

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

– تلمسان – بلقايد جامعة أبي بكر

Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –

Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **MASTER**

En : ARCHITECTURE

Spécialité : ARCHITECTURE

Par : BETTAHAR Ferial

Sujet

**CENTRE DE RECHERCHE ET D'EXPÉRIMENTATION MARITIME, EN
INTÉGRANT LES DERNIÈRES TECHNOLOGIES DE LA PRÉFABRICATION ET
L'INDUSTRIE DU BÂTIMENT.**

Soutenu publiquement, le Jeudi 30 juin 2022, devant le jury composé de :

Mme MALTI Maliha	MCB	Université de Tlemcen	PRESIDENTE
Mme BENABDELKADER Nawel	MCB	Université de Tlemcen	EXAMINATRICE
Mr DIDI Ilies	MAA	Université de Tlemcen	EXAMINATEUR
Mr CHIALI Abdessamad	MAA	Université de Tlemcen	ENCADRANT

Année universitaire : 2021 /2022

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je remercie Dieu le Tout puissant qui nous guide toujours sur le bon chemin et qui m'a donné le courage et la volonté de mener à bien mon travail de recherche.

Cette recherche n'aurait jamais pu être aboutie, sans l'aide de certaines personnes à qui je voudrais témoigner toute ma gratitude.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements en premier lieu aux personnes qui ont joué un rôle déterminant dans ma formation, à mes valeureux parents et mes sœurs qui m'ont toujours encouragé, soutenus et m'ont appris à donner le meilleur de moi-même.

Je tiens également à remercier mon encadrant de ce mémoire monsieur CHIALI Abdessamad enseignant d'architecture à l'université de Tlemcen d'avoir accepté d'encadrer ce travail et d'avoir surtout cru au sujet, je le remercie pour sa compréhension, ses encouragements, sa patience, sa disponibilité et surtout ses efforts qui m'ont permis de développer mes connaissances et à orienter mes réflexions.

J'adresse mes sincères remerciements aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à ma recherche en acceptant d'examiner mon travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Ainsi, Je tiens à remercier tous les professeurs du département d'architecture de Tlemcen, qui m'ont donné les bases nécessaires à la réussite de mes études universitaires. Mes chaleureux remerciements vont également à toutes les personnes qui m'ont partagé leurs connaissances et à tous les consultants et internautes rencontrés lors des recherches effectuées et qui ont accepté de répondre à mes questions avec gentillesse.

DEDICACES

Je dédie ce mémoire à :

Mes parents, Aucun hommage, aucune dédicace, aucun mot ne pourrait exprimer leurs valeurs, la fierté, l'amour et le respect que je vous porte. Je mets entre vos mains ce modeste travail comme un signe de gratitude pour votre soutien, vos prières et vos encouragements. Merci d'être mes parents,

Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

Mon père, qui peut être fier de trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit.

Mes chères sœurs : Bouchra et Nourhene à qui je souhaite la réussite dans leurs études et leur carrière.

À toutes **la famille Bettahar** et à **la famille Benhammou** que Dieu vous protège tout.

À mes chers enseignants : **Mr. Chiali Abdessamad, MR. Tasfaout, Mr. Khiloun, Mr. Messar, Mme. Bouklikha, Mme Salmi, Mme. Kherbouche et Mme Zermout.**

À mes chères amies : Narimane, Maghnia, Imane, Radjaa, Zoulikha pour leurs soutiens, leurs réconforts lors des petits coups de bleues durant ces années.

À mon groupe de cette année et toutes personnes ayant m'aidé de près ou de loin.

Résumé

Les systèmes de construction existent depuis que les humains ont commencé à construire pour répondre à leurs besoins., donc la structure a toujours été un élément essentiel de l'architecture. Aujourd'hui, les techniques de préfabrication et d'industrialisation sont devenues incontournables dans le secteur de la Construction, pour répondre aux contraintes de coûts, de délais de réalisation et de la qualité du bâti.

Les écosystèmes naturels marins, en revanche, sont souvent très productifs, mais plus fragiles et vulnérables aux demandes naturelles et aux menaces et pressions anthropiques croissantes qui les mettent en danger et menacent la biodiversité marine. Pour mon projet de fin de d'étude, j'ai proposé une structure faisant partie d'un équipement touristique et scientifique de recherche maritime « un centre de recherche et de rayonnement maritime » dans la commune de Honaine.

A travers ce projet, ma réflexion s'oriente vers la sensibilisation à la protection de ces trésors marins et leur assurer un milieu sein, tout en valorisant l'image de Honaine par le ravivement de l'articulation ville mer, la valorisation du port tout en profitant de la beauté de ces paysages marins. Avec l'intégration des systèmes préfabriqués les plus récents dans un milieu marin pour des techniques de construction précises, une durabilité, une qualité de construction élevée et un délai court.

Les Mots clés : systèmes constructifs, préfabrication et industrialisation, tourisme et recherche scientifique maritime, biodiversité marine, durabilité et qualité architecturale.

ملخص

ظهرت أنظمة البناء منذ أن بدأ البشر البناء لتلبية احتياجاتهم، لذلك كان الهيكل دائماً عنصراً أساسياً في العمارة. اليوم، أصبحت تقنيات الأنظمة الجاهزة والتصنيع المسبق أساسية في قطاع البناء، لمواجهة قيود التكاليف وأوقات الإنجاز وجودة المبنى. من ناحية أخرى، تعد الأنظمة البيئية البحرية الطبيعية منتجة للغاية بشكل عام، ولكنها أكثر هشاشة وضعفًا، بالنسبة للمتطلبات الطبيعية وللتحديات والضغوط البشرية المتزايدة التي تعرضها للخطر وتحدد التنوع البيولوجي البحري. بالنسبة لمشروع نهاية دراستي، أقتح هيكلًا يتمثل في منشأ سياحي وعلمي للبحث البحري "مركزًا للبحث والتواصل البحري" في مدينة هنين. من خلال هذا المشروع، أركز على توعية السكان لحماية هذه الثروات البحرية وضمان بيئة صحية لهم، مع تعزيز صورة هنين من خلال إحياء الترابط بين المدينة والبحر، تحسين الميناء مع الاستمتاع بجمال هذه المناظر الطبيعية البحرية. مع استخدام أحدث الأنظمة الجاهزة في البيئة البحرية لتحقيق الدقة في تقنية البناء والمتانة وجودة البناء العالية والمهلة الزمنية القصيرة.

المفاتيح: أنظمة البناء، الأنظمة الجاهزة والتصنيع المسبق، منشأ سياحي وعلمي للبحث البحري، التنوع البيولوجي البحري وجودة البناء العالية.

...

Abstract

Building systems have emerged since human beings began the act of building to satisfy their needs, so the structure has always been an essential element of architecture. Today, prefabrication and industrialization techniques have become essential in the construction sector, to meet the constraints of costs, completion times and the quality of the building.

On the other hand, marine natural ecosystems are generally very productive, however more fragile and vulnerable, to natural demands and to growing anthropogenic threats and pressures that put them at risk and threaten marine biodiversity.

For my end-of-study project, I am proposing a structure that is part of the tourist and scientific equipment for maritime research in the town of Honaine.

Through this project, my reflection focuses on raising public awareness for the protection of these maritime riches and ensuring a healthy environment for them, while enhancing the image of Honaine by reviving the city-sea articulation, enhancing the port while enjoying the beauty of these seascapes. With the integration of the latest prefabricated systems in a marine environment for precision in construction technique, durability, high construction quality and short lead time.

Keywords: Building systems, prefabrication and industrialization, tourist and scientific maritime research, marine biodiversity, durability and high construction quality.

Table des matières

REMERCIEMENTS	II
DEDICACES	III
Résumé	IV
ملخص	V
Abstract	VI
Table des matières	VII
Table des illustrations	XIII
Introduction générale	1
Problématique	2
Hypothèse	3
Objectifs	3
Méthodologie de recherche :	4
Structure des chapitres :	4
Chapitre I : approche théorique	7
Introduction	8
I.1. Définition	8
I.1.1. La préfabrication	8
I.1.2. L'industrialisation	8
I.1.3. La standardisation	9
I.2. Aperçu historique	9
I.3. Les étapes de la préfabrication	11
I.4. Catégorie de la préfabrication	11
a. Atelier précaire	11
b. Atelier forain	12
c. Usines fixes	12
I.5. Typologie de la préfabrication	12
I.5.1. Préfabrication légère	12
I.5.1.1. Définition :	12

I.5.1.2. Domaine d'utilisation :	12
I.5.1.3. Les caractéristiques de la préfabrication légère :	13
I.5.2. Préfabrication lourde	13
I.5.2.1. Définition :	13
I.5.2.2. Domaine d'utilisation :	14
I.5.2.3. Les caractéristiques de la préfabrication lourde : ¹⁹	14
I.7. Systèmes constructifs préfabriqués :	14
I.7.1. Construction à portique :	14
I.7.2. Construction à ossature :	17
I.7.3. Construction par panneaux :	20
I.7.4. Construction modulaire :	23
I.7.5. Système de coffrage industrialisé :	25
I.7.5.1. La Table banche :	25
I.7.5.2. Le coffrage tunnel :	25
I.8. Les éléments préfabriqués	26
I.9. Les caractéristiques de la préfabrication	29
I.9.1. Les avantages de la préfabrication :	29
I.9.2. Les inconvénients de la préfabrication :	29
Synthèse :	30
Conclusion	31

Chapitre II : Analyse thématique.....32

Introduction :	33
Motivation du choix du thème	33
II.1. Généralités sur les concepts liés au thème :	33
II.1.1. La science	33
II.1.2. Le tourisme	34
II.1.2.1. Types de tourisme :	34
II.1.2.2. Tourisme scientifique	35
II.1.2.3. Les enjeux du tourisme scientifique :	36

II.1.2.4. Tourisme de recherche scientifique (TRS) :	36
II.1.2.5. Les enjeux de Tourisme de Recherche Scientifique (TRS) :	36
II.2. Définition du centre de la recherche maritime :	37
II.3. Histoire des stations marines :	37
II.4. Types d'équipements de formation maritime au niveau national	37
II.5. Définition de l'aquarium	38
Aquarium public :	38
II.6. Les types d'aquarium :	39
II.7. Les accessoires indispensables :	39
II.8. Analyse des exemples :	40
II.8.1. Exemple 1 : centre de recherche maritime de Karlovac et l'aquarium d'eau douce.....	40
II.8.1.1. Présentation du projet :	40
II.8.1.2. Plan de masse :	41
II.8.1.3. Analyse des plans :	41
II.8.1.4. Le programme :	41
II.8.1.5. Ambiance intérieure :	42
II.8.2. Exemple 2 : Centre Méditerranéen de Recherches et d'initiation au monde Marin	42
II.8.2.1. Présentation du projet :	42
II.8.2.2. Plan de masse :	43
.....	43
II.8.2.3. Analyse des plans :	43
II.8.2.4. Le programme :	43
II.8.3. Exemple 3 : Centre de recherche marine de Bali	44
II.8.3.1. Présentation du projet :	44
II.8.3.2. volumétrie :	44
II.8.3.3. Analyse des plans :	45
II.8.3.4. Le programme :	45
II.8.4. Exemple 4 : Aquarium d'Antalya	46
II.8.4.1. Présentation du projet :	46

II.8.4.2. Plan de masse :	46
II.8.4.3. Analyse des plans :	46
II.8.4.4. Le programme :	47
II.8.4.5. Analyse de la façade :	48
II.8.4.6. Ambiance intérieure :	48
Synthèse :	48
Conclusion :	49

Chapitre III : Approche programmatique50

Introduction :	51
III.1. Définition du programme :	51
III.2. Les usagers « Pour qui ? » :	51
III.3. Les cibles du projet « Pour quoi ? » :	51
III.4. Le programme de base « comment ? » :	51
III.4.1. Les fonctions principales :	52
III.4.2. Les fonctions secondaires :	52
III.5. Matrice fonctionnelle :	53
III.6. Organigramme fonctionnel :	53
III.7. Programme spécifique :	54
III.8. Le programme normatif :	58
III.9. Les organigrammes Spatiaux :	61
.....	62
Conclusion :	62

Chapitre IV : Analyse contextuelle63

Introduction :	64
IV.3. Choix de la zone d'intervention « le port de Honaine »	64
IV.4. SITUATION DE LA COMMUNE :	64
IV.5. Climatologie de Honaine :	64
IV.6. Les équipements existants :	65
IV.8. Analyse du terrain :	65

IV.8.1. Situation de terrain :.....	65
IV.8.2. Les limites du terrain et gabarits :.....	66
IV.8.3. Système viaire :.....	67
IV.8.4. Analyse climatique et visibilité du terrain :.....	67
IV.8.5. La morphologie et la nature topographique du terrain :	68
IV.8.6. Analyse swot :.....	68
Conclusion :	69

Chapitre V : Conception architecturale70

Introduction :.....	71
V.1. Les décisions :.....	71
V.1.1. Morphologie :.....	71
V.1.2. Les accès :	71
V.1.3. Le recul :	72
V.1.4 Implantations et orientation :	72
V.2. Schéma de principe :.....	73
V.3. Zoning :.....	73
V.4. Développement de la forme et la volumétrie :.....	74
V.5. Descriptif des plans :.....	76
Plan de masse :.....	76
Sous sol :.....	77
Rez de chaussé :.....	78
Le 1 ^{er} étage :.....	79
Le 2 ^{ème} étage :	80
Le 3 ^{ème} étage :	81
Le 4 ^{ème} étage :	82
Le traitement de la façade :.....	82
Conclusion :	83

Chapitre VI : Appoche technique.....84

Introduction :.....	85
---------------------	----

VI.1.les travaux de terrassement :.....	85
VI.2. L'infrastructure :.....	86
VI.2.1. Les fondations :.....	86
VI.2.2. Les murs de soutènement :	86
VI.3. La superstructure :	87
VI.3.1. Le système constructif :.....	87
VI.3.2. Les planchers :.....	88
VI.3.3. Les joints :.....	88
VI.3.4. La circulation verticale :	89
VI.3.4.1. Les escaliers :.....	89
VI.3.4.2. Les monts charges :	90
VI.3.4.3. Les ascenseurs :	90
VI.3.5. Les murs :	90
VI.3.6. Les faux plafonds :.....	92
VI.4. La conception d'aquarium :.....	92
VI.4.1. La structure :.....	92
VI.4.2. Les vitrages du tunnel et la baie de l'aquarium :	92
VI.5. L'alimentation en eau de mer :	92
VI.6. La filtration de l'aquarium :.....	93
VI.6.1. Filtration mécanique :.....	93
VI.6.2. Filtration chimique :	93
VI.6.3. Filtration biologique :	94
VI.7. Les corps d'état secondaire :.....	95
VI.7.1. La climatisation :	95
VI.7.2. La ventilation :.....	95
VI.7.3. Le courant faible :.....	96
VI.7.4. Réseau anti-incendie :.....	96
VI.7.5. Les systèmes innovants utilisé dans le bâtiment :	97
Conclusion :	98

Conclusion générale :	99
Bibliographie	I
Annexe.....	VI

Table des illustrations

Figures.

Figure 1 : Atelier précaire à l'air libre au pieds de l'ouvrage à édifier	11
Figure 2 : Atelier forain	12
Figure 3: La préfabrication dans une usine.....	12
Figure 4:Poutrelle en béton armé préfabriqué	13
Figure 5: panneau de façade en béton préfabriqué	13
Figure 6: Les planchers à prédalles préfabriquée	13
Figure 7: Poutre préfabriquée	14
Figure 8: Dalle de planchers préfabriquée	14
Figure 9: Murs en béton préfabriquée.....	14
Figure 10 : Schéma d'une construction par portique	15
Figure 11: Exemples de portiques à trois articulations.....	16
Figure 12: Portique métallique.....	17
Figure 13: Portique en bois	17
Figure 14: Portique en béton.....	17
Figure 15: l'assemblage de l'ossature en bois	19
Figure 16: l'assemblage de l'ossature métallique	19
Figure 17:assemblage de l'ossature en béton	20
Figure 18:panneau sandwich.....	21
Figure 19:panneau en béton plein	21
Figure 20: Fabrication d'un panneau composant pour le pavillon « Hydroskin » réalisé en 2013	22
Figure 21: la façade F4	23
Figure 22: la façade ventilée.....	23
Figure 23: L'hôpital de Wuhan en Chine	24
Figure 24: système de coffrage industrialisé, la table banche	25
Figure 25 : système de coffrage industrialisé, le coffrage tunnel	25
Figure 26: fondationspréfabriqués	26
Figure 27: longrine préfabriquée en béton armé.....	26

Figure 28:Poutre préfabriqué en béton précontraint	26
Figure 29:poteau en acier bois	27
Figure 30: Assemblage poutre primaire sur poteau en bois.....	27
Figure 31: façade avec des des éléments de modénature préfabriqué	28
Figure 32:Mobilier urbain préfabriqué en béton.....	29
Figure 33:Sculpture géométrique public préfabriqué	29
Figure 34 : centre de recherche maritime de Karlovac et l'aquarium d'eau douce	40
Figure 35:plan de masse du centre de recherche maritime de Karlovac.....	41
Figure 36: plan de sous sol et de RDC du centre de recherche maritime de karlovac.....	41
Figure 37 : ambiance intérieure de l'aquarium de karlovac	42
Figure 38:Centre Méditerranéen de Recherches et d'initiation au monde Marin, Sousse.....	42
Figure 39: plan RDC du Centre Méditerranéen de Recherches et d'initiation au monde Marin	43
Figure 40: centre de recherche marine de bali, source : www.archdaily.com	44
Figure 41: les plans du centre de recherche maritime de bali.....	45
Figure 42 : aquarium d'antalya.....	46
Figure 43: plan RDC et R+1 de l'aquarium d'antalya	47
Figure 44: ambiance intérieure de l'aquarium d'antalya	48
Figure 45: climatologie de honaine.....	64
Figure 46: la répartition de l'habitat et les équipements existants	65
Figure 47: les limites du terrain	66
Figure 48: carte de système viaire	67
Figure 49:Ensoleillement du terrain.....	67
Figure 50: plates formes de terrain	71
Figure 51: schéma de principe	73
Figure 52: zoning	74
Figure 53:façade sud.....	83
Figure 54:façade nord	83
Figure 55: source d'inspiration.....	83
Figure 56: les plates formes du terrain.....	85
Figure 57: mur de soutènement préfabriqué	87
Figure 58: plan de structure	89
Figure 60: escalier circulaire.....	89
Figure 59: escalier droit	89
Figure 61: monte charge hydraulique	90
Figure 62: ascenseur panoramique.....	90
Figure 63: façade avec mur rideau en panneau.....	91

Figure 64: système de fixation de bardage perforé sur la façade.....	91
Figure 65: fonctionnement d'une centrale à eau glacé.....	95
Figure 66:groupe de climatisation à eau glacé.....	95
Figure 67: fonctionnement d'une VMC double flux.....	95
Figure 68: les éléments de système d'anti incendie	97

Tableaux.

Tableau 1: comparaison entre les systèmes constructifs préfabriqués.....	30
Tableau 2 les équipements de formation maritime au niveau national.....	38
Tableau 3: les fonctions principales.....	52
Tableau 4: les fonctions secondaires	53
Tableau 5: programme spécifique	57
Tableau 6:developpement de la volumétrie	76

Introduction
général

Introduction générale

L'histoire montre que l'architecture est toujours à l'écoute de nouvelles technologies dans le domaine de la construction et de la création. Des constructions de l'antiquité à nos jours nous impressionnent. L'amélioration du cadre de vie est assurée par une combinaison de forme architecturale et de matériaux adéquats dont les avantages sont supérieurs aux coûts¹.

« L'intégration de la technique dans le processus de la création artistique est comme un moyen et une base matérielle de l'imagination formelle »².

Grace aux développements technologiques et aux nouveaux matériaux qui se sont imposés durant la révolution industrielle, la science des constructions a permis une grande variété de nouvelles solutions structurelles « la préfabrication et l'industrialisation ».

L'architecture préfabriquée n'est pas nouvelle, et les moments de l'histoire où elle était la plus pertinente reflétaient souvent les circonstances d'aujourd'hui. Le Crystal Palace de 1851 de Joseph Paxton est cité comme l'un des premiers bâtiments préfabriqués (bien qu'il existe de nombreux exemples qui l'ont précédé) dont la production a également reflété les avancées technologiques et l'expansion des classes moyennes de l'Angleterre du XIXe siècle. Cette expansion économique s'est poursuivie tout au long de la seconde moitié du XIXe siècle, et le besoin de loger les classes moyennes en plein essor a soutenu une gamme diversifiée de fournisseurs de kits résidentiels à travers le monde. Au cours de la Seconde Guerre mondiale, la nécessité de construire des logements rapidement et dans les plus brefs délais pour répondre aux besoins de la crise de logements avec le moindre coût, ainsi qu'une durée de la vie prolongée³.

¹ TOURAB ABDELGHANI, Rationalisation et développement des systèmes constructifs « approche d'un système de composants industrialisés pour la réalisation d'équipement de loisirs, mémoire de magister, Centre Universitaire Mohamed Chérif Messaadia

² René Sarger

³ PREFAB ARCHITECTURE, A GUIDE TO MODULAR DESIGN AND CONSTRUCTION, RYAN E. SMITH (livre) P 12.

Dans le cadre de l'effort de guerre nécessitait à nouveau des systèmes de production de bâtiments sophistiqués, bien que la qualité de la construction ait souvent été sacrifiée. La relation biaisée entre la qualité de la production et la qualité de la conception s'est poursuivie dans la période d'après-guerre, et son effet persiste encore aujourd'hui dans la réticence de la profession à engager l'industrie de la fabrication en raison de la stigmatisation du préfabriqué³.

D'un autre côté, le recours aux processus de fabrication peut offrir une plus grande précision, des périodes de construction plus courtes, une meilleure valeur et une plus grande prévisibilité. En construisant dans un environnement contrôlé à l'écart du chantier de construction, il est possible de créer des conditions de travail plus sûres, de réduire les déchets et de promouvoir le recyclage, et de subir moins de dommages sur le chantier³.

Finalement, dans le cadre de cette initiation je m'intéresserai de mettre l'accent sur l'importance de cette technique et dont le but de découvrir leurs composantes et leur systèmes constructifs afin de décortiquer un langage scientifique propre.

Le littoral algérien compte 1 200 kilomètres de plages. Elle regroupe toutes les grandes villes de son territoire et regorge de magnifiques paysages naturels. Le littoral fait incontestablement le bonheur des randonneurs, des baigneurs, des pêcheurs et des amateurs de sports nautiques. ; L'activité touristique de cette partie de l'Algérie n'entrave pas la protection de la faune et de la flore marines.

Parmi les villes côtières d'Algérie j'ai choisi pour mon cas d'étude la commune de Honaine qui est un véritable lieu de détente, riche en histoire, riche en espèce marine tient essentiellement à la présence d'un courant qui venant de Gibraltar, longe le rivage et à sa situation à l'extrême Ouest du pays.

Mais malheureusement, le littoral Algérien et la mer méditerranée qui est considéré comme une richesse naturelle et maritime est menacée par différents risques la pollution et la disparition de plusieurs espèces (faune et flore).

Mon projet vient appuyer ce que j'ai avancé, il s'agit en effet d'opter pour un projet qui vise à surveiller et étudier ce milieu pour mieux les préserver vu leurs richesses et à encourager la biodiversité de ce milieu en favorisant l'appréhension du monde marin pour la recherche.

Problématique

Une étude a montré que la majorité des projets dépassent de 20% la date final de l'achèvement du projet et 80% du budget prévu, la plupart des projets souffrent de retard et la lenteur de réalisation, le manque de main d'œuvre qualifiée et l'absence d'utilisation des nouvelles techniques d'industrialisation du bâtiment. Cette contrainte de rapport entre le délai et la qualité nécessite l'appel aux nouvelles techniques industrielles pour répondre à une demande de réalisation en différents secteurs tout en assurant une qualité urbaine, architecturale, sociale et économique pour un lieu de vie confortable et agréable.

D'autre part, La ville de Honaïne est une ville qui possède énormément d'atouts tels que sa situation géographique stratégique : (ville portuaire, montagneuse, possédant des terres agricoles fertiles), ainsi qu'un antécédent historique très riche. En effet, cette région est dotée de ressources naturelles, maritimes et forestières et d'un patrimoine culturel et architectural qui permet la force de son attractivité touristique.

Malgré cela, elle a une relation limitée avec son port, comme la plupart des villes littorales. Une absence de continuité du paysage et une barrière est installée entre eux. Alors elle ne participe que timidement au niveau national, elle se limite à occuper les derniers rangs de destinations touristiques et elle reste une destination invisible avec le manque de lieux de formation, de rencontre, de culture maritime et de tourisme.

- Comment exploiter et valoriser la ville de honaine et son port pour améliorer son attractivité et son activité touristique ?
- Comment revaloriser le potentiel marin de la ville de Honaine, découvrir ses richesses à travers un équipement scientifique qui répond aux critères d'esthétique, de confort, de qualité architecturale et de rapidité de construction en intégrant une préfabrication de son système constructif ?

Hypothèse

Pour répondre à la problématique posée, une hypothèse peut être formulée :

Redynamiser le secteur touristique de la ville de Honaine en revitalisant essentiellement son port et ses potentialités maritimes pour une meilleure attractivité sociale et économique et renforcer dans des délais records le déficit en infrastructures touristiques et maritimes de la ville par la réalisation d'un Centre de rayonnement et de recherche maritime, en intégrant les dernières technologies de la préfabrication et l'industrie du bâtiment.

Objectifs

- Connaître les différentes caractéristiques et les différents systèmes Constructifs innovants de la structure préfabriquée.
- L'utilisation des nouvelles techniques de construction et d'industrialisation du bâtiment pour améliorer la qualité de l'équipement et pour adapter la meilleure structure.
- Choisir des techniques, des systèmes structurels durables et des matériaux adaptés dans un milieu marin.
- Connaître la richesse et la fragilité du monde aquatique et promouvoir une gestion durable et une protection raisonnée et efficace de ces derniers
- Émerveiller le public par la beauté et la diversité de la vie aquatique.
- Offrir au public un très large éventail d'activités touristiques.
- Donner la ville sa vocation maritime.

Méthodologie de recherche :

Mon travail est réalisé selon la méthodologie suivante :

Documentation : Tout d'abord, j'ai recherché et collecté toutes les informations liées au sujet pour mieux comprendre les définitions, les concepts, etc.

Entretien : Ensuite, j'ai commencé à chercher un site d'intervention où je dois injecter mon futur projet, donc j'ai réalisé une enquête sur le terrain afin de collecter toutes les informations nécessaires : les potentialités touristiques de la ville de Honaine, Morphologie du terrain, les données climatiques du site, l'accessibilité au site, la délimitation, etc.

Analyse des données : L'analyse des données thématique afin d'enrichir mes idées à partir des exemples étudiés et prend des décisions basées sur une approche globale et multicritères adaptée à la réalisation du projet.

Conception architecturale : Suivre le processus conceptuel, en passant par l'analyse, synthèse et proposition, afin de produire une proposition adéquate pour répondre aux besoins des usagers.

Structure des chapitres :

Mon travail de recherche se scinde en cinq chapitres successifs précédés par une introduction générale qui englobe : la problématique de la recherche qui se base sur un constat avec une question de départ, l'hypothèse et les objectifs tracés, puis le choix de la zone d'intervention

et la motivation du choix du thème, ensuite une méthodologie de recherche, et enfin la structure du mémoire.

Le premier chapitre (Cadre théorique et définitions des concepts) :

Un cadre thématique lié à notre sujet de recherche sera fondé. Ce cadre comprend tout d'abord les définitions des concepts et les différents systèmes constructifs de la préfabrication du bâtiment.

Le deuxième chapitre (Cadre thématique et exemples d'analyse) :

Il contiendra l'étude des différents exemples choisis pour tirer des recommandations permettront de cerner toutes les exigences du projet et faire un préprogramme.

Le troisième chapitre (Programmation architecturale et technique) :

Il contiendra la démarche de la programmation qui comprend 4 exigences : quantitatives (surfaces), qualitatives (fonctionnement), techniques, environnementales avec la description de tous les espaces.

Le quatrième chapitre (Exploration et analyse contextuelle) :

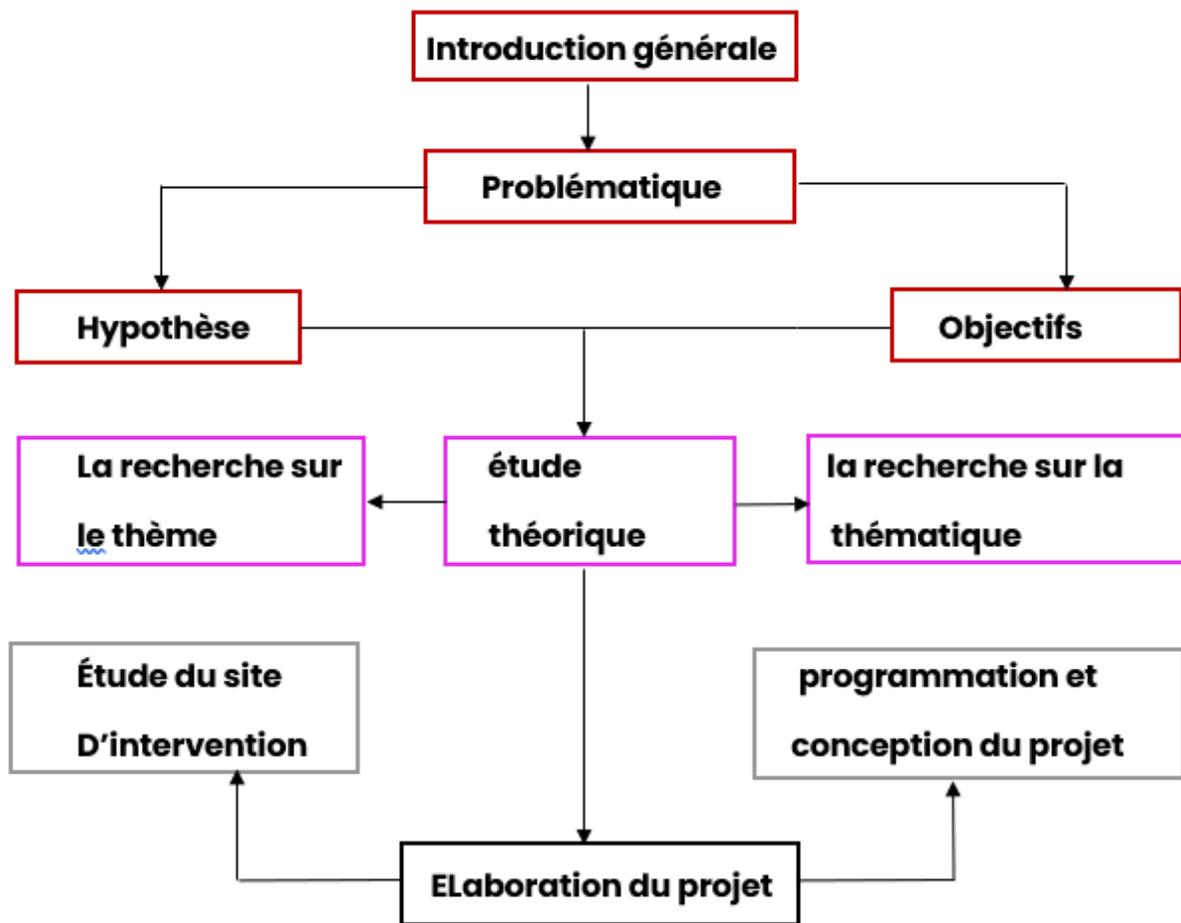
Il présente une phase importante dans notre conception qui nous permet de connaître les caractéristiques et les exigences du site, mettre en vue les particularités du contexte naturel, climatique, historique et culturel de la commune de Honaine..

Le cinquième chapitre (Prise de décision et production architecturale) :

Cette partie mettra en avant la genèse du projet et la conception architecturale qui traite en détail l'aspect technologique, structurel et constructif du projet, allant jusqu'aux différents matériaux utilisés.

Conclusion générale :

La conclusion générale sera une lecture prospective des impacts que peut avoir le projet sur les différents plans : environnemental, social et économique.



Chapitre I :
approche théorique

Introduction.

Aujourd'hui, la préfabrication est une méthode généralement acceptée ou il trouve des applications de plus en plus nombreuses. Une industrialisation plus poussée du processus de construction et une exécution rapide et respectueuse de l'environnement stimulant la demande de construction préfabriquée.

Dans ce chapitre on va essayer d'abord de comprendre qu'est-ce qu'une préfabrication et les différentes notions liées, son apparition, ses typologies et les systèmes constructifs. Puis on va essayer de découvrir ses avantages et ses inconvénients.

I.1. Définition

I.1.1. La préfabrication

Elle consiste à fabriquer en amont, en atelier ou dans un environnement industriel, des éléments destinés à être assemblés sur chantier ⁴.

La préfabrication est une solution technique qui consiste à fabriquer à l'avance des produits (éléments de construction) généralement en grand nombre répétitif soit en usine ou sur chantier pour être montés sur place par la suite. Exemple : poutrelles, prédalles, panneaux ⁵

I.1.2. L'industrialisation

D'après l'encyclopédie de la construction, « L'industrialisation du bâtiment est la recherche des conditions optimales d'exécution des travaux de construction adaptés aux conditions économiques, modernes et au progrès technique par une préparation minutieuse et méthodique du travail. Elle implique, l'emploi à tous les stades d'exécution, de moyens et d'engins mécaniques évolués pour la préparation, la fabrication manutention et la mise en œuvre des matériaux, mais elle impose aussi l'organisation scientifique du chantier et plus généralement, et d'une manière aussi impérieuse l'organisation rationnelle de toutes les fonctions quelles qu'elles soient qui concourent à l'acte de bâtir ... »⁶

Elle permet la production répétée, rapide et en série d'éléments de construction standardisés, démultipliant le potentiel de la préfabrication ⁷.

⁴ PRÉFABRICATION ET INDUSTRIALISATION / pdf

⁵ Notion de préfabrication dans la construction chapitre 1.p1

⁶ Encyclopédie pratique de la construction - T2 - p 1391 (ouvrage).

