

UNIVERSITÉ MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU
FACULTÉ DU GÉNIE DE LA CONSTRUCTION
DÉPARTEMENT D'ARCHITECTURE



Mémoire de Master en Architecture

Option : Architecture et environnement

Atelier : Architecture bioclimatique et efficacité énergétique

**Projet : Centre d'innovation technologique des
énergies renouvelables : pour un Hamma technopole**



Réalisé par :

M^{le}. OUCHILA Sabiha

M^{le}. YAHIAOUI Selma

Encadré par :

Mr. DEHMOUS M'hand

Année universitaire : 2018/2019

UNIVERSITÉ MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU
FACULTÉ DU GÉNIE DE LA CONSTRUCTION
DÉPARTEMENT D'ARCHITECTURE



Mémoire de Master en Architecture

Option : Architecture et environnement

Atelier : Architecture bioclimatique et efficacité énergétique

Projet : Centre d'innovation technologique des énergies renouvelables, pour un Hamma technopole

Réalisé par :

M^{le}. OUCHILA Sabiha

M^{le}. YAHIAOUI Selma

Encadré par :

M. DEHMOUS M'hand

Année universitaire : 2018/2019

Remerciements

On remercie le bon dieu de nous avoir donné la volonté nécessaire pour l'achèvement de notre travail.

On exprime toute notre gratitude à l'égard de notre promoteur : Mr DEHMOUS M'hend, qui a accepté de diriger ce travail, pour sa disponibilité, son soutien, ses conseils et critiques très constructives tout au long de ce travail de recherche.

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

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

On tient également à remercier tout le personnel de la bibliothèque de l'université de Tizi-Ouzou, département d'architecture Tamda, l'Habitat et ceux de l'EPAU (Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme) à Alger, leurs aides nous ont été d'un grand apport.

Nous remercions nos très chers parents, qui ont toujours étaient là pour nous.

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

Merci à vous tous

Dédicaces

Je rends grâce à Dieu qui nous a fourni le courage pour mener à bien notre travail malgré les obstacles rencontrés.

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

Je dédie ce modeste travail aux êtres qui me sont les plus chers : A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études, que dieu me les garde toujours près de moi.

A ma chère tante Dehbia, pour son soutien, puisse dieu te prêter longue vie

A mon binôme Selma, celle avec laquelle j'ai passé des moments de détresses et d'autres de joie, je te remercie de m'avoir épaulé, aider et encourager.

A mes chères sœurs : Nouara, Sarah et Rachida, pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral.

A mes chères frères : Belkacem et Younes.

A mon fiancé : ZAIDI Yacine, son frère Bilal ainsi que toute sa famille.

A mes très chères amies : Ziri, Rosa, Lynda, Katy, Cylia, Lycia et doudou

A tous mes oncles et tantes, à tous mes cousins et cousines.

A toute ma famille sans exception, pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire.

Et en dernier lieu, je remercie tous ceux qui ont contribué à la réussite de ce travail de près ou de loin.

Sabiha

Dédicaces

Je rends grâce à Dieu qui nous a fourni le courage pour mener à bien notre travail malgré les obstacles rencontrés.

A la mémoire de mes grands-parents que dieux garde leurs âmes dans son vaste paradis.

Je dédie ce modeste travail aux êtres qui me sont les plus chers : A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études, que dieu me les garde toujours près de moi.

A mon binôme Sabiha, celle avec laquelle j'ai passé des moments de détresses et d'autres de joie. Je te remercie de m'avoir soutenu et encouragé dans des périodes tellement difficile, je remercie également tout ta famille.

Que tous les moments pénibles que nous avons vécu ensemble témoignent de notre vaste amitié.

A mes chères sœurs, pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral.

A mon cher frère : Saïd, sa femme Nouara et leurs enfants : Walid et Imad.

Surtout, à mes très chères copines : Silia, Kahina et Warda pour leur aide, leur soutien, leur bonne humeur, leur présence rassurante à mes coté.

Tous mes amis, qui m'ont aidé de près ou de loin, particulièrement Saïd, merci pour ton soutien, tes conseils et tes encouragements sans oublier ma chère amie Dalila

A toute ma famille sans exception pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire.

Et en dernier lieu, je remercie tous ceux qui ont contribué à la réussite de ce travail de près ou de loin.

Merci d'être toujours là pour moi.

