteurs

- **La façade double peau**

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

- éviter le phénomène de paroi froide.
- le canal qui présente aussi un espace tampon.
- Diminution des déperditions thermiques, stockage de la chaleur par effet de serre à l'intérieur de la double peau,
- Économie d'énergie en limitant le recours à la climatisation et au chauffage, avec un coefficient de transmission thermique moyen ≈ 1,15 W/m2.K ainsi que l'utilisation de l'éclairage naturel
- Préchauffage des amenées d'air.

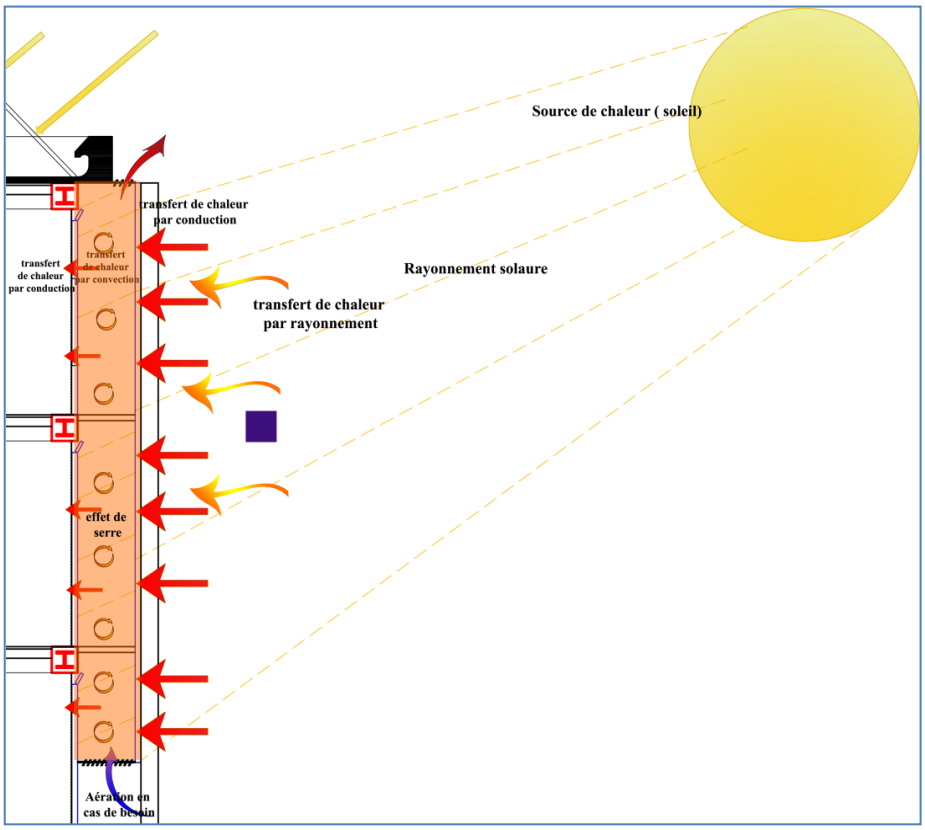


Figure 138 : fonctionnement de la façade double peau en été
Source : auteurs

B. Solutions bioclimatiques actives

- **Puits canadien**

Vu que le tunnel est un espace qui demande une grande ventilation mécanique, nous avons trouvé comme alternative le puits canadien qui réduira l'utilisation d'une ventilation mécanique, en plus de ses capacités de chauffer l'espace (inertie de la terre).

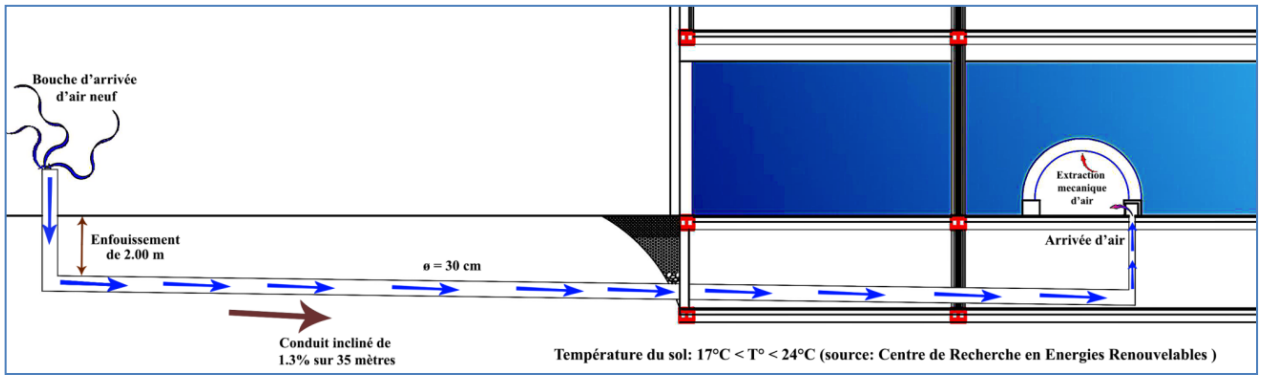


Figure 139 : Fonctionnement du puits canadien
Source : auteurs

VI.2. stratégie du froid

- Protéger du rayonnement solaire : brise soleil extérieur, végétation caduque à l'Est et au Sud, isolation.
- Ventiler fortement la nuit et « stocker le froid » dans de la masse interne : murs de refend, sols, plafonds, cloisons lourdes, etc.…

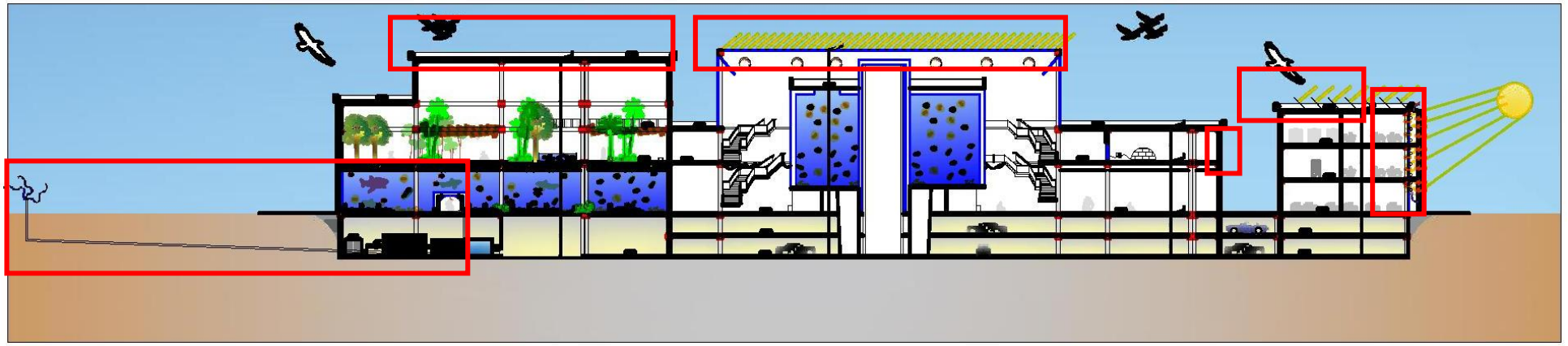


Figure 140 : coupe AA
Source : auteurs

A. Solutions bioclimatiques passives

- **L'atrium**

En été, l'atrium travaille comme un extracteur d'air vicié par tirage thermique accentué et un effet de cheminée accentué par la présence du vitrage (l'air chaud monte et avec l'effet de serre crée par le vitrage l'air vicié se chauffe davantage et s'évacue plus facilement).