⁷ PRÉFABRICATION ET INDUSTRIALISATION / pdf

I.1.3. La standardisation

La standardisation est un procédé qui consiste à ramener un produit à une norme. La norme crée ainsi un modèle à suivre dans le processus de production. La standardisation est très présente dans la production industrielle, et particulièrement en architecture

La standardisation a comme qualité principale une diminution des coûts et du temps de production. Il est plus facile et plus rentable pour l'industrie de produire un grand nombre de fois le même élément plutôt que de s'attacher à produire chaque élément de manière unique ⁸.

I.2. Aperçu historique⁹

 **XVe siècle av. J.C.**

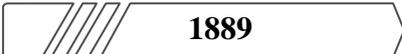
La Chapelle Rouge d'Hatchepsout (Egypte) devient le 1er édifice préfabriqué en pierre de l'Histoire.

 **1625**

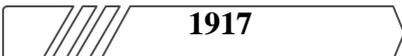
Construction à Londres du Crystal Palace pour lequel sont utilisés des éléments standardisés.

 **1850**

Les maisons en kit ont été expédiées par chemin de fer pour les colons pendant la ruée vers l'or en Californie. L'expérimentation a commencé avec la fonte, béton et autres matériaux pour explorer comment la technologie pourrait être développée.

 **1889**

La Tour Eiffel est assemblée à Paris à partir d'éléments en fer préfabriqués. La préfabrication reposant sur des tâches de construction similaires et exploitent les techniques de la chaîne de montage, la tour Eiffel a été construite très rapidement, réduisant ainsi considérablement le coût et la main-d'œuvre nécessaires à l'édification de cette structure emblématique.

 **1917**

⁸ Réquisitionner la notion de standard en architecture. P4

⁹ The four dimensions of industrialized construction / pdf/ pages 16 , 17+ PRÉFABRICATION ET INDUSTRIALISATION / pdf /p7.

Thomas Edison a inventé le concept de la structure iconique de construire des maisons en béton coulé sur place, ouvrant la voie aux innovants et aux logements économiques imprimé en 3D.

1945-1955

Les débuts de la fabrication d'éléments en béton armé, Essor de la préfabrication lourde en béton, La mécanisation gagne progressivement les chantiers.

1960

En 1960, les logements préfabriqués d'après guerre ont créé une amplitude de des maisons mobiles qui représentaient 15% du logement américain.

1980

L'essor de nouveaux matériaux de construction (bois) popularise les procédés de préfabrication légère.

1968-1977

L'évolution du marché liée au développement de l'industrialisation, Durant cette période de forte industrialisation, la création de grands ensembles suscite de nombreuses réactions négatives du public contre la monotonie et l'inhumanité de ce type de constructions. On assiste alors au lancement de la politique des modèles qui s'adresse à des opérations plus petites (400 à 500 logements) mais assez nombreuses pour aboutir, grâce à l'industrialisation, à des gains de productivité.

1990

Tout au long des années 90, il y a eu une baisse d'intérêt pour le préfabriqué en raison de la perception de la standardisation excessive et de la mauvaise qualité.

2003

Un conteneur d'expédition reconvertis en modules extensibles et rétractables a été publié. De nouvelles avancées en l'impression 3D a permis la fabrication à grande échelle d'éléments de construction et des modules pour logements, ponts et grattes ciels.

2010

Le BIM et la maquette numérique introduisent une nouvelle manière de travailler plus "collaborative".

2020

En réponse au COVID-19, la ville de Wuhan (Chine) a utilisé l'industrialisation pour construire un hôpital de 1000 lits en 10 jours.

Actuellement

La préfabrication est devenue populaire ces dernières années en raison de l'efficacité et de la qualité qu'elle offre. Aujourd'hui la recherche sur la préfabrication est un propos toujours d'actualité et les résultats obtenus des expériences passées commencent à donner concrètement des résultats avec des possibilités réelles pour l'application de ces principes.

I.3. Les étapes de la préfabrication

1. La fabrication :

- Préparation du coffrage ou du moule
- Ferrailage
- Coulage du béton
- Décoffrage

2. La manutention et le stockage

- Manutention des éléments de la zone de fabrication vers la zone de stockage

3. La mise en œuvre

- Manutention des éléments de la zone de stockage pour la mise en place
- Mise en place des différents éléments préfabriqués

4. L'assurance de la qualité pour les éléments préfabriqués¹⁰

I.4. Catégorie de la préfabrication

a. Atelier précaire

Il s'agit d'un atelier de préfabrication destiné à disparaître après l'achèvement de l'ouvrage pour lequel il est installé des produits préfabriqués de formes simples sont généralement spécifique au bâtiment à construire. La préfabrication se fait alors le



Figure 1 : Atelier précaire à l'air libre au pieds de l'ouvrage à édifier

Source : www.technologuepro.com, 2011

¹⁰ Règles générales relatives aux éléments préfabriqués chapitre 2.p 1

plus souvent au pied même de l'ouvrage. Les moules sont généralement destinés à être détruits à la fin de la préfabrication. ¹¹

b. Atelier forain

Les moules utilisés dans un tel atelier seront réemployés ultérieurement sur un autre site, la distance entre les deux emplacements étant telle qu'il est plus économique de déplacer les moules que de transporter les éléments préfabriqués, on bétonne dans des moules généralement métalliques conçus pour être rapidement déplacés et chauffés à la vapeur sous bâche. ¹³



Figure 2 : Atelier forain

Source : (matiere-tp, 2015)

c. Usines fixes

Une usine de préfabrication est destinée à fonctionner pendant une longue durée pour alimenter plusieurs chantiers situés dans un rayon maximal variant de 100 À 150km ¹³.



Figure 3 : La préfabrication dans une usine

Source : (homag, 2015)

I.5. Typologie de la préfabrication

I.5.1. Préfabrication légère

I.5.1.1. Définition :

La préfabrication légère utilisant des technologies évoluées et des matériaux légers et nobles serait la vraie industrialisation. Par opposition à la préfabrication lourde, la préfabrication légère fait appel à des éléments dont le poids est de l'ordre de quelques centaines de kilogrammes, donc a de nouveaux matériaux autres que le béton ordinaire assurant la légèreté des éléments tel l'acier, l'aluminium, le verre, les plastiques, le bois et ses dérivés, les bétons légers, etc.

I.5.1.2. Domaine d'utilisation :

¹¹ Chapitre1-Notion-prefabrication-construction. / pdf / pages 3, 4 ,5

La préfabrication légère est utilisée pour éléments d'ossature tels que poutrelles, panneaux de façades, pré-dalles de petites dimensions, cloisons de séparation¹⁷



Figure 4: Poutrelle en béton armé préfabriqué

Source : www.archiexpo.fr



Figure 5: panneau de façade en béton préfabriqué

Source : www.batiproduits.com



Figure 6: Les planchers à prédalles préfabriquées

Source : www.batirama.com

I.5.1.3. Les caractéristiques de la préfabrication légère :

Résistance mécanique : elle sera suffisante pour résister aux efforts du vent aux échauffements Solaires et au refroidissement.

Isolation thermique : le procédé doit permettre d'assurer des conditions suffisantes de confort.

Confort hygrométrique : être capable d'éliminer éventuellement les vapeurs de condensation.

Durabilité : résistance au vieillissement au moins égale à celle de l'ouvrage.

Facilité de remplacement : pose et remplacement faciles réglages de positionnement.

Résistance au feu : est de manière à limiter les risques d'incendie.

Facilité d'entretien : par lavage et peinture.

La légèreté de matériaux : la brique thermoplan, le béton cellulaire ...¹²

I.5.2. Préfabrication lourde

I.5.2.1. Définition :

La préfabrication lourde est une préfabrication des éléments de grandes dimensions qui a pris naissance à l'occasion de l'industrialisation de la construction des bâtiments. Elle a débuté au Sol, au pied même de l'ouvrage à édifier, avec des installations rustiques de moulage. Mais Le développement et la mécanisation ont conduit progressivement à

¹² Cours de modulation de construction & préfabrication, chapitre III, page 6

s'installer sous abri fixe couvert. Elle consiste à fabriquer en usine ou en atelier ou sur chantier, des éléments d'ouvrages dont la masse est très importante, de l'ordre de 2 à 10 tonnes.¹³ Elle supprime les ossatures, en créant des éléments porteurs superposés les uns aux autres.

I.5.2.2. Domaine d'utilisation :

Elle est utilisée pour des murs entiers, des cloisons, façade de la hauteur d'étage, des planchers, panneau de mur aveugle, les poutres....



Figure 7: Poutre préfabriquée

Source : www.archiexpo.fr



Figure 8: Dalle de planchers préfabriquée

Source : www.archiexpo.fr



Figure 9: Murs en béton préfabriquée

Source : www.archiexpo.fr

I.5.2.3. Les caractéristiques de la préfabrication lourde :¹⁹

- Supporter sans se déformer les charges qui lui sont appliquées.
- Produire un bel aspect architectural.
- Résister aux intempéries.
- Être insonore (confort acoustique).
- Résister au feu.
- Limiter la main-d'œuvre spécialisée, ce qui augmentait d'autant l'avantage financier.
- La fabrication des éléments de grandes dimensions.

I.7. Systèmes constructifs préfabriqués :

I.7.1. Construction à portique :

Un portique est composé de deux colonnes surmontées d'une poutre de toiture. Les colonnes sont encastrées dans la fondation et fonctionnent en porte-à-faux, ce qui permet de reprendre des moments fléchissant. Les poutres sont posées librement sur les colonnes au moyen

¹³ Cours de modulation de construction&préfabrication, chapitreV, page 3-4

d'assemblages brochés. Ainsi est réalisé un portique stable capable d'absorber tant les forces verticales qu'horizontales. L'ossature totale du bâtiment est composée d'une série de portiques placés à une certaine distance les uns des autres.

Choix d'une solution portique :

Parmi ces paramètres, les plus importants sont :

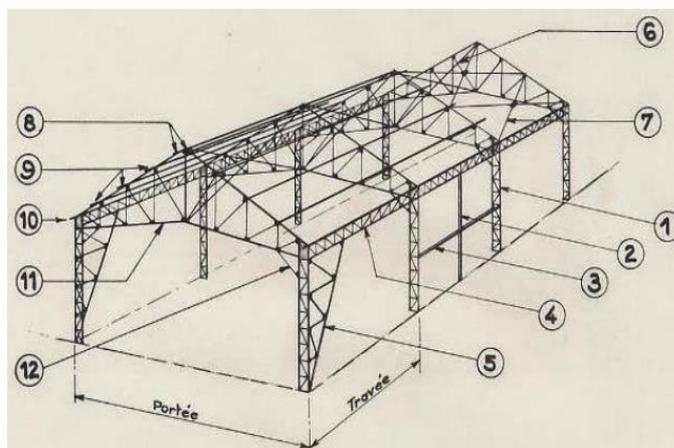
- La portée entre poteaux.
- La grandeur et le type de charges appliquées (statique, dynamique dans le cas par exemple de ponts roulants etc.)
- L'aspect architectural.
- La hauteur disponible sous jarrets.
- Le cout relatif d'une solution par rapport à une autre ¹⁴.



Figure 10 Construction industrialisée à portique métallique.

Source : www.techni-contact.com

Les composants de portique :



1. Poteau
2. Montant
3. Traverse
4. Poutre de rive
5. Contreventement
6. Contreventement vertical
7. Contreventement rasant
8. Pans courants
9. Pans bas
10. Fermes
11. Bracon (contrefiche)¹⁵

Figure 10 : Schéma d'une construction par portique

Source : dwg.biblioconstruction.com

Les types de portiques ¹⁶:

On distingue quatre types de portiques à rez-de-chaussée suivant que les liaisons sont articulées ou rigides. Notons que les assemblages réels sont la plupart du temps semi-rigides.

¹⁴ Leçon 5 - Constructions à ossature / pdf / p:1

¹⁵ dwg.biblioconstruction.com

¹⁶ Concevoir-et-construire-en-acier / pdf

a. Le portique à trois articulations :

Ce portique est isostatique. La dimension est réduite à cet endroit et permet ainsi d'optimiser la hauteur libre. Ce type de portique se retrouve fréquemment dans les halles et les toitures à versants inclinés, moins dans les bâtiments à étages.

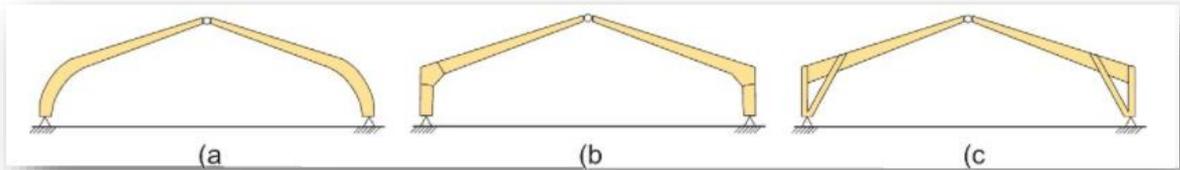


Figure 11: Exemples de portiques à trois articulations

Source : <https://handbook.glulam.org/volume-2-10-portiques/>

- a. Portique aux reins courbes ;
- b. Portique aux reins assemblés par entures multiples ;
- c. Portique reconstitué (avec jambe de force).

b. Le portique à pied de poteaux articulés :

Ce portique articulé à la base des poteaux est hyperstatique. C'est la rigidification des assemblages poteaux-poutres qui assure la stabilité des panneaux (cadres). Il utilise moins de matière que le portique à trois articulations. Avec une traverse brisée ou en biais, il est utilisé dans les halles ; avec une traverse droite, on le retrouve dans les bâtiments à étages.

c. Le portique à pied de poteaux encastrés :

Du fait des encastremets en pied, les sections peuvent être moins importantes que dans les cas précédents pour résister aux moments de flexion.

d. Le portique totalement encastré :

Ces portiques ont un degré d'hyperstatique supérieur. Ils sont utilisés lorsque des charges très importantes sont mises en œuvre et lorsque la portée doit être très grande.

Ce sont des structures relativement coûteuses (environ 15 à 20 % de plus que des structures avec des contreventements), mais elles présentent l'avantage d'un moindre encombrement de l'espace et d'un usage plus flexible dans le temps en cas de changement d'affectation des locaux ou des immeubles.

Type de matériaux utilisé dans les portiques :



Figure 12: Portique métallique

Source : www.tradibat-construction.com



Figure 13: Portique en bois

Source : www.tanguy.fr/nos-fabrications/lamelle-colle



Figure 14: Portique en béton

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

Assemblage portique :

Les assemblages boulonnés sont utilisés avec un radier ou des fondations sur pieux. Les armatures principales de la colonne se superposent à des barres soudées aux cornières en acier dans le pied de la colonne.

Les assemblages par brochage sont souvent utilisés dans les liaisons poutre-colonne. Il s'agit d'une solution simple pour des assemblages isostatiques.¹⁷

I.7.2. Construction à ossature :

L'ossature d'un bâtiment est composée de plusieurs portiques placés à distance égale et portant les revêtements des murs et la toiture.

Les constructions par ossature sont composées de colonnes pouvant couvrir un ou plusieurs étages, et servant d'appui pour les poutres de plancher ou de toiture. Il n'est pas recommandé pour des constructions préfabriquées d'établir des liaisons encastrées entre les colonnes et les poutres. A partir d'environ quatre étages l'encastrement des colonnes dans la fondation ne suffit généralement plus à garantir la stabilité horizontale du bâtiment, ce qui nécessite la présence de noyaux rigides¹⁸.

Choix d'une solution a ossature :

Le choix de l'utilisation d'un système à ossature dans un projet repose sur un certain nombre de données relatives au :

- Type de projet
- La trame du bâtiment

¹⁷ Leçons5, construction à osstaure.pdf

¹⁸ Systèmes de construction en préfabrication / PDF

- La capacité de grue disponible
- L'importance du projet
- Le système de façade utilisé
- La résistance au feu requise ⁸.

1. L'ossature en bois :

Des montants et traverses de faibles sections sont assemblés entre eux puis contreventés à l'aide d'un panneau bois fin ou par une volige posée à 45°. Ces caissons forment la structure porteuse. Ils sont ensuite revêtus en extérieur et en intérieur par une finition adaptée et isolés entre les montants ¹⁹.

La construction à ossature de bois combine les éléments du bois d'œuvre, les produits d'ingénierie en bois et les revêtements intermédiaires structuraux en panneaux pour former des murs, des planchers et des toits qui sont à la fois résistants, économiques et rapides à ériger ²⁰.

Avantages de la construction à ossature en bois :

- Performance structurale
- Légèreté
- Économie
- Écologique
- Meilleure gestion du chantier
- Confort thermique et acoustique²¹

Systèmes d'attache et d'assemblage:

Il y a la méthode de l'enfourchement et il y a les éléments d'assemblages en acier ou en fonte qui présentent les moyens les plus largement utilisés pour réaliser des connexions car ils sont simples et efficaces et leurs résistances peuvent être facilement calculées. Les éléments en bois sont assemblés bout à bout et fixés à l'aide de plaques d'acier, de boulons, de vis ou de chevilles ²².

¹⁹ CONSTRUCTION OSSATURE BOIS BBC 3 / pdf

²⁰ SCHL_GUIDE_DE_CONSTRUCTION_OSSATURE_DE_BOIS.pdf

²¹ CECO-11896_Correction_Guide_OssatureLegere_LR.pdf

²² www.leguidedelamaison.com/845-charpente-l-assemblage-metallique.htm

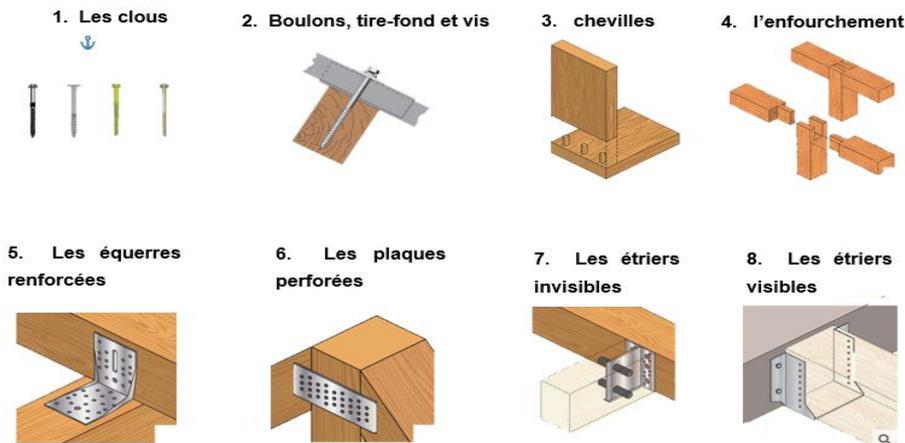


Figure 15:
l'assemblage de
l'ossature en bois

Source :

<https://www.leguidedelamaison.com/845-charpente-l-assemblage-metallique.htm>, modifié par l'auteur

2. L'ossature métallique :

Les bâtiments à ossature métallique comptent pour environ 10 % du marché. Ce procédé de construction, utilisé depuis plus de 60 ans, donne de très bons résultats en termes d'architecture, de performance énergétique et de prix. Et Avec des poutres de grande portée, l'ossature métal offre une grande souplesse architecturale ²³.

Avantages de l'ossature métallique :

- Construction écologique
- Performance énergétique
- La légèreté
- Montage rapide
- Flexibilité de l'usage²⁷.

Les assemblages et les techniques de connexions :

Dans la construction métallique préfabriquée, on distingue : Les connexions fixes (le rivetage, le soudage) et démontables comme le boulonnage qui assure une rapidité d'exécution et de montage sur chantier.

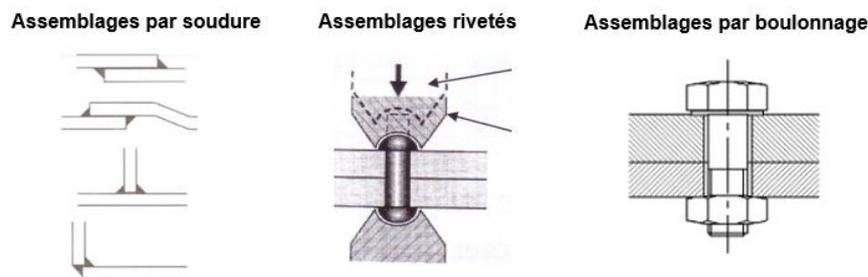


Figure 16: l'assemblage de l'ossature métallique

Source : google image, modifié par l'auteur

²³ www.construiredelamaison.com/construire/materiaux-construction/les-maisons-a-ossature-metallique

3. L'ossature en béton préfabriqué :

Une structure à ossature en béton préfabriqué est un assemblage d'éléments préfabriqués, lorsqu'ils sont convenablement reliés entre eux, ils forment une ossature capable de résister aux charges permanentes, de vent et de tremblement de terre.

Les méthodes d'assemblages et les techniques de connexions :

Dans les constructions à ossature en béton, les jonctions doivent être conçues pour les assemblages de poteaux et de poutres, ou de poutres et de dalles de plancher. Les assemblages boulonnés sont particulièrement appropriés pour le montage simple et rapide de structures à ossature en béton préfabriqué. Les poteaux sont coulés avec des barres intégrées et les poutres coulées avec des supports en acier, les barres et les supports sont ensuite boulonnés ensemble sur site et fixés avec des écrous ²⁴.

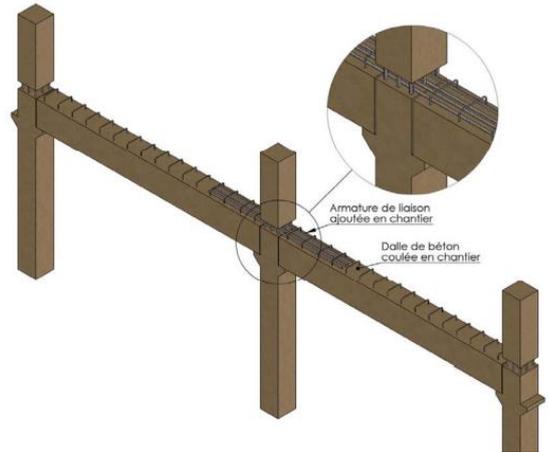


Figure 17:assemblage de l'ossature en béton

Source : ASSEMBLAGE RIGIDE BOULONNÉ POUR LES CHARPENTES DE BÂTIMENTS MULTIÉTAGÉS EN BÉTON PRÉFABRIQUÉ, mémoire, la Faculté des études supérieures de l'Université Laval

I.7.3. Construction par panneaux :

Dans les constructions en panneaux, les systèmes structurels sont constitués d'éléments de murs et de dalles planes qui forment en même temps une charpente. D'une dalle, qui forment simultanément un espace fermé. Les panneaux peuvent être construits en acier, en bois, en béton ou en maçonnerie. Les petits panneaux étroits que les grands panneaux de la taille d'une pièce sont des éléments autoportants ²⁵.

Les panneaux préfabriqués sont utilisés comme murs intérieurs et extérieurs pour bâtiments, cages d'ascenseur et d'escalier, etc. Les constructions par panneaux sont généralement utilisées pour des immeubles résidentiels.

Exigences fonctionnelles :

- Supporter sans se déplacer les charges qui lui sont appliquées.

²⁴ Gerald Staib, Andreas Dorrhofer, Markus Rosenthal "Components and Systems Modular Construction Design Structure New Technologies ",

²⁵ Gerald Staib, Andreas Dorrhofer, Markus Rosenthal "Components and Systems Modular Construction Design Structure New Technologies ", page111

- Résister aux intempéries.
- Être insonore et résister au feu.
- Produire un bel aspect architectural.
- Demander le minimum d'entretien possible ²⁶.

Les types de panneaux :

1. Les panneaux sandwich :

Les panneaux sont constitués de deux couches de béton, l'une de 6 cm au moins pour des raisons de durabilité, l'autre de 10 cm et plus pour jouer le rôle de porteur. Entre les deux, il y a une couche d'isolant de très bonne qualité formée généralement de polystyrène expansé. Les panneaux sandwich sont généralement utilisés comme murs extérieurs ³⁰.

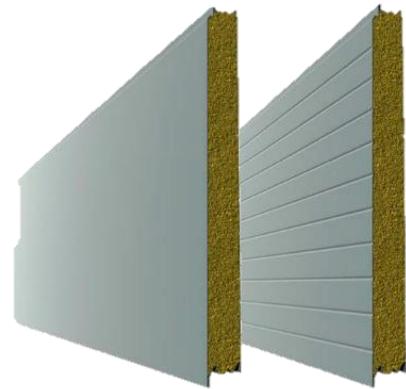


Figure 18:panneau sandwich

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

L'assemblage des panneaux sandwich :

Des connexions et des intersections spécifiques au système ont été développées pour les systèmes de construction à base d'éléments sandwich. En plus des fixations à vis standard, des connexions non visibles tels que des fixations à vis dissimulées et des connexions à broches sont disponibles pour les façades plus développées³⁰.

2. Les panneaux en béton plein :

Ce sont des plaques épaisses en béton armé de 14 à 20 cm d'épaisseur, comportant des boucles de levage de diamètre 12 mm en général scellées sur la tranche supérieure du panneau, en fonction de la position du centre de gravité du panneau. Ils comportent aussi des boucles de liaison dans la rive horizontale et des boucles en attente dans les rives verticales pour liaison avec d'autres panneaux. Les panneaux en béton armé pleins sont généralement utilisés comme murs intérieurs ²⁷.



Figure 19:panneau en béton plein

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

²⁶ Chapitre V / la préfabrication lourde / PDF/ page 26

²⁷ Chapitre V / la préfabrication lourde / PDF

Assemblages des panneaux en béton plein :

Les connexions boulonnées, Les connexions soudées, Connexions de cheville et boulon d'ancrage.

Les types de panneaux avec une Tendance technologique dans la construction :

1. Les panneaux de bois :

Deux types de panneaux se distinguent selon le mode de constitution : le panneau « massif » et le panneau « composant ».

1.1. Les panneaux en bois massif :

Ces produits dérivés sont le résultat d'une combinaison entre un constituant et un produit assurant sa cohésion (adhésif, liants...).

Parmi les panneaux usuellement utilisés dans la construction et pouvant assurer une fonction structurale, on cite : Le « CLT », Le « LVL » et L'« OSB »²⁸.

1.2. Le panneau composant :

Le panneau composant se définit comme un complexe à base de différentes sources de bois telles que des débits de sciage ou des produits dérivés comme les panneaux massifs. Leur combinaison permet d'obtenir des composants prêts à l'emploi fabriqués en série ou sur mesure tels que les panneaux alvéolaires, les panneaux caissons ou encore les panneaux à ossature²⁹.

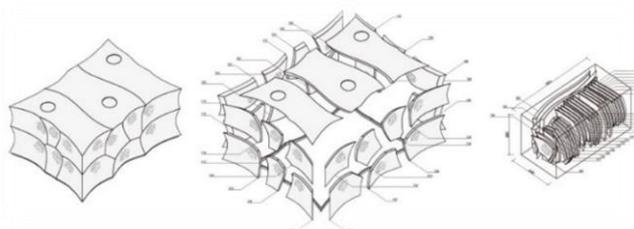


Figure 20: Fabrication d'un panneau composant pour le pavillon « Hydroskin » réalisé en 2013

Source : <https://www.icd.uni-stuttgart.de/projects/hygroskin-meteorosensitive-pavilion/>

2. Le GRC :

Le GRC ou CCV (composite ciment-verre) est un matériau de construction unique. Il est composé de ciment, de sable, de fibres de verre spéciales résistantes aux alcalis (AR) et

²⁸ Proposition d'un modèle numérique pour la conception architecturale d'enveloppes structurales plissées : application à l'architecture en panneaux de bois Julien Meyer / pdf

²⁹ Proposition d'un modèle numérique pour la conception architecturale d'enveloppes structurales plissées : application à l'architecture en panneaux de bois Julien Meyer / pdf

d'eau. Il est très résistant à la pénétration de l'eau, aux attaques chimiques et à l'érosion. Il offre en outre une finition de haute qualité architecturale pour le béton structurel. C'est une solution attrayante pour les besoins d'ingénierie ³⁰.

Avantages :

- Excellente résistance aux impacts, à la traction et à la flexion.
- Peut être façonné en formes complexes.
- Durable et moins d'entretien.
- Résistant au feu.
- Attrayant et polyvalent ³⁶.

3. La Façade F4 :

La façade F4 est une solution innovante permettant de réaliser des panneaux de façade performants et économiques pour les bâtiments neufs ou rénovés.

C'est un système d'isolation répartie qui associe :

- Une isolation extérieure.
- Une isolation intérieure.
- Un système d'étanchéité à l'eau.
- Un système d'étanchéité à l'air ³¹.

4. La Façade ventilée :

Le concept de façade ventilée repose sur un système de construction formé d'un panneau intérieur et extérieur séparés par une chambre d'air ventilée.

MISSION :

- Isolation thermique et acoustique du bâtiment ³².

I.7.4. Construction modulaire :

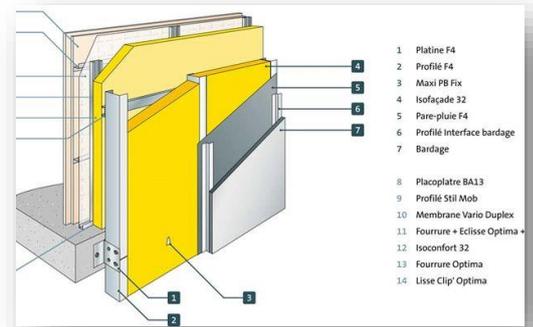


Figure 21: la façade F4

Source :

ISOVER_FACADES_F4_12_2018_BD.pdf

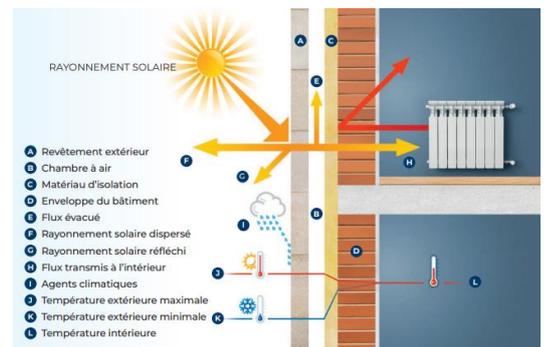


Figure 22: la façade ventilée

Source : FOTECFV15_FR. façade ventilé .pdf

³⁰ Une-solution-de-construction-pour-architectes-et-ingenieurs / pdf

³¹ ISOVER_FACADES_F4_12_2018_BD.pdf

³² FOTECFV15_FR. façade ventilé .pdf

La construction modulaire apporte un niveau de finition plus avancé en intégrant des éléments mécaniques (ventilation, plomberie, gaz), électriques (entrée électrique, distribution) et de finition (gypse, fenestration, couvre-plancher, mobilier intégré). L'installation se fait à l'aide d'une grue en assemblant les différents modules les uns aux autres. Les travaux de chantier sont alors limités au raccordement mécanique et structural des modules entre eux pour terminer les étapes débutées en usine ainsi qu'à la mise en service. La préfabrication modulaire permet de réaliser en usine de 65% à 85% de l'ensemble des travaux de construction d'un bâtiment ³³.

La construction modulaire en 6 étapes :

- La préparation du projet.
- La fabrication.
- La livraison et le montage.
- L'assemblage des modules.
- Les raccordements fluides.
- La recette

Assemblages des constructions modulaires :

La construction se compose de cadres en acier soudés ou boulonnés et de sections en acier qui forment une structure qui fonctionne selon les principes d'une structure à ossature et, lorsque les modules individuels sont connectés, est capable de former la structure porteuse d'un bâtiment entier.



Figure 23: L'hôpital de Wuhan en Chine

Source:http://french.xinhuanet.com/2020-02/02/c_138750340.htm

³³ [guide-technique-sur-la-construction-modulaire-en-bois_compress.pdf](#)

I.7.5. Système de coffrage industrialisé :

I.7.5.1. La Table banche :

C'est un coffrage pour les voiles de béton droits, avec un outil rapidement mis en œuvre et démonté pour la productivité sur chantier pour des voiles de grande hauteur et de forte épaisseur avec des finitions matricées³⁴.

Avantage du procédé :

- Facilité de mise en œuvre
- Pas besoin de formation bancheur complémentaire pour mettre en œuvre cette banche
- Modularité
- Utilisation en grand hauteur.



Figure 24: système de coffrage industrialisé, la table banche

Source sateco-sc-9010ii-9015_satecodoccomplete9015.

I.7.5.2. Le coffrage tunnel :

Les coffrages tunnels sont des moules métalliques, susceptibles de nombreux réemplois et permettant par juxtaposition les uns à côté des autres, de couler en une seule fois une dalle de béton de grande surface, ainsi que ses murs porteurs. Ils sont constitués essentiellement de deux panneaux verticaux reliés à leur partie supérieure par un panneau horizontal. Ils peuvent être monoblocs ou composés de deux demi-coquilles que l'on assemble rigidement entre elles par verrouillage au moment du réglage et du bétonnage. La stabilité de chaque demi-coquille prise séparément est assurée par une béquille articulée³⁵.



Figure 25 : système de coffrage industrialisé, le coffrage tunnel

Source :

<https://www.mesaimalat.com.tr/fr/urun/ertf/>

ATOUTS DU SYSTÈME DE COFFRAGE TUNNEL :

- Longévité.
- Qualité du brut de décoffrage.

³⁴ [https://fr.wikipedia.org/wiki/Banche_\(ma%C3%A7onnerie\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Banche_(ma%C3%A7onnerie))

³⁵ www.directindustry.fr

- Sécurité au travail.
- Économie.
- Application ³⁵.

I.8. Les éléments préfabriqués

1. Fondations préfabriquées

Les constructions par éléments préfabriqués font appel aux mêmes types de fondation que les structures coulées en place :

- Semelles continues ;
- Semelles isolées ;
- Massifs de fondation ;
- Pieux de fondation.

Elles sont définies en fonction de la nature du sol et de la rigidité de la structure supportée ³⁶.