Selma

Résumé

Résumé

La consommation énergétique mondiale ne cesse d'augmenter malheureusement au détriment de l'environnement. Aujourd'hui, la nécessité de développer les énergies propres et inépuisables devient incontournable pour répondre au double enjeu de la sécurité énergétique et de la protection de l'environnement.

C'est dans le cadre de ces diverses démarches qui visent la réduction de la consommation énergétique que nous nous sommes proposé de concevoir un équipement à caractère novateur dédié au renforcement des technologies des énergies renouvelables. C'est un projet qui vise à optimiser l'usage de l'énergie passive et propre dans les constructions et également valoriser l'innovation technologique et la recherche scientifique en Algérie. C'est aussi un projet d'envergure nationale répondant aux objectifs de la future vocation d'affaire du quartier d'el Hamma.

Notre projet intitulé « Centre d'innovation technologique des énergies renouvelables » se distingue par son architecture durable et sa conception qui tient compte de tous les attributs d'une architecture bioclimatique intégrant diverses techniques et solutions passives et actives pour une architecture respectueuse de son environnement. Ce projet intègre en dans sa vocation le domaine de l'innovation en général, et celui des énergies renouvelables en particulier et assure le processus d'innovation, de la formation puis la recherche et fabrication jusqu'à la commercialisation de nouvelles technologies.

Mots clés : Innovation technologique, énergies renouvelables, Alger, Hamma, efficacité énergétique, architecture bioclimatique.

Abstract

Unfortunately, global energy consumption is steadily increasing at the expense of the environment. Today, the need to develop clean and endless energy becomes essential to meet the dual challenge of energy safety and environmental protection.

It is within the framework of these various approaches aimed at reducing energy consumption that we have suggested to design innovative equipment dedicated to the reinforcement of renewable energy technologies. It is a project that aims to optimize the use of passive and clean energy in buildings and also promote technological innovation a scientific research in Algeria. It is also a national project that meets the objectives of the future business vocation of el Hamma district

Our project entitled “technological innovation center of renewable energies” is stands out for its sustainable architecture, and its design takes into account all the attributes of a bioclimatic architecture incorporating various techniques and passive and active solutions for an architecture respectful of its environment. This project integrates in its vocation the field of innovation in general, and that of renewable energies in particular and ensures the process of innovation, from training and then research and manufacturing until the commercialization of new technologies.

Key words: technological innovation, renewable energies, Algiers, Hamma, energy efficiency, bioclimatic architecture

Tables des matières

Tables des matières

Remerciements

Résumé

Chapitre introductif

1. Introduction générale	i
2. Problématiques.....	ii
3. Hypothèses.....	iii
4. Objectifs.....	iii
5. Structure du mémoire.....	iv

Chapitre I : ANALYSE DU SITE ET IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

Introduction	1
I.1. Connaissance du périmètre d'étude	1
I. 1.1 Ville d'Alger, contexte global.....	1
I.1.1.1. Présentation de la ville d'Alger	1
I.1.1.2. Choix de la ville Alger	2
I.1.1.3. Situation et limite	2
I.1.1.4. Accessibilité	2
I.1.1.5. Topographie.....	2
I.1.1.6. Aperçu historique de la ville d'Alger	3
I.1.1.7. Propositions d'orientations.....	4
I.1.1.7.1. Le plan master d'Alger (révision PDAU2009-PDAU2011).....	4
I.1.2. Le quartier du Hamma, contexte intermédiaire.....	5
I. 1.2.1. Choix du quartier du Hamma	5
I.1.2.2. Présentation du quartier du Hamma	5
I.1.2.2.1. Situation	5
I.1.2.2.2. Les limite	5
a. Les limites physiques	5
b. Les limites administratives	5
c. Les limites naturelles.....	6
I. 1.2.3. Accessibilité au quartier	6
I. 1.2.4. Topographie du site	6
I.1.2.5. Lecture diachronique du quartier d'el Hamma.....	7
I.1.2.6. Analyse climatique	8
I.1.2.6.1 Données climatique.....	8
a. Les températures	8