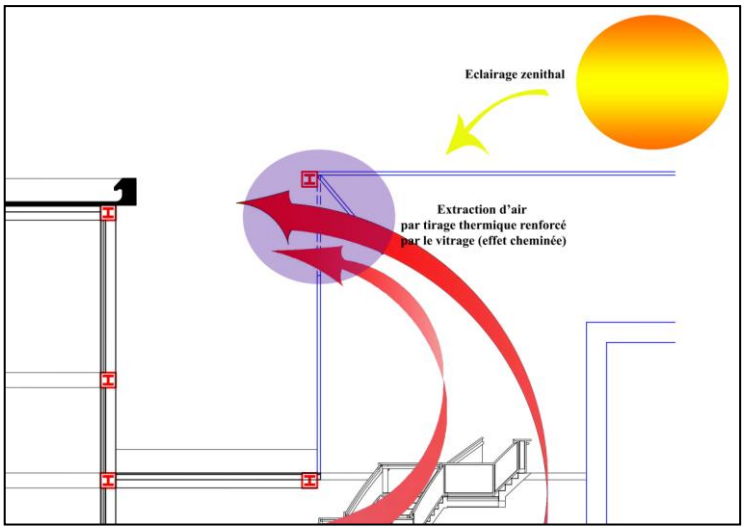


Figure 141: fontionnement de l'atrium en été
Source : auteurs

- **La façade double peau**

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

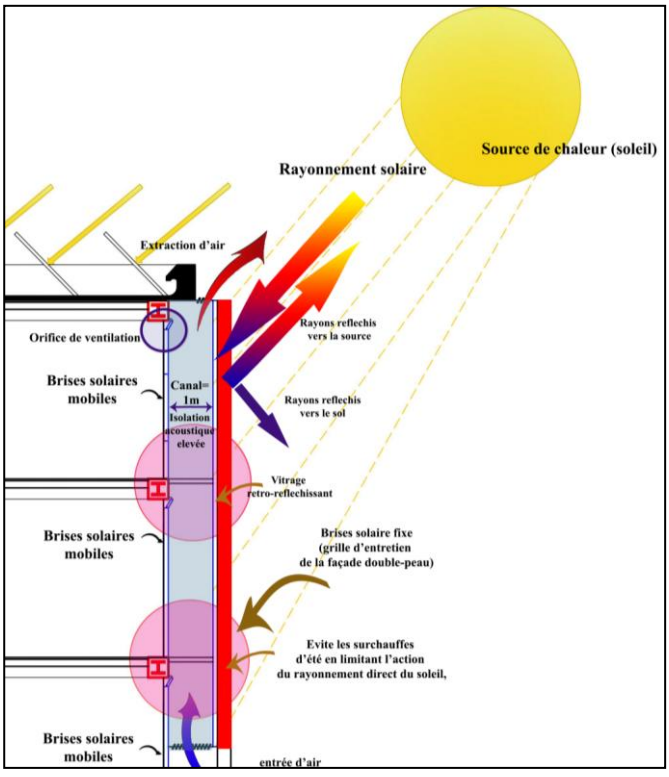


Figure 142 : Fonctionnement de la façade double peau en été
Source : auteurs

B. Solutions bioclimatiques actives

- **Puits canadien**

Vu que le tunnel est un espace qui demande une grande ventilation mécanique, nous avons trouvé comme alternative le puits canadien qui réduira l'utilisation d'une ventilation mécanique, en plus de ses capacités de rafraichir l'espace (inertie de la terre).

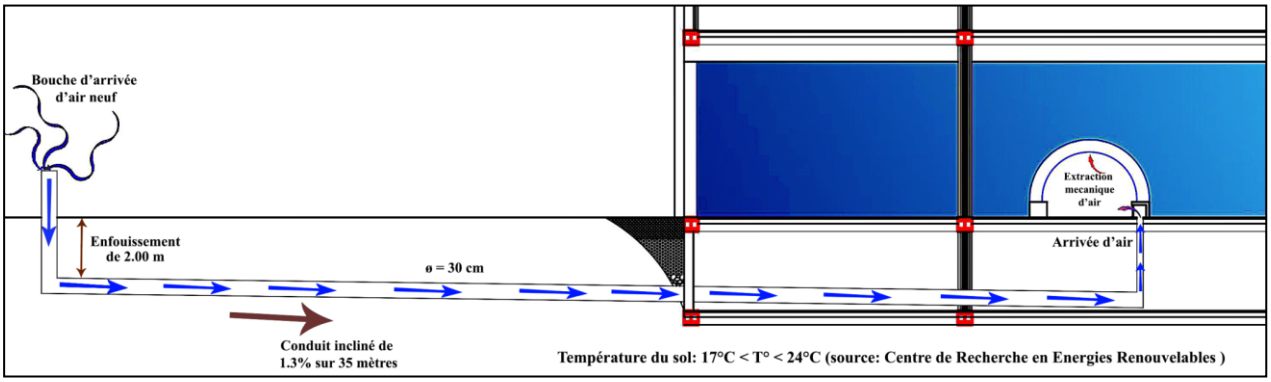


Figure 143 : fonctionnement du puits canadien
Source : auteurs

- **L'isolation du monde polaire**

L'isolation thermique des murs par l'extérieur (ITE) est réalisée par la pose d'un isolant sur l'ensemble des murs extérieurs. Cet isolant est recouvert d'un enduit ou d'un bardage. Ce procédé d'isolation thermique permet d'assurer l'étanchéité à la pluie, de supprimer les ponts thermiques, et de réduire les ouvrages de gros œuvre.

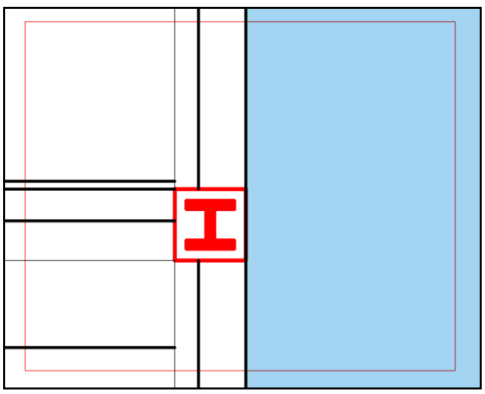


Figure144 : isolation par extérieur
Source : auteurs

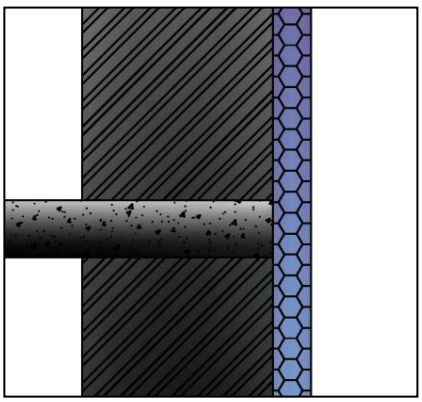


Figure 145 : détail de l'isolation par l'extérieur
Source : auteurs

- **Panneaux photovoltaïques**

Notre projet se situe sur un terrain totalement exposé au soleil et vu l'absence des masques environnants, l'utilisation des panneaux photovoltaïques réglables est favorable pour produire de l'énergie électrique vu le caractère énergivore du projet.

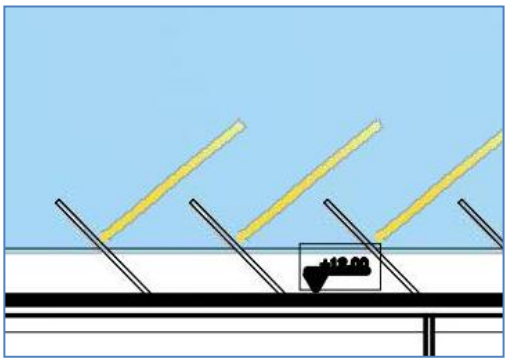


Figure 146 : fonctionnement panneaux photovoltaïques en été
Source : auteurs

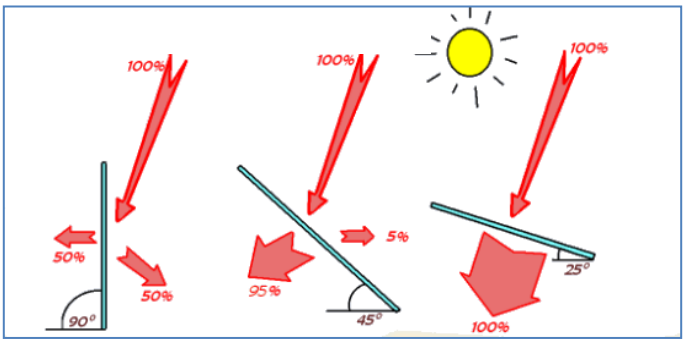


Figure 147 : degrès d'absorption des panneaux selon l'inclinaison
Source :auteurs

VI.3. Solutions bioclimatiques au niveau du plan de masse

Végétation dense à feuillage persistant du côté Nord et Nord-Ouest pour diminuer l'incidence des vents froids provenant du Nord-Ouest et du Nord. Une forme Aérodynamique qui réoriente les vents froids et les brises marine vers l'Est et l'Ouest ainsi qu'une omniprésence de la végétation et des plans d'eau pour le rafraichissement d'air du coté sud pour éviter la surchauffe de la façade double peau.