2. Longrines préfabriquées

La longrine préfabriquée permet une mise en œuvre plus rapide puisqu'elle supprime de nombreuses opérations manuelles de coffrage et de décoffrage ³⁷.



Figure 27: longrine préfabriquée en béton armé

Source

:<https://www.rector.fr/produits/longrines>

3. Poutres préfabriquées

Principaux types d'assemblage :

- Appuis simples.
- Appuis simples avec transfert d'efforts de cisaillement.
- Assemblages de continuité.

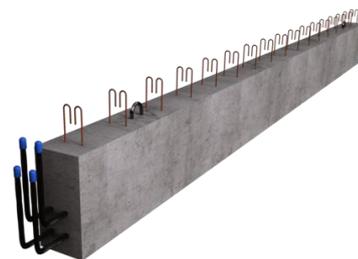


Figure 28: Poutre préfabriqué en béton précontraint

Source : <https://www.kp1.fr/nos-solutions-constructives/poutre-pap>

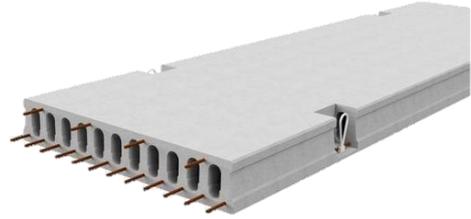
³⁶ Guide pour l'utilisation d'éléments en béton architectonique dans les projets d'architecture

³⁷ www.kp1.fr/nos-solutions-constructives/longrine

- Articulations utilisées généralement entre poteaux et poutres.
- Encastremets (avec transfert d'un moment) ⁴².

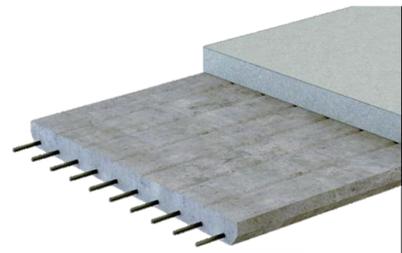
4. Planchers préfabriqués

Les planchers préfabriqués font partie des plus anciens produits préfabriqués. Le marché propose une grande variété de systèmes préfabriqués pour planchers et toitures. Les trois systèmes les plus utilisés sont les suivants :



4.1. Dalles alvéolées en béton armé ou précontraint

4.2. Planchers composites à prédalles



4.3. Planchers nervurés

Les assemblages ³⁸:

1. Poteaux et supports maçonnés :

La liaison mécanique des poteaux avec les fondations est réalisée par l'intermédiaire d'un connecteur en acier galvanisé appelé "pied de poteau ou sabot" constitué de ferrures à tôle en âme ancre dans la maçonnerie. L'assemblage du poteau avec ce connecteur est réalisé à l'aide de broches. Les sabots métalliques à âme centrale présentent l'avantage d'être moins visibles et moins exposés que les sabots à âmes latérales.



Figure 29: poteau en acier bois
Source : www.pic-bois.com

2. Poteaux et poutres primaires :

Les poutres primaires hautes et basses sont fixées contre les poteaux à l'aide de tire fond à longue tige filetée et de boulons. La charge admissible de l'assemblage des poutres hautes est renforcée par l'installation de crampons à double denture.



Figure 30: Assemblage poutre primaire sur poteau en bois

Source : maison2paille.overblog.com :
maison2paille.overblog.com

³⁸ HADDOUCHE Karima « l'apport de l'élément préfabriqué dans la façade intelligente » mémoire de Magistère en Génie Civil option C.C.I : Construction Civile et Industrielle , Centre Universitaire de Souk-Ahras.

3. Poteaux et traverses :

La liaison des traverses situées en partie haute de l'ossature avec les poteaux est réalisée par l'intermédiaire de connecteurs métalliques cloués sur les poteaux. L'assemblage de la traverse avec ce connecteur est réalisé à l'aide d'une broche en acier galvanisé.

5. Cloisons préfabriquées

Ce sont les murs intérieurs de la maison. Pour remplir parfaitement cette fonction, les cloisons doivent être :

- Peu épaisses afin d'économiser au maximum la surface intérieure.
- Légères surtout en étage, dans les combles et en cas de rez de chaussée sur sous-sol.
- Solides pour participer dans certains cas au contreventement.
- Insonores afin d'éviter que les bruits ne se transmettent d'une pièce à l'autre, rendant le repos impossible.
- Isolantes pour faciliter les économies d'énergie (régulation du Chauffage, pièces Moins chauffées que d'autre, etc.

6. Escaliers préfabriqués

Principaux types d'assemblages :

- Appuis simples.
- Assemblages bétonnés avec armatures en attente.
- Assemblages brochés.
- Assemblages spéciaux de désolidarisation antibruit ³⁹.

7. Éléments de modénature de surfaces

La modénature de la façade peut être réalisée à partir d'éléments simples venant compléter la forme générale de l'enveloppe : règles, bandeaux, corniches, acrotères, génoises, solins, corbeaux, meneaux, colonnades. Une

Figure 31: façade avec des des éléments de modénature préfabriqué

Source : <https://www.lafarge.fr/facades-agilia->



³⁹ Guide pour l'utilisation d'éléments en béton architectonique dans les projets d'architecture

autre technique souvent complémentaire consiste à associer des bétons de teintes et de textures différentes ⁵⁶.

8. *Éléments de paysage urbain*

Les éléments de cette famille sont très diversifiés. On y trouve en particulier les jardinières, bornes, bancs publics, fontaines, colonnes d'affichage, lampadaires, sculptures, poubelles, tables, dallages, murs d'escalade, murets techniques, clôtures, bassins et fontaines, sanitaires, etc. Le mobilier urbain en béton architectural offre une grande liberté d'expression : création de formes inédites ou issues d'un style existant, recherche d'aspects de surfaces innovants ⁴⁰.



Figure 33: Sculpture géométrique public préfabriqué

Source :

<https://www.pinterest.fr/pin/544020829988592169/>



Figure 32: Mobilier urbain préfabriqué en béton

Source :

<https://www.pinterest.fr/pin/828803137652754578>

I.9. Les caractéristiques de la préfabrication

I.9.1. Les avantages de la préfabrication :

- ✓ Amélioration de la sécurité et de la productivité grâce à l'optimisation et à l'automatisation
- ✓ Retards minimisés
- ✓ Dextérité améliorée,
- ✓ Évolutivité et flexibilité
- ✓ Réduction des coûts de main d'œuvre
- ✓ Amélioration de la qualité du produit fini
- ✓ Montage plus simple et plus rapide au chantier
- ✓ La résistance au feu de bâtiment
- ✓ Durabilité
- ✓ Réduire la sinistralité et les risques d'accidents
- ✓ Optimiser les consommations énergétiques⁴¹

I.9.2. Les inconvénients de la préfabrication :

⁴⁰ Guide pour l'utilisation d'éléments en béton architectural dans les projets d'architecture

⁴¹ Autodesk, INDUSTRIALIZED CONSTRUCTION IN ACADEMIA/pdf

- Des erreurs qui coûtent cher : la préfabrication limite fortement les adaptations et modifications sur chantier. Les éléments étant le plus souvent fabriqués sur-mesure pour un chantier donné, ceux-ci sont difficilement recyclables dans un autre projet.
- Une pose délicate : des étapes supplémentaires de transport, de levage et de dépose des éléments sont nécessaires, pouvant altérer la qualité du bâtiment final ou entraîner des risques d'accident.
- Des fuites peuvent se former au niveau des joints des composants préfabriqués.
- Pour de grosses pièces, il faudra parfois organiser des convois exceptionnels et utiliser des gros camions qui polluent.⁴²

Synthèse :

Tableau 1: comparaison entre les systèmes constructifs préfabriqués

	Avantages	Inconvénients	Illustration
Système à portique	<p>Légèreté et robustesse.</p> <p>Flexibilité architecturale.</p> <p>Grandes portées.</p> <p>Rapidité d'exécution.</p> <p>Ecologique et économique.</p>	<p>Mauvaise isolation.</p> <p>Sensibilité au feu.</p>	
Système à panneaux	<p>Facilité de construction sur mesure.</p> <p>Montage rapide sur chantier.</p> <p>Construction légère.</p> <p>Niveau d'isolation élevé.</p>	<p>Complexité des parois.</p> <p>Ne permet pas la réalisation de constructions audacieuses (porte-à-faux...).</p> <p>Très faible inertie thermique.</p> <p>Isolation et confort acoustiques faibles.</p>	

⁴² Etude – préfabrication/ pdf

<p>Système modulaire</p>	<p>Une rapidité de construction.</p> <p>Des performances énergétiques optimisées.</p> <p>Une économie d'énergie.</p> <p>Une possibilité de démontage</p>	<p>Une marge de personnalisation limitée en fonction du catalogue des constructeurs.</p> <p>Les constructions modulaires sont interdites dans certains domaines.</p>	
--------------------------	--	--	--

Conclusion

Cette étude présente une vision importante et séquentielle de la préfabrication et de l'industrialisation, dans laquelle la technologie du bâtiment est conçue comme un concept qui offre une déconstruction de haute qualité, conforme aux normes actuelles, avec une liberté architecturale unique, atténuant l'impact environnemental. réduisant les besoins énergétiques tout en réduisant le temps d'intervention sur site. D'autre part, des composants préfabriqués en usine sont produits pour minimiser les pertes et augmenter leur durabilité. Sur la base de mes recherches, je suis arrivé à la conclusion que le système de structure à portique est le plus adapté à l'Algérie et au type d'équipement proposé en raison de sa grande liberté, de ses grandes portées, de sa flexibilité architecturale et de sa facilité d'exécution.

Chapitre II : Analyse thématique

Introduction :

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

Mon choix s'est porté pour un équipement scientifique de recherche. D'un nouveau genre qui permettrait de découvrir le monde marin. Un centre de recherche et de rayonnement maritime.

Motivation du choix du thème

L'Algérie est un pays plein de culture et d'histoire, avec une infrastructure très intéressante qui ne cesse de se développer et de s'améliorer, mais la culture d'un pays ne concerne pas seulement son histoire et son identité, mais aussi son savoir et son développement.

Ce sujet de recherche était choisi suivant un constat réel basé sur l'actualité qui nécessite d'abord une réflexion suffisante et approfondie essentiellement dans notre domaine d'intérêt. C'est un sujet qui mérite notre attention pour plusieurs raisons :

- Les paysages merveilleux gratifiés de ressources naturelles, et la situation dans le bassin méditerranéen.
- L'ignorance de l'importance des relations de l'homme avec la mer et de ses effets sur la pollution de la mer.
- Le manque de la culture maritime à l'échelle nationale.
- L'inexistence des projets de valeur sur le littoral Algérien.
- Offrir au public un très large éventail d'activités touristiques balnéaires.
- Favoriser l'émergence d'une variété d'offres touristiques de qualité.

Dans ce cadre le choix du thème est porté sur une infrastructure des sciences marines qui englobera à la fois la recherche scientifique et le tourisme.

II.1. Généralités sur les concepts liés au thème :

II.1.1. La science

« L'ensemble de connaissance et d'étude d'une valeur universelle »⁴³.

« Ensemble cohérent de connaissances relatives à certaines catégories de faits, d'objets ou de phénomènes obéissant à des lois et vérifiés par les méthodes expérimentales »⁴⁴.

On distingue les trois types de sciences :



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



Les sciences physico-chimiques et expérimentales (sciences de la nature et de la matière, biologie, médecine).



Les sciences humaines, qui concernent l'Homme, son histoire, son comportement, la langue, le social, le psychologique, le politique⁵¹.

II.1.2. Le tourisme

✓ Selon le conseil économique et social :

« L'art de satisfaire des aspirations les plus diverses qui incitent l'homme à se déplacer hors de son univers quotidien. »

✓ Selon encyclopédie :

« Le tourisme est l'expression d'une mobilité humaine et sociale fondée sur un excédent budgétaire susceptible d'être consacré au temps libre passé à l'extérieure de la résidence principale, il implique au moins le découché »

✓ Selon l'organisation mondiale du tourisme (OMT) :

« Le tourisme correspond aux activités déployées par personnes aux cours de leurs voyages et de leurs séjours dans les lieux situés en dehors de leur environnement habituel pour une période consécutive qui ne dépasse pas une année, à des fins, pour loisirs, pour affaires et d'autres motifs ».

II.1.2.1. Types de tourisme :

⁴³ D'après le dictionnaire LE ROBERT

⁴⁴ ENCYCLOPÉDIE LAROUSSE

Il est difficile de déterminer les types de tourisme d'une manière précise car il existe une diversité des formes variables selon le temps et le lieu parmi lesquelles :

a. *En fonction de motivation :*

- Le tourisme d'agrément
- Le tourisme d'affaire
- Le tourisme de santé
- Le tourisme religieux
- Le tourisme religieux
- Le tourisme du sport
- Le tourisme culturel
- Le tourisme scientifique

b. *En fonction de destination :*

- Le tourisme balnéaire
- Le tourisme de campagne
- Le tourisme de montagne
- Le tourisme saharien
- Le tourisme urbain

c. *En fonction de la durée :*

- Le tourisme de séjour
- Le tourisme de passage
- Le tourisme de week-end
- Le tourisme de vacances
- Le tourisme de toute saison.

d. *En fonction de revenu :*

- Le tourisme de luxe,
- Le tourisme population ⁴⁵

II.1.2.2. Tourisme scientifique

« Nous définissons le tourisme scientifique comme un tourisme permettant de découvrir et apprendre sur la nature, la faune et la flore, avec l'aide d'accompagnateurs scientifiques professionnels » Olivier Pollet.

Le tourisme scientifique est une activité de loisir spécialisée en sciences pures et appliquées. Cette activité est pratiquée par des groupes restreints de touristes désireux de connaître le processus de recherche scientifique et de participer à l'avancement de la science. Le tourisme scientifique implique la supervision, par un chercheur ou un expert, d'activités scientifiques structurées. Le tourisme scientifique comprend obligatoirement une formation menant à une collecte de données selon la méthode scientifique. D'autres activités d'apprentissage peuvent être offertes telles des conférences réalisées par des experts ou autres⁴⁶.

⁴⁵ <https://innov-mountains.fr/fr/actualitesdocs/diversification-touristique-classification-types-detourisme>

⁴⁶ Le_tourisme_scientifique.pdf

II.1.2.3. Les enjeux du tourisme scientifique :

- Améliorer le contact avec le public
- Permettre aux gens de se familiariser avec la démarche scientifique
- Mettre en lumière leur travail
- Diffuser le savoir scientifique tout en vulgarisant leurs travaux
- Sensibiliser les gens à une cause
- Éduquer les gens
- Sauvegarder les espèces
- Soutenir leurs recherches
- Obtenir des sources de financement
- Bénéficier de main-d'œuvre bénévole
- Contribuer au débat science et société
- Apporter matière à réflexion quant aux enjeux majeurs liés à l'environnement et au développement durable ⁴⁷.

L'appellation « tourisme scientifique » (TS) englobe :

- Le tourisme d'apprentissage scientifique (TAS).
 - Le tourisme de recherche scientifique (TRS).
 - Le tourisme industriel (TI).
- ✓ Mon thème à une tendance beaucoup plus vers le (TRS).

II.1.2.4. Tourisme de recherche scientifique (TRS) :

Le tourisme de recherche ou d'expédition scientifique concerne directement des chercheurs qui se déplacent pour leurs travaux et expérimentations de terrains, des partenariats ou échanges internationaux ou pour des rencontres, congrès, séminaires ou colloques. Ce tourisme s'apparente ainsi davantage au tourisme d'affaires.⁴⁸

II.1.2.5. Les enjeux de Tourisme de Recherche Scientifique (TRS) :

- Offrir des activités selon un thème scientifique.
- Permettre la participation active dans un processus de recherche.
- Offrir l'activité à des groupes restreints.
- Offrir une formation pour l'activité.

⁴⁷ Yannick Vialette, le tourisme scientifique, pdf

⁴⁸ Pascal MAO et Fabien BOURLON : Un essai de définition ,Le tourisme scientifique , pdf

- Permettre la collecte de données scientifiques.
- Offrir l'encadrement par un chercheur ou un expert.
- Proposer des activités qui se déroulent sur une période d'au moins une journée⁴⁹.

II.2. Définition du centre de la recherche maritime :

Les centres de la recherche maritime constituent les lieux privilégiés pour la transmission des messages de vulgarisation à travers les différentes expositions, ce sont des institutions originales dont le rôle consiste à diffuser parmi le grand public les découvertes du monde marin.

Un centre de recherche maritime c'est une station maritime située à proximité de la mer et spécialisé dans l'étude de la flore côtière et de la faune marine⁵⁰.

Les objectifs et les choix du type de centre maritime varient d'une institution à une autre et correspondent aux besoins locaux, aux possibilités financière ...etc. Malgré cette diversité de nature et de forme, ce centre porte en soit le témoignage du monde marin qui l'a vu naître, par sa nature, il a une institution tant de vulgarisation qu'éducative et culturelle⁵¹.

II.3. Histoire des stations marines :

Des laboratoires étudiant la vie du bord des mers ont été signalés dès le xviii^e siècle mais ils ne sont presque pas occupés. Leur véritable origine doit être trouvée durant le siècle suivant.

L'intérêt croissant que les naturalistes du xix^e siècle portent à l'étude de la faune, de la flore et de la biologie marines sont à l'origine de la création des stations marines. Les biologistes marins, afin de collecter les animaux vivants, ont pris l'habitude de se rendre sur le littoral. Ils ont alors besoin de lieux pour stocker, conserver et étudier les espèces récoltées. Les stations marines sont alors créées pour pallier ce problème. Le nombre de stations de biologie marine va rapidement augmenter durant la deuxième moitié du xix^e siècle⁵⁷.

II.4. Types d'équipements de formation maritime au niveau national

⁴⁹ Le_tourisme_scientifique.pdf

⁵⁰ https://fr.wikipedia.org/wiki/Station_de_biologie_marine#cite_note-1

⁵¹ INSTITUT OCEANOGRAPHIQUE Approche Thématique, pdf

Types d'équipement	Nomination de l'équipements	La ville
École / institut	L'institut supérieur maritime	Bousmail, Tipaza
	L'institut des sciences de la mer et de l'aménagement du littoral	Delly Brahim, Alger
	Musée aquatique	Béni Saf , Ain Témouchent
	École de formation des techniques de pêche et d'aquaculture	Ghazaouet, Tlemcen
	L'école technique de formation et d'instruction maritimes	Béjaia
Université	Département des sciences de la mer	Annaba et Mostaganem

Tableau 2 les équipements de formation maritime au niveau national

Source : l'auteur

II.5. Définition de l'aquarium

Réservoir d'eau salée ou douce dans lequel sont conservés et nourris des plantes et des animaux, et dont les parois permettent l'observation ⁵².

Aquarium public :

Un aquarium public est un établissement ouvert au public pour l'observation des espèces aquatiques dans des aquariums exposés dans un but commercial ou éducatif. Certains aquariums se sont spécialisés dans la présentation d'espèces d'eau douce, d'autres dans l'exhibition d'espèces d'eau de mer. Un aquarium public peut être aussi une partie de jardin zoologique ou de musée scientifique (musée océanographique, musée d'histoire naturelle, ...) ⁵³.

⁵² www.larousse.fr/dictionnaires/francais/

⁵³ https://fr.wikipedia.org/wiki/Aquarium_public

II.6. Les types d'aquarium :

1. Selon la composition de l'eau :

- *Aquarium d'eau froide* : non chauffé, il convient uniquement aux espèces de poissons des zones tempérées.
- *Aquarium tropical* : il doit être chauffé afin de correspondre au mieux aux besoins spécifiques des espèces tropicales.
- *Aquarium d'eau saumâtre* : cette fois, l'eau y est à mi-chemin entre l'eau douce et l'eau de mer.

2. Selon le peuplement :

- *L'aquarium communautaire (ou aquarium d'ensemble)* : il héberge différentes espèces de poissons et de plantes qui ne viennent pas de la même région et n'ont donc pas de liens entre eux.
- *L'aquarium géographique ou régional* : les poissons, les plantes et le décor appartiennent tous à un milieu donné.
- *L'aquarium spécifique* : il héberge une espèce ou une famille spécifique de poissons.
- *L'aquarium hollandais* : il est centré autour des plantes, les poissons contribuant secondairement à l'effet esthétique de l'ensemble ainsi qu'à l'équilibre du bac⁵⁴.

II.7. Les accessoires indispensables :

Un aquarium ne peut fonctionner en complète autarcie. Il est nécessaire de chauffer l'eau, de la filtrer, de l'oxygéner et d'éclairer le décor.

1. Le chauffage :

Il permet d'obtenir une température stable, indispensable à la réussite des poissons tropicaux.

2. La filtration :

Elle sert à purifier l'eau, toujours dégradée par la vie communautaire du bac. Elle retient un maximum d'impuretés. Il existe trois possibilités de filtration. : La filtration sous sable, La filtration intérieure et la filtration extérieur.

3. L'aération :

⁵⁴ www.aquariophilie-pratique.net/achat_deux.htm

C'est un facteur vital pour l'aquarium, car elle crée un mouvement de brassage de l'eau qui permet une meilleure dissolution de l'air à la surface.

4. L'éclairage :

Il remplace la lumière naturelle et le rythme du jour et de la nuit. Il doit donc avoir un spectre se rapprochant le plus possible des rayons solaires.

II.8. Analyse des exemples :

Choix des exemples :

Les critères de choix des exemples Thématiques :

- L'échelle d'appartenance.
- Richesse du programme.
- L'architecture (environnement urbain, organisation spatiale...).
- Relation forme, fonction et structure ;

II.8.1. Exemple 1 : centre de recherche maritime de Karlovac et l'aquarium d'eau douce⁵⁵

II.8.1.1. Présentation du projet :

Situation : Karlovac, Croatie.

Architectes : 3LHD

Surface : 8327 m²

Année : 2016

Capacité d'accueil : 300 P



Figure 34 : centre de recherche maritime de Karlovac et l'aquarium d'eau douce

Source : www.archdaily.com

Le projet est situé près de la rivière

Korana. Le volume du bâtiment est

partiellement creusé dans le sol et recouvert de remblais de terre et de verdure depuis ses bords extérieurs. L'objectif était de former un nouveau point focal de la ville et de valider la promenade au bord de la rivière.

⁵⁵ <https://www.archdaily.com/799671/karlovac-freshwater-aquarium-3lhd>

II.8.1.2. Plan de masse :

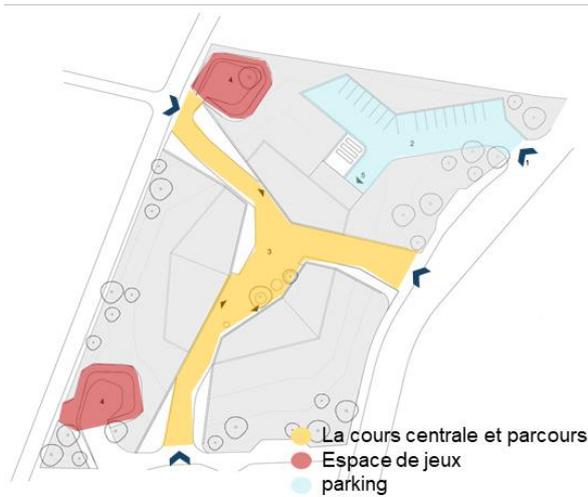


Figure 35: plan de masse du centre de recherche maritime de Karlovac

Source : <https://www.archdaily.com/799671/karlovac-freshwater-aquarium-3lhd>

Le centre du bâtiment de l'aquarium définit une zone carrée. L'aquarium et la place sont interceptés par trois parcours piétons divisant le bâtiment en trois parties : un espace d'exposition, une salle de lecture avec un café-bar et des espaces de bureaux. Les trois parties peuvent être entrées depuis la place, la façade de chacune étant respectivement orientée vers elle. Les faces arrière sont orientées vers les bords de la parcelle et recouvertes de matériaux en terre, faisant partie du parc, des aires de jeux et des allées.

II.8.1.3. Analyse des plans :

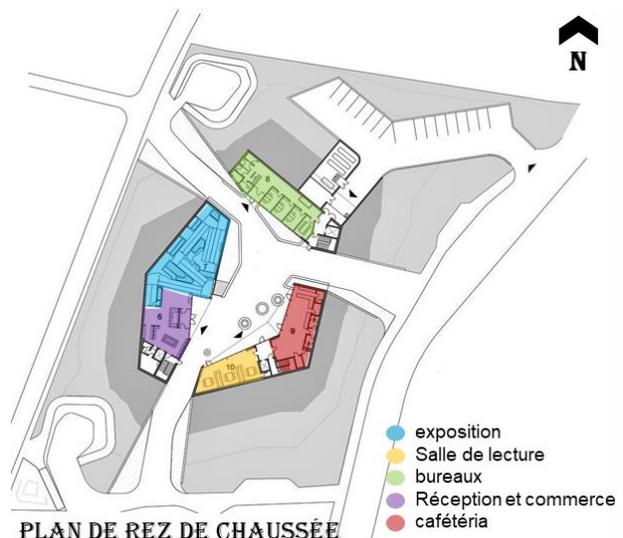
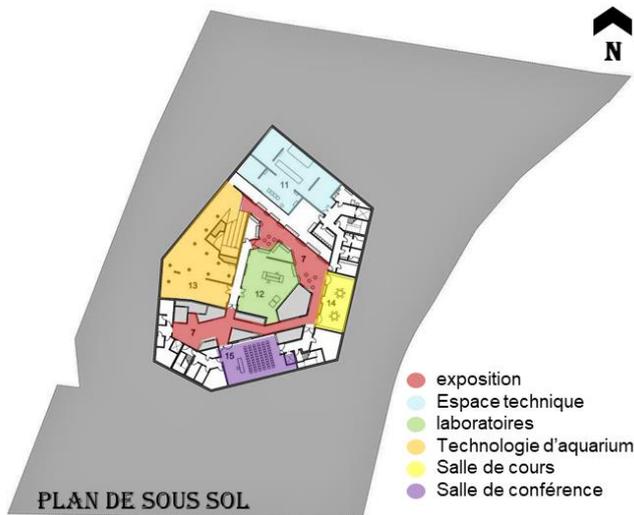


Figure 36: plan de sous sol et de RDC du centre de recherche maritime de karlovac

Source : <https://www.archdaily.com/799671/karlovac-freshwater-aquarium-3lhd> traité par l'auteur

II.8.1.4. Le programme :

Aquarium

Grottes artificielles

Tunnel

Laboratoires

Salles de cours
Salle de conférence
Cafétéria
Salle de lecture
Boutique de souvenirs

Espace de jeux
Bureaux
Exposition
Technologie d'aquarium
Espace technique

II.8.1.5. Ambiance intérieure :

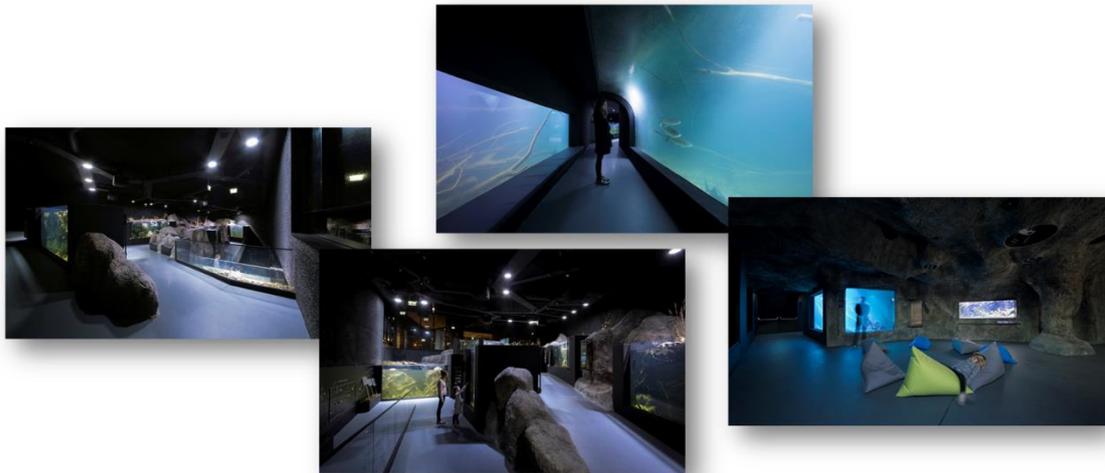


Figure 37 : ambiance intérieure de l'aquarium de karlovac

Source : <https://www.archdaily.com/799671/karlovac-freshwater-aquarium-3lhd>

II.8.2. Exemple 2 : Centre Méditerranéen de Recherches et d'initiation au monde Marin⁵⁶

II.8.2.1. Présentation du projet :

Situation : Sousse, Tunisie.
Architectes : association Sousse future
Surface : 22500 m²
Année : en cours de réalisation, L'échéance de 2025



Figure 38: Centre Méditerranéen de Recherches et d'initiation au monde Marin, Sousse

Source : <https://soussefuture2025.blogspot.com>

⁵⁶https://soussefuture2025.blogspot.com/2012/07/centre-mediterraneen-de-recherches-et.html?fbclid=IwAR0tNYJbBrtAA3X1vDyM82i2vDJ9vZ3DQTIIX_Ma5zwXMZ53syvYQkJH1jc

La Création d'un Musée des sciences marines et d'un énorme aquarium, dont le but est de préserver l'environnement et de devenir un pôle de recherche, d'éducation et de la préservation des ressources marines pour les générations présentes et futures et la polarisation du tourisme au niveau national et international.

II.8.2.2. Plan de masse :

Le projet doit s'insérer sur la côte de la ville de Sousse, dans L'Ilot cadastré. Le terrain se situe à la pointe sud-ouest de la ville, délimité par les deux principales rues, l'avenue de la corniche et l'avenue Habib Bourguiba. L'objectif porte sur le projet de construction sur un terrain limité au sol marin qui, peut s'entendre dans la mer.



II.8.2.3. Analyse des plans :

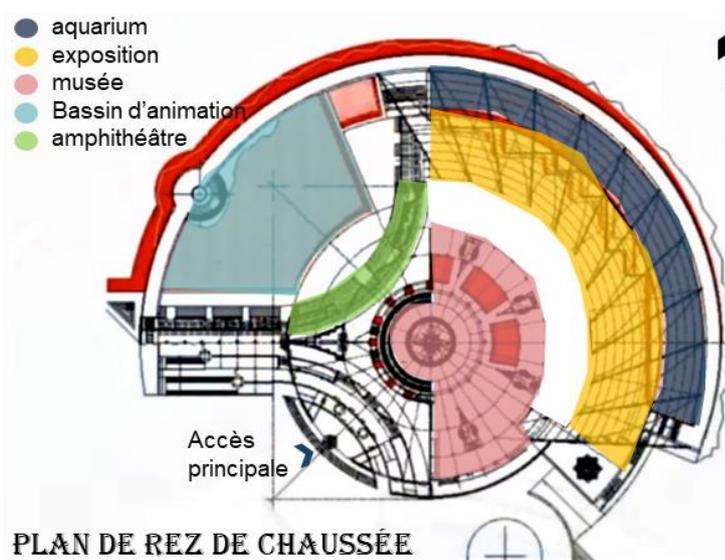


Figure 39: plan RDC du Centre Méditerranéen de Recherches et d'initiation au monde Marin

Source : <https://soussefuture2025.blogspot.com>

II.8.2.4. Le programme :

Hall d'accueil et d'exposition temporaires
Hall d'exposition permanente
Une salle de congrès
Un aquarium avec un bassin géant pour reproduction d'un écosystème méditerranéen
Une galerie d'aquariums pour différentes espèces aquatiques
Une bibliothèque
Un musés de la marine

Les services administratifs
Une section informatique
Une section de recherche
Une école de plongée sous marine
Un restaurant
Un amphithéâtre en plein air
Un bassin d'animations aquatiques en plein air
Une usine des traitements des eaux
Un parking

II.8.3. Exemple 3 : Centre de recherche marine de Bali⁵⁷

II.8.3.1. Présentation du projet :

Situation : Bali, Indonésie.

Architectes : AVP architekti

Surface : 2638 m²

Capacité d'accueil : 100 P

Le Marine Research Center Bali Indonesia est une construction unique de 2 500 mètres carrés construite en plein milieu de l'eau de mer afin de comprendre et de faciliter un meilleur programme pour étudier et approfondir les tremblements de terre sous-marins qui provoquent les tsunamis dans l'île indonésienne.

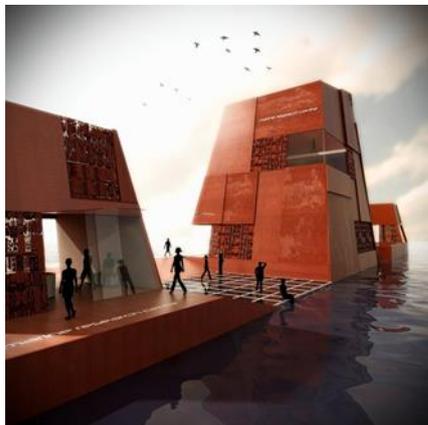


Figure 40: centre de recherche marine de bali, source : www.archdaily.com

II.8.3.2. volumétrie :

⁵⁷ <https://www-archdaily-com.translate.googleusercontent.com/102048/marine-research-center-bali>

la conception est fondamentalement une interaction de solide et de liquide, de terre et de mer. En coupant des vides sur la masse du bâtiment d'origine, ils ont créé plusieurs espaces qui se remplissent naturellement d'eau et d'autre part, des volumes solides se sont manifestés dans le niveau supérieur de la mer. comme des sommets de volcans, reliés au niveau sous-marin.