b. Les précipitations	9
c. L'humidité relative	9
d. Les vents	10
f. Durée d'insolation	11
I.1.2.6.2. Diagramme solaire du quartier Hamma	12
I.1.2.6.3. Diagramme bioclimatique de Givoni	12
a. C'est quoi le diagramme psychrométrique de Givoni ?	12
b. Le diagramme bioclimatique de Givoni du quartier el Hamma	13
c. Lecture du diagramme bioclimatique de Givoni et recommandations	14
d. Interprétation de diagramme	14
I.1.2.7. Analyse environnementale	15
I.1. 2.7.1. Données socio-économique	15
a. La population	15
b. La répartition de population	15
I.1.2.7.2. Environnement naturel	15
a. Le plan vert	15
b. Plan bleu	16
I.1.2.7.3. La pollution	16
I.1.2.8. Analyse urbaine	16
I.1.2.8.1 Système viaire	16
a. Les axes longitudinaux	17
b. Les axes transversaux	18
I.1.2.8.2 les tissus urbains	19
I.1.2.8.3. Les équipements	20
I.1.2.8.4. Les places et les nœuds	20
I.1.3 Parcelle de l'ilot prioritaire, contexte immédiat	21
I.1.3.1. Choix du site d'intervention	21
I.1.3.2. La situation et limites	21
I.1.3.3. Accessibilité	21
I.1.3.4. Forme surface et dimensions	22
I.1.3.5. Topographie	22
I.1.3.6. Environnement immédiat	22
I.1.3.7. Microclimat de l'assiette d'intervention	23
I.1.3.7.1. Vents	23
I.1.3.7.2. Ensoleillement et ombrage	23
I.1.3.7.3. Coupe bioclimatique de l'ensoleillement et l'ombrage du site d'intervention	25
I.1.3.7.4. Carte synthétique du microclimat du site d'intervention	26

II.2. Etude d'impact environnementale	27
II.2.1. Définition de la EIE.....	27
II.2.2. Description de milieu récepteur de projet.....	27
II.2.3. Description des enjeux du site	27
II.2.4. Identification des différents impacts du projet sur l'environnement.....	28
II.2.4.1. Impacts positifs	28
II.2.4.1.1. Les impacts indirects	28
II.2.4.1.2. Les impacts directs	28
II.2.4.2. Impacts négatifs	29
II.2.4.2.1. Phase de construction	29
II.2.4.2.2. Phase de l'exploitation.....	30
II.3. Plan de gestion environnementale.....	31
Conclusion.....	33

Chapitre II : BIOCLIMATISME ET THEMATIQUE DU PROJET : CORPUS THÉORIQUE

Introduction	34
II.1. Cadrage théorique de la bioclimatique.....	35
II.1.1. Introduction au développement durable	35
II.1.1.1.les piliers du DD	35
II.1.1.2. Les Objectifs du développement durable.....	36
II.1.1.3. Le développement durable et le bâtiment	36
II.1.2. Connaissances bioclimatique.....	37
II.1.2.1. Qu'es ce qu'une architecture bioclimatique ?.....	37
II.1.2.2. L'architecture bioclimatique : quête de confort.....	37
II.1.2.2.1. Notions du confort	37
a. Le confort thermique	37
b. les paramètre affectant le confort thermique	38
c. Les stratégies du confort thermique	39
II.1.2.2. Les principes de la conception bioclimatique	39
II.1.2.2.1. Implantation et intégration au site	39
II.1.2.2.2. Orientation et ensoleillement.....	40
II.1.2.2.4. La compacité.....	40
II.1.2.2.5. Organisation intérieur	40
II.1.2.2.6. Ventilation naturelle	41
II.1.2.2.7. Utilisation de la végétation	41
II.1.3. Les énergies renouvelables	41
II.1.3.1. Notion des énergies renouvelables.....	41