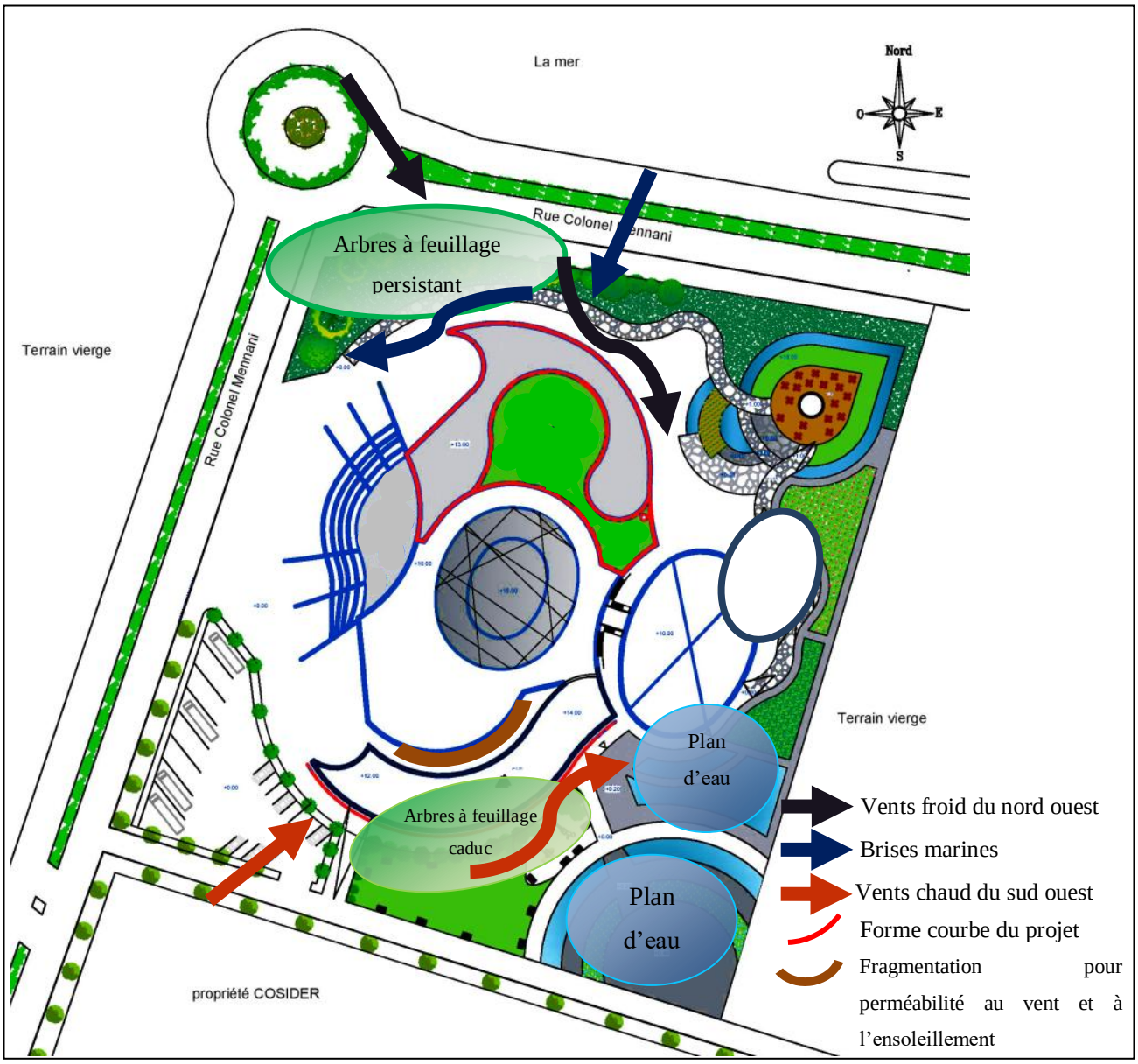


Figure 148 : Plan de masse + solutions bioclimatiques
Source : auteurs

VII. Choix du système structurel

Le choix du système structurel à été adopté tenant compte de la nature et des exigences de notre équipement. Nous avons adopté des trames structurelles en fonction des besoins spécifiques aux différentes parties de notre projet.

Notre équipement demande un maximum de dégagement et d'espace libre, d'une totale flexibilité dans l'aménagement que ce soit dans sa partie publique que celle du privé, d'ou le choix qui est celui d'opter pour deux type de structure : structure mixte et structure en béton armé.

VII.1. Structure mixte : poteau en béton armé et poutres métalliques

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

A. Infrastructure

- **Les fondations**

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

Les fondations du projet se constituent d'un radier général soutenu assurant un bon travail au sol et une répartition de charge diffuse. Pour l'aquarium central, notre choix s'est porté sur des pieux de 10 m de profondeurs.

Référent :

Aquadom Radisson Blu Hôtel Berlin : Le cylindre en verre acrylique qui compose la structure a été fabriqué en quatre pièces et construit sur place sur 10 m de fondations en béton.

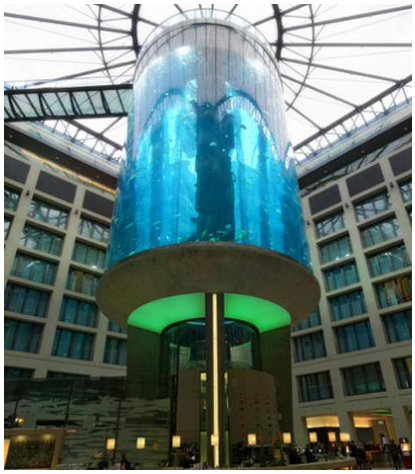


Figure 149 : aquadom berlin
Source : https://inhabitat.com

« Océanie » centre commercial et de divertissement à Moscou :

Figure 150 : plan d'un niveau
Source : https://docviewer.yandex.ru/view

Figure 151 : aquarium du centre commericial
Source :
https://docviewer.yandex.ru/view

- **Mur de soutènement**

Pour la partie sous sol, un voile périphérique étanche en béton armé est prévu, doté d'un drainage périphérique pour éviter toute infiltration des eaux de l'ensemble de l'équipement. Nous avons prévus des murs de soutènements en béton armé pour le parking en sous-sol d'une épaisseur de 20cm.

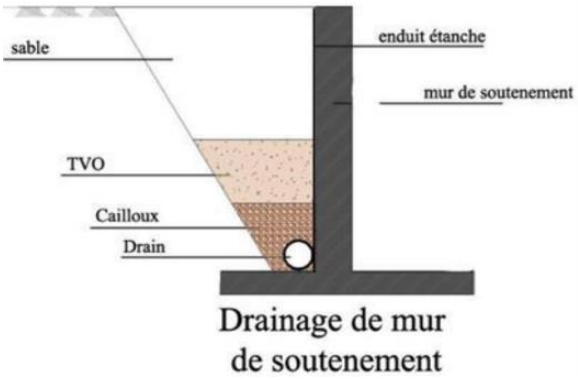


Figure 152 : mur de soutenement
Source : www.cahiers-techniques-batiment.fr

B. Superstructure

- **Poteaux en béton armé**

Les poteaux sont des éléments structurels travaillant principalement en compression. Dans notre projet le choix s'est porté sur des poteaux en béton armé de section rectangulaire 30*40 cm.

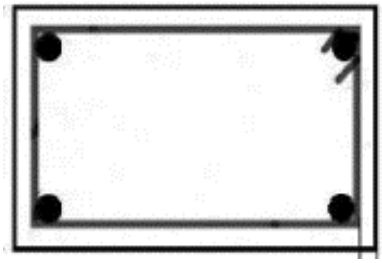


Figure153: détail poteau en béton armé
Source : www.cahiers-techniques-batiment.fr

- **Poutres métalliques**

Comme élément porteur, nous avons choisi d'assembler aux poteaux en béton armé des poutres métallique profilé « I ». Ce choix est justifié par la portée que peuvent franchir les poutres en acier, mais aussi par sa capacité à répondre aux sollicitations.

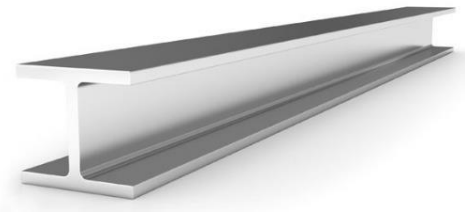


Figure 154 : poutres métalliques
Source : www.cahiers-techniques-batiment.fr

VII.2. Structure métallique

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

- **Poteaux métalliques :**

Utilisés dans la structure de l'entité aquarium:

- La section des poteaux : (Ø 60 ,40 cm)
- Les poteaux sont traités contre la corrosion (un antirouille à base de zinc), ainsi contre le feu Par une peinture intumescente.

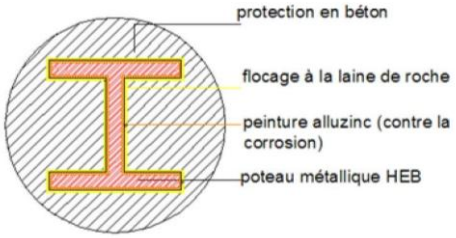


Figure 155 : enrobage d'un poteau métallique en béton
Source : www.cahiers-techniques-batiment.fr

- **Poutres métalliques alvéolaires**

L'utilisation des poutres comme éléments porteur nous permettre de franchir des grandes Portées. Ces poutres permettent le passage à travers les alvéoles des conduites divers (chauffage, ventilation, conditionnement d'air, etc.).

Figure 156 : poutres métalliques alvéolaires
Source : www.cahiers-techniques-batiment.fr

- **Poutres en treillis**

On appelle poutre en treillis, triangulation ou structure réticulée, un ensemble de barres assemblées les unes aux autres à leurs extrémités, de manière à former une structure portante stable, plane ou spatiale. Les poutres en treillis permettent de franchir de plus grandes portées. Elles comportent des membrures, des montants et des diagonales, leurs intersections constituent des nœuds. Membrures diagonales, nœuds montants.