II.8.3.3. Analyse des plans :

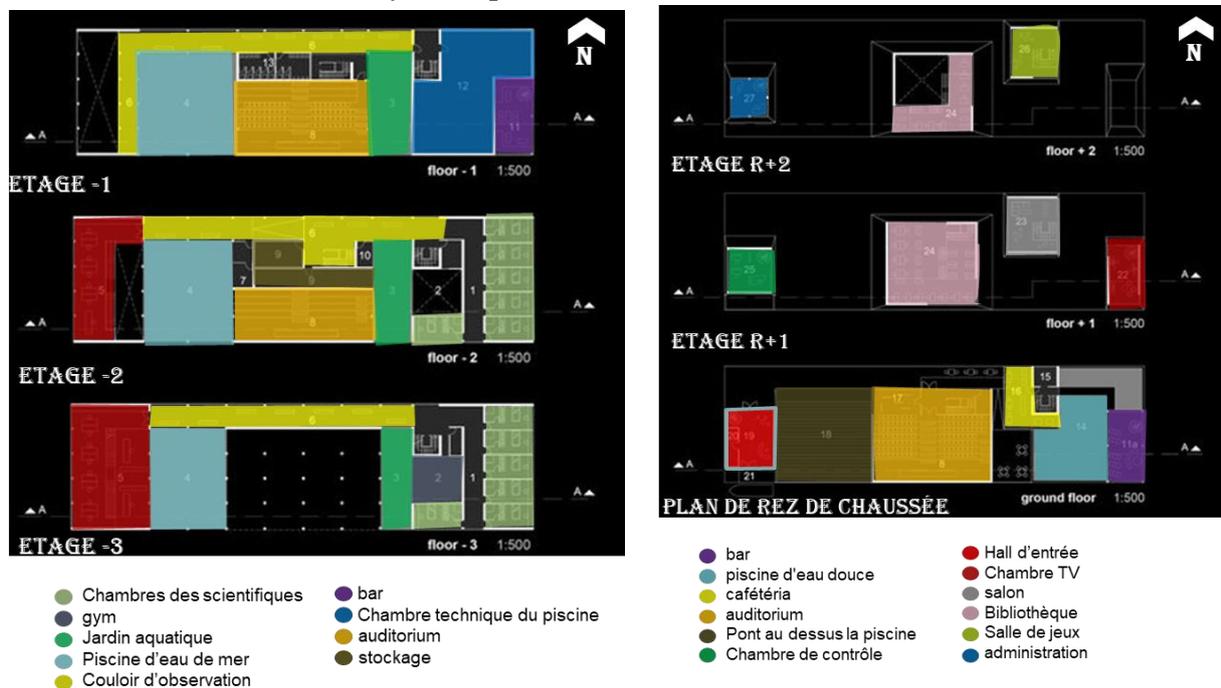


Figure 41: les plans du centre de recherche maritime de bali

Source : <https://www-archdaily-com.translate.goog/102048/marine-research-center-bali>

II.8.3.4. Le programme :

Le programme consistait essentiellement à regrouper toutes les fonctions au sein de la MRC – semi-publique, publique et privée – et à les trier horizontalement dans l'ensemble du bâtiment. Le résultat est une division de base de 3 zones égales qui définissent en même temps la grille structurale.

Hébergement pour les scientifiques
Salle de sport
Jardin aquatique
2 aquariums d'eau de mer

Piscine
Laboratoires
Auditorium
Restaurant

Salle de TV
Bibliothèque

Salle de jeux
Administration

II.8.4. Exemple 4 : Aquarium d'Antalya⁵⁸

II.8.4.1. Présentation du projet :

Les principaux objets du projet Antalya Aquarium sont déterminés avec le désir de disparaître en silhouette et de créer une harmonie avec la topographie. L'aquarium offre une expérience à la fois divertissante et culturelle grâce à plus de 40 présentations de créateurs marines dans un tunnel qui s'étend sur environ 130 m.

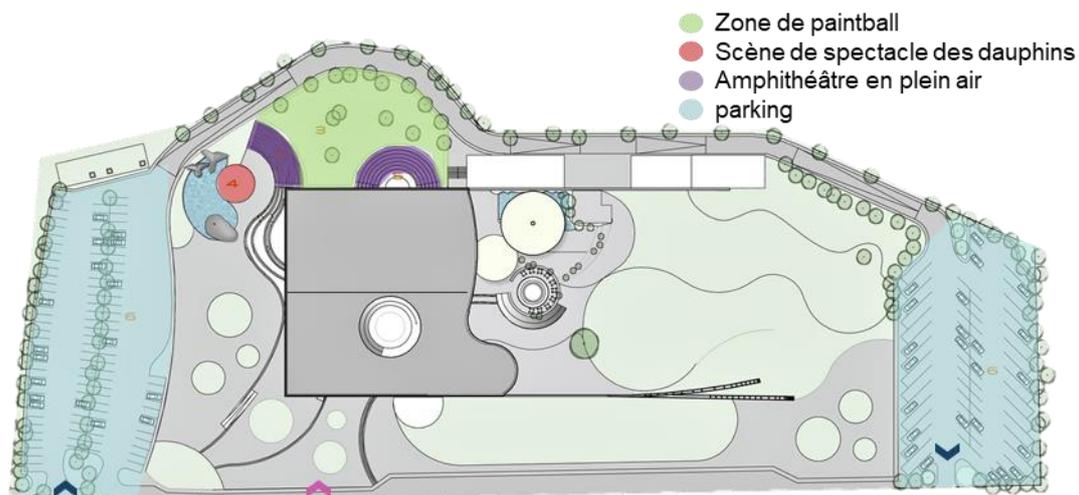


Figure 42 : aquarium d'antalya

Source : www.archdaily.com

II.8.4.2. Plan de masse :

L'aquarium est situé dans le centre de la ville, à environ 70 m de la plage de Konya Alt, a été achevé pour la population croissante de la ville, afin d'assurer une transition naturelle depuis la place environnante, le niveau inférieur est rétracté, créant un espace public ombragé qui protège les invités du soleil brûlant de la région.



II.8.4.3. Analyse des plans :

⁵⁸ www.archdaily.com/477163/antalya-aquarium-bahadir-kul-architects?ad_medium=gallery

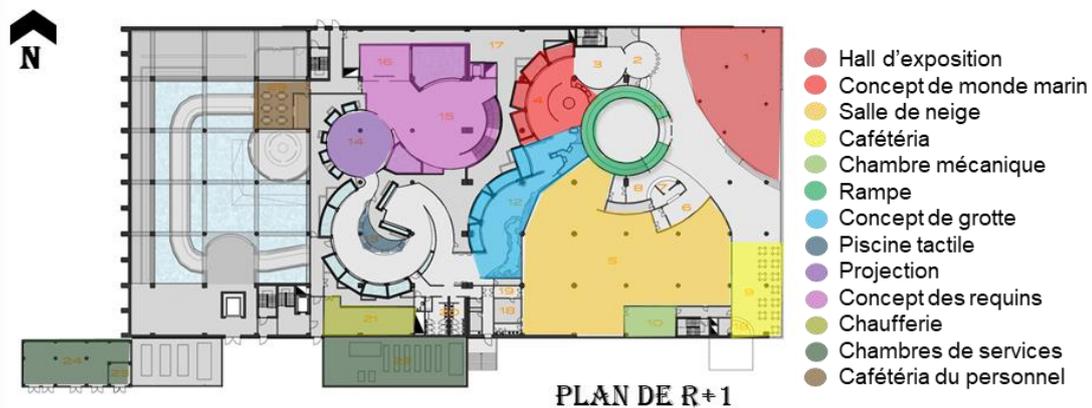
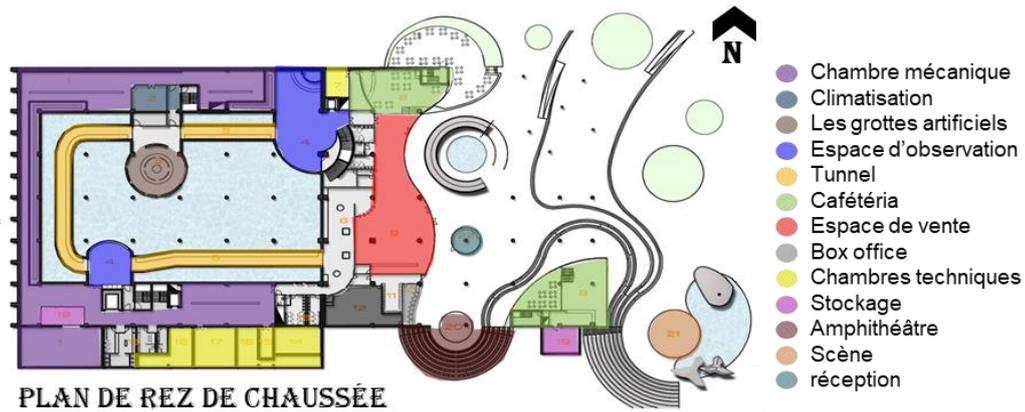


Figure 43: plan RDC et R+1 de l'aquarium d'antalya

Source : www.archdaily.com/477163/antalya-aquarium-bahadir-kul-architects?ad_medium=gallery traité par l'auteur

L'idée principale de la conception d'un aquarium est de renverser la relation entre le niveau du sol et le niveau sous-marin. Par ailleurs, la topographie contribue à créer des volumes souterrains. En retrait du rez-de-chaussée, un espace public ombragé est créé, c'est le point d'approche, de rassemblement et de diffusion du projet d'aquarium. Aussi la coque de cette zone détermine les zones d'information et de restauration rapide, l'amphithéâtre et la billetterie avec ses courbes et ses vagues.

II.8.4.4. Le programme :

Aquarium de 40 concepts

Exposition

Salle de neige

Tunnel

Amphithéâtre

Les réservoirs d'eau (d'incendie, d'eau salés, d'eau propre, ...)

Cafétéria

Bureaux

Cinéma

Commerce

Grottes artificielles

Les chambres de services (stockage, chambre de filtrage, chambre de contrôle, climatisation, chaufferie ...)

II.8.4.5. Analyse de la façade :

La façade fait référence à la nature fluide de l'eau, revêtue de vagues ondulantes de différentes couleurs. Elle est construite par une technique de construction consistant à onduler le béton et utilise également le papier peint comme matériau de finition.



Source : www.archdaily.com/477163/antalya-aquarium-bahadir-kul-architects?ad_medium=gallery

II.8.4.6. Ambiance intérieure



:

Figure 44: ambiance intérieure de l'aquarium d'antalya

Synthèse :

A travers les exemples analysés, une première synthèse comportant des recommandations conceptuelles, a été tiré en fonction :

- ✓ ***Désignation*** : le projet doit être un centre de recherche marine moderne qui répond à toutes les exigences qui combine entre la recherche scientifique et le tourisme avec une bonne maîtrise de la conception des espaces par la création d'un outil pédagogique visant à faire connaître le monde marin pour la présentation de l'écosystème et l'étude des ressources marines.
- ✓ ***Situation*** : il doit être implanté sur un terrain limité au sol marin à côté d'un port avec l'intégration au contexte naturel, historique ou urbain.

- ✓ **Surface et capacité d'accueil** : la surface des exemples analysés varie entre 2700 m² et 22500 m² avec une capacité d'accueil de plus de 2800 visiteurs et chercheurs.
- ✓ **Aspect formel** : l'architecture des équipements en milieu marin consiste à trouver des solutions stratégiques soumis à l'action du vent et de la mer.
- ✓ **Aspect fonctionnel** : d'après l'analyse de programme des 4 exemples, on synthétise cet aspect dans les grandes fonctions suivant : Recherche scientifique, Exposition, Formation, Service, Gestion et loisir.
- ✓ **Aspect spatial** : La différenciation entre les espaces selon les usagers et la liaison entre les différents espaces par des lieux de rencontre et circulation.

Conclusion :

Ce deuxième chapitre m'as permis d'élargir mes connaissances sur un centre de recherche maritime où il a exposé une analyse des exemples thématiques afin de recueillir toutes les notions liées à la conception d'un tel projet et aussi afin de tirer les grandes fonctions de notre projet.

Le présent chapitre représente la première partie de la phase analytique. Tandis que, l'analyse contextuel de mon sujet de recherche sera l'objectif du prochain chapitre.

Chapitre III : Approche programmatique

Introduction :

L'architecture de projet est conçue dans la nécessité de maîtriser une multitude de paramètres liés aux données du site, à l'impact de la thématique et aux exigences des contraintes techniques. Sans négliger le côté formel et esthétique (art de construire). La démarche architecturale est basée sur l'intégration de ces concepts dans mon projet en allant de l'idée de départ du projet jusqu'à sa matérialisation.

Dans ce chapitre on va déterminer un programme qui répond à tous les exigences afin de réaliser un projet selon les normes.

III.1. Définition du programme :

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

La programmation a pour but :

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

III.2. Les usagers « Pour qui ? » :

1. *Les spécialistes* : les chercheurs scientifiques et les conférenciers.
2. *Le public* : les habitants et les touristes.
3. *Le personnel* : Administrateurs, personnels de coordination, d'entretien et de service.

III.3. Les cibles du projet « Pour quoi ? » :

- Offrir au public un très large éventail d'activités touristiques.
- Connaître la richesse du monde marin à travers les recherches maritimes.
- Renforcer le lien entre l'être humain et la mer.
- Régler le problème de déséquilibre des équipements.

III.4. Le programme de base « comment ? » :

Les Fonctions principales :

Recherche scientifique

Culture et formation

Exposition permanente

Accueil, réception et l'orientation

Les Fonctions secondaires :

Service

Loisirs

Administration

Service technique et entretien

III.4.1. Les fonctions principales :

<i>Fonction</i>	<i>Activités</i>	<i>Espaces</i>
<i>Recherche scientifique</i>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Recueillir des données ❖ Décrire ❖ Expliquer ❖ Contrôler ❖ Prédire ❖ Observer des faits et des événements 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Les laboratoires
<i>Exposition permanente</i>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Exposer ❖ Cultiver ❖ Sensibiliser ❖ Découvrir 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Aquarium ❖ Exposition virtuelle ❖ Exposition temporaire ❖ Serre tropical ❖ Musée de la marine
<i>Culture et formation</i>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Se réunir ❖ Projeter ❖ Pratiquer ❖ Cultiver ❖ Découvrir ❖ Eduquer 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Auditorium ❖ Bibliothèque ❖ Médiathèque ❖ Les ateliers ❖ École de plongée sous marin
<i>Accueil, réception et l'orientation</i>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Accueillir ❖ Réceptionner ❖ Orienter 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Hall d'accueil ❖ Réception

Tableau 3: les fonctions principales

Source : auteur

III.4.2. Les fonctions secondaires :

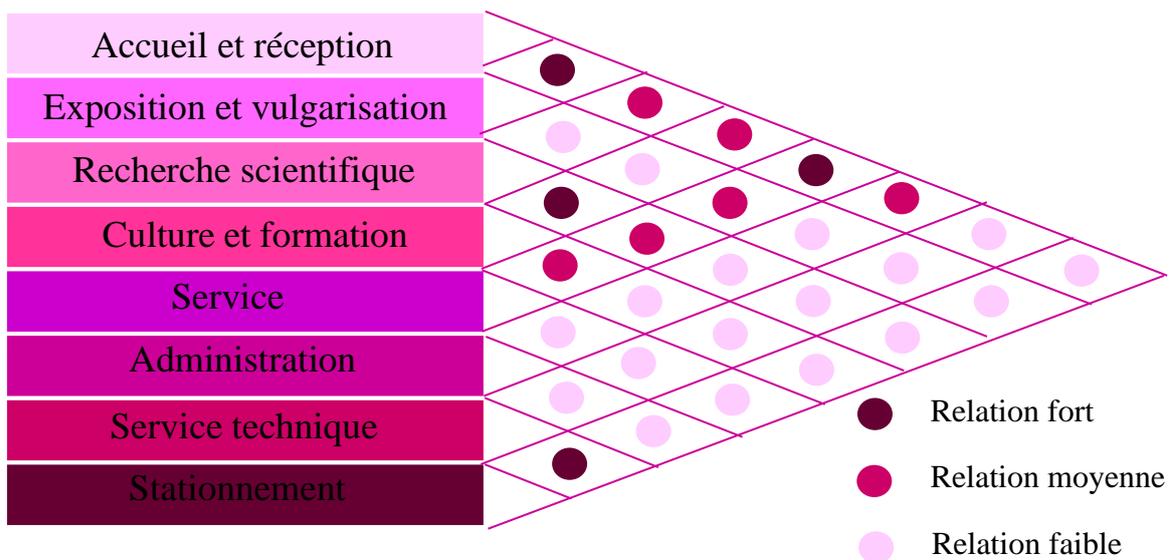
<i>Fonction</i>	<i>Activités</i>	<i>Espaces</i>
<i>Service</i>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Manger, préparer, servir ❖ Acheter, vendre 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Pêcherie ❖ Cafétéria ❖ Boutique souvenirs de
<i>Administration</i>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Gérer ❖ Orienter ❖ Recevoir 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Bureaux

<i>Loisirs</i>	❖ Observer ❖ Détendre ❖ Reposer	❖ Cinéma XD ❖ Bassin d'animation aquatique ❖ Terrasses extérieur
<i>Service technique et entretien</i>	❖ Entretien ❖ Réparer ❖ Contrôler	❖ Locaux techniques ❖ Réservoirs d'eau ❖ Espace de filtration d'eau ❖ Dépôt

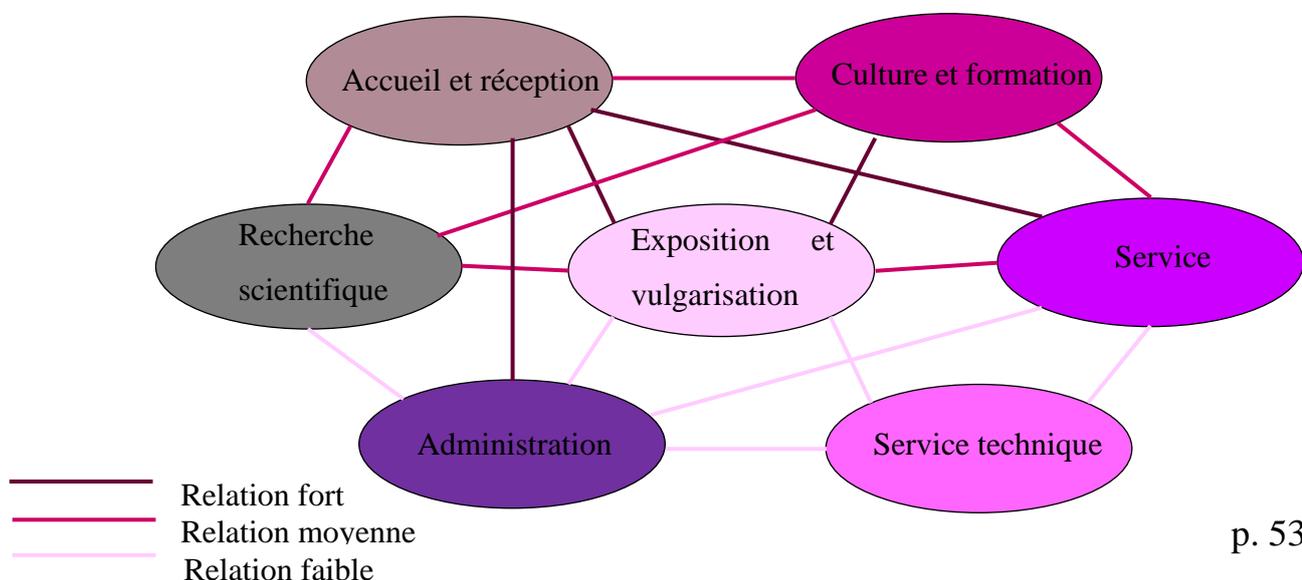
Tableau 4: les fonctions secondaires

Source : auteur

III.5. Matrice fonctionnelle :



III.6. Organigramme fonctionnel :



III.7. Programme spécifique :

<i>Fonction</i>	<i>Espace</i>	<i>Sous espaces</i>	<i>Surface m²</i>	<i>Nb</i>	<i>S. T par espace</i>	<i>Surface totale</i>
<i>Accueil et réception</i>	<i>Hall d'accueil</i>	Hall d'accueil	800	1	800	857
		Réception	25	1	25	
		Sanitaire	16	2	32	
<i>Exposition et vulgarisation</i>	<i>Exposition permanente</i>	Aquarium géant	1500	2	3000	4450
		Galerie d'aquarium d'eau douce	500	1	500	
		Serre tropical	220	1	220	
		Musée de la marine	580	1	580	
	<i>Exposition virtuelle</i>	Espace d'image virtuelle et d'animation 3D.	150	1	150	
<i>Recherche scientifique</i>	<i>Les laboratoires</i>	Labo de la flore marine	200	1	200	749
		Labo de la faune marine	200	1	200	
		Labo microbilologique	100	1	100	
		Labo d'analyse des eaux de mer	140	1	140	
	<i>Les laboratoires</i>	Vestiaire	12	2	24	
		Stockage	30	1	30	
		Chambre froide	30	1	30	
		Bureau du gérant	15	1	15	
		Secrétaire	10	1	10	
		Salle de conférence	390	1	390	

<i>Culture et formation</i>	<i>Auditorium</i>	La scène	150	1	150	617	
		Salle des conférenciers	25	1	25		
		Salle de contrôle	20	1	20		
		Sanitaire	6	2	12		
		Stockage	20	1	20		
	<i>Bibliothèque multimédia</i>	Salle de lecture	180	1	180	550	
		Salle d'informatique	90	1	90		
		Espace de rayonnage	150	1	150		
		Espace de prêt	30	1	30		
		Vidéotheque	60	1	60		
		Stockage	40	1	40		
	<i>École de plongée sous marin</i>	Piscine	500	1	500	573	
		Vestiaires + douches	16	2	32		
		Dépôt de matériel	25	1	25		
		Bureau des maîtres	16	1	16		
	<i>Les ateliers</i>	Atelier de pêche	170	1	170		
	<i>Culture et formation</i>		Atelier sous marin	170	1	170	580
			Atelier ramendage-matelotage	210	1	210	
			Stockage	30	1	30	
<i>Clubs</i>		Club de protection de la faune et la flore marine	80	1	80	160	

		Club de découverte des fonds marins	80	1	80	
Service	<i>Boutiques</i>	Boutique de vente d'aquarium	50	1	50	100
		Boutique du sport nautique	50	1	50	
	<i>Pêcherie</i>	Salle de consommation	300	1	300	468
		Cuisine	85	1	85	
		Stockage	30	1	30	
		Chambre froide	20	1	20	
		Vestiaires	9	2	18	
		Espace de service	15	1	15	
	<i>Cafétéria</i>	Cuisine	50	1	50	328
		Stockage	12	1	12	
		Vestiaire	8	2	16	
		Espace de consommation	250	1	250	
	<i>Coffee bar</i>	Espace de préparation	20	1	20	210
		Espace de consommation	190	1	190	
<i>Administration</i>	<i>Bureaux</i>	Bureau directeur	60	1	60	500
		Bureau secrétaire	15	1	15	
		Bureau d'assistance	15	1	15	
		Bureau comptable	25	1	25	
		Bureaux « open space »	200	1	200	

		Salle d'archive	20	1	20	
		Salle de réunion	60	1	60	
		Salle de regroupement	80	1	80	
		Bureau de surveillance	25	1	25	
<i>Service technique et entretien</i>	<i>Locaux techniques</i>	Depot	100	1	100	1505
		Atelier de maintenance	80	1	80	
		Groupe électrogène	20	1	20	
		Salle blanche	25	1	25	
		Climatisation	40	1	40	
		Réservoir d'eau d'incendie	60	1	60	
		Réservoir d'eau douce	60	1	60	
		Réservoir d'eau de mer	100	1	100	
		Salle d'alimentation	80	1	80	
		Salle de traitement et filtration d'eau de mer	200	1	200	
		Climatisation d'aquarium	20	1	20	
		Espace de filtration d'aquarium	700	1	700	
		Sanitaire	10	2	20	
<i>Stationnement</i>	<i>Parking sous sol</i>	25 places de stationnement	5*2.5	25	375	375

Tableau 5: programme spécifique

Source : auteur

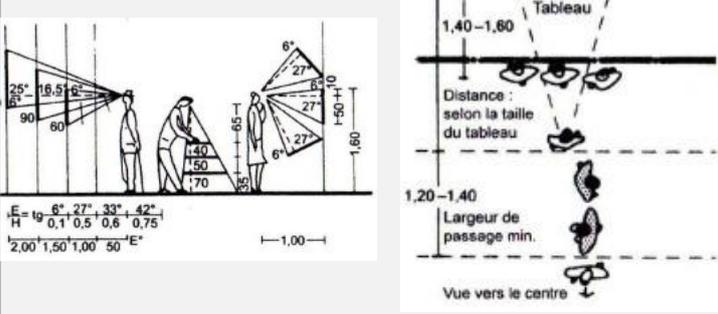
<i>Surface totale</i>	12022 m ²
<i>Circulation 20%</i>	2404.4 m ²
<i>Surface bâti</i>	16782.8 m ²
<i>Place de parking</i>	70 palces extérieur + 25 places au sous sol

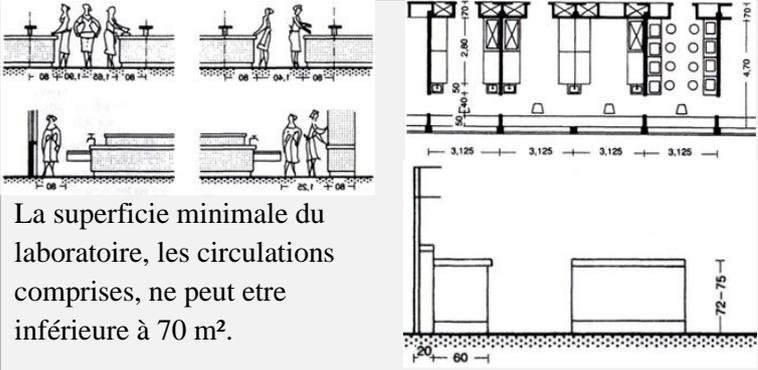
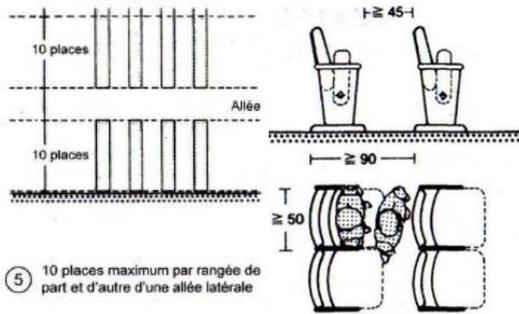
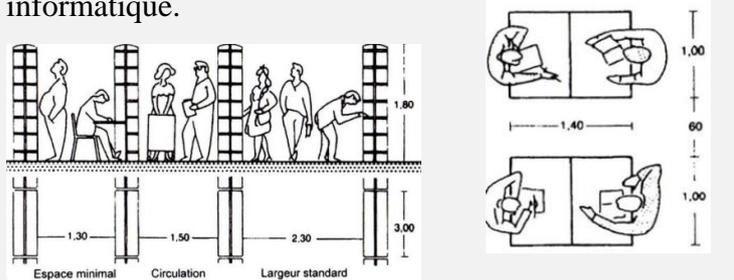
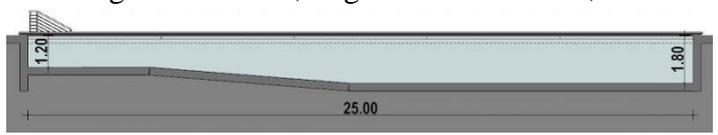
La capacité d'accueil :

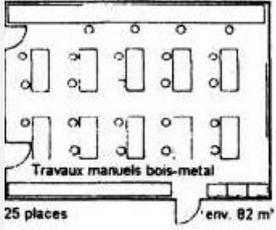
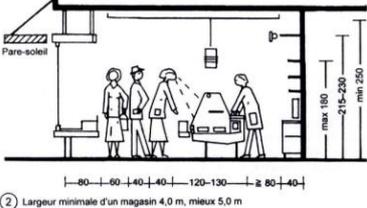
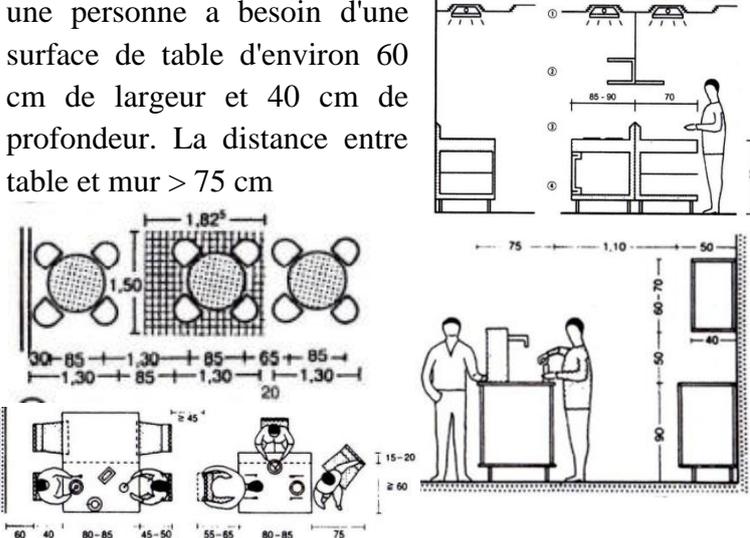
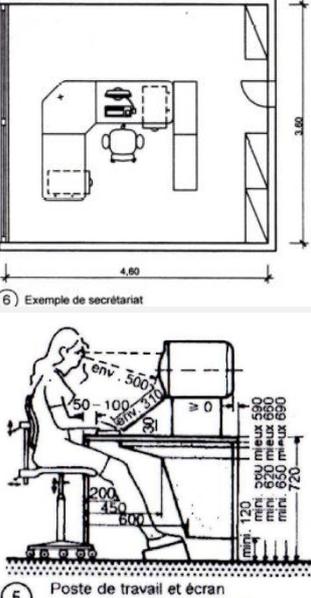
L'échelle d'appartenance de mon projet est régionale, et D'après les exemples analysés et selon la réglementation des établissements recevant du public (ERP) on a 5 m² par personne de la surface totale dans un centre pareil. La surface totale de batiment est : 12022 m² donc la capacité d'accueil est 2000 personnes entre chercheurs, touristes et personnels.

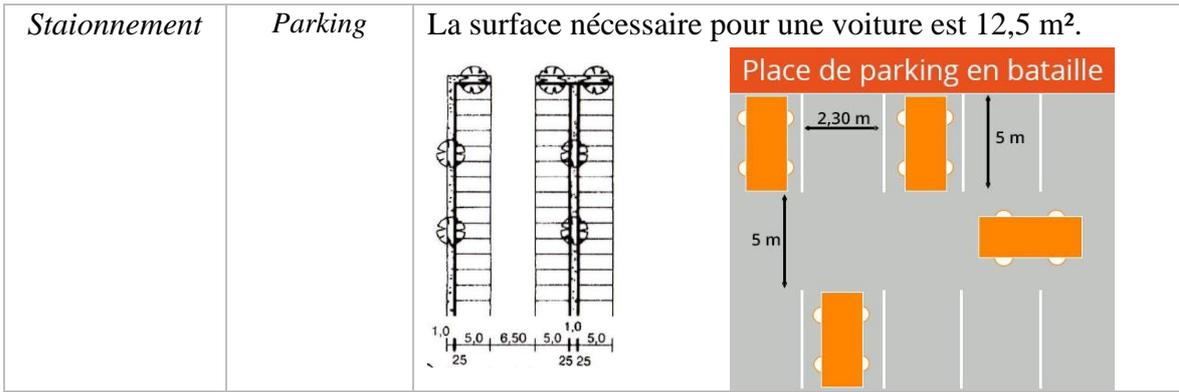
III.8. Le programme normatif :

Il présente l'ensemble des normes à respecter lors de la conception des espaces. Ces normes sont des dimensions et des mesures calculées à partir des ratios qui nous résultent des espaces proportionnelles et fonctionnelles.