II.1.3.2. Qu'est-ce qu'une énergie fossile.....	41
II.1.3.3. Les énergies renouvelables en Algérie.....	42
II.1.3.4. Les type d'énergies renouvelables	42
II.1.3.4.1. L'énergie solaire	42
II.1.3.4.2. L'énergie éolienne	42
II.1.3.4.3. L'énergie hydraulique.....	43
II.1.3.4.4. La géothermie	43
II.1.3.4.5. La biomasse	43
II.1.4. L'efficacité énergétique	44
II.1.4.1. Définition de l'énergie	44
II.1.4.2. Définition de l'efficacité énergétique dans un bâtiment	44
II.1.4.3. Efficacité énergétique en Algérie.....	44
II.2. Recherche thématique : Centre d'innovation technologique des énergies renouvelables.....	45
II.2.1. Choix du thème.....	45
II.2.2. Définitions liée au thème	45
II.2.2.1. L'innovation.....	45
II.2.2.2. La technologie.....	45
II.2.2.3. L'innovation technologique	46
II.2.2.4. L'innovation technologique des énergies renouvelables	46
II.2.3. L'innovation technologique des énergies renouvelables en Algérie	46
II.2.4. Acteurs de l'innovation : entités du projet	47
II.2.4.1. Un incubateur d'entreprises	48
II.2.4.1.1. Eléments de définition	48
II.2.4.1.2. Qu'est-ce qu'un incubateur d'entreprise	48
II.2.4.1.3. Les deux vagues de création des incubateurs	48
II.2.4.1.4. Types d'incubateurs.....	49
II.2.4.1.5. Les services offerts dans un incubateur.....	49
II.2.4.1.5. Objectifs et rôle des incubateurs.....	49
II.2.4.2. Centre de recherche.....	50
II.2.4.2.1. Eléments de définitions	50
II.2.4.2.2. Qu'est-ce qu'un centre de recherche ?	50
II.2.4.2.3. Les fonctions principales d'un centre de recherche.....	50
II.2.4.2.4. Centre de recherche sur les énergies renouvelables	51
II.2.4.2.5. Les espaces dans un centre de recherche.....	51
II.2.4.3. Plateforme marketing	52
II.2.4.3.1. Eléments de définition	52
II.2.4.3.2. Qu'est –ce qu'un salon	52

II.2.4.3.3. Les différents types de salons.....	52
II.2.5. Analyse des exemples.....	53
II.2.5.1. Exemple 1 : L’incubateur numérique de la Station F	53
II.2.5.1.1. Fiche technique de projet.....	53
II.2.5.1.2. Présentation de projet	53
II.2.5.1.3. Rénovation et contexte	53
II.2.5.1.4. Analyse formelle du projet	54
II.2.5.1.5. Analyse formelle du projet Analyse fonctionnelle du projet.....	54
II.2.5.1.6. Les ambiances intérieures.....	56
II.2.5.2. Exemple 2 : Espace Bienvenue, Le Pôle Scientifique et Technique Paris-Est	58
II.2.5.2.1. Fiche technique de projet.....	58
II.2.5.2.2. Présentation du projet	58
II.2.5.2.3. Analyse formelle.....	58
II.2.5.2.4. Analyse fonctionnelle	59
II.2.5.2.5. Programme.....	61
II.2.5.2.6. Analyse des façades.....	61
II.2.5.2.7. L’aspect bioclimatique du projet	61
II.2.5.3. Exemple 3 : le centre de convention de Kuala Lumpur :	63
II.2.5.3.1. Fiche technique de projet.....	63
II.2.5.3.2. Présentaion.....	63
II.2.5.3.3. Implantation.....	63
II.2.5.3.4. Analyse fonctionnelle du projet.....	64
II.2.5.3.5. Analyse des Façades	65
II.2.6. Synthèse.....	65
II.2.6.2. Programme prévisionnel	66
Conclusion.....	67
 Chapitre III : CRÉATION ET CONCRÉTISATION DU PROJET ARCHITECTURAL	
Introduction	68
III.1. Synthèse des connaissances des sites	69
III.1.1. Synthèse liée au contexte	69
III.1.2. Synthèse microclimatique	70
III.1.3. Rapport récapitulatif de la thématique	71
III.2. De l’idée à la conceptualisation.....	71
III.2.1. Idée fédératrice, l’engrenage durable	71
III.2.1.1. Le système d’engrenage a traves les entités du projet.....	72
III.2.2. Concepts opérationnels	72
III.3. Des concepts à la formalisation du projet.....	73
III.3.1. Genèse du projet.....	73