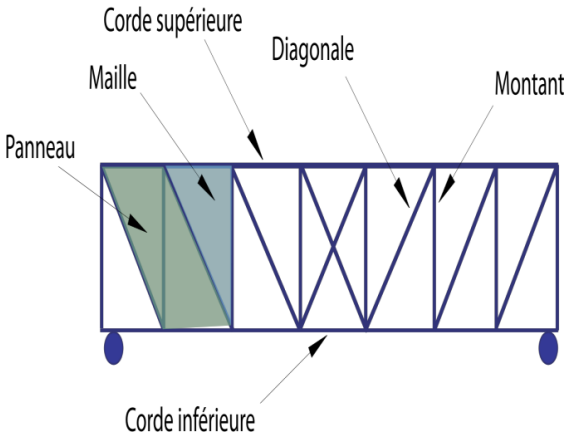


Figure 157 : composantes de la poutre métallique en treillis
Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Poutre_en_treillis

- **la façade double peau**

L'une des exigences du projet fut d'avoir des surfaces vitrées correspondant au type d'activité intérieure. C'est pourquoi on retrouve un fort taux de surface vitrées en façade du secteur scientifique, Cependant cela peut causé des situations d'inconfort et de surchauffe en été, et de froid en hiver. Afin d'éviter cela nous avons opté pour l'utilisation des verres isolant double vitrage à basse émissivité et le verre rétro-réfléchissant.

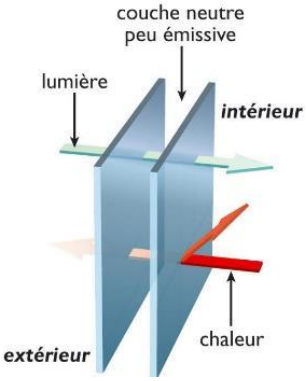


Figure 158 : double vitrage à basse émissivité
Source : www.energiepluslesite.be

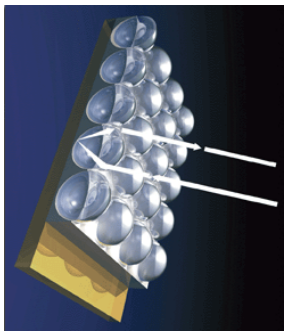


Figure 159: Verre rétro-réfléchissant
Source : www.energiepluslesite.be

VII.3. Les aquariums

- **Matériaux**

Les aquariums sont constitués de parois vitrées et une paroi en béton armé. Cette paroi va être protégée une peinture spéciale à base de résine à l'oxyde de façon à ce que les constituantes métallique qui arment le béton soient parfaitement isolées de l'eau.

Les aquariums sont en verre acrylique, cette technique moderne permet de construire relativement à peu de frais des aquariums répondant exactement à la Place dont on dispose et

convenant parfaitement pour l'eau douce ou l'eau de mer. Pour les colles utilisées c'est les colles translucides aux silicones qui polymérisent à la température ambiante.

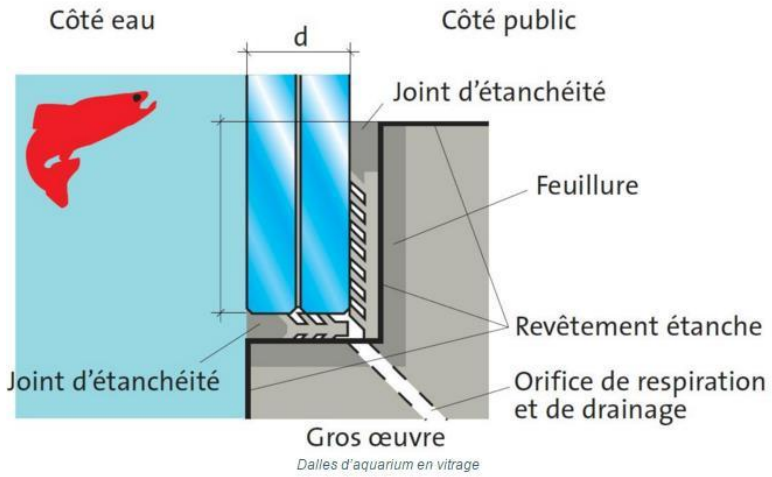


Figure 160: détail assemblage du verre acrylique
Source : (BENDRISS & GHANDOUR, 2016)

- **Les avantages du matériau**

✓ Grande résistante au poussées (eau de mer) ; durable et ne sera pas fissurer ou se briser comme le verre conventionnel ;

✓ Non-toxique à l'humain

✓ Façonnage dans n'importe quelle forme ou taille de l'aquarium et Facilité du déplacement et le transport de l'aquarium.

✓ La vue à travers l'acrylique est nette parce qu'il ya moins de distorsion que dans le verre, L'eau de mer et le verre acrylique ont presque le même indice de réfraction de lumière (1.33) ce qui permet une vue réaliste des aquariums.

✓ Retient la chaleur 20% de plus que les réservoirs en verre conventionnel. Cela permet une température de l'eau plus cohérente pour vos poissons.

Conclusion

A travers ce chapitre, nous avons pu retracer les étapes attenantes à la concrétisation formelle de notre musée aquarium. L'architecture de notre projet émerge de son contexte urbain et bioclimatique et de sa thématique. L'architecture de notre projet se veut en adéquation avec son thème novateur, dont on retrouve la trace au niveau de la composition et de l'organisation interne.

Conclusion générale

Le travail réalisé tout au long de cette année, que fut celui de réaliser un musée aquarium au niveau du quartier d'El Mohammadia à Alger nous a permis en premier lieu d'aborder la question très actuelles des bâtiments à deux concepts paradoxaux : forte consommation énergétique (énergivore) et qui répondent à l'architecture bioclimatique. Par ailleurs, nous avons pu apporter des éléments de réponses à nos problématiques émises en tout début du travail, ainsi que confirmer ou infirmer les hypothèses formulées, pour aboutir aux objectifs fixés.

Rappelons les hypothèses mises en place au début de la recherche :

- Un aquarium pourrait contribuer au développement économique de la métropole ainsi qu'au renforcement de la vocation de divertissement ;
- un aquarium assurerait le confort psychologique et physique de l'usager ;
- un aquarium accompagné d'un secteur scientifique viseront à la préservation des espèces marines en voies de disparition et donc préserver le système de vie marine.

Pour cette recherche les objectifs fixés étaient comme suit

- D'arriver à concevoir un équipement avec toutes les commodités, qui vont l'induire à s'inscrire dans une ampleur métropolitaine ;
- d'intégrer l'équipement à son environnement en exploitant toutes les richesses du site pour réduire la consommation d'énergies, tout en assurant un confort optimal aux usagers ;
- de concevoir un projet doté d'une nouveauté et d'une originalité architecturale, sensé attirer les citoyens en général et inspirer les étudiants en architecture et les architectes en particulier à la nécessité d'économiser l'énergie dans la conception et l'exploitation des bâtiments ;
- d'intégrer les réglementations thermiques et énergétiques à travers notre projet et le rendre énergétiquement efficace.
- redynamiser le site: lancer le tourisme économique et culturel qui est un moteur de développement.
- modeler un environnement humain convivial dans le nouveau quartier.

Pour aboutir au résultat final, il était indispensable pour nous de passer par une étude théorique bibliographique qui est venue répondre aux multiples questions posées par la thématique et par l'option étudiée, celle de l'architecture bioclimatique, commençant par une recherche approfondie sur l'architecture bioclimatique avec ses différents principes et dispositifs, vient s'additionner ensuite une recherche lié au thème du musée aquariums qui elle aussi nous a apportés plusieurs informations indispensables dans l'élaboration du projet.

Notre aquarium a donc été conçu dans sa globalité sous les influences de son contexte urbain et naturel. La maitrise multidimensionnelle de la thématique et du site nous a permis d'élaborer un projet dans l'ère du temps soucieux de son impact environnemental. Il était question qu'il puisse répondre aux exigences fonctionnelles et de confort de ses usagers. En effets grâce à l'équipement du projet de divers procédés architecturaux bioclimatiques passifs, actifs ou technologiques nous avons pu concrétiser un projet à la fois inscrit dans son temps, durable et à consommation énergétique modéré vu la difficulté d'avoir une basse consommation énergétique, ce qui n'était pas pris en compte dans la plupart des projets de références vu la grande rentabilité de l'équipement à long terme (2 ans).

L'originalité de notre projet se montre dans le fait qu'il s'agisse d'un projet novateur tant dans sa concrétisation que dans sa portée, tentant de sortir des sentiers battues de la conception statique vers une autre plus dynamique, Plus précisément dans le domaine du tourisme aquatique dans la zone côtière de l'Algérie, que dans notre prise en compte de la modération de sa grosse consommation énergétique.

Limites et perspectives

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

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

- **La modélisation physique**

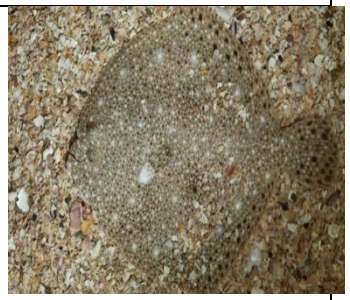
Il serait intéressant d'intégrer un modèle numérique pouvant réaliser des simulations numériques afin d'évaluer le confort thermique et les consommations énergétiques de notre projet avant et après la proposition des différents dispositifs bioclimatiques.