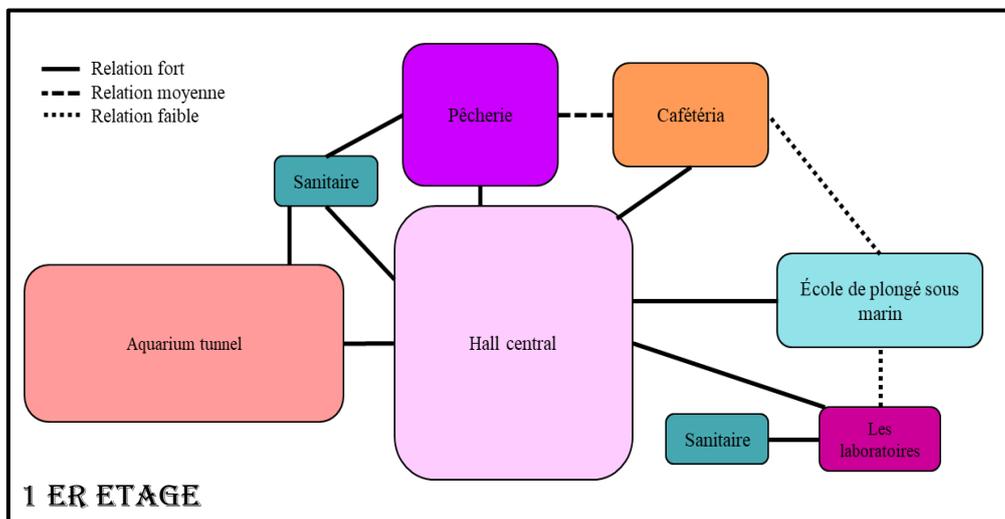
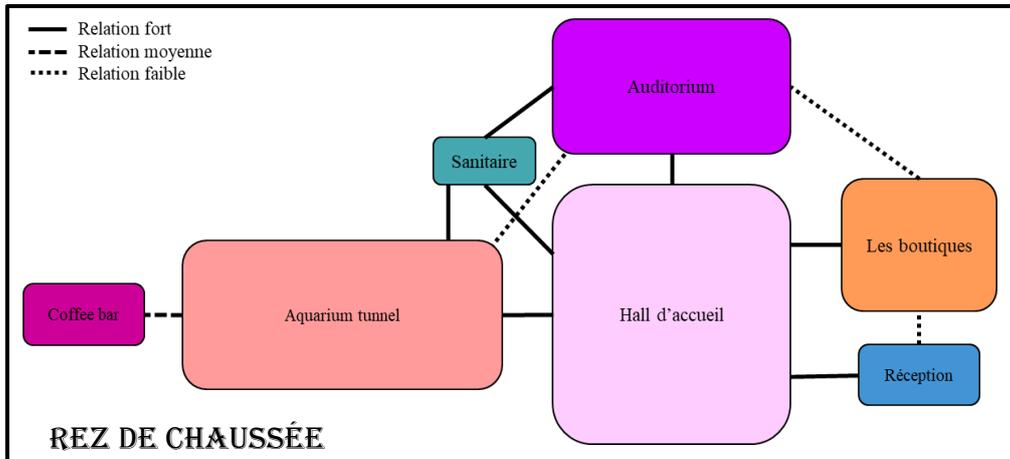
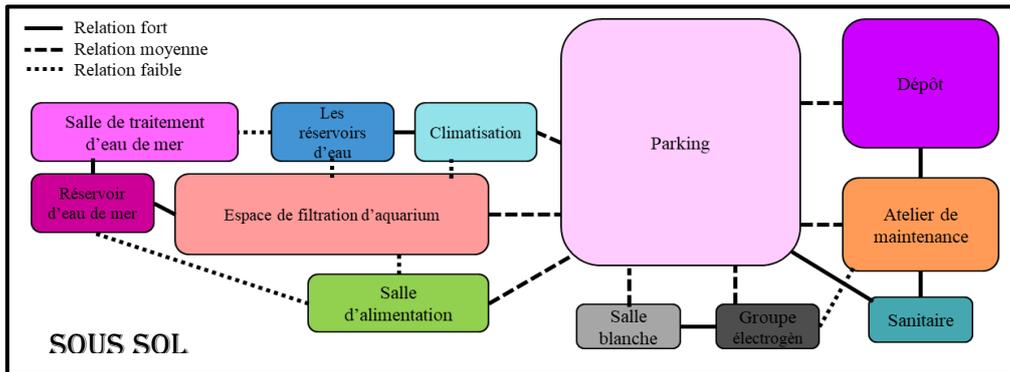
<i>Fonction</i>	<i>Espace</i>	<i>Exigences</i>
Accueil et réception	<i>Hall d'accueil</i>	Hall de réception d'une superficie entre 15 et 25 % de l'emprise au sol du bâtiment.
Exposition et vulgarisation	<i>Aquarium géant</i>	<p><5 cm → 1 poisson pour 5L</p> <p>5 à 8 cm → 1 poisson pour 7 à 8 L</p> <p>8 à 10 cm → 1 poisson pour 10 à 20 L</p> <p>10 à 15 cm → 1 poisson pour 30 L</p>
	<i>Musée de la marine</i>	Nb des usagers x 0.5 m ² / prs +surface d'élément exposé+ valeur de la circulation.
	<i>Espace d'image virtuelle et d'animation 3D.</i>	

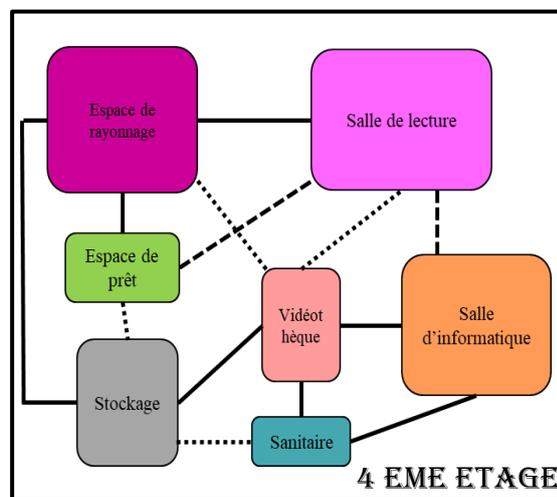
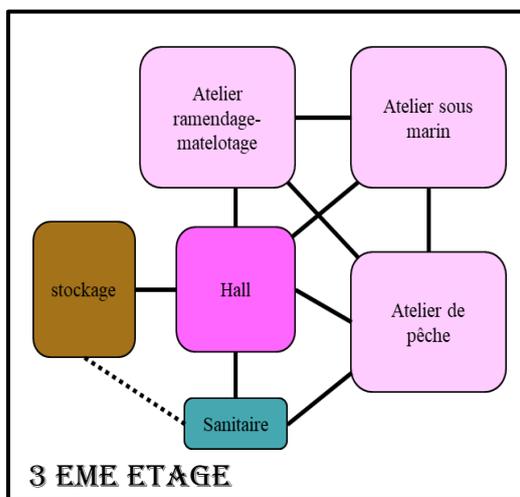
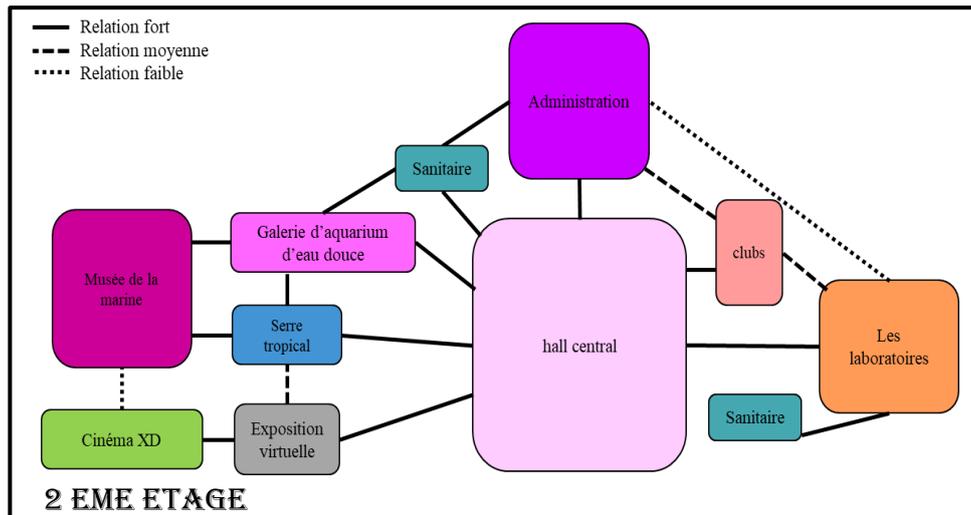
<p>Recherche scientifique</p>	<p><i>Les laboratoires</i></p>	 <p>La superficie minimale du laboratoire, les circulations comprises, ne peut être inférieure à 70 m².</p> <p>La superficie se détermine en fonction de plusieurs paramètres : le nombre de personnes, le volume occupé par le matériel et l'ameublement (il faut prévoir un espace libre de 2m entre un PSM et un mur) et aussi les espaces de circulations (il faut respecter une distance de 1 m entre un poste de travail et un meuble, un mur ou un passage).</p>
<p>Culture et formation</p>	<p><i>Auditorium</i></p>	<p>Il faut compter: 0,5 m² / spectateur pour les spectateurs assis × le nombre de spectateurs + la surface de circulation.</p> 
<p>Culture et formation</p>	<p><i>Bibliothèque multimédia</i></p> <p><i>Bibliothèque multimédia</i></p>	<p>Circulations > 1,20 m de large, distance entre rayonnages jusqu'à 1,30-1,40 m au maximum.</p> <p>Surface de 2,5 m² par place de lecture/travail et une surface supérieure à 4 m² par poste individuel informatique.</p> 
	<p><i>École de plongée sous marin</i></p>	<p>À 0,84 m devant le bout du plongeoir, la profondeur de la piscine doit être supérieure à 3,05 m</p> <p>Une longueur de 25 m, largeur des couloirs 2,5 m</p> 

	<p><i>Les ateliers</i></p>	<p>Il faut compter la surface de l'ameublement, le nombre de places et la surface de circulation.</p> <p>Selon Neufert la surface d'un atelier de pratique pour 20 places est environ 80m².</p>	 <p>Travaux manuels bois-metal 25 places env. 82 m²</p>
	<p><i>Clubs</i></p>	<p>Pour les Bancs : 1 Pers. / 0,5 m. Linéaire</p>	
<p><i>Service</i></p>	<p><i>Boutiques</i></p>	<p>Pour un magasin spécialisé d'une seule famille de produits, la surface du boutique doit être entre 50 et 500 m².</p>	 <p>② Largeur minimale d'un magasin 4,0 m, mieux 5,0 m</p>
	<p><i>Pêcherie et cafétéria</i></p>	<p>une personne a besoin d'une surface de table d'environ 60 cm de largeur et 40 cm de profondeur. La distance entre table et mur > 75 cm</p>	
<p><i>Administration</i></p>	<p><i>Bureaux</i></p>	<p>Pour calculer la surface d'un bureau il faut chercher :</p> <p>Les surfaces des meubles et la valeur de la circulation.</p>	 <p>⑥ Exemple de secrétariat</p> <p>⑤ Poste de travail et écran ergonomiques, avec table fixe.</p>



III.9. Les organigrammes Spatiaux :





Conclusion :

Ce chapitre a présenté la programmation quantitative et qualitative d'un centre de recherche et de rayonnement maritime ou j'ai défini la taille de l'équipement, le rôle, la capacité d'accueil et la définition précise des fonctions principales et secondaires

Après avoir effectué l'analyse programmatique, j'ai établi les organigrammes spatiaux et fonctionnels ; qui va m'aider dans la phase de la conception et de la projection du projet architectural.

Chapitre IV : Analyse contextuelle

Introduction :

« Chaque ville a son histoire, sa personnalité, ses structures économiques et sociales. La nature des problèmes varie donc d'une ville à l'autre, comme d'un quartier à un autre... car une ville, c'est de l'histoire cristallisée en formes urbaines » JEAN-PAU LACAZE.

IV.3. Choix de la zone d'intervention « le port de Honaine »

- La proximité de la plage et du port.
- Elle offre un potentiel important dans le domaine aquatique par sa richesse de l'espèce marine apporté de l'ouest par un courant qui venant de gibraltar et qui tient essentiellement à sa situation à l'extrême ouest du pays.
- L'avantage d'un plateau continental large à l'ouest.
- Offrent de larges possibilités pour le développement de l'activité touristique.
- Sa position géographique qui est loin des nuisances urbaines.

IV.4. SITUATION DE LA COMMUNE :

La Daïra de Honaine occupe la partie nord-est de cette zone des Traras orientaux, limitée à l'est par la Daïra de Beni Saf dans la wilaya de Ain Temouchent, limitée au Nord par la mer, à l'ouest par les dairates de Nedroma et de Ghazaouet et au Sud par la Daïra de Remchi dont elle faisait partie avant le découpage administratif de 1991 ⁶⁵.



IV.5. Climatologie de Honaine :

La zone présente un climat méditerranéen avec une pluviométrie moyenne de l'ordre de 350-400 mm par an et de 500 mm par an les meilleures années.

En hiver, la température moyenne oscille autour de 10° c avec un minimum de 6°c On note l'absence de gelée, et une humidité importante de l'air due à l'influence maritime.

En Eté par contre la température oscille autour de 26°c. Avec des températures oscillantes entre 20 et 30°c, exceptionnellement maximales de l'ordre de 40°c.

Les vents dominants sont ceux provenant des secteurs Est nord Est (E.N.E.) et Ouest-sud ouest (W.S.W.)

Le climat est donc très propice au développement des activités de tourisme, de convalescence des malades ET de réoxygénation des sportifs ⁵⁹.

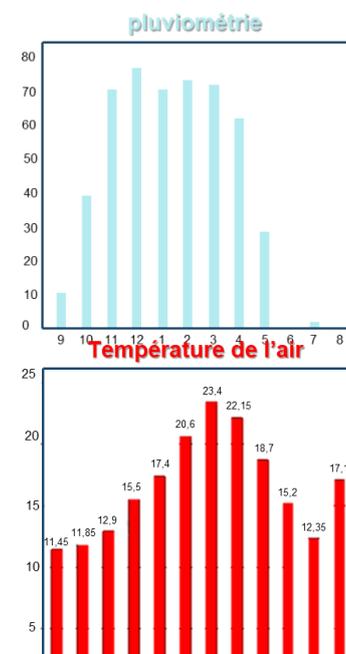


Figure 45: climatologie de honaine

Source : google et traité par l'auteur

⁵⁹ Rapport PDAU 1er phase PDF

IV.6. Les équipements existants :

IV.6.1. Habitat :

La commune compte un grand nombre de logements anciens à rénover ou à démolir, mais bien qu'il n'existe aucun bidonville, la qualité du bâti est très médiocre, du fait des contraintes juridiques liées à l'absence de documents attestant l'authenticité de la propriété, et donc de la généralisation des constructions illicites liées à ce phénomène.⁶⁰

IV.6.2. Equipements publics :

D'après cette carte et ce tableau qui montrent la répartition de l'habitat et les équipements existants, on remarque que l'habitat individuel prédomine la structure de la ville et qu'il y a un manque au niveau d'équipement de loisir, culture maritime et touristique⁶².

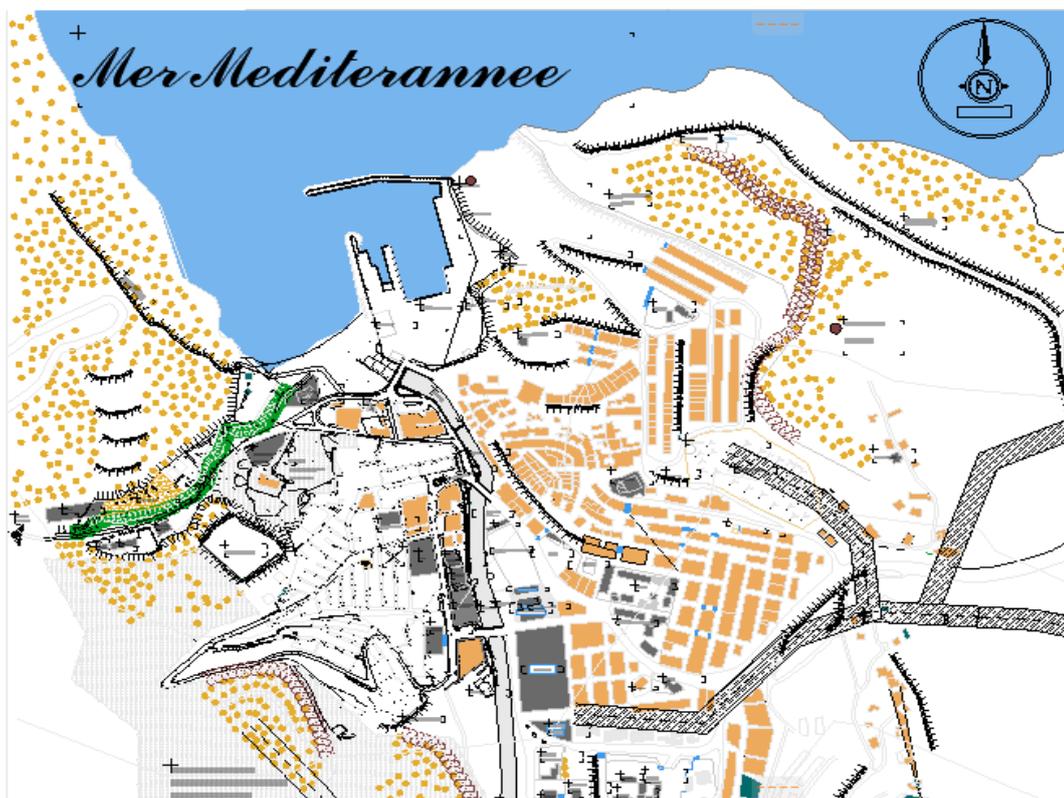


Figure 46: la répartition de l'habitat et les équipements existants

Source : plan de PDAU traité par l'auteur

IV.8. Analyse du terrain :

IV.8.1. Situation de terrain :

⁶⁰ Rapport PDAU 1^{er} phase PDF

Le site est situé au nord-ouest de la commune de Honaine, wilaya de Tlemcen, aux limites du port de la ville.

IV.8.2. Les limites du terrain et gabarits :

- Au nord : par la montagne de Sidi Brahim.
- Au sud : par le port de pêche.
- À l'ouest : par la mer méditerranée.
- À l'est : par les habitations.

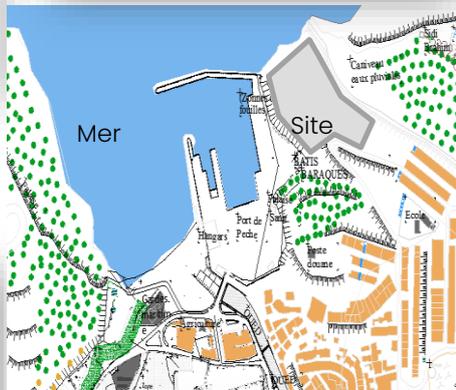
La hauteur des constructions avoisinantes, ne dépassent pas un gabarit de R+3. Ainsi, il y a des constructions qui bénéficient d'un entre sol grâce à la morphologie du site qui le permet.



La mer



La montagne de Sidi Brahim.



Le port de pêche



La voie et les habitations

Figure 47: les limites du terrain

Source : l'auteur

IV.8.3. Système viaire :

Le terrain est accessible du côté sud par 2 voies mécaniques d'un flux moyen, dérivées d'une voie à forte circulation mécanique puisqu'elle représente l'accès principale de la ville de Honaine.

Le terrain est accessible aussi par une voie piétonne d'un flux moyen qui est en relation avec la quantité différente des passants qui dépend des jours de la semaine et ainsi les différentes saisons.



Figure 48: carte de système viaire

Source : plan de pdau traité par l'auteur

IV.8.4. Analyse climatique et visibilité du terrain :

Course du soleil d'été



Course du soleil d'hiver



Figure 49: Ensoleillement du terrain

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

- ✓ On remarque que le terrain est bien ensoleillé dans toutes les saisons puisqu'il n'existe pas de mitoyennetés qui engendrent des obstacles solaires dans les 4 côtés du terrain (nord-est-ouest-sud).
- ✓ Le Terrain est bien visible à partir du nord, sud et l'est. Et il offre une vue panoramique dans le côté ouest qui donne sur la mer méditerranée.

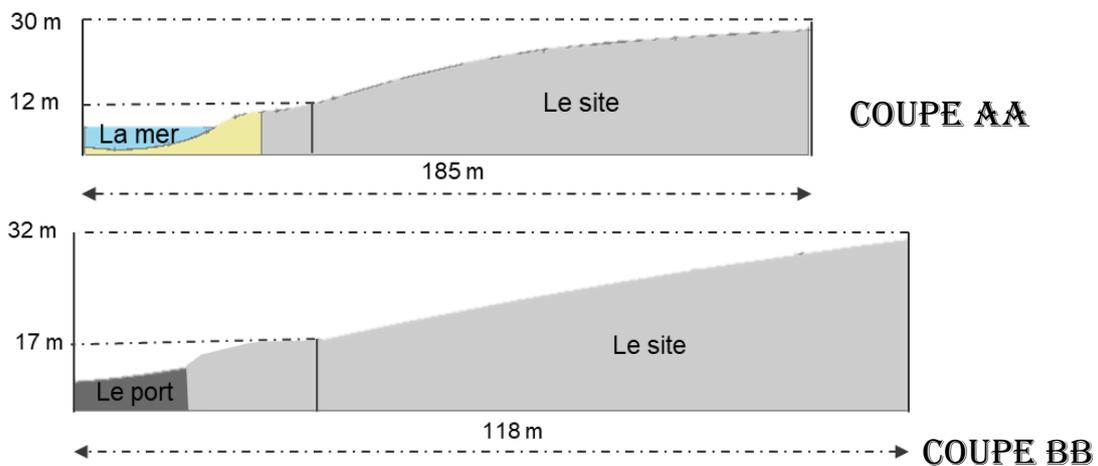
IV.8.5. La morphologie et la nature topographique du terrain :



Le site d'intervention est de forme irrégulière, il s'étend sur une assiette de 18426.51 m².

Le site d'intervention est positionné sur un support accidenté.

- La dénivelé AA : 18 m d'un pourcentage de 9,72%
- La dénivelé BB : 15 m d'un pourcentage de 12,71%



IV.8.6. Analyse swot :

Forces :

- Terrain bien accessible.
- La topographie du terrain.
- Zone pittoresque.
- Le site a une valeur archéologique, historique, culturelle et touristique.
- La forte visibilité et lisibilité du terrain.
- Ouverture du site sur la mer.
- Présence des perspectives paysagères.
- Le site assure l'articulation entre la ville et la mer.

Faiblesses :

- Absence de développement de tourisme culturel.
- Absence d'éléments de convivialité urbaine

- Manque d'équipements de nécessité et d'activités socioculturelles.

Opportunités :

- Une vue panoramique sur l'extérieur du fragment qui offre une bouffée d'air et un paysage urbain naturel.
- Monuments patrimoniaux.

Menaces :

- Affaiblissement du tourisme.
- La négligence des espaces publics.
- Le manque d'espace de stationnement.
- Manque de transport dans la ville.
- Absence d'une recherche archéologique et architecturale.

Conclusion :

Ce chapitre a présenté l'analyse du terrain choisi. Cette analyse a permis d'évaluer les besoins du site, de prendre des décisions vis-à-vis l'intégration du projet dans le terrain et d'avoir une vue d'ensemble sur les potentialités et les points faibles du site afin de mieux le valoriser pour créer l'attraction touristique.

Chapitre V :
Conception architecturale

Introduction :

Ce chapitre se concentrera d'abord sur les décisions prises à la suite de la programmation architecturale et de l'analyse contextuelle pour répondre aux besoins des usagers. Dans un second temps, il expliquera la projection architecturale et la conception du projet, de l'idée à la concrétisation, en utilisant les différentes données théoriques reçues, et en mettant l'accent sur les structures préfabriquées, l'enveloppe du bâtiment ; et les CES pour avoir une configuration architecturale d'un bâtiment « architecture des systèmes ».

V.1. Les décisions :

V.1.1. Morphologie :

Le terrain est positionné sur un support accidenté, ce qui mène à la création de trois plates formes de 4,5 de hauteur c'est la hauteur d'un étage.

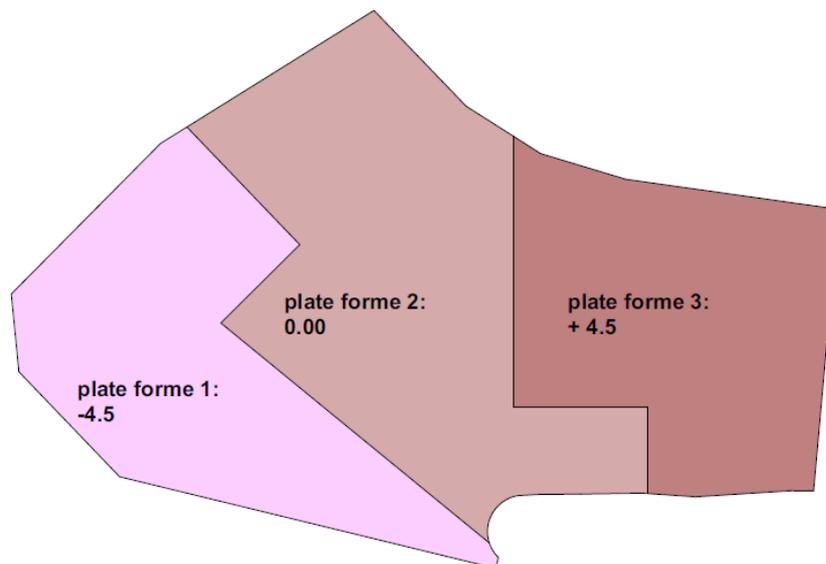


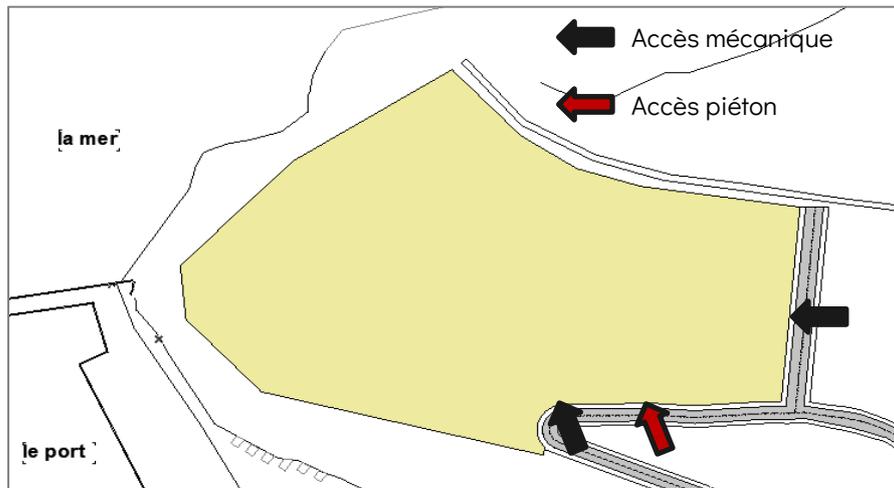
Figure 50: plates formes de terrain

Source : auteur

V.1.2. Les accès :

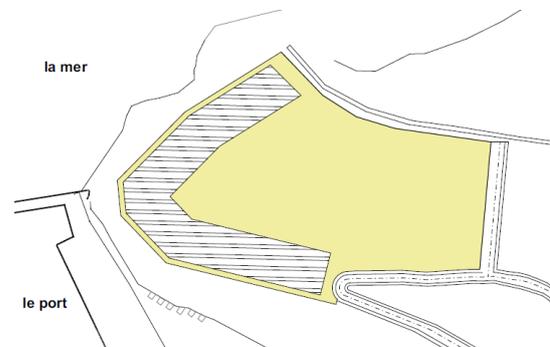
Puisque le terrain est accessible d'un seul côté, j'ai projeté une deuxième voie mécanique à l'est pour permettre la création de plusieurs accès et pour faciliter l'accessibilité à notre projet. Donc, J'ai placé l'accès mécanique au parking extérieur dans la plate forme la plus

haute à l'est. Et un autre accès mécanique au sous sol dans la plate forme la plus basse. J'ai créé l'accès principal du projet au sud est, dans la plate forme intermediaire.



V.1.3. Le recul :

On a un recul au sud et à l'ouest qui donne sur la mer et le port en raison de sécurité et afin de matérialiser notre projet.

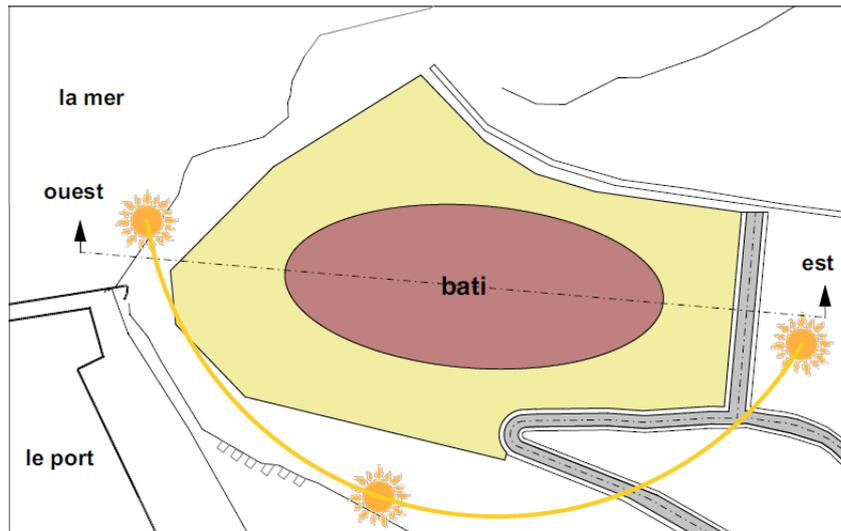


V.1.4 Implantations et orientation :

- ✓ Afin de mettre en place et de positionner le bati de mon projet d'une manière correcte, je m'appuie sur des préconisations issues d'analyse de terrain.

J'ai donc construit mon projet selon un axe compositionnel est-ouest et avec une intégration par centralité. On peut définir cet aspect d'intégration comme un élément articulateur et organisateur qui a pour but :

- Liberté de mouvement
- Écart visuel
- ✓ J'ai orienté le bâtiment nord-sud sur l'axe est-ouest pour réduire les forces du vent et pour obtenir un bon ensoleillement.



V.2. Schéma de principe :

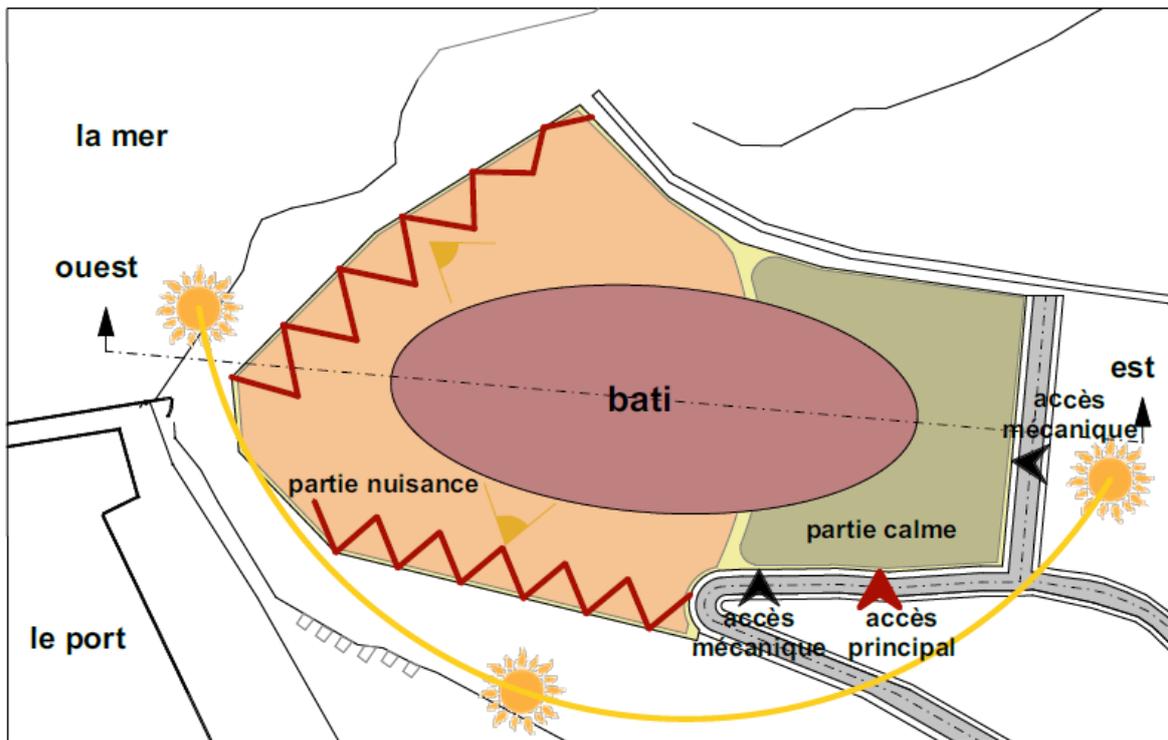


Figure 51: schéma de principe

Source : auteur

V.3. Zoning :

- J'ai placé la fonction de la recherche scientifique à l'est dans la partie la plus calme, et les activités communes au sud et à l'ouest qui donne sur le port et qui présente une partie nuisance.

- J'ai profité de recul dans le coté du port et de la mer pour projeter des bassins de spectacle extérieur.

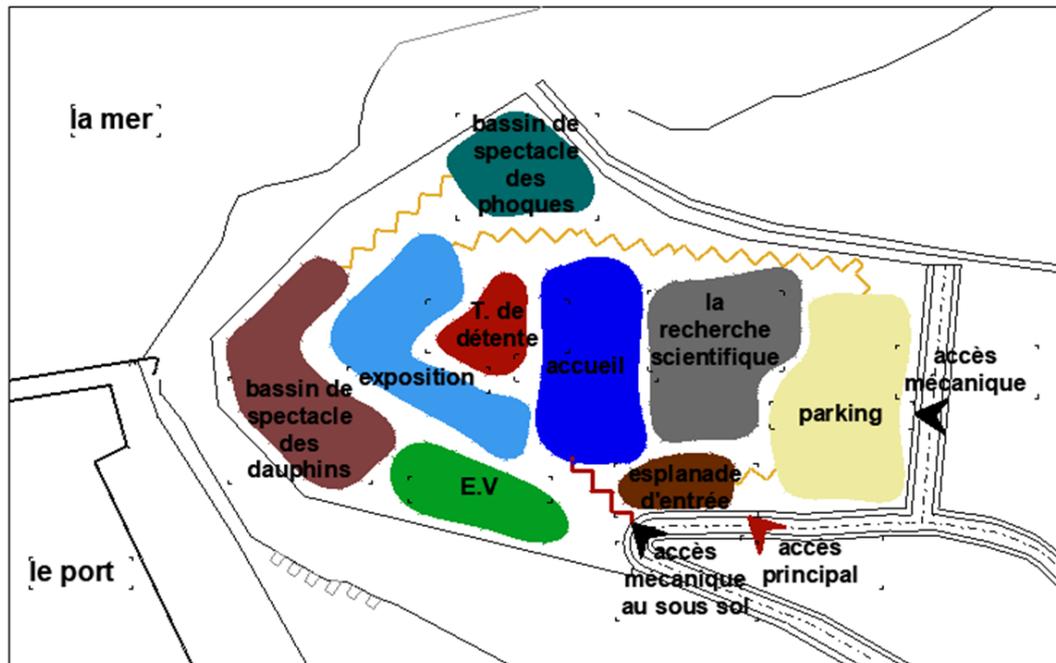
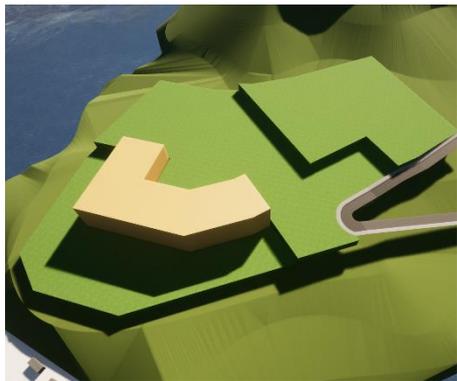


Figure 52: zoning

Source : auteur

V.4. Développement de la forme et la volumétrie :

Description	2D	3D
<p>J'ai implanté le premier volume réservé à l'exposition sur la plate-forme la plus basse, dont la forme épouse les limites du terrain pour mieux profiter de vues panoramiques sur la mer et le port.</p>		

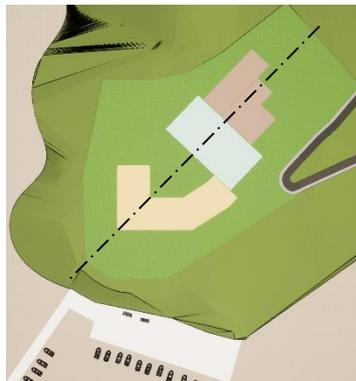
Ensuite J'ai placé le deuxième volume, réservé à la recherche scientifique, sur la plate-forme la plus élevée et la partie la plus calme du terrain, avec une forme basique carrée, et je l'ai intégré dans une orientation qui bénéficierait au projet d'une bonne orientation vers la mer.