III.3.1.1. Etape 1 : pluriaxialité , lignes directrices du projet	73
III.3.1.2. Etape 2 : Continuité urbaine, un socle urbain.....	74
III.3.1.3. Etape 3 : Implantation des entités	74
III.3.1.4. Etape 4 : passages urbains	74
III.3.1.5. Etape 5 : d'une roue dentée à un socle articulateur	75
III.3.1.6. Etape 6 : Fragmentation de l'entité recherche et expérimentation	75
III.3.2. Progression formelle	76
III.3.2.1. Progression formelle, échelle1/500	76
III.3.2.2. Transition à l'échelle 1/200	77
III.4. De la formalisation à la concrétisation du projet	78
III.4.1. Description du projet.....	78
III.4.2. Accessibilité	79
III.4.3. Description des façades	79
III.4.4. Spatialisation du projet et description des entités	80
III.4.4.1. Entité recherche et expérimentation	80
III.4.4.2. Entité plateforme marketing	83
III.4.4.3. Entité incubateur d'entreprise.....	85
III.4.5. Le dossier graphique définitif (voir annexe).....	88
III.4.6. Programme surfacique.....	88
III.4.7. Choix du système constructif	92
III.4.7.1. Infrastructure du projet	93
III.4.7.1.1. Les fondations	93
III.4.7.1.2. Mur de soutènement	93
III.4.7.1.3. Les joints	93
III.4.7.2. Superstructure du projet.....	94
III.4.7.2.1. Les poteaux	94
III.4.7.2.2. Les poutres métalliques alvéolaires.....	94
III.4.7.2.3. Le plancher collaborant.....	94
III.4.7.2.4. Structure spéciale de l'entité incubateur	95
Conclusion.....	96
 Chapitre IV : VOLET BIOCLIMATIQUE ET EFFICACITÉ ENERGÉTIQUE DU PROJET	
Introduction	97
 IV.1. Bases de la conception bioclimatique du projet.....	97
IV.1.1. Implantation et orientation	98
IV.1.2. Forme (compacité .fragmentation .articulation)	98
IV.1.3. Ventilation naturelle.....	99

IV.1.3.1. Ventilation par effet venturi	99
IV.1.3.2. Effet trou sous immeuble.....	100
IV.1.4. végétation : ambiance, confort et microclimat.....	100
IV.1.5. Eclairage naturel	100
IV.1.6. récupération des eaux pluviales	101
IV.2. Les solutions bioclimatiques	101
IV.2.1. Procèdes bioclimatique de l'entité plateforme marketing.....	102
IV.2.1.1. Prodcèdes passives hivernaux et estivaux	104
IV.2.1.1.1. Façade double peau transparente ventilée: façade passive.....	104
IV.2.1.1.2. La protection des toitures : Double toiture ventilée.....	105
IV.2.1.1.3. Rafraichissement passif par ventilation naturel	105
a.ventilation transverssale	106
b.Capter les brises marines par des capteurs a air.....	107
IV.2.1.1.4. Protection solaire : masque architecturale	107
IV.2.1.2. Procédés actifs hivernaux et estivaux.....	108
IV.2.1.2.1. Un panneau photovoltaïque thermique (PV-T).....	108
IV.2.1.2.2. Un plancher chauffant solaire	108
IV.2.2. Procèdes bioclimatiques de l'entité incubateur.....	109
IV.2.2.1. Prodcèdes passives hivernaux et estivaux	111
IV.2.2.1.1. chauffage par rayonnement solaire direct : l'effet de serre.....	111
IV.2.2.1.2. Mur trombe en matériaux a changement de phase « MCP »	112
IV.2.2.1.3. ventilation hybride Par tirage thermique et ventilation traversante.	113
IV.2.2.1.4. Protections solaires : Brise soleil	114
IV.2.2.2. Procédés actifs hivernaux et estivaux de l'entité incubateur.....	114
IV.2.2.2.1.Rafrachissement et chauffage par la géothermie :fondations thermo-actives	114
IV.2.2.2.2. Un plancher chauffant /rafrachissant	115
IV.2.2.2.3. Déstratificateur d'air	116
IV.2.3. Procèdes bioclimatiques de l'entité recherche	117
IV.2.3.1. Prodcèdes passives hivernaux et estivaux	119
IV.2.3.1.1. Rafrachissement et chauffage par des tubes entérées.....	119
IV.2.3.1.2.ventilation monofaçade par tour a vent revisitée	120
IV.2.3.1.3. La ventilation naturelle assistée par extracteur stato-mécanique.....	121
IV.2.3.1.4.Ventilation socle de l'entité recherche.....	122
IV.2.3.1.5.Ventilation traverssante au niveau des bureaux de recherche.....	123
IV.3. Renforcement de la stratégie bioclimatique L'apport de nouvelle technologie.....	124
IV.3.1. Ascenseur a réinjection de courant : Alliant confort et économie d'énergie	124
IV.3.2. Micro-cogénération au gaz naturel	124