- **Les aspects méthodologiques**

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

Annexe-A

Aquarium

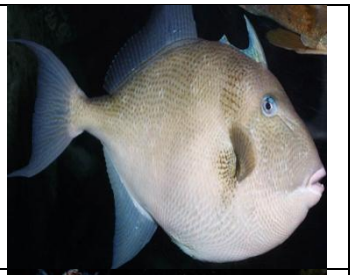
Espèce marine	Description	Répartition	Nourriture	Photo
Raie brunette Famille : Rajidé	forme trapézoïdale, de couleur gris clair au brun foncé parsemée de bandes sombres ondulées ou droites et de taches blanches, prolongée d'une queue avec deux nageoires dorsales une caudale réduite. Taille moyenne : 100cm. Statut IUCN : En danger (EN).	Atlantique Est: depuis le sud de l'Irlande jusqu'au Sénégal et aux îles des Canaries ainsi qu'en Méditerranée.	Benthique, prédateur carnivore, petits crustacés, calmars, poissons… et autres créatures vivant sur le fond.	
Turbot Famille : Scophtalmidé	Poisson plat en forme de losange « arrondi » ; caractérisé par l'absence de prolongement des nageoires dorsales et anales sur la face aveugle .Sans écaille il à une peau brunâtre, parfois pigmentée ; et pourvue de tubercules osseux qui se rendent rude au toucher .sa face aveugle est blanche. Taille moyenne : 100cm. Statut IUCN : Non évalué (NE).	Le turbot fréquente les fonds de graviers et de sable de l'Atlantique Nord-est (de la Norvège au Maroc), de la Méditerranée et de la mer Noire.	Des poissons (gobie, limande, hareng, sprat…) Des crustacés et des mollusques	
Grande roussette Famille : Scyliorhinidé	Requin inoffensif. Le corps est parsemé de grosses taches rondes noires. Le dessus du corps est jaune sable/gris tandis que le ventre est jaune sable à blanc. Le museau court et très arrondi**,** possède des ouvertures nasales très marquées, séparées, n'atteignant pas la bouche. Les yeux sont ovales. Taille moyenne: 170cm. Statut IUCN : Quasi-menacé (NT).	Dans les eaux tempérées de Méditerranée et des côtes atlantiques d'Europe et d'Afrique jusqu'au Sénégal.	Des invertébrés (crustacés, mollusques, calamars…) et divers petits poissons benthiques.	
Etoile de mer glaciaire Famille: Astéridé	Une grosse étoile de mer ; Sa couleur varie selon l'endroit où elle vit, son alimentation et son âge. Sa peau est recouverte de piquants, ses bras se régénèrent et des pieds ventouses, appelés podias, se trouvent dessous. Taille moyenne : 80cm. Statut IUCN : Non évalué (NE).	Méditerranée, Atlantique, Manche et mer du Nord	De mollusques bivalves (huîtres, praires, pétoncles), les coquilles Saint Jacques et les oursins.	
L'araignée de la mer Famille : Majidé	Le corps est formé d'une carapace de forme triangulaire, hérissée de pointes et souvent recouverte d'algues. Les pattes, au nombre de 10, sont longues, articulées et terminées par une griffe, à l'exception de la première paire située autour de la bouche qui se termine par une pince. Taille moyenne: 25cm. Statut IUCN : Non évalué (NE).	Atlantique Nord et Méditerranée.	De débris d'animaux (cadavres, excréments, mues…) et de débris de végétaux.	

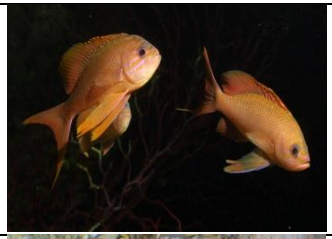
La coquille Saint-Jacques Famille : Pectinidé	La coquille est un mollusque bivalve hermaphrodite. Elle possède 2 coquilles et est à la fois mâle et femelle. Lorsque la coquille Saint-Jacques se sent menacée, elle se déplace en faisant claquer ses coquilles. Elle échappe ainsi à l'attaque d'une étoile de mer. Taille moyenne : 15cm. Statut IUCN : Non évalué (NE).	La côte atlantique, du nord de l'Espagne jusqu'au nord de la Norvège.		

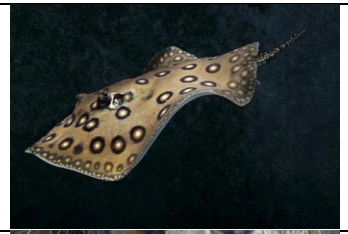
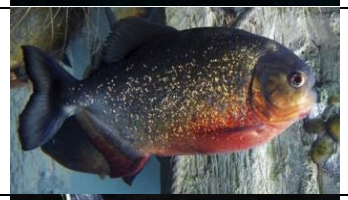
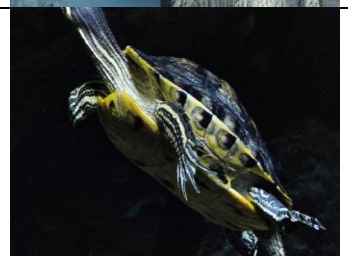
Requin taureau Famille : Odontaspididae.	Il possède un corps modérément massif**.** Il nage pratiquement tout le temps la gueule ouverte. Son museau est court et de forme conique**.** Ses deux nageoires dorsales sont larges et de taille presque égale. Il possède cinq fentes branchiales modérément longues, et situées en avant de la base des nageoires pectorales. Taille moyenne : 250 cm. Statut UICN : Espèce vulnérable (VU).	Il vit à proximité du fond sur les côtes de la région Indopacifique, sur les côtes atlantiques africaines, en mer Rouge et en mer Méditerranée.	Une grande variété de poissons osseux. Le hareng, l'anguille de mer, le mulet, le colin, le pagre, le rémora et le bar de mer constituent principalement son bol alimentaire.	
Requin gris de récif Famille : Carcharhinidae	La livrée de son corps fusiforme est à dominante grise sur le dos et blanche sur le ventre. Le museau est arrondi et assez allongé. Il possède de grands yeux ronds pourvus d'une membrane nictitante inférieure. Sa bouche, située en position ventrale, est incurvée. Les nageoires pectorales sont assez grandes, pointues et falciformes. Taille moyenne : 255cm Statut IUCN : Quasi-menacé (NT).	Océan Indien, Pacifique Ouest et central, depuis la mer Rouge jusqu'aux îles Hawaii.	De poissons de récif (taille inférieure à 30 cm), mais aussi de céphalopodes et crustacés (langoustes, crabes).	
Requin corail ou requin pointe blanche Famille : Carcharhinidae	Il est un prédateur nocturne des récifs coralliens. Le jour, il reste posé sur le sol dans les grottes et rebords des récifs. La nuit il devient actif pour aller chasser, avec sa bouche aplatie, ses proies parmi des rochers. Comme tous les requins, on peut différencier le mâle par la présence de deux appendices, appelées ptérygopodes, près de la queue. Taille moyenne : 160cm. Statut IUCN : Non évalué (NE).	Le requin corail est très largement répandu dans l'Indopacifique tropical. Benthique, il affectionne les fonds des récifs coralliens et des lagons.	De poissons benthiques ou pélagiques, y compris de raies et de petits requins (comme le requin babosse, Carcharhinus altimus) et de céphalopodes.	

Requin zèbre Famille : Stegostomatidé	Il est appelé ainsi car, à sa naissance, il est recouvert de rayures qui se transforment en points lors de sa croissance. C'est un requin de fond : il fouille le sol à la recherche de ses proies. Il est très docile et totalement inoffensif envers l'Homme. Taille moyenne : 240cm. Statut IUCN : Vulnérable (VU).	Sur les côtes de la région Indopacifique, de l'Afrique du Sud aux Iles Samoa et au Japon. Il est également présent en Mer Rouge.	Prédateur nocturne, il se nourrit de benthiques mollusques, arthropodes et poissons (y compris parfois de petits requins) .	
Saint-pierre Famille : Zéidés	Ce poisson possède un corps haut et très fortement comprimé latéralement. Sa tête et la base de ses nageoires portent des épines et des crêtes osseuses. Ses yeux sont haut placés et sa bouche protractile est largement fendue. Taille moyenne : 30cm. Statut IUCN : Non évalué (NE).	Le Saint-Pierre est présent dans l'Atlantique est de l'Afrique du sud à la Norvège. Il se rencontre également en Méditerranée.	Le saint-pierre est un prédateur. (poissons, seiches, crevettes…) et les happe grâce à sa bouche protractile.	
Seiche commune Famille : Sepiidés	Le corps, large et oblong, aplati dorso-ventralement, à la coloration le plus souvent marbrée de blanc et de brun sur le dos, plus pâle sur la face ventrale. Taille moyenne : 30cm	l'Atlantique Est, de la Baltique jusqu'au Nord-Ouest de l'Afrique.	Des poissons, mollusques et crustacés (alevins, crevettes, crabes.	
Hippocampe moucheté	La coloration du corps est très variable, allant du brun sombre au beige et parfois jaune vif ou rougeâtre. Le corps est couvert de plaques osseuses disposées en anneaux. Taille moyenne : 12cm.	La côte atlantique, des îles Britanniques jusqu'au Maroc, en Manche et en mer Méditerranée.	Il mange des vers, des larves de crustacés et du plancton.	
Etoile de mer commune Famille : Astériidés	Elle possède 5 bras terminés en pointes émoussées et recouverts d'épines calcaires disposées en lignes ou dispersées. Sa couleur est assez variable : souvent de teinte orange, elle peut être brun jaunâtre ou mauve. Taille moyenne : 15cm. Statut IUCN : Non évalué (NE).		De moules, d'huîtres et d'autres bivalves, mais peut se satisfaire d'autres organismes, morts ou vivants (oursins, crabes…).	
Sardina pilchardus Famille : Clupéidés	De forme allongée et fusiforme, de section ovalaire, comprimé latéralement, il présente un museau pointu et une bouche terminale. Taille moyenne : 20cm. Statut IUCN : Non évalué (NE).	Dans l'Atlantique Nord-est et en Méditerranée occidentale jusqu'en mer Noire.	De petits crustacés planctoniques, les copépodes	
Loup de l'atlantique Famille : Anarhichadidés	Sa grosse tête ovale traversée d'une large bouche lippue d'où sort une série de dents pointues et proéminentes, qu'on apercevra en premier. Taille moyenne : 120cm. Statut IUCN : non évalué (ne).	Méditerranée, Atlantique, Manche et mer du Nord, Atlantique Nord-Ouest	Oursins, les mollusques (moules, myes, buccins), et les crustacés (crabes).	