Après on vas deviser ce carré en formes rectangulaires et avec des décrochements linéaires pour dégager de belle vue sur la mer et pour profiter d'un bon ensoleillement.



La liaison du 1^{er} et 2^{-ème} volume est assuré par un 3^{-ème} volume réservé à l'accueil et au service dans la plate forme intermediaire reliant l'espace public extérieure et intérieure, et assurant une relation spatiale et fonctionnelles entre les 2 autres volumes.



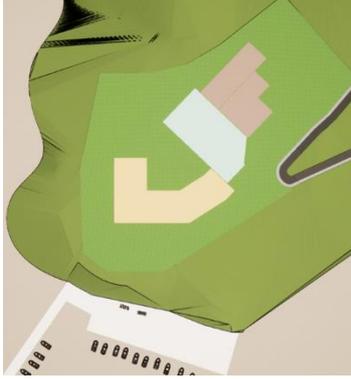
<p>J'ai créé un recul au niveau du volume centrale pour marquer l'entrée principale.</p>		
<p>Enfin, j'ai ajouté des terrasses en porte à faux face à la mer et au port pour mieux profiter des espaces extérieurs en hauteur.</p>		

Tableau 6:developpement de la volumétrie

Source : auteur

Résultat final de la volumétrie :

C'est une composition volumétrique avec un jeux de volumes en gradin pour mieux s'intégrer avec la morphologie du terrain et le milieu naturel.

V.5. Descriptif des plans :

Plan de masse :

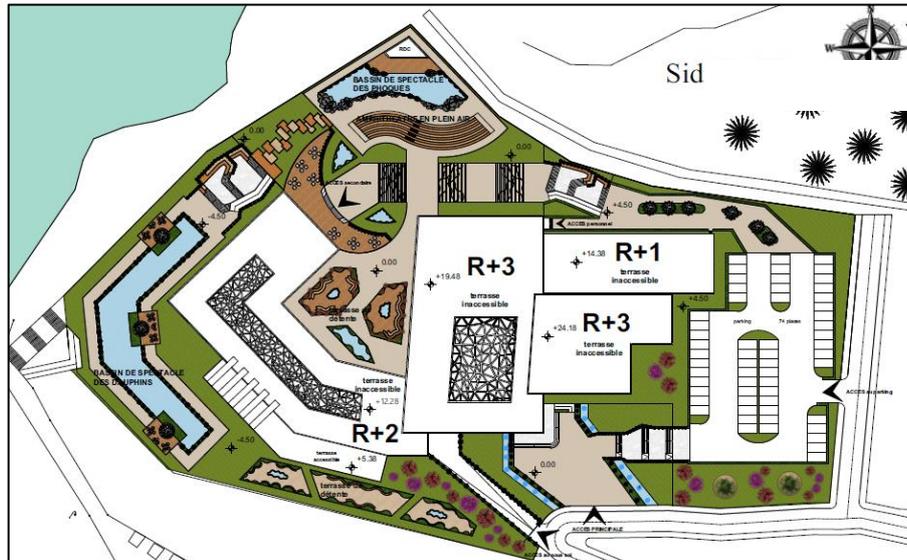
Le centre de recherche et de rayonnement maritime se développe en 5 niveaux avec un sous sol, j'ai divisé le terrain en 3 plates formes :

- La plus haute pour la recherche scientifique, la formation et la culture.
- L'intermédiaire pour l'accueil et les différentes expositions
- La plus basse pour le bassin d'aquarium.

Le projet est accessible au public à partir de deux accès, Un accès principal sur la voie est sud, Un deuxième accès au nord est pour l'aquarium tunnel

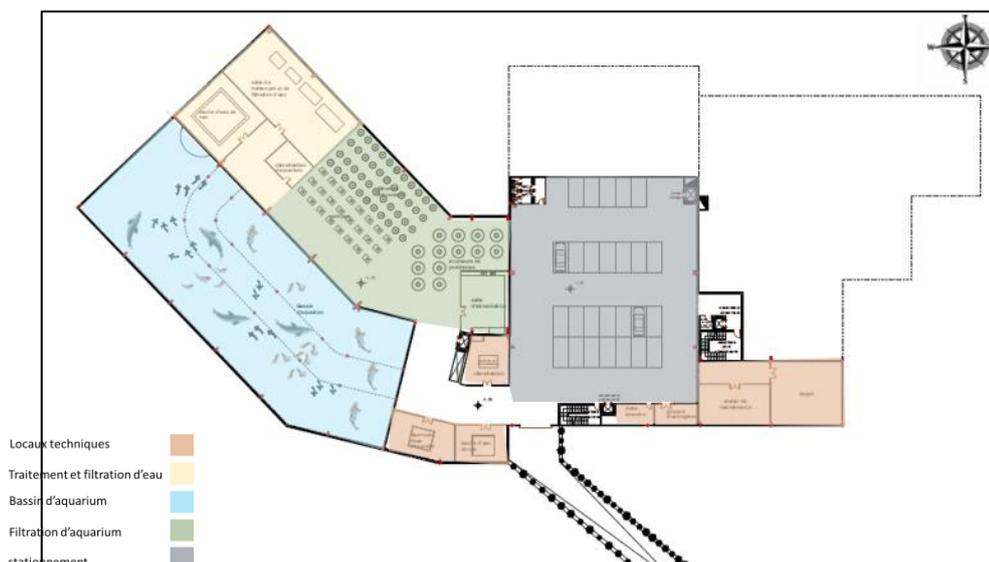
On 'a un accès mécanique au parking extérieur pour le public et un autre accès au sous sol pour le personnel et les chercheurs.

- Les espaces extérieurs présentent le prolongement des fonctions à l'intérieur : dont on trouve les bassins d'animations, les terrasses de détente et les espaces verts.



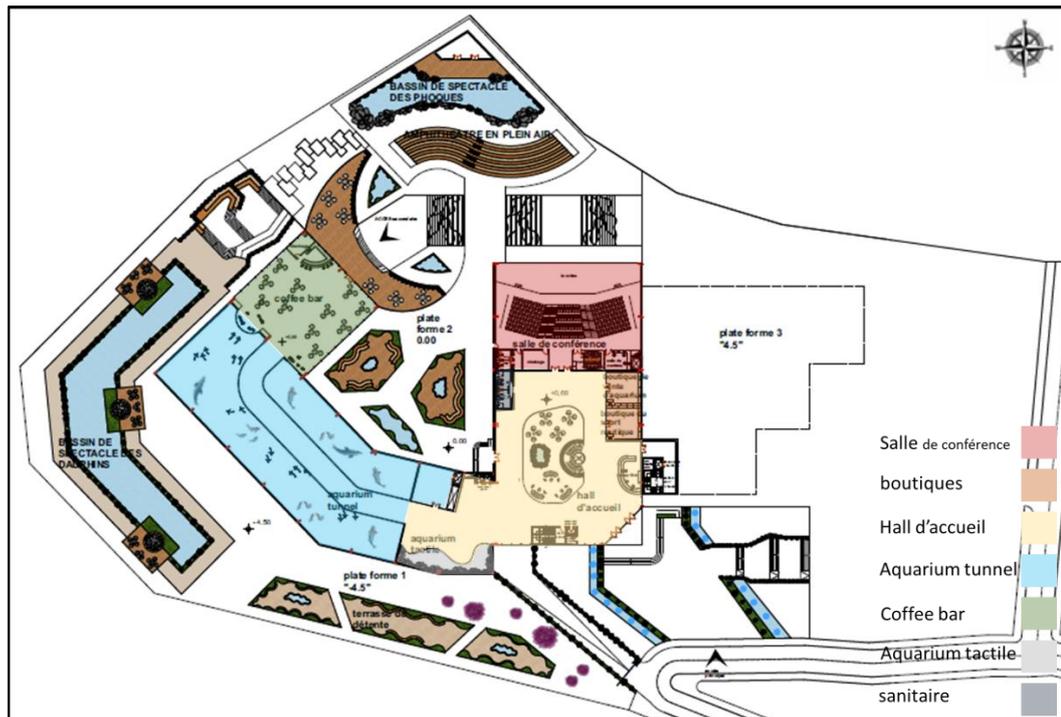
Sous sol :

- Réservé aux espaces de dépôts et de stockage reliés avec les étages par des monts charges.
- Il contient plus de 20 places de stationnement de voiture pour le personnel.
- Il est relié avec les étages par un escalier et ascenseur accessible seulement pour le personnel et un deuxième escalier et ascenseur qui est relié avec l'entité de recherche scientifique.
- Il contient aussi le bassin d'aquarium, les espaces techniques pour le fonctionnement des aquariums et les locaux de traitement d'eau.



Rez de chaussé :

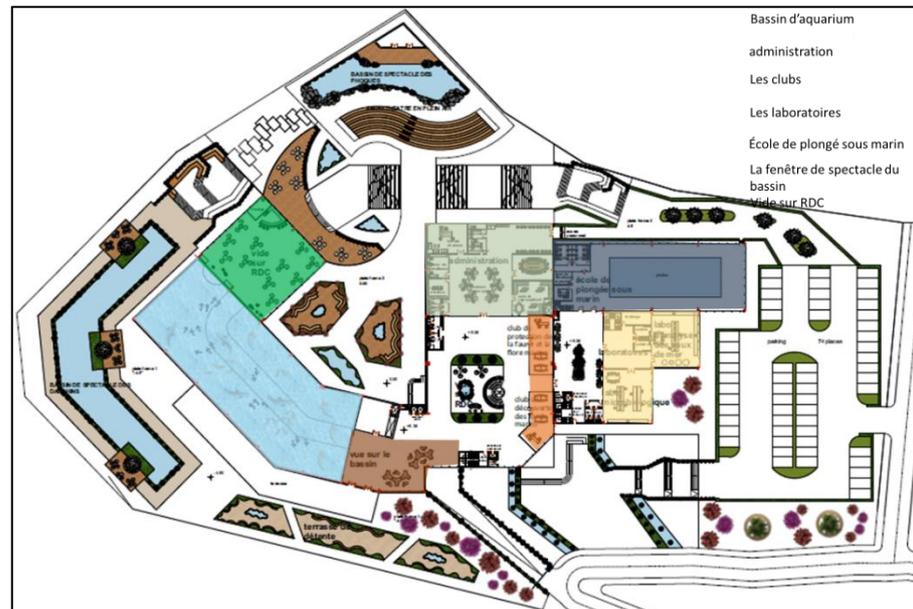
- Il est accessible par un accès principale pour le public dans la plate forme intermédiaire, dès l'entrée on trouve un hall d'accueil accompagné par un coin de réception, des boutiques de vente d'aquarium et un auditorium qui doit avoir la possibilité d'accueillir toutes sortes de manifestations nationales ou internationales qui ont un rapport avec le monde marin ; conférences, séminaires, projections de films...
- On trouve aussi un salon d'accueil dans le patio de forum qui permet de profiter d'un éclairage zenithal, cet espace public présente le point d'approche, de rassemblement et de diffusion du projet, il est relié avec les étages par un escalier circulaire et un ascenseur panoramique.
- Le parcours du visiteurs et l'exposition commence par des grottes artificielles abritant des espèces endémiques que l'on trouve souvent dans les cours d'eau souterrains, ensuite le chemin continue avec l'aquarium ; c'est l'espace le plus important du centre, il est destiné à devenir le pôle de l'animation culturelle dans la région, il comprendra un bassin géant pour la reproduction de l'écosystème du littoral méditerranéen. Le volume est estimé à 8500 m³, l'alimentation en eau fonctionnent en circuit ouvert avec renouvellement du volume d'eau en 15 à 24 heures. Les visiteurs traversent le bassin d'aquarium par un tunnel suspendu de 12 m, où ils peuvent observer les poissons et les plantes aquatiques qui vivent dans le bassin méditerranéen. Après l'espace s'agrandit, et les visiteurs peuvent faire une pause dans la cafétéria, écouter les sons enregistrés dans le bassin et observer les espèces endémiques exposées.
- Le rdc est composé de deux sortie sur les espaces extérieurs où on trouve les bassins d'animations des phoques et des dauphins.



Le 1^{er} étage :

- Le 1^{er} étage comprend l'administration, avec un accès du personnel depuis la plate forme la plus haute, Ce service gérant l'ensemble du centre il sera l'auteur de tous les événements ou décisions prises pour le fonctionnement de celui-ci et sera responsable du bon déroulement de chaque section.
- Il comprend aussi l'entité de recherche scientifique dans la partie calme et privé du centre où on trouve les laboratoires, qu'ils auront un rôle très important à jouer dans le développement culturel et la prise de conscience générale pour la protection de l'environnement marin et ils auront une surface assez importante pour qu'il puisse mener à bien leurs missions.
Et on trouve aussi une école de plongé sous marin, Il s'agit d'une petite école de plongée qui permettra aux personnes intéressées d'apprendre à se mouvoir sous l'eau a proximité des espèces aquatiques.
- Par rapport au parcours des visiteurs, Il se poursuit à l'étage avec l'exposition du bassin d'aquarium par une large fenetre afin d'observer un spectacle impressionnant des eaux bleues avec des requins et des bancs de poissons nageant jusqu'au visiteurs. Où ils peuvent s'asseoir et regarder, depuis des bancs devant le bassin, c'est étrangement relaxant et hypnotique.

- On a aussi à ce niveau là l'accès à une terrasse extérieure en hauteur pour bien profiter des vues panoramiques sur le port et la mer.



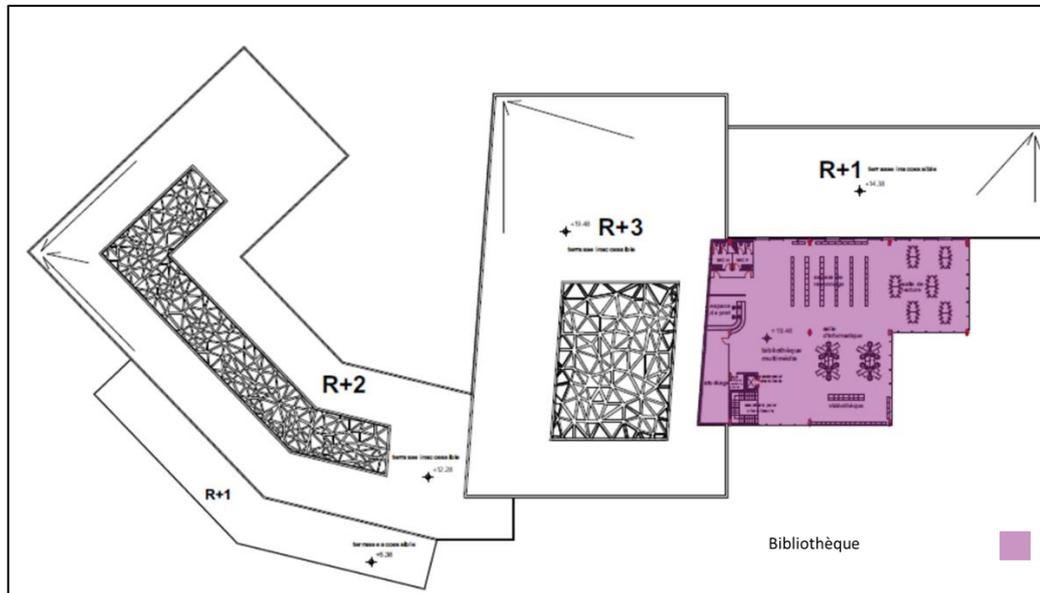
Le 2^{ème} étage :

Le 2^{ème} étage est composé de deux parties :

La partie calme et privé on trouve les laboratoires, et la partie réservée au public où le parcours de visiteurs se poursuit avec le musée de la marine, Ce musée évoquera la vie exceptionnelle des marins et des hommes qui ont vécu pour la mer et ont consacré leur vie à l'exploration des océans, il évoquera aussi les techniques et les moyens employés à travers les âges. Après le musée, les visiteurs arrivent à une galerie d'aquarium d'eau douce où on trouve des aquariums placés le long, au-dessus et en dessous des parcours afin de représenter les différentes espèces marines d'eau douce et le parcours à ce niveau là se termine par une serre tropicale pour qu'ils peuvent observer les plantes aquatiques qui vivent dans le bassin méditerranéen.

Le 4^{ème} étage :

Le dernier étage réservé pour une bibliothèque multimédia pour l'exploration et la découverte de ce milieu marin à travers ses ouvrages.



Le traitement de la façade :

Notre site d'intervention étant situé au bord de la mer et donnant directement sur la mer. Donc j'ai opté pour un traitement de façade qui symbolise le lien entre le projet et la mer, c'est la forme ondulée de mouvement des vagues qui assure : L'intégration du projet avec son milieu naturel.

Alors j'ai utilisé un jeu de transparence, de plein et de vide entre le vitrage et des panneaux perforés en GRC pour avoir une continuité visuelle entre les vues panoramiques d'extérieur et les espaces intérieurs.

J'ai opté pour les panneaux perforés en GRC préfabriqués de haute résistance à la pénétration de l'eau, aux attaques chimiques et à l'érosion pour mieux s'adapter avec le milieu marin.

La façade perforée est posée sur le vitrage pour protéger de la chaleur tout en laissant pénétrer la lumière du soleil pendant la journée. Ils protègent de la chaleur estivale en réfléchissant une certaine quantité de lumière solaire, en équilibrant lumière et ventilation.

Ces panneaux comportent des alvéoles circulaires de différents diamètres et ces ouvertures circulaires suivent le mouvement des vagues. J'ai utilisé d'autres formes de panneaux, des éléments verticaux et des éléments brisés pour enrichir le traitement de la façade et rendre la façade plus dynamique.



Figure 53: façade sud

Source : auteur



Figure 54: façade nord

Source : auteur



Figure 55: source d'inspiration

Source : pinterest.fr



Conclusion :

J'essaie de souligner dans ce chapitre les différentes étapes de la genèse du projet et son intégration à l'environnement immédiat, j'ai présenté également la description des plans qui composent le projet pour avoir une idée générale de la composition spatiale du bâtiment.

La genèse du projet comprend également la relation entre les espaces, en tenant compte la circulation et fréquentation du public, personnel et chercheurs pour faciliter la circulation et la priorisation entre les espaces. Enfin, j'ai essayé de justifier le traitement de la façade et le choix des matériaux par rapport à l'environnement et par rapport à l'intégration du projet avec le milieu marin.

Chapitre VI :
Appoche technique

Introduction :

De nos jours, L'architecture se voit investie par la technologie qui lui a permis de faire un pas en avant dans sa création. Saisir la manière de construire une forme architecturale, c'est comprendre comment et avec quels matériaux la réaliser. Ainsi la technologie est la seconde manière de maîtriser un projet. Cette approche représente dans son sein, le choix du système structurel, les différents modes de construction et les différents matériaux adoptés pour la formalisation de mon projet.

VI.1.les travaux de terrassement :

Le site doit être d'abord gratté, nivelé et décapé et le terrassement permet de préparer le terrain à bâtir avant la construction, alors on commence par l'étude de sol, la deuxième étape sert à préparer le terrain, c'est mesurer avec précision et établir une limite ou un piquetage selon le plan initial, ensuite, L'extraction qui présente l'étape au cours de laquelle le sol est enlevé à l'aide d'équipements de construction spécifiques. Puis, on a l'étape de décaissement qui consiste à enlever la couche arable jusqu'à l'apparition des couches solides. Ensuite, il s'agit de former des fouilles et tranchées où reposeront les fondations et enfin, on a l'étape de remblai où on va poser un film géotextile avant cette étape. Ce film limite la repousse des graminées et évite les soulèvements humides.

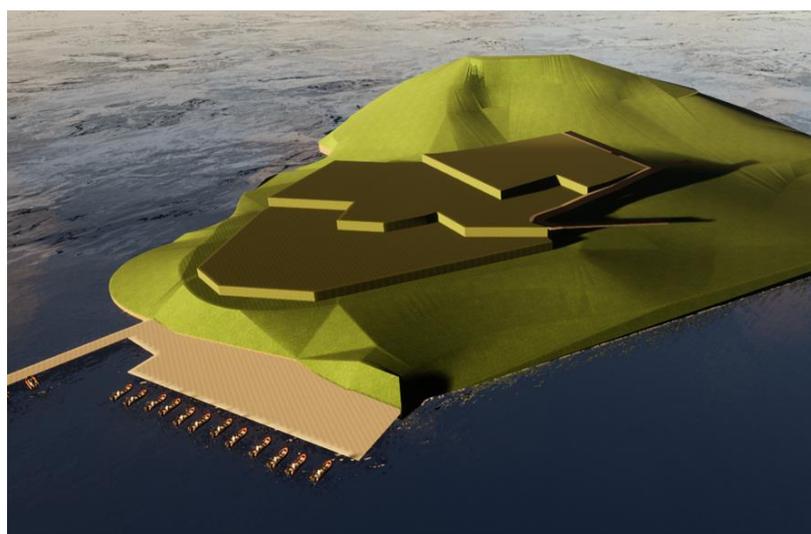


Figure 56: les plates formes du terrain

Source : l'auteur

VI.2. L'infrastructure :

VI.2.1. Les fondations :

Pour le système des fondations préfabriqué, on ne peut pas choisir un type précis parcequ'il faut une étude géotechnique du sol d'assise des fondations par un laboratoire spécialisé. A travers cette étude le laboratoire doit faire apparaître les différents types des constituants du sol en place et ses caractéristiques physiques et chimiques, le type de semelles à préconisées, le niveau d'ancrage des fondations, ainsi la qualité des bétons et le choix d'un ciment résistant aux corps agressifs présents dans l'eau, le sol et le milieu ambiant.

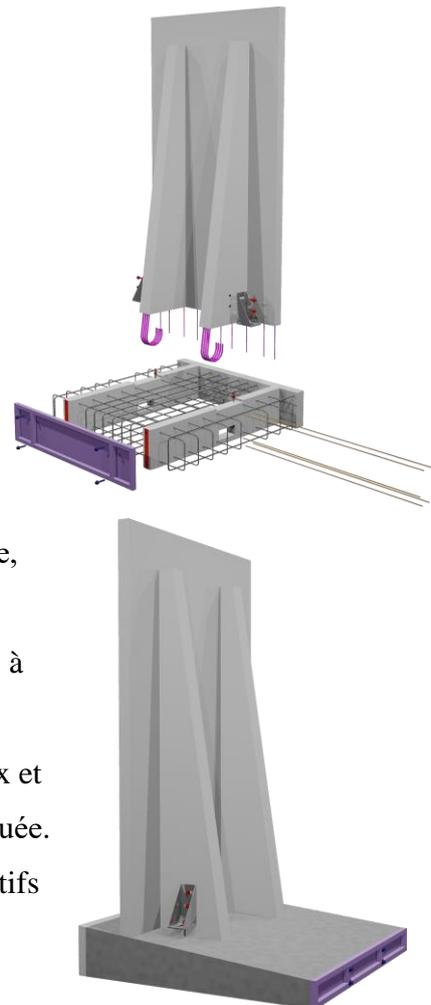
Mais généralement on utilise un radier dans le cas de construction dans un milieu marin parcequ'il faudra des fondations superficielles très importantes pour un terrain sableux car il s'agit d'un terrain instable pour éviter tout type de tassement.

Donc, j'ai opté pour un radier nervuré coulé sur place avec des barres d'attaches en attente pour relier la superstructure.

VI.2.2. Les murs de soutènement :

J'ai prévu des murs de soutènement préfabriqué en béton haute performance dans les parties enterrées (sous-sol) afin de retenir les poussées de terre et de l'eau, également pour les cages d'escalier et d'ascenseurs, et assurer au même temps un contreventement de la structure.

Pendant le stade de montage la fondation est posée sur un béton de propreté de sous-fondation, préparé à l'avance, auquel on superpose le mur de Soutènement dont les armatures saillantes de la partie inférieure sont introduites à l'intérieur de la base préfabriquée. Ensuite on procède à ajuster le Mur de Soutènement par des dispositifs spéciaux et à la coulée du béton à l'intérieur de la fondation préfabriquée. Une fois le béton a durci, on procède à enlever les dispositifs d'ajustement.⁶¹



⁶¹ <https://www.monachinotechnology.com/murs-de-soutenement-prefabriques-sur-fondations-prefabriquees.html>

Figure 57: mur de soutènement préfabriqué

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

VI.3. La superstructure :

VI.3.1. Le système constructif :

Le choix du système constructif du projet dépend de plusieurs facteurs et exigences de site, techniques, structurelle et spatial.

Pour avoir une transparence, une flexibilité et une légèreté de construction et pour dégager de vastes surfaces d'exposition libres, d'échange et de communication. Mon choix de système constructif est porté sur un portique préfabriqué en béton haute performance.

L'avantage du portique :

- Grandes portées.
- Espace ouvert flexible.
- Grande hauteur des espaces.
- Installations faciles des réseaux.
- Une souplesse architecturale.

L'assemblage du portique avec la fondation :

À l'intérieur du portique il y a 8 manchons filetés. Et on a des dispositifs d'ajustement qui se sont fixés aux boulons d'ancrage de la fondation par des écrous, lorsque les manchons du portique sont fixés par des boulons. Ensuite on doit couler de béton à l'intérieur de fondation préfabriquée pour compléter l'assemblage fondation-portique.

Le matériau utilisé dans le système constructif est le BHP béton haute performances, il est utilisé pour les ouvrages nécessitant une résistance élevée : les travaux souterrains et les tunnels, les parkings, les ouvrages d'art, les constructions en milieu marin, les éléments préfabriqués,

L'avantage du BHP :

- *Imperméabilité :*

Il a une très grande imperméabilité à l'air et à l'eau du fait de sa compacité plus élevée.

- *Résistance aux agents agressifs :*

Il a une résistance élevée au transfert et à la pénétration des eaux de mer, des solutions acides, des eaux sulfatées, etc.

- *Durabilité*
- *Résistance au feu*
- *Tenue au gel*
- *Adhérence acier-béton :*

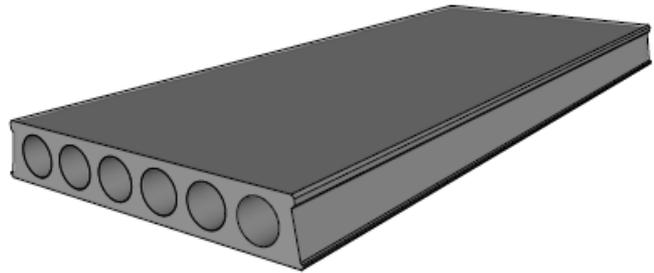
Sa microstructure améliore la liaison entre les armatures et le BHP. Les qualités d'adhérence étant augmentées par rapport aux bétons usuels, les longueurs d'ancrage et de scellement peuvent être réduites. Cette microstructure ralentira également la corrosion des armatures.

VI.3.2. Les planchers :

J'ai opté pour des dalles alvéolés préfabriqués en béton précontraint. Elles disposent sur toute leur longueur d'un certain nombre de canaux longitudinaux pour limiter la masse.

L'avantage :

- Grande portée
- Grande rigidité
- Isolation thermique
- Isolation acoustique
- Résistance au feu



L'assemblage des dalles alvéolés :

- ✓ On a des armatures constructives qui se sont prévu dans les dalles, il peut être éventuellement nécessaire de rajouter sur chantier une armature supplémentaire pour réaliser des liaisons avec le portique.
- ✓ Les joints longitudinaux entre les éléments voisins doivent être remplis de béton sur chantier.
- ✓ Les faces latérales des éléments sont profilées pour améliorer la solidarisation, après le durcissement du remplissage des joints.
- ✓ Une dalle de compression coulée sur l'ensemble pour améliorer la capacité de charge.

VI.3.3. Les joints :

La structure du projet présente deux joints de rupture qui sont prévu entre les parties qui sont implanté sur des différents niveaux, et 3 joints de dilatation permettent d'absorber les

déplacements liés à la dilatation ou au retrait des matériaux sous les effets des changements de température.

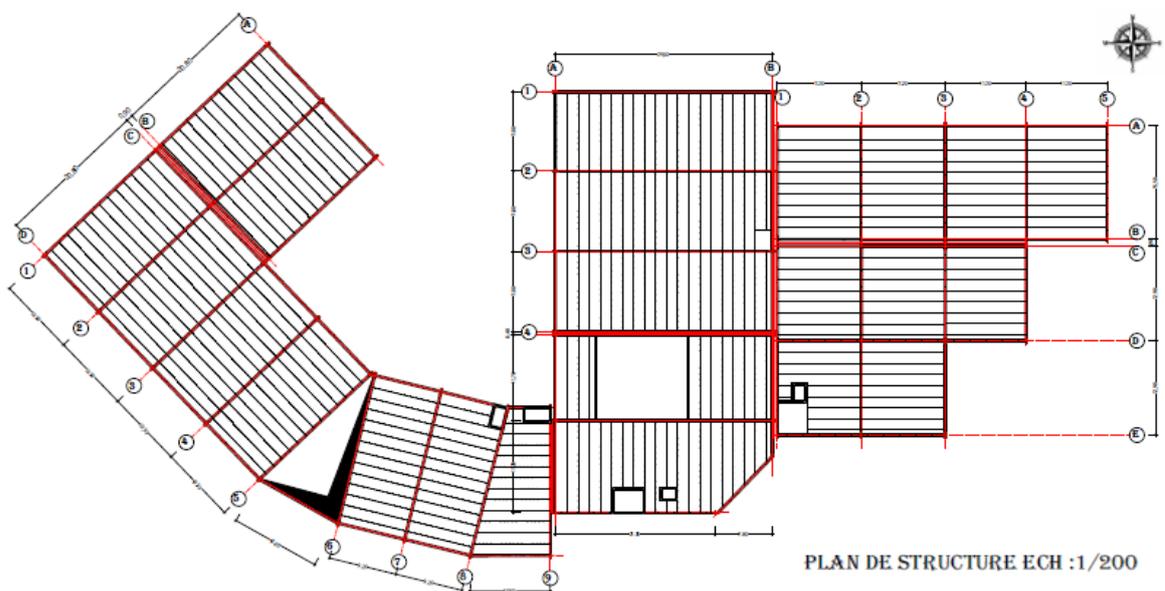


Figure 58: plan de structure

Source : l'auteur

VI.3.4. La circulation verticale :

VI.3.4.1. Les escaliers :

Pour mon projet, j'ai opté pour 3 escaliers droits en béton préfabriqués et un escalier circulaire pour optimiser le temps de réalisation et faciliter la tâche d'exécution.

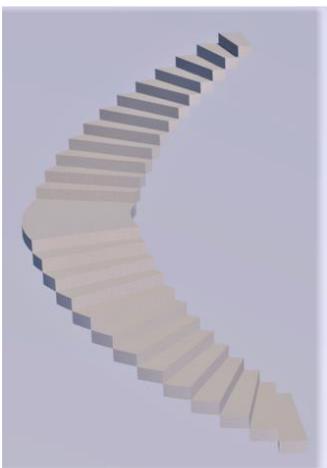


Figure 60: escalier circulaire

Source : l'auteur

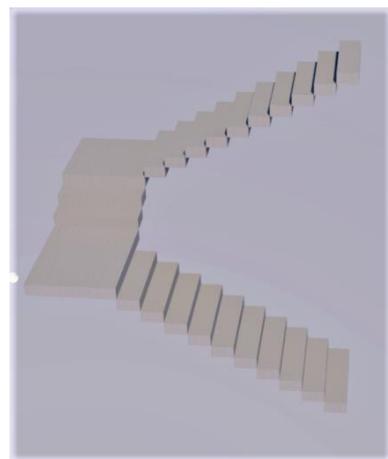


Figure 59: escalier droit

Source : l'auteur

VI.3.4.2. Les monts charges :

Pour le déplacement vertical des services d'entretien de l'aquarium et dans l'espace de stockage du restaurant, j'ai opté pour la mise en place de 2 montes charges hydraulique sans fosse d'une taille de 2.4*1.8.

VI.3.4.3. Les ascenseurs :

J'ai opté pour la mise en place de 2 ascenseurs sans fosse et un ascenseur panoramique circulaire qui donne sur le hall central.



Figure 62: ascenseur panoramique

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



Figure 61: monte charge hydraulique

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

VI.3.5. Les murs :

1. Pour la séparation intérieure de mon projet, j'ai opté pour des plaques de ciment pour réaliser des cloisons dans les locaux à très forte hygrométrie et soumis à forte sollicitation mécanique. La durabilité du projet est garantie par ce matériau résistant, insensible à l'eau et inaltérable.

C'est une plaque de ciment armé sur chaque face par un treillis en fibre de verre.

L'avantage des cloisons en plaque de ciment :

- Insensible à l'eau et à l'humidité, matériau imputrescible et inaltérable,
- Très haute dureté, résistante aux chocs, performances mécaniques exceptionnelles,
- C'est un élément de construction stable, durable dans le temps, rigide et écoresponsable.
- Des performances optimales en termes d'isolation thermique et acoustique.

L'assemblage :

La liaison du panneau avec la structure s'effectue soit par des armatures en attentes, soit par des rails et douilles de fixation en acier galvanisé.