Coquette Labrus mixte Famille : Labridé	Les femelles et les juvéniles sont orangés avec trois taches foncées qui alternent avec 4 taches blanches sur le dos. Les mâles dominants portent une livrée multicolore turquoise et orangée. Leur tête est à dominante bleu turquoise, et porte des bandes mauves longitudinales. Taille maximale : 40 cm Statut IUCN : Préoccupation mineure (LC)	Atlantique oriental, du sud de la Norvège au Sénégal, aux Açores, à Madère. En Méditerranée également.	La coquette se nourrit de petits crustacés, mollusques et poissons.	
Congre Famille : Congridés	Sa peau, très épaisse, est dépourvue d'écailles. Animal nocturne, le congre reste dans une cavité rocheuse ou une épave toute la journée et ne sort que la nuit pour chasser. Taille maximale : 300 cm Statut IUCN : Non évalué (NE)	Méditerranée, Atlantique, Manche et mer du Nord	De poissons, mollusques (seiches, poulpes) et crustacés (crabes).	
Le syngnathe, l'entélure et le siphonostome Famille : Syngnathidés	Ils ont la même forme que leur cachette préférée : les herbiers de zostères. On appelle cela de l'homotypie. Leur corps est fait de plaques osseuses, tout comme leur cousin l'hippocampe. Taille maximale : 50 cm. Statut IUCN : Non évalué (NE)	Méditerranée et mer Noire, Atlantique Est, Manche et sans doute jusqu'à la mer Baltique.	De crustacés comme des copépodes, des amphipodes et des crevettes (mysidés...), des larves de poisson voire.	

Baliste gris Famille : Balistidés	Le baliste commun a un corps haut et aplati latéralement avec une forme ovale. Leur peau, très épaisse, est couverte d'écailles rugueuses. Elle constitue une enveloppe rigide privant le corps d'une grande souplesse d'ondulation. Taille maximale : 60 cm. Statut IUCN : Non évalué (NE).	Méditerranée, Atlantique, Manche et mer du Nord, Caraïbes, Atlantique Nord-Ouest	De mollusques (moules) et de crustacés (balanes, crabes...) Dans les secteurs côtiers.	
Poulpe Famille : Octopodidé	Le corps du poulpe est constitué d'une tête globulaire portant de chaque côté, des yeux caractérisés par leur pupille horizontale. La tête est prolongée par un corps musculeux (le manteau) qui contient les organes. Taille maximale : 130 cm. Statut IUCN : Non évalué (NE).	Méditerranée, Atlantique, Manche et mer du Nord, Caraïbes	De crustacés, de mollusques céphalopodes et bivalves et très rarement de poissons.	

Rascasse rouge	Ce poisson a de gros yeux et une tête massive arrondie et épineuse. Son corps est parsemé de lambeaux cutanés, avec des écailles peu nombreuses et assez grandes. La nageoire dorsale est épineuse. Taille maximale : 50 cm. Statut IUCN : Non évalué (NE)	Méditerranée, Atlantique, Manche et mer du Nord.	Les crustacés décapodes et amphipodes, mysidacés, copépodes...	
Murène grecque Famille : Murénidé	Elle présente un long corps serpentiforme, robuste et légèrement comprimé latéralement. La tête est courte et présente un profil bombé. La gueule s'ouvre jusqu'en arrière des globes oculaires et est dotée de puissantes mâchoires. Taille maximale : 150 cm. Statut IUCN : Non évalué (NE)	Méditerranée, Atlantique, Manche et mer du Nord.	De poulpes, calmars et seiches, mais consomme également des poissons, des crustacés et éventuellement des charognes.	
Corail rouge	Forme de colonie rigide, arborescente, pourvue de ramifications orientées selon plusieurs plans irréguliers, cylindriques, relativement courtes et disposées de toutes parts sur les rameaux. Le coenenchyme est de couleur rouge, rose en grande profondeur et exceptionnellement blanc Taille moyenne : 15 cm. Statut IUCN : non évalué (ne)	Méditerranée, Atlantique, Manche et mer du Nord.	C'est un filtreur passif. La nourriture est prélevée par les tentacules des polypes alimentés par le courant qui filtrent l'eau.	
Grand cérianthe Famille : Cérianthidés	Le corps est un polype solitaire qui porte plusieurs couronnes de tentacules La couronne extérieure porte plusieurs rangées de longs tentacules dont les couleurs sont très variables (mauve, violet, orange, jaune, blanc, vert fluorescent, brun, bleuté et noir). Taille moyenne : 30 cm. Statut IUCN : Non évalué (NE)	Méditerranée, Atlantique, Manche et mer du Nord	De plancton benthique, de petits animaux et de débris organiques.	
Barbier Famille : Serranidés	Le corps est ovale, assez haut et comprimé. La caudale est fortement échancrée. La coloration est rose vif et les écailles sont bordées de jaune d'or. Les nageoires sont transparentes avec des reflets bleutés. Taille moyenne : 15 cm. Statut IUCN : Non évalué (NE)	Méditerranée, Atlantique, Manche et mer du Nord.	De petits crustacés, de vers annélides et d'alevins de poissons à l'aide de sa bouche protractile.	
Mérou brun	Forme ovale, massif et robuste .Il possède une tête massive aux yeux proéminents .Son ouverture buccale est très large, la mâchoire inférieure est proéminente et des taches claires rayonnant autour de l'œil. Taille moyenne : 15 cm. Statut IUCN : Non évalué (NE)	Méditerranée, Atlantique, Manche et mer du Nord, Indopacifique.	De céphalopodes (seiches, poulpes, calmars), de crustacés et de poissons. Rôle de régulateur sur l'état sanitaire des populations.	

Poisson porc-épic Famille : Diodontidé	Il se gonfle d'eau afin de doubler de volume en cas de danger. Cela a pour but d'impressionner les prédateurs. Ce poisson est recouvert de piquants se hérissant également lorsqu'il se gonfle. Il possède des dents soudées les unes aux autres qui forment une sorte de petit bec. Taille maximale: 50 cm. Statut IUCN : Non évalué (NE)	Indopacifique, Caraïbes.	D'invertébrés (crustacés, gastéropodes, bivalves,…), des proies à carapace dure comme les bernard-l'ermite, les crabes, homards et surtout les grands oursins.	
Raie motoro Famille : Potamotrygonidé	La femelle est souvent plus grosse et plus colorée que le mâle. Cette raie possède deux aiguillons venimeux à la base de la queue. Une piqûre peut engendrer une douleur extrêmement violente. Taille maximale: 50 cm. Statut IUCN : Données insuffisantes (DD).	Eaux douces et tropicales d'Amérique du Sud (Argentine, Brésil, Paraguay).	De petits mollusques, crustacés, larves d'insectes aquatiques.	
Piranha rouge Famille : Serrasalmidé	Le corps est fusiforme, comprimé latéralement avec une tête pointue et les marges des nageoires arrondies. La livrée varie de l'orange au rouge foncé. Taille maximale: 50 cm. Statut IUCN : Non évalué (NE)	Indopacifique	de poissons mais surtout de barbier à queue de lyre, d'apogons et des crustacés.	
Tortue de Floride Famille : Emydidé	Sa dossière est d'un brun-vert sombre, basse, de forme régulière sans carène vertébrale. Le plastron est jaune orangé, marqué de grosses taches verdâtres. Une tache ou bande rouge orangé est visible sur la tête. Taille maximale : 30 cm Statut IUCN : Préoccupation mineure (LC)	Eau douce d'Europe, Caraïbes, Atlantique Nord-Ouest	De poissons, amphibiens, têtards, invertébrés aquatiques et terrestres, insectes, vers de terre, crustacés, larves, escargots, végétaux, fruits, graines...	
Tortue caouanne Famille : Chelonidé	Le corps des tortues marines est enfermé dans une carapace à deux ouvertures laissant passer la tête, les membres et la queue. Cette carapace est formée de plaques osseuses recouvertes d'écailles cornées, minces et contigües. Elle est parfois décrite comme étant en forme de cœur (cordiforme). Taille maximale : 120 cm Statut IUCN : Vulnérable (VU)	Méditerranée, Atlantique, Manche et mer du Nord, Indopacifique, Caraïbes, Atlantique Nord-Ouest	De crustacés, de poissons volants, de mollusques, de méduses, des algues, calmars, bivalves, crabes et oursins.	

Poisson globe Famille : Tetraodontidé	Caractérisés par un corps allongé, plus ou moins globulaire. Les nageoires dorsale et anale sont petites et symétriques et disposées en arrière du corps. Les nageoires pelviennes sont absentes et la peau est lisse, sans écailles. La petite bouche est située au bout d'un museau court avec deux paires de narines ayant la forme d'un Y. Taille maximale: 50 cm. Statut IUCN : Non évalué (NE)	Océan Indien, Pacifique tropical ouest.	d'algues, éponges et autres invertébrés benthiques.	
Poisson clown à 3 bandes Famille Pomacentridé	La couleur de base va du jaune orangé à brun. Deux bandes blanches verticales bordées de noir divisent le corps. La coloration des nageoires est identique à celle du corps. Taille maximale: 11 cm. Statut IUCN : Non évalué (NE)	Mer Rouge, ouest de l'océan Indien, mer de Chine, Réunion	Zooplancton, principalement des crustacés copépodes et des larves de tuniciers.	
Poisson chirurgien palette Famille : Acanthuridé	Un corps élevé, comprimé latéralement. Il est de coloration bleu vif avec une bande noire qui part de l'œil, suit la dorsale et entoure le pédoncule caudal. La tête est ponctuée de petits points noirs. La bouche est petite et le museau est arrondi. Taille maximale : 30 cm Statut IUCN : Préoccupation mineure (LC)	Indopacifique Ouest.	Se nourrit de principalement de zooplancton mais ne dédaigne pas quelques algues benthiques lorsqu'il est adulte.	
Poisson crapaud Famille : Antennaridé	un poisson au corps massif plus ou moins globulaire, Sa couleur varie du blanc au gris, jaune, vert, brun, noir avec un réseau de taches brun rouge semblables. Ce réseau rayonne à partir des yeux. Taille maximale: 15 cm. Statut IUCN : Non évalué (NE)	Indopacifique Ouest.	De petits poissons jusqu'à des poissons ayant la même taille que lui.	
Poisson-pierre commun Famille : Synancéidé	Le corps est massif, ventru et trapu. Sa peau, dépourvue d'écailles, est épaisse ; elle est couverte de verrues et d'appendices cutanés. Sa tête est large, son museau court. Ses yeux globuleux sont dirigés vers le haut et largement séparés par une dépression profonde. Sa gueule est représentée par une fente verticale presque dissimulée. Taille maximale: 40 cm. Statut IUCN : Non évalué (NE)	Indopacifique	Il se nourrit de poissons et de petits crustacés (crevettes). Les proies sont happées en une fraction de seconde.	

Poisson vache Famille : Ostracidé	Un corps formé de plaques osseuses polygonales soudées, ce qui lui donne une forme de boîte, avec deux longues cornes sur la tête. La couleur de fond est beige jaunâtre à gris verdâtre, avec des motifs brun foncé en forme de nid d'abeille. Une tache bleue est présente au centre de chaque alvéole. Taille maximale: 50 cm. Statut IUCN : Non évalué (NE)	Mer Rouge, Indopacifique tropical	Il se nourrit de petits invertébrés qu'il débusque en soufflant dans le sable.	
Rascasse volante Famille : Scorpénidé	Le corps massif présente une alternance de bandes verticales blanches et de bandes rouges à brun foncé. De petites taches blanches le long de la ligne latérale sont parfois présentes. Les écailles sont de forme cycloïde. La bouche est large. Taille maximale: 40 cm. Statut IUCN : Non évalué (NE)	Indopacifique, Caraïbes	Il se nourrit de poissons et de crustacés. Quand une proie est à sa portée, elle ouvre d'un coup sec son immense bouche protractile* pour la gober.	

Annexe-B

Forêt tropical

Plante	Description	Répartition et culture	Photo
Famille : Rubiacées	Origine : Afrique Période de floraison : été, automne Couleur des fleurs : blanche Type de plante : plante exotique Type de végétation : vivace Type de feuillage : persistant Hauteur : jusqu'à 4,5 m dans son milieu naturel	Rusticité : peu rustique, -4°C Exposition : lumineuse Type de sol : riche et profond, non sablonneux Acidité du sol : légèrement acide à neutre Humidité du sol : frais mais drainant Plantation, rempotage : printemps	
Cocotier Famille : Acéracées, Palmacées, Palmiers	Origine : Iles du Pacifique Période de floraison : Toute l'année Couleur des fleurs : crème Type de plante : palmier Type de végétation : arbustive Type de feuillage : persistant Hauteur : jusqu'à 30 m	Rusticité : 13 °C minimum Exposition : très ensoleillé Type de sol : sablonneux, riche, humifère et drainant Acidité du sol : légèrement acide à alcalin Humidité du sol : frais Plantation, rempotage : printemps	
Fougère arborescente Famille : Dicksoniacées, Cynthéacées	Période de floraison : pas de fleurs Couleur des fleurs : pas de fleurs Type de plante : fougère Type de feuillage : persistant Hauteur : de 6 m à plus de 10 m Origine : Tasmanie	Rusticité : peu rustique, résiste à de courtes gelées jusqu'à -10°C Exposition : mi-ombre, ombre Type de sol : riche en humus, léger Acidité du sol : acide Humidité du sol : frais Plantation, rempotage : printemps Maladies et ravageurs : résistante aux maladies et aux insectes	
Pervenche de Madagascar Famille : Apocynacées	Période de floraison : mai à octobre Couleur des fleurs : rose, blanc à œil rouge, mauve Type de plante : fleurs Type de feuillage : persistant Hauteur : de 20 cm à 40 cm Toxicité : troubles en cas d'ingestion Origine : Madagascar	Rusticité : plante vivace cultivée en annuelle, 5°C. Exposition : ensoleillée. Type de sol : normal, humifère. Acidité du sol **:** neutre, légèrement acide. Humidité du sol : limité craint les excès d'eau. Plantation, rempotage : printemps. Maladies et ravageurs : acariens, phytophthora, pourriture du pied.	

Vanillier (Vanille) Famille : Orchidées, Orchidacées	Période de floraison : de septembre à décembre Couleur des fleurs : jaune-vert Type de plante : plante grimpante, orchidée Type de feuillage : persistant Hauteur : 15m Toxicité : fruit comestible Origine : Mexique et Amérique centrale	Rusticité : 12°C minimum, entre 15 et 20°C toute l'année Exposition : lumière vive, soleil Type de sol : substrat pour orchidées Acidité du sol : neutre Humidité du sol : normal Utilisation : pot Plantation, rempotage : printemps Maladies et ravageurs **:** les cochenilles	
Bambou Famille : Poacées, Graminées	Origine : Asie Période de floraison : selon les espèces Couleur des fleurs : selon les espèces Type de plante : herbe géante Type de végétation : vivace Type de feuillage : persistant Hauteur : de 25 cm à 40 m selon les espèces Toxicité : Le cœur des jeunes pousses de certaines espèces sont parfaitement comestibles. Elles sont cuites pour enlever l'amertume.	Rusticité : de nombreuses espèces sont rustiques dans nos régions Exposition : soleil, mi-ombre Type de sol : léger, drainé, frais Acidité du sol : neutre, légèrement acide à légèrement alcalin Humidité du sol : normal Plantation, rempotage : automne	
Bougainvillier Famille : Nyctaginacées	Origine : Brésil Période de floraison : printemps, été Couleur des fleurs : blanc crème, insignifiantes, entourées de bractées colorées (blanc, jaune, orange, rouge, violet) Type de plante : arbuste grimpant Type de végétation : vivace Type de feuillage : persistant Hauteur : 5 m	Rusticité : jusqu'à -5°C Exposition : soleil Type de sol : riche en humus, léger Acidité du sol : neutre, acide Humidité du sol : plutôt frais Utilisation : haie, muret, pergola, bac, bonsaï Plantation, rempotage : rempotage au printemps Maladies et ravageurs : les araignées rouges	