2. Pour les murs extérieurs de la façade, j'ai opté pour un mur-rideau monté en panneaux de grande dimension, hauts d'un étage ou d'un demi-étage et fixés directement avec la structure porteuse du bâtiment. Ils sont entièrement préfabriqués en usine, juxtaposés sur chantier et fixés généralement par une ou deux attaches par panneau.

L'avantage :

- Isoler thermiquement,
- Isoler phoniquement,
- Résister au feu,
- Résister aux conditions extérieures, dont le climat, les agents chimiques, les vibrations, les chocs, ...
- Performances d'étanchéité à l'eau, à l'air et au vent



Figure 63: façade avec mur rideau en panneau

Source : <https://prevost-architectural.com/>

3. Par rapport à la partie de l'aquarium géant, j'ai opté pour des voiles en béton préfabriqué pour contenir la poussée de l'eau et pour participer au contreventement.

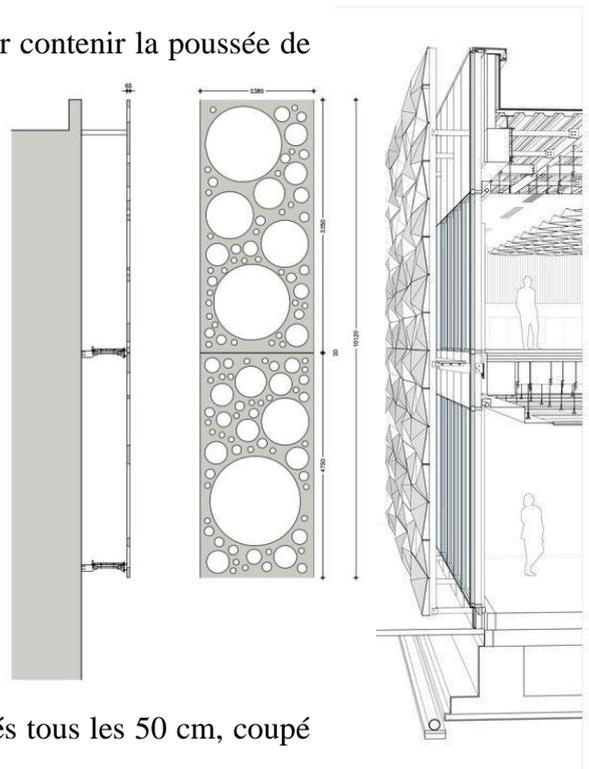
4. Pour le revêtement de la façade, j'ai opté pour un système de bardage perforé en GRC, il est très résistant à la pénétration de l'eau, aux attaques chimiques et à l'érosion. Il offre en outre une finition de haute qualité architecturale.

Figure 64: système de fixation de bardage perforé sur la façade

Source : www.pinterest.fr

Le système d'accrochage :

Le système d'ancrage est composé d'un profilé vertical en forme de C en acier inoxydable, espacés tous les 50 cm, coupé en barre de longueur exacte selon les exigences du projet. Sur lesquels ont va accrochés les panneaux réalisés avec des écrous spécial.





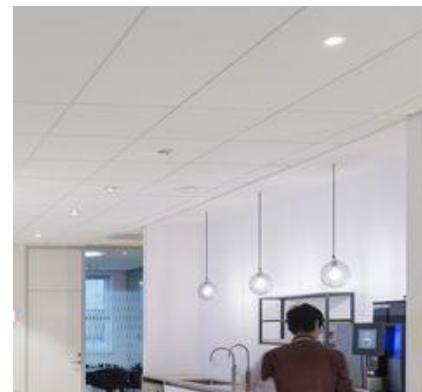
VI.3.6. Les faux plafonds :

J'ai opté pour des faux plafonds en dalle minérale, qui permet de cacher les retombes des poutres et la tuyauterie.

VI.4. La conception d'aquarium :

VI.4.1. La structure :

Pour le grand bassin de l'aquarium j'ai opté pour des voiles en béton haute performance, revêtue par une résine époxy étanche, puis une peinture polyuréthane bicomposant.



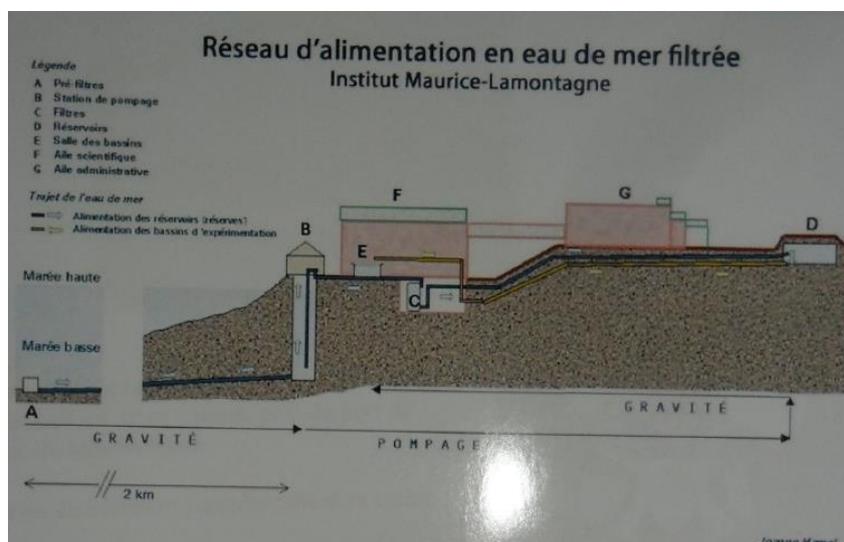
VI.4.2. Les vitrages du tunnel et la baie de l'aquarium :

J'ai opté pour un polyméthacrylate de méthyle (PMMA), un polymère thermoplastique performant qui est le seul matériau actuel garantissant une vision non déformée et non teintée du bassin, il est léger par rapport au verre, a une excellente isolation thermique et acoustique. Il a une meilleure transparence et moins de fragilité que le verre.

VI.5. L'alimentation en eau de mer :

Le grand bassin de l'aquarium et le bassin de plongée sous-marine étant alimentés uniquement en eau de mer, j'ai opté pour un circuit continu. L'eau de mer est aspirée par des pompes submersibles, passant à travers une crépine en PVC situé à 200m de bord et à 50m de profondeur, avec une puissance élevée pour éviter d'aspirer l'eau de mer polluée près du rivage, afin que l'eau de mer propre et fraîche soit pleine d'organismes. Elle est ensuite pompée vers un réservoir de décantation situé à la station de pompage, qui est ensuite

pompée vers une chambre de filtration pour purifier l'eau de diverses formes de contamination. L'eau est ensuite pompée dans un réservoir de saumure pour alimenter en eau le bassin d'aquarium et la piscine.



VI.6. La filtration de l'aquarium :

La filtration est le seul moyen d'éliminer les déchets de l'eau d'aquarium. Une filtration efficace est essentielle pour assurer que l'aquarium reste clair, propre et exempt de toxines, sans devoir sans cesse changer l'eau.

J'ai opté pour un système de filtration composé de 50 filtres mécanique externe, 13 filtres chimique, 13 filtres biologique et 29 pompes à eau, et par rapport au système d'aération est composé de 9 pompes à air pour un volume d'eau de 9000 m³

VI.6.1. Filtration mécanique :

La filtration mécanique fonctionne comme un tamis. L'eau est pompée à travers une masse filtrante fine qui emprisonne les débris. Au fil du temps, les débris s'accumulent et bouchent le filtre ; ils doivent donc être régulièrement retirés. La filtration mécanique améliore le niveau d'oxygène, stabilise les conditions de l'eau et réduit l'accumulation de nitrates dangereux.

VI.6.2. Filtration chimique :

La filtration chimique permet d'ajuster minutieusement les conditions de l'eau. Les différentes masses filtrantes chimiquement actives peuvent être utilisées pour retirer certaines substances, ajuster la dureté de l'eau et le pH. La filtration chimique est une des

meilleures façons de régler la qualité de l'eau. Par exemple, le charbon filtre les liquides dangereux, les colorants, les médicaments ainsi que les particules et les polluants suspendus extrêmement fins.

VI.6.3. Filtration biologique :

Le filtre devient un abri pratique pour les bactéries nitrifiantes utiles. Colonisant principalement les masses filtrantes en mousse et en céramique, ces bactéries neutralisent deux des composés les plus toxiques produits dans un aquarium (l'ammoniaque et le nitrite) et produisent du nitrate, un composé moins dangereux. L'utilisation du supplément Renforteur biologique Fluval augmente les populations de ces bactéries « amicales », démarre et entretient le filtre.

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 est suffisant pour filtrer la totalité du volume de l'aquarium en 45 minutes environ. Les mouvements d'eau créés 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.

Le chauffage ou la réfrigération :

Le contrôle de la température est primordial en aquarium puisque ce paramètre régule la croissance des animaux et des végétaux et influe sur la concentration en dioxygène dissous dans l'eau. Les animaux maintenus en aquarium sont hétérothermes, ils sont incapables de réguler leur température interne et elle varie donc avec celle du milieu dans lequel ils vivent. Un changement brutal de la température peut les stresser et favoriser l'apparition de maladies opportunistes. Donc j'ai opté pour un groupe réfrigérant réglant le niveau de la température selon le besoin de l'aquarium.

L'éclairage de l'aquarium :

L'éclairage de l'aquarium est un critère très important. Grâce à la lumière, les algues et les plantes libèrent de l'oxygène, indispensable aux habitants sous-marins.

Pour l'aquarium de mon projet j'ai opté pour des lampes à LED, Elles ont un bon flux lumineux et une faible consommation d'énergie.

VI.7. Les corps d'état secondaire :

VI.7.1. La climatisation :

Pour le système de climatisation et de chauffage, j'ai opté pour l'utilisation d'un groupe d'eau glacé, il est largement utilisé en climatisation de confort.

C'est un système de production de froid qui, au lieu de refroidir de l'air, refroidit de l'eau (glycolée) et diffuse le froid vers des cassettes depuis l'UTA « unité de traitement d'air » qui est installée dans le faux plafond pour la climatisation et le chauffage du projet et qui permet un réglage individuel de la température dans chaque espace.

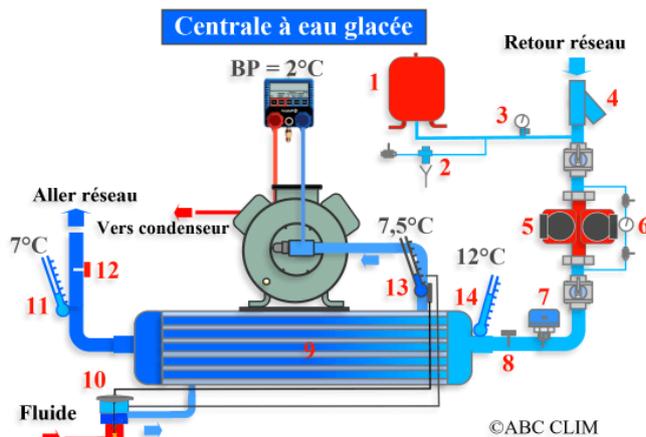


Figure 65: fonctionnement d'une centrale à eau glacé

Source : <https://www.abcclim.net/>

Figure 66: groupe de climatisation à eau glacé

Source : <https://conseils.xpair.com/>

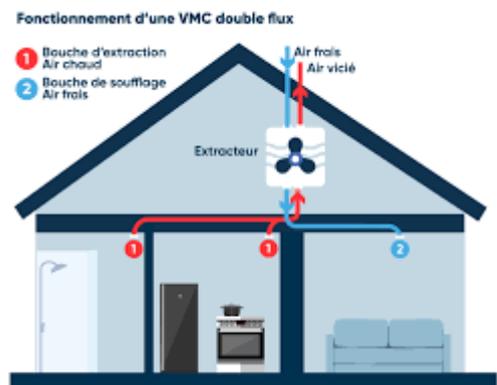


VI.7.2. La ventilation :

La ventilation est indispensable pour le confort et la salubrité d'un équipement, et pour mon projet j'ai opté pour un système de ventilation mécanique contrôlée « VMC » qui permet de renouveler l'air ambiant.

Figure 67: fonctionnement d'une VMC double flux

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



Elle est équipée :

- D'un dispositif électrique
- D'un extracteur d'air vicié, qui aspire l'air vicié et le rejette à l'extérieur du projet, il est idéal pour renouveler l'atmosphère de l'équipement, la VMC entraîne l'évacuation des mauvaises odeurs, de l'humidité, des solvants ou encore des polluants présents dans l'air.
- D'un diffuseur d'air neuf, qui permet de diffuser l'air neuf pulsé dans les locaux.

VI.7.3. Le courant faible :

On désigne par courant faible les réseaux de câbles qui transportent de l'information et non de l'énergie. Bien sûr, ces câbles sont parcourus d'impulsions électriques, d'où la désignation de courant, mais ces impulsions sont très faibles

J'ai opté pour l'usage de switch qui est relié avec tous les appareillages domotiques et les équipements connectés dans mon projet, et qu'ils auront tous une adresse IP différent et seul le switch qui sera branché avec un logiciel de supervision pour assurer l'automatisation du projet en pilotant l'ensemble ou une partie des équipements techniques comme la climatisation, la production d'eau chaude, la ventilation, l'éclairage, le contrôle des accès, etc



VI.7.4. Réseau anti-incendie :

Afin de contribuer à la sécurité des usagers la réglementation propose divers articles obligatoirement applicables pour éviter les dégâts et les minimiser :

- Avoir pour chaque 100 m des bouches d'incendies qui sont alimentés par la bache à eau

- La liaison des RIA seront alimentés par les bouches d'incendie et doivent être obligatoirement à chaque étage muni d'une hache et d'une boîte pharmaceutique.
- Un système de détection automatique avec alarme et sprinkler système
- Des postes téléphoniques afin de prévenir la sécurité incendie
- Des extincteurs mise au point au minimum 1 pour 30m²
- Il doit être équipé de détecteurs tel que détecteurs de fumée, l'alarme incendie, détecteur de monoxyde de Carbonne, détecteur thermo vélocimétrique.



Figure 68: les éléments de système d'anti incendie

VI.7.5. Les systèmes innovants utilisé dans le bâtiment :

1. Détecteurs à double technologie :

Les détecteurs de présence à infrarouges risquent de ne pas détecter les mouvements légers. Par contre des détecteurs à ultrasons peuvent être trop sensibles et risquent de déclencher l'allumage de l'éclairage lors du passage "d'une mouche". Pour éviter cet inconvénient tout en gardant une sensibilité importante, certains détecteurs, appelés "détecteurs à double technologie" combinent ultrasons et infrarouge. Cette combinaison permet d'augmenter la fiabilité des détecteurs et élimine les détections indésirables.



2. le contrôle d'accès

Il se fait par plusieurs manières : :

- Interphonie
- Vidéophonie
- Serrures électriques
- Lecteur de proximité (Proximity reader)
- Scanner biométrique à reconnaissance
- Clavier à code
- Lecteur d'empreintes digitales



3. Borne tactile :

Un véritable bijou technologique, Performante et robuste, elle est dotée d'un écran tactile



4. Alarmes d'intrusion et incendie :

En cas d'alarme d'incendie les alarmes communiquent avec les installations électriques en permettant d'allumer l'éclairage.



Conclusion :

Dans ce chapitre j'ai abordé les différentes techniques de construction, les matériaux et les systèmes utilisées dans mon projet, afin de préserver une qualité architecturale et environnementale, un confort et un aspect esthétique du bâtiment, grâce à la diversité des matériaux et techniques de construction innovants utilisé et dans un délai de réalisation réduit.

Conclusion générale :

L'industrialisation du bâtiment consiste à décomposer les différents éléments d'un projet puis à les fabriquer avec des systèmes industriels pour gagner du temps et minimiser les coûts de construction tout en optimisant la qualité et la performance énergétique. Nous voyons généralement dans le domaine de la construction que le temps de construire une structure présente la phase la plus complexe et la plus lente du processus de construction, donc cette option nous permet de simplifier la tâche en choisissant l'un des nombreux systèmes de construction préfabriqués en fonction de la charge et de l'échelle du projet. Il faut alors définir le type de préfabrication, que ce soit en usine ou sur site, pour assurer une meilleure mise en place des composants du produit final, comme le cas de mon projet, on doit préfabriquer l'élément sur chantier et le mettre directement en place pour éviter les risques de transport dans la topographie accidentée du site d'implantation.

L'aboutissement de mon projet de construction n'est rien d'autre qu'un résultat des méthodes qui répondent à différents paramètres, y compris spatiaux, fonctionnels et référentiels, en tenant compte des aspects environnementaux de la représentation d'une partie très importante de la conception architecturale.

Afin d'atteindre mon objectif, j'ai choisi la projection d'un équipement scientifique pour marquer la façade maritime et l'intégrer dans l'environnement urbain par une continuité paysagère et fonctionnelle, ce qui contribuera à la revitalisation de la zone portuaire de la ville de Honaine, dont le rôle est de mettre en valeur le potentiel naturel de son environnement et la conservation de la biodiversité marine et terrestre à travers la sensibilisation des usagers dans un cadre scientifique, touristique et culturel. Pour cela, un centre de recherche et de rayonnement maritime est conçu dans cette démarche pour répondre à mes objectifs.

Enfin, la recherche vise à répondre rapidement au besoin en introduisant l'industrialisation des bâtiments pour gagner du temps, trouver des solutions innovantes dans un milieu marin et réduire les coûts.

Bibliographie

Ouvrages :

PREFAB ARCHITECTURE, A GUIDE TO MODULAR DESIGN AND CONSTRUCTION, RYAN E. SMITH.

Encyclopédie pratique de la construction - T2 -

JEAN, Olivier Simonetti, « l'industrialisation de la construction et la production du bâtis (Ire partie) », LENOROIS.N° 95. 24e ANNÉE (JUILLET-SEPTEMBRE 1977).

Gerald Staib, Andreas Dorrhofer, Markus Rosenthal "Components and Systems Modular Construction Design Structure New Technologies".

ENCYCLOPÉDIE LAROUSSE

Memoires, thèses, articles :

TOURAB ABDELGHANI, Rationalisation et développement des systèmes constructifs « approche d'un système de composants industrialisés pour la réalisation d'équipement de loisirs, mémoire de magister, Centre Universitaire Mohamed Chérif Messaadia.

HADDOUCHE Karima « l'apport de l'élément préfabriqué dans la façade intelligente » mémoire de Magistère en Génie Civil option C.C.I : Construction Civile et Industrielle.

Mémoire de fin d'études : "Comment augmenter la diversité dans la construction préfabriquée en bois en conservant un haut degré d'industrialisation ?" UNIVERSITÉ DE LIÈGE – FACULTÉ D'ARCHITECTURE.

Proposition d'un modèle numérique pour la conception architecturale d'enveloppes structurales plissées : application à l'architecture en panneaux de bois Julien Meyer / thèse.

INSTITUT OCEANOGRAPHIQUE Approche Thématique, pdf

Autres documents PDF :

Cours N°7 Structure et Architecture / pdf /

PRÉFABRICATION ET INDUSTRIALISATION / pdf

Notion de préfabrication dans la construction chapitre 1

Réquisitionner la notion de standard en architecture.

The four dimensions of industrialized construction / pdf/
Règles générales relatives aux éléments préfabriqués chapitre 2.
Chapitre1-Notion-prefabrication-construction. / pdf /
Cours de modulation de construction&préfabrication, chapitreIII,
Les bâtiments commerciaux préfabriqués à ossature légère de bois / PDF
Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo,
Vers une industrialisation contemporaine du logement en Algérie / PDF
Leçon 5 - Constructions à ossature / pdf /
Concevoir-et-construire-en-acier / pdf
Systèmes de construction en préfabrication / PDF
CONSTRUCTION OSSATURE BOIS BBC 3 / pdf
SCHL_GUIDE_DE_CONSTRUCTION_OSSATURE_DE_BOIS.pdf
CECO-11896_Correction_Guide_OssatureLegere_LR.pdf
Chapitre V / la préfabrication lourde / PDF/
Proposition d'un modèle numérique pour la conception architecturale d'enveloppes
structurales plissées : application à l'architecture en panneaux de bois Julien Meyer / thèse
CECO_CLT-Bois_Lamelle-Croise_FR_Web.pdf
C928 /Matériaux dérivés du bois / pdf
Une-solution-de-construction-pour-architectes-et-ingenieurs / pdf
ISOVER_FACADES_F4_12_2018_BD.pdf
FOTECFV15_FR. façade ventilé .pdf
guide-technique-sur-la-construction-modulaire-en-bois_compress.pdf
Guide pour l'utilisation d'éléments en béton architectonique dans les projets d'architecture
chapitre6-Transport-manutention-elements-prefabriques.pdf
Autodesk, INDUSTRIALIZED CONSTRUCTION IN ACADEMIA/pdf
Etude – préfabrication/ pdf

Le_tourisme_scientifique.pdf

Yannick Vialette, le tourisme scientifique, pdf

Pascal MAO et Fabien BOURLON : Un essai de définition ,Le tourisme scientifique , pdf

Site Web / source électronique:

dwg.biblioconstruction.com

www.leguidedelamaison.com/845-charpente-l-assemblage-metallique.htm

www.construiredelamaison.com/construire/materiaux-construction/les-maisons-a-ossature-metallique

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Banche_\(ma%C3%A7onnerie\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Banche_(ma%C3%A7onnerie))

www.directindustry.fr

www.kp1.fr/nos-solutions-constructives/longrine

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Science>

<https://innov-mountains.fr/fr/actualitesdocs/diversification-touristique-classification-types-detourisme>

https://fr.wikipedia.org/wiki/Station_de_biologie_marine#cite_note-1

www.larousse.fr/dictionnaires/francais/

https://fr.wikipedia.org/wiki/Aquarium_public

www.aquariophilie-pratique.net/achat_deux.htm

<https://www.archdaily.com/802124/beaufort-maritime-research-building-mccullough-mulvin-architects>

<https://www.archdaily.com/799671/karlovac-freshwater-aquarium-3lhd>

www.archdaily.com/477163/antalya-aquarium-bahadir-kul-architects?ad_medium=gallery

https://soussefuture2025.blogspot.com/2012/07/centre-mediterraneen-de-recherches-et.html?fbclid=IwAR0tNYJbBrAA3X1vDyM82i2vDJ9vZ3DQTIIX_Ma5zwXMZ53syvYQkJH1jc

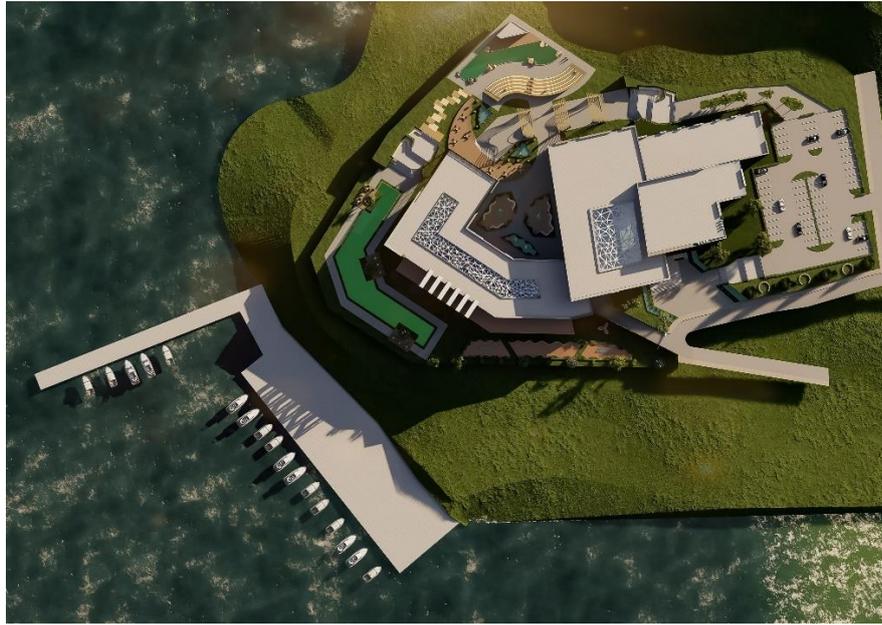
<https://www-archdaily-com.translate.goog/102048/marine-research-center-bali>

Documents officiels (instruments d'urbanisme):

Rapport PDAU 1ere phase (commune de Honaine) version PDF

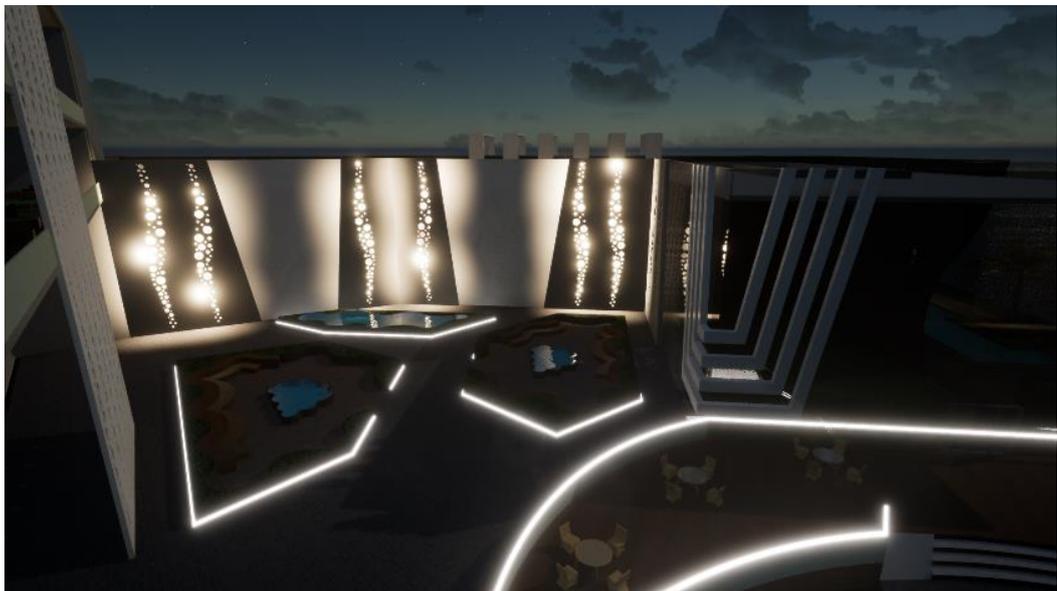
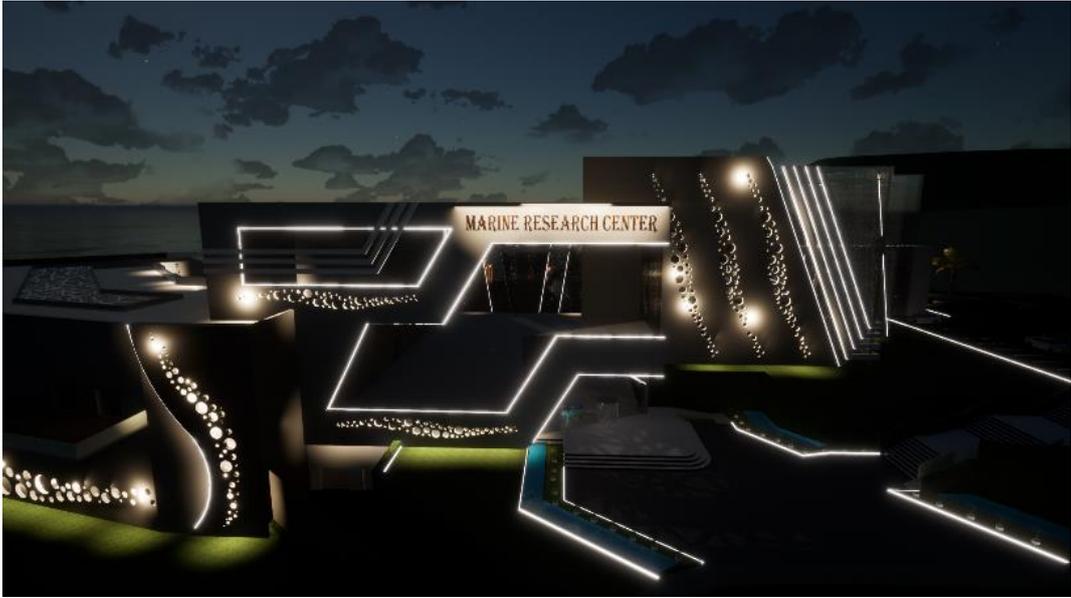
Annexe