Népenthès ventricosa Famille : Népenthacées	Origine : Philippines Période de floraison : indifférent Couleur des fleurs : verdâtre Type de plante : plante carnivore Type de végétation : vivace, liane Type de feuillage : persistant Hauteur : plusieurs mètres	Rusticité : non rustique Exposition : soleil tamisé Type de sol : bien drainé et pauvre Acidité du sol : acide Humidité du sol : humide Plantation, rempotage : toute l'année Méthode de multiplication : bouturage, semis	
Frangipanier blanc, Fleur des temples Famille : Apocynacées	Origine : Amérique tropicale Espèces proches : Plumeria rubra, Plumeria pudica Période de floraison : de décembre à juin, saison sèche Couleur des fleurs : blanc, rose, jaune, rouge Type de plante : arbre Type de végétation : vivace Type de feuillage : caduc, perd ses feuilles au début de la période de sécheresse, en hiver à la maison pour une culture d'intérieur Hauteur : de 6 à 10 m, 2 m en bac	Rusticité : de 4 à 1 °C Exposition : soleil Type de sol : mélange de terreau, de terre ordinaire et de sable Acidité du sol : neutre Humidité du sol : normal Plantation, rempotage : printemps	
Héliconia rostré, Pince de homard Famille : Héliconiacées	Origine : Amérique centrale et du Sud, Caraïbe Période de floraison : toute l'année Couleur des fleurs : bractées de couleur vives jaunes et rouges avec une touche de vert en bordure, petites fleurs ridicules Type de plante : fleurs Type de végétation : vivace à rhizomes Type de feuillage : persistant Hauteur : de 1 à 6 m	Rusticité : 10°C minimum, 18°C toute l'année Exposition : soleil, mi-ombre Type de sol : riche, drainé Acidité du sol : neutre à légèrement acide Humidité du sol : normal à légèrement humide Plantation, rempotage : printemps Maladies et ravageurs : les cochenilles, les araignées rouges	

Bibliographie

Antalya Aquarium. (s.d.), surl http://www.antalyaaquarium.com/ , (Consulté le Mars 25, 2019)

Aquaportail. (2007). Aquarium: explications., sur Aquaportail: https://www.aquaportail.com/definition-3667-aquarium.html#introduction, (Consulté le 05 31, 2019)

Aquarium-LaRochelle. (s.d.). Un aquarium comment ça marche ?

Arantes, S. M. (2016). Efficacité énergétique et formes urbaines : élaboration d'un outil d'optimisation morpho-énergétique., sur open editions: https://journals.openedition.org/cybergeo/27584#quotation, (Consulté le 03 28, 2019)

Balez, S. (2001). Architecture, aménagement de l'espace. Ambiances olfactives dans l'espace construit : perception des usagers et dispositifs techniques et architecturaux pour la maîtrise des ambiances olfactives dans des espaces de type tertiaire.. Nantes, France: Université de Nantes.

BENDRISS HASNIA, G. S. (2016). Memoire De Master En Architecture université de Tlemcen. L'OCEANOGRAPHIE ET LE TOURISME . Tlemcen, Algérie.

Berbigier, S. (2011). La bioclimatique - Quelques techniques spécifiques., sur Constructeur de bien-être: http://www.cobse.fr/techniques_specifiques.html , (Consulté le 05 31, 2019)

Blake, W. P. (1913). A Report to the United States Centennial Commission Upon the Principal Aquariums Abroad in 1873. HAVARD: Havard University Library.

Bouchaib, S., & Douali, I. (2012). Mémoire de fin d'étude en architecture ,Université de Telemcen. Institut Océanographique -Oran- . Telemcen, Algerie.

Boulfani, W. (2010). Thèse de Magistère, Université de Biskra. Les ambiences thermique d'été dans l'habitat de la periode coloniale à patio . Biskra, Algerie .

Brundtland, G. H. (1987). Developpment durable.

Candas, V. (2008). Confort thermique., sur Docplayer: https://docplayer.fr/28763301-Confort-thermique-dossier-delivre-pour-madame-monsieur-14-09-2008.html , (Consulté le 03 29, 2019)

Chabi, M. (2009). Thèse de Magister en Architecture UMMTO Tizi Ouzou. ETUDE BIOCLIMATIQUE DU LOGEMENT SOCIAL-PARTICIPATIF DE LA VALLEE DU M'ZAB: CAS DU KSAR DE TAFILELT. Tizi ouzou, Algerie.

Crowley, J. E. (2003). The Invention of Comfort: Sensibilities & Design in Early Modern Britain & Early. baltimore, Centre de Recherche pour l'Étude et l'Observation des Conditions de Vie, France: Johns Hopkins University Press.

Daich, S. (2014). Thèse de Magister. Simulation et optimisation du système light shelf sous des conditions climatiques spécifiques,Cas de la ville de Biskra. Biskra, Algerie.

Déletré, J.-J. (1991). Le confort sonore et la metrologie acoustique. Consulté le 05 07, 2019, sur EPLF: https://www.epfl.ch/labs/lasur/wp-content/uploads/2018/05/DELETRE.pdf

Ecolabel. (2019). Isolation des fenêtres. Consulté le 05 06, 2019, sur Ecolabel Tools: https://www.ecolabeltoolbox.com/fr/solutions-techniques/isolation-des-fenetres-56

ELAN, F. (2009). La façade double peau. Consulté le 05 31, 2019, sur Construire vert: http://construirevert.canalblog.com/archives/2009/05/12/13699778.html

EnergiePlus. (2019). La ventilation naturelle. Consulté le 05 06, 2019, sur EnergiePlus: https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10853#c6546

eRT2012. (2018). Les principes de base d'une conception bioclimatique. Consulté le 03 27, 2019, sur eRT2012: https://www.e-rt2012.fr/explications/conception/explication-architecture-bioclimatique/

Etudiants en licence professionnelle "Conseiller Technique en Environnement et Habitat". (s.d.). Maison à Energie Positive, Murs capteurs accumulateurs : apport solaire passif. Consulté le 05 07, 2019, sur Sites Google: https://sites.google.com/site/maisonaenergiepositive/murs-performants/murs-capteurs-accumulateurs-apport-solaire-passif

Fabien. (s.d.). L'HISTOIRE DE L'AQUARIOPHILIE., sur Aqua store: https://www.aqua-store.fr/content/221-histoire-de-l-aquariophilie , (Consulté le Mars 24, 2019)

Faggal, A. A. (2014). Double Skin Façade Effect on Thermal Comfort and Energy Consumption in Office Buildings. Caire, Egypte.

Givoni, B. (1978). L'homme l'architecture et le climat . Paris: Le Moniteur.

Grand aquarium de Saint Malo. (s.d.), sur https://www.aquarium-st-malo.com/visite-aquarium , (Consulté le 05 31, 2019)

Haddouche, K. (2012). Magister en Génie Civil, Université de Souk Ahras. l'apport de l'élément préfabriqué dans la façade intelligente . Souk Ahras, Algerie.

Hugues, B. (2007). Mémoire, sur La ventilation naturelle développement d'un outil d'évaluation du potentiel de la climatisation passive et d'aide à la conception architecturale: https://corpus.ulaval.ca/jspui/bitstream/20.500.11794/19652/1/24451.pdf , (Consulté le 06 02, 2019)

Lavoye, F. (2008). L'architecture bioclimatique - Fiche PRISME. Paris: Organisation internationale de la Francophonie .

Lefebvre, L. (2014). Qu'est-ce qu'une serre bioclimatique ?, sur Baches serre direct: http://www.baches-serre-direct.com/blog/32-qu-est-ce-qu-une-serre-bioclimatique, Consulté le 05 07, 2019

Liébard, & Herde, D. (2005). traité d'archutecture et d'urbanisme bioclimatiqu: concevoir, edifer et aménager avec le developpement durable. Bruxelles: Le Moniteur.

Loyau, F. (2019). Le principe du puits, sur Birthwatchpogmi: https://birthwatchpogmi.tk/principe-du-puits-canadien-site-inexistant, (Consulté le 05 07, 2019).

MACIEJ. (2017). Parc de Londres. ZOO DE LONDRES : REPTILES, PAPILLONS, INSECTES & LIONS !

Maël, T. (2019). CAPTEURS SOLAIRES À AIR., sur Quelle Energie: https://www.quelleenergie.fr/economies-energie/aerovoltaique/capteurs-solaires-air, (Consulté le 05 31, 2019)

Maréchal, L. (2009). L'énergie grise ou l'empreinte énergétique des produits. Chassez le gris! Liege, Belgique: Réactif.

Mazari, M. (2012). Etude et évaluation du confort thermique des bâtiments à caractère public, : Cas du département d'Architecture de Tamda (Tizi-Ouzou) . Tizi Ouzou, Algerie.

Moreau, R. (2019). L'émission, la propagation et la perception du son., sur Encyclopédie de l'Environnement: https://www.encyclopedie-environnement.org/physique/lemission-propagation-perception/ , (Consulté le 05 07, 2019)

Nicol, F., & Humphreys, M. (2010). Derivation of the adaptive equations for thermal comfort in free-running buildings in European standardcite.

PLUS DE 150 ANS D'HISTOIRE. (s.d.), sur LE JARDIN D'ACCLIMATATION DE PARIS: http://www.jardindacclimatation.fr/150-ans-histoire , (Consulté le Mars 24, 2019).

Porcher, G., & Eddy, C. (2019). L'EMPLACEMENT ET L'ORIENTATION, sur La municipalité efficace: http://www.mamunicipaliteefficace.ca/74-efficacite-energetique-ges-l-emplacement-et-l-orientation.html , (Consulté le 05 06, 2019)

RÉVISION DU PLAN DIRECTEUR D'AMÉNAGEMENT ET D'URBANISME DE LA WILAYA D'ALGER. Alger: Instruments de Gestion du Territoire.

Taromina, C. (2007). The History o Fish Keeping. Wayne State, USA.