3D ET RENDU

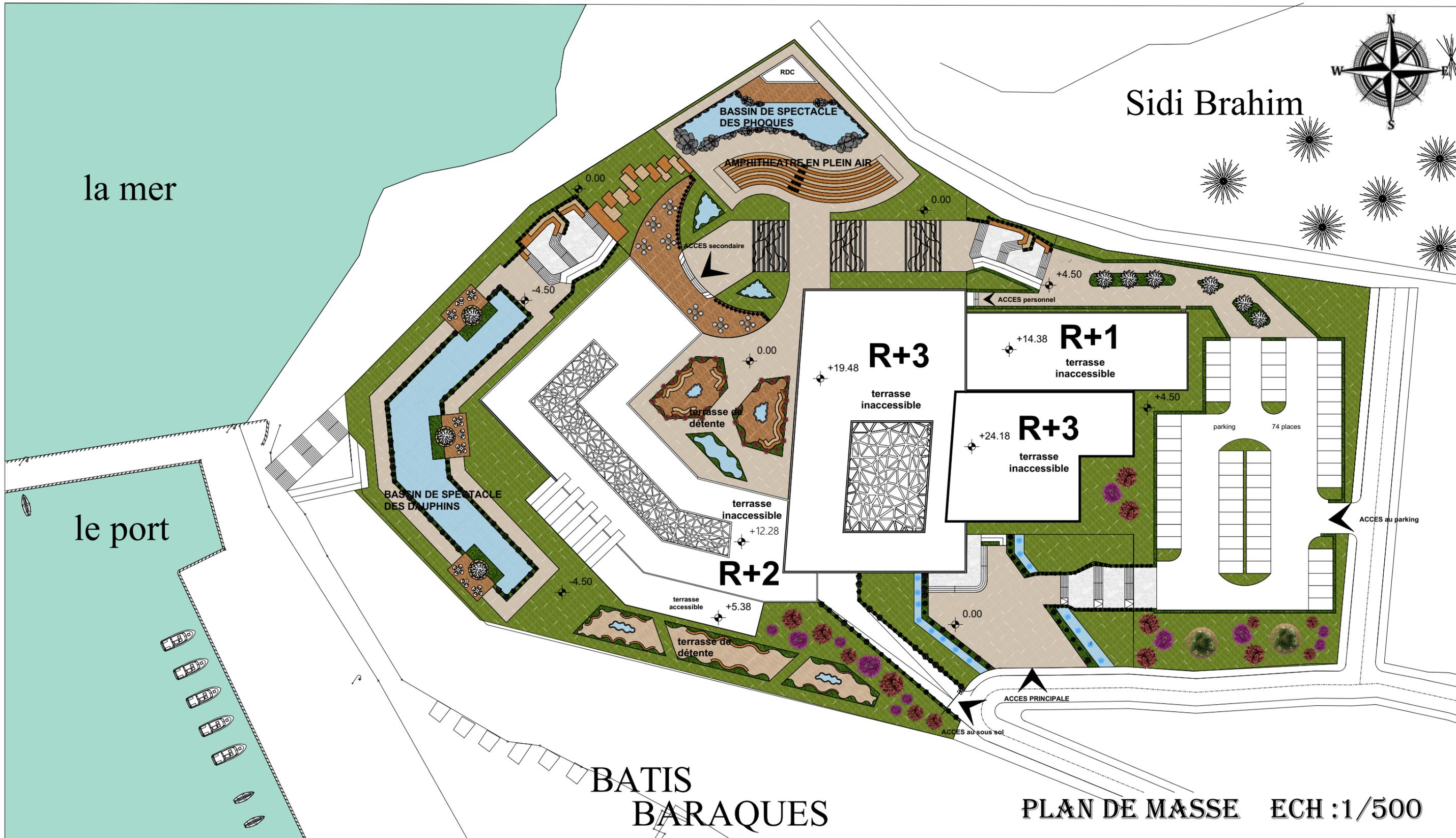












la mer

Sidi Brahim

le port

BATIS
BARAQUES

PLAN DE MASSE ECH : 1/500



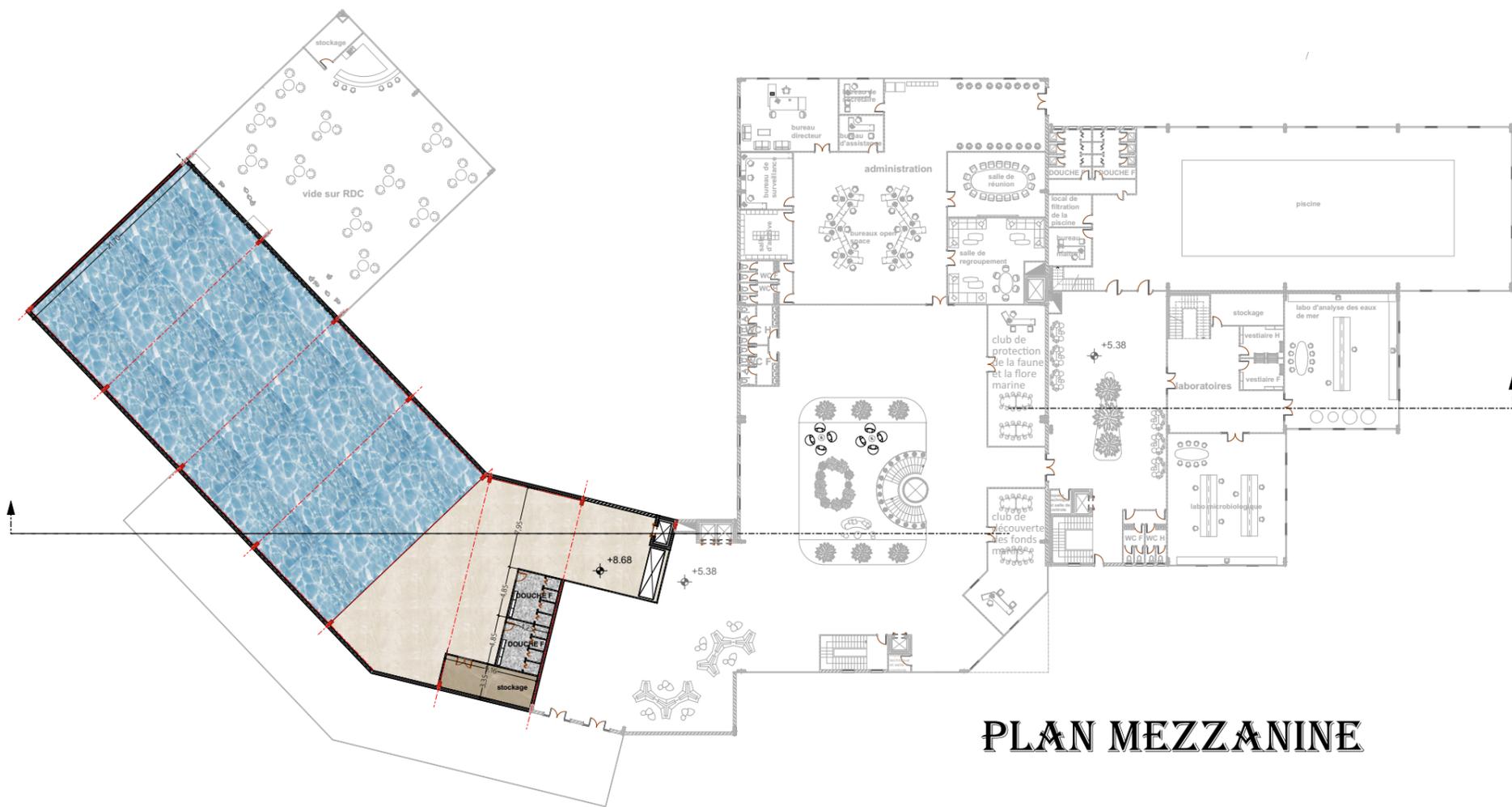
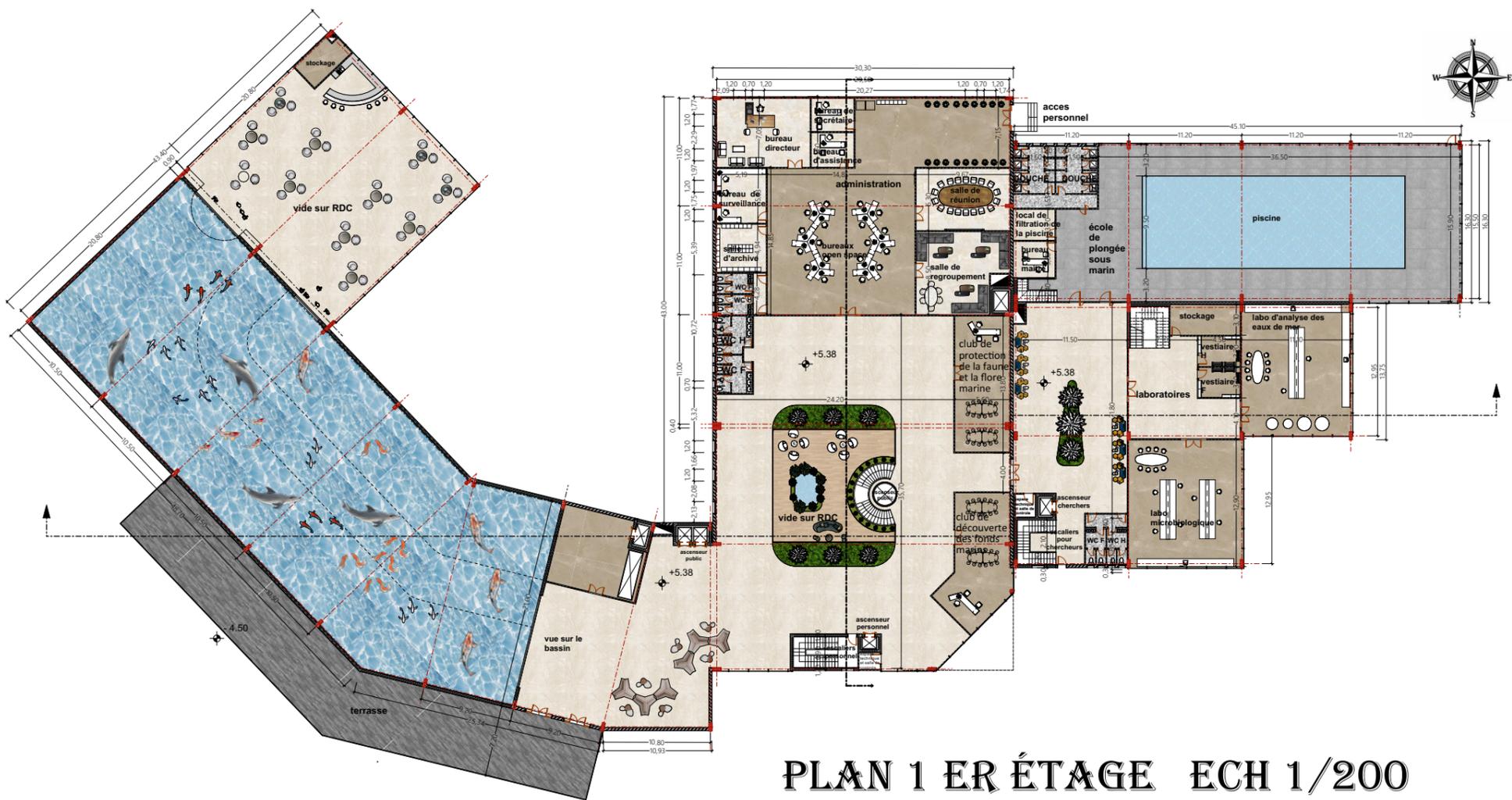
PLAN SOUS SOL ECH :1/200

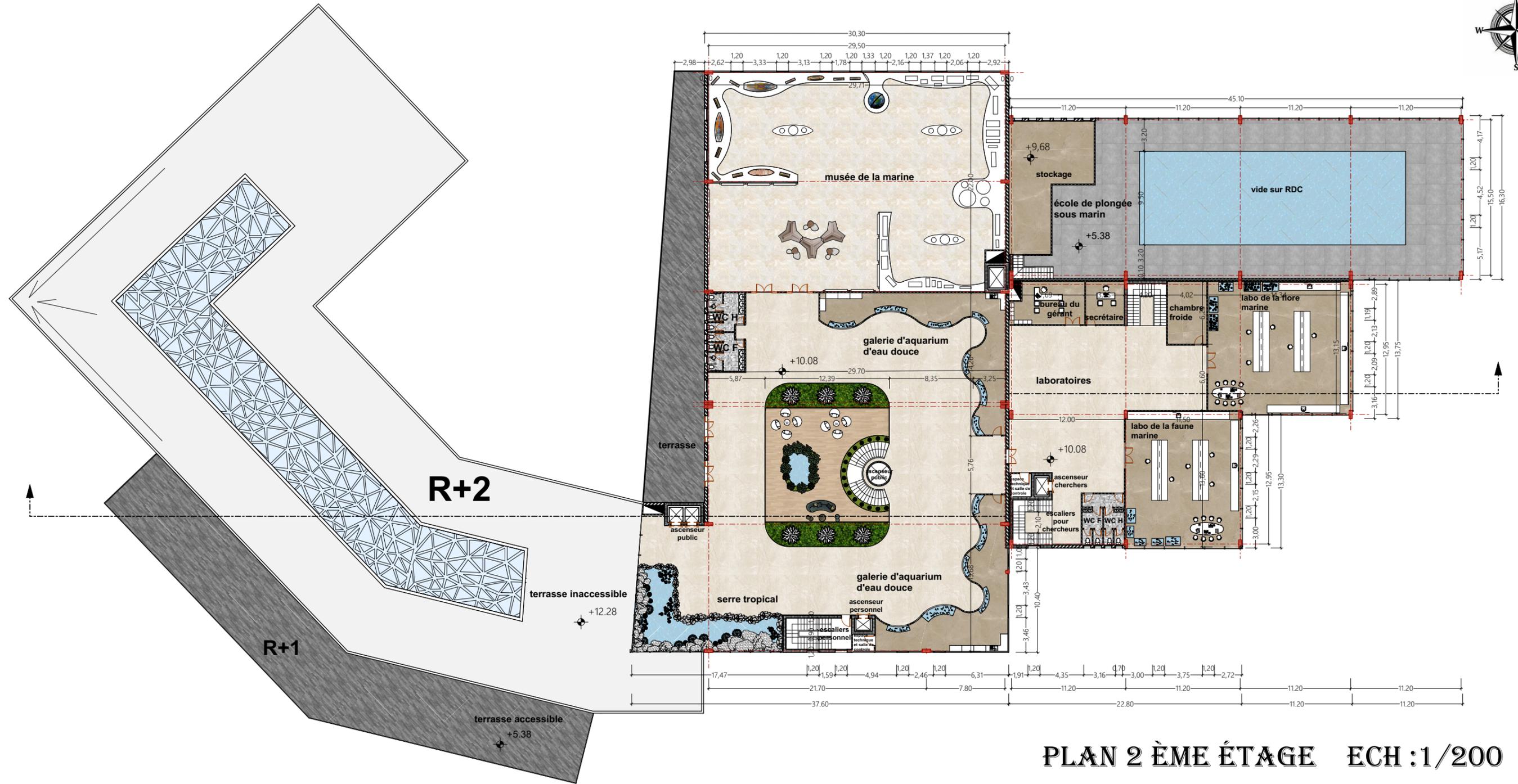


PLAN D'ASSEMBLAGE
REZ DE CHAUSSÉE ECH : 1/200

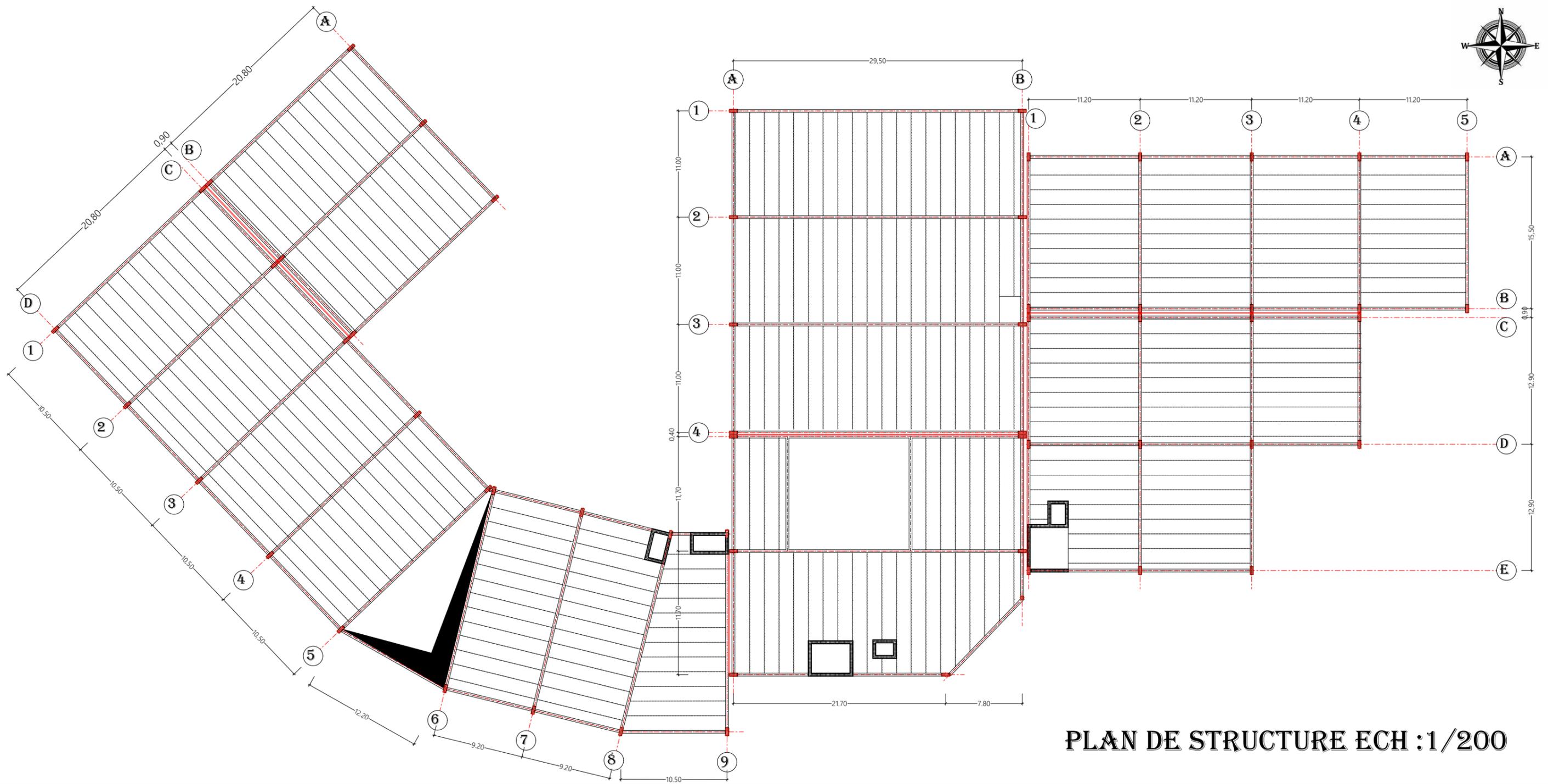


PLAN D'ASSEMBLAGE
1 ER ÉTAGE ECH : 1/200

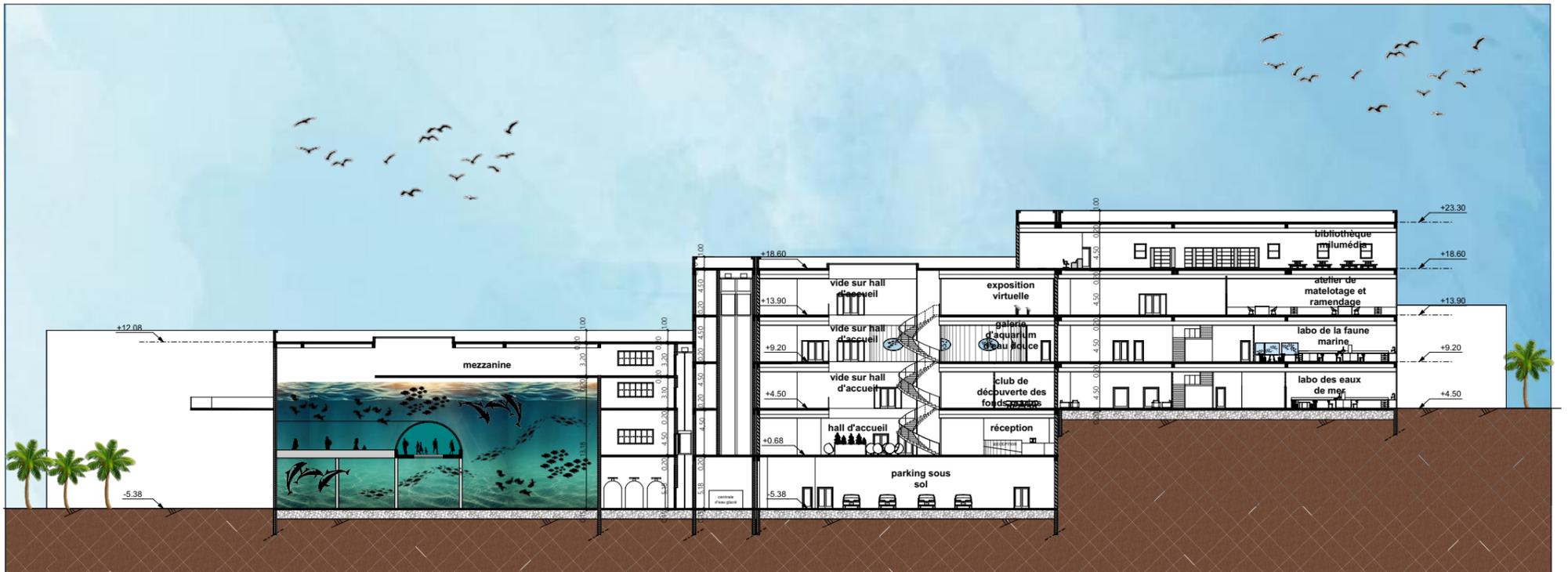




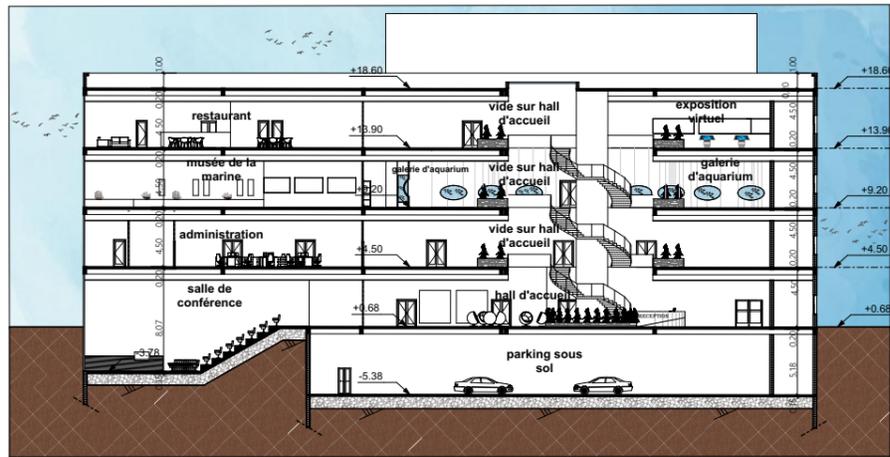
PLAN 2 ÈME ÉTAGE ECH :1/200



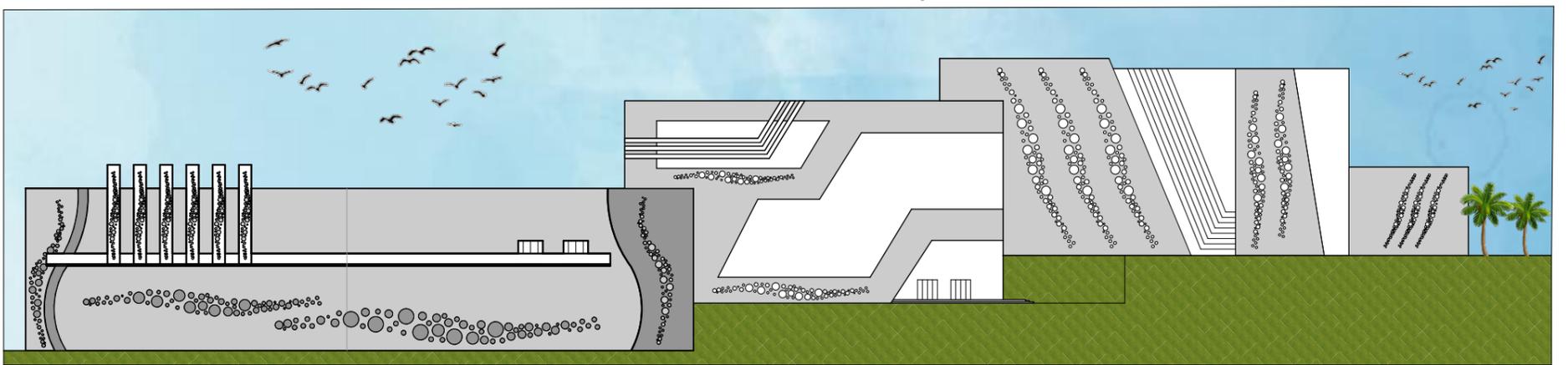
PLAN DE STRUCTURE ECH :1/200



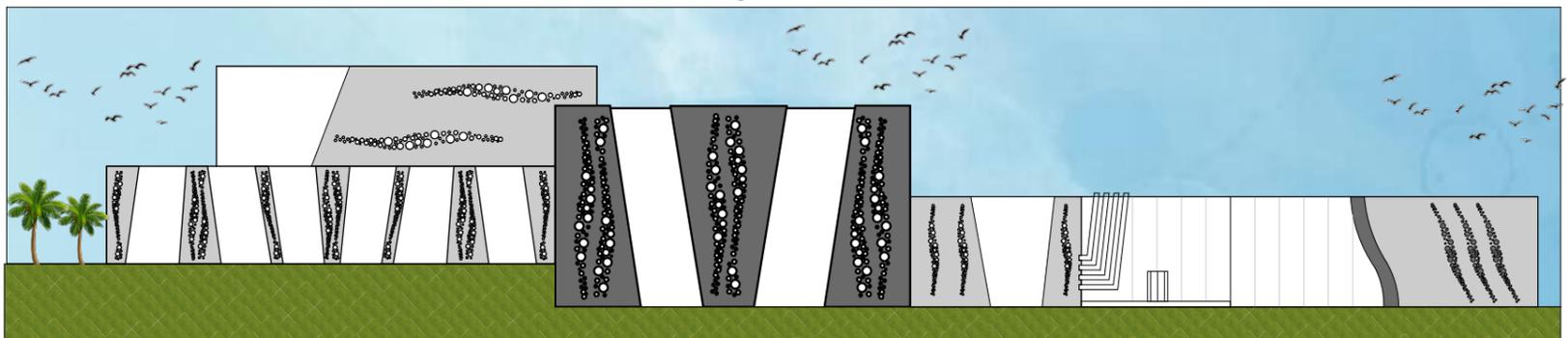
COUPE AA ECH 1/200



COUPE BB ECH 1/200

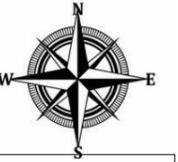


FAÇADE SUD



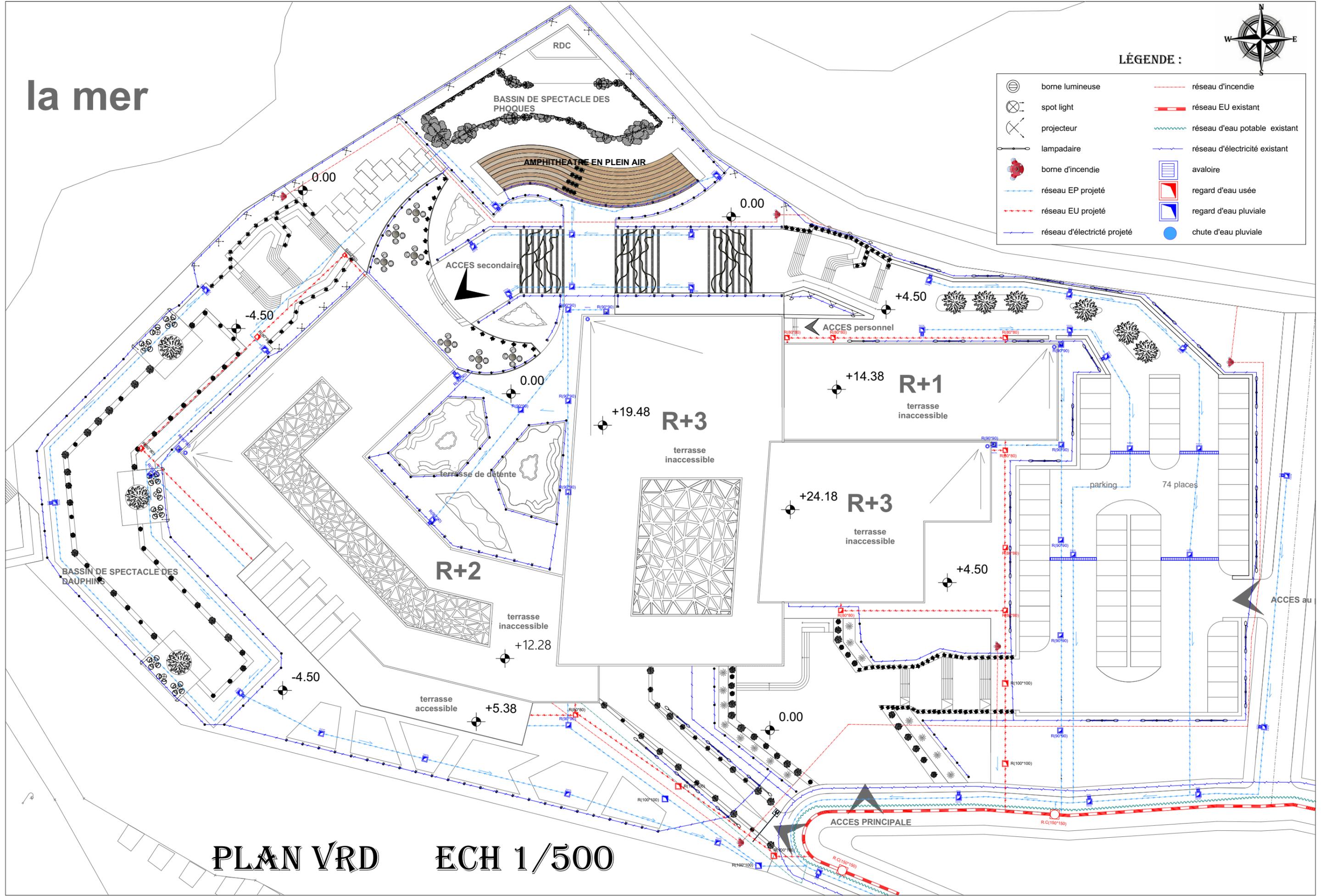
FAÇADE NORD

la mer

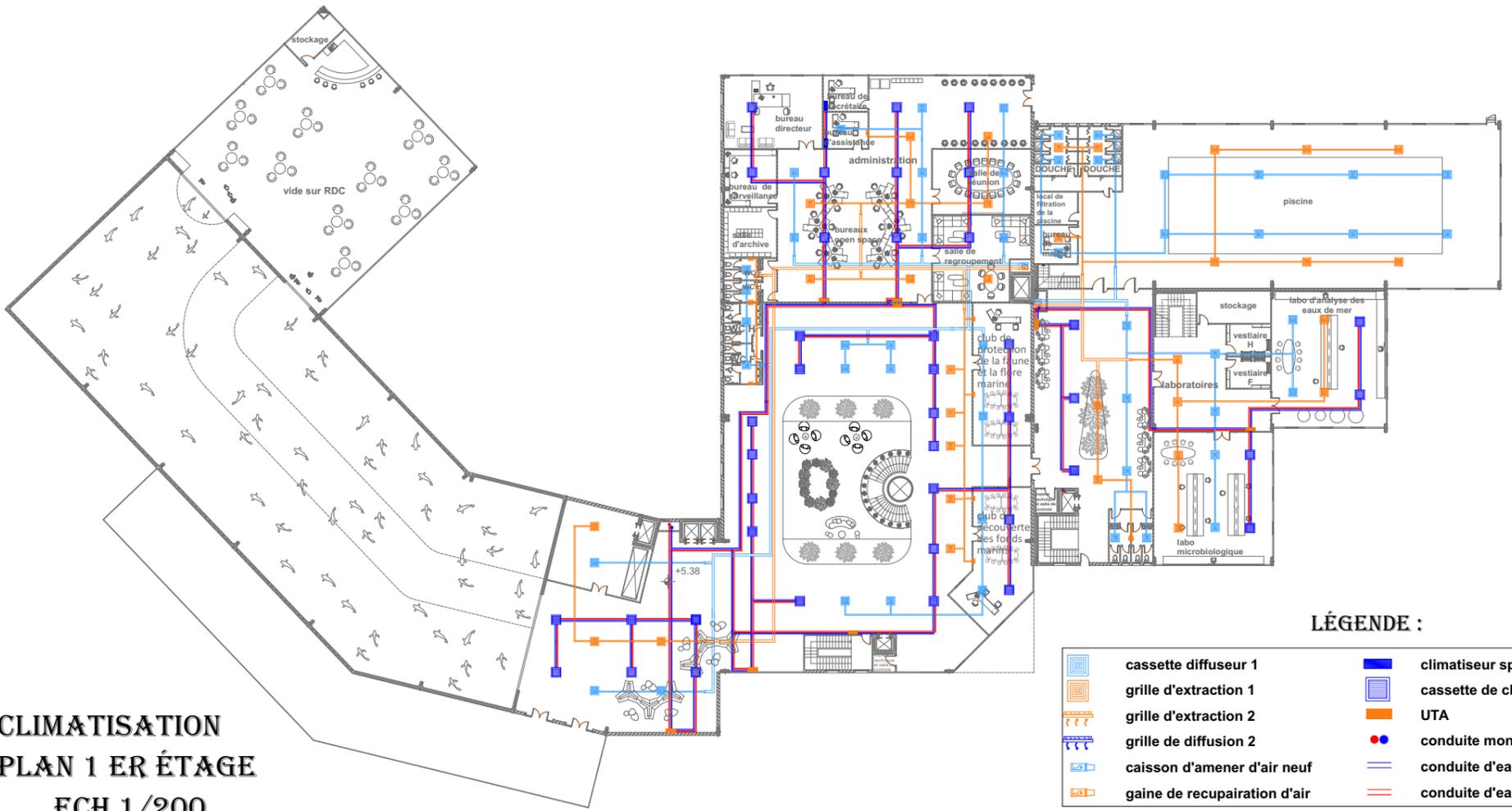


LÉGENDE :

	borne lumineuse		réseau d'incendie
	spot light		réseau EU existant
	projecteur		réseau d'eau potable existant
	lampadaire		réseau d'électricité existant
	borne d'incendie		avaloire
	réseau EP projeté		regard d'eau usée
	réseau EU projeté		regard d'eau pluviale
	réseau d'électricité projeté		chute d'eau pluviale



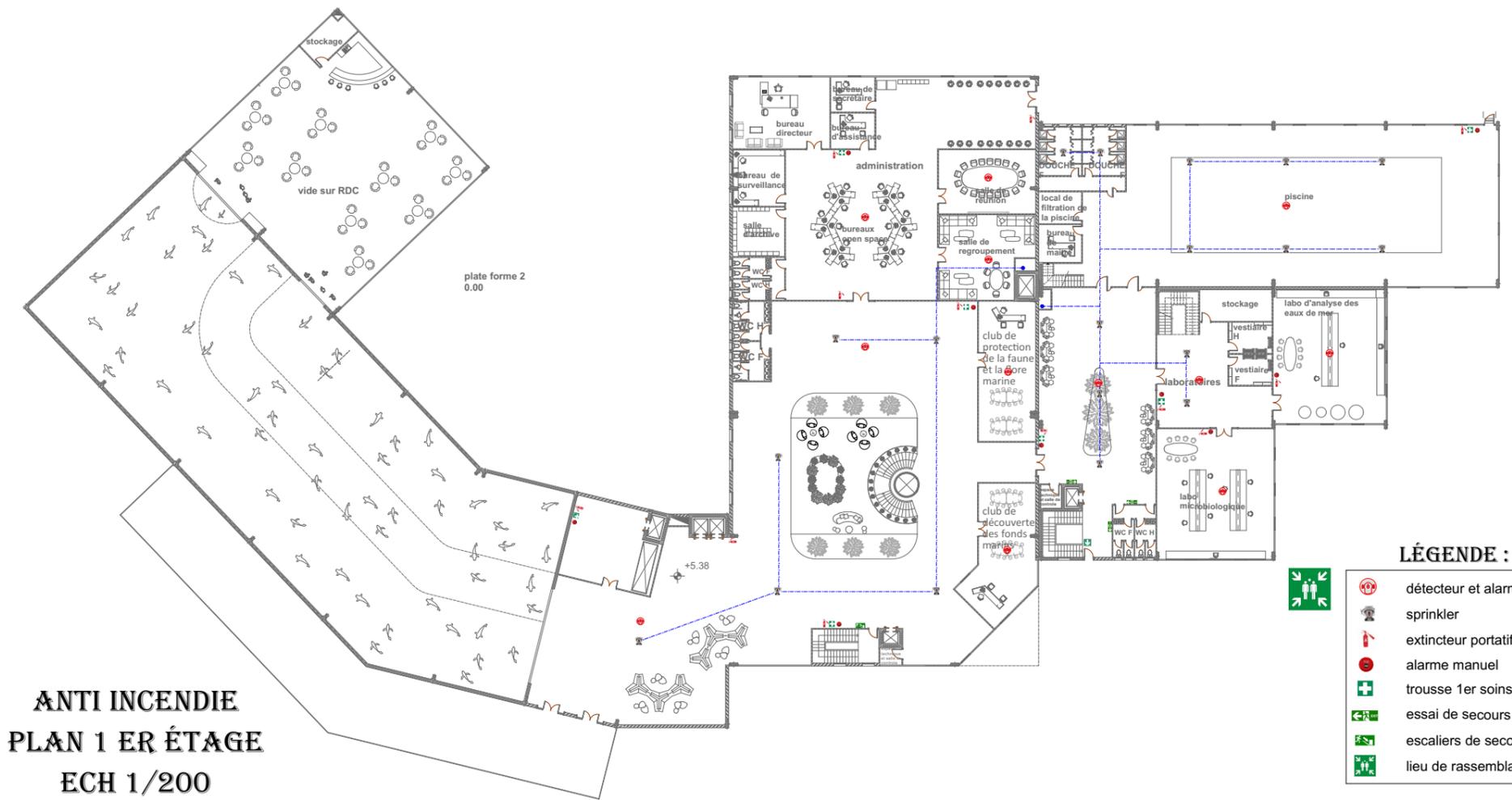
PLAN VRD ECH 1/500



CLIMATISATION
PLAN 1 ER ÉTAGE
 ECH 1/200

LÉGENDE :

	cassette diffuseur 1		climiseur split
	grille d'extraction 1		cassette de climatisation
	grille d'extraction 2		UTA
	grille de diffusion 2		conduite montante
	caisson d'amener d'air neuf		conduite d'eau glacé
	gaine de recuparation d'air		conduite d'eau chaud



ANTI INCENDIE
PLAN 1 ER ÉTAGE
 ECH 1/200

LÉGENDE :

	détecteur et alarme
	sprinkler
	extincteur portatif
	alarme manuel
	trousse 1er soins
	essai de secours
	escaliers de secours
	lieu de rassemblement