IV.4. Matériaux et parois	125
IV.4.1. Les super-isolants : un vrai tournant en termes de performances thermiques	125
IV.4.2. Le verre comme enveloppe isolante.....	126
IV.4.3. Les matériaux à changement de phase	126
IV.3.4. Le béton cellulaire.....	127
Conclusion.....	128
Conclusion générale.....	129
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Bibliographie	
Rendus	

Chapitre introductif

1.Introduction générale

La planète vit actuellement une période de croissance spectaculaire et de profonds changements.¹ La satisfaction du besoin mondial en énergie est l'un des principaux facteurs de la transformation de l'environnement par les sociétés industrielles. Les combustibles carbonés fossiles, qui représentent environ 90% de la production commerciale d'énergie dans le monde, ont un rôle important dans ce processus de transformation. La crise économique actuelle, la raréfaction des sources d'énergie fossiles et les changements climatiques qui se manifestent sous diverses formes nous obligent en premier degré à nous focaliser sur la recherche de nouvelles ressources énergétiques plus efficaces et satisfaisantes afin d'assurer un équilibre entre la croissance économique, la sécurité énergétique et la protection de l'environnement, et second degré, le besoin d'adopter les réformes nécessaires pour augmenter la capacité d'innovation des sociétés dans le domaine des énergies renouvelables.

L'Algérie, est un pays possédant un potentiel énorme en termes de ressources énergétiques renouvelables et disposant des atouts nécessaires pour développer une énergie propre inépuisable et diversifiée. Afin de se rattraper et de récupérer le retard accumulé en terme d'exploitation de ces dernières, l'Algérie amorce une dynamique de développement de l'énergie verte en lançant un programme ambitieux de développement des énergies renouvelables et d'efficacité énergétique.² Cette vision du programme s'appuie sur une stratégie axée sur la mise en valeur des ressources innépuisables comme le solaire et leurs utilisations pour diversifier les sources d'énergie et préparer l'Algérie de demain, qui pourrait constituer un plus important fournisseur de ses énergies.

Pour accompagner et réussir ce programme, l'Algérie envisage de renforcer son tissu industriel pour être à l'avant-garde des mutations positives par le développement de la capacité d'innovation technologique de l'industrie énergétique, tout en favorisant la recherche et le développement technologique, la productivité, et facilitant l'investissement et la compétitivité dans le domaine du renouvelable afin de lever les verrous technologiques et de développer des nouvelles solutions énergétiques, à la fois fiables et propres et à des coûts abordables et adapter ces technologies aux conditions locales et d'innover de nouvelles solutions permettant de répondre aux besoins locaux.

Une grande nécessité est apparue pour les structures qui vont porter ce programme à travers ces différentes étapes et le pousser aux plafond maximum afin qu'elles puissent atteindre tous ces

¹ Rapport de Brundtland http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/sites/odyssee-developpement-durable/files/5/rapport_brundtland.pdf(consulté 01/12/2018).

²https://portail.cder.dz/IMG/pdf/Programme_des_energies_renouvelables_et_de_l_efficacite_energetique_FR.pdf.(consulté le 07.05.2019).

objectifs dans les plus brefs délais et afin de répondre aux différents besoins des investisseurs, chercheurs, développeurs et innovateurs dans le domaine des énergies renouvelables.

Le souci qu'on porte pour notre environnement, la volonté de s'aligner au programme porté par l'état et le souhait de devenir leader dans le domaine des énergies renouvelables en Afrique a motivé notre choix de la thématique. Notre projet consistera alors en un centre d'innovation technologique des énergies renouvelables, qui va abriter trois entités pour la création, la promotion et le développement de nouvelles technologies innovantes dans le domaine des énergies renouvelable, de leurs créations et émergence au sein de l'incubateur, expérimentation dans le centre de recherche à leurs commercialisations au sein de la plateforme marketing. Il s'agit d'un projet de grande envergure qui sera implanté dans l'ilot prioritaire du quartier du Hamma à Alger, qui s'intègre dans son contexte et respecte son environnement avec une consommation énergétique la plus faible possible de par sa conception bioclimatique.

À travers ce projet, nous avons tenté de répondre aux besoins du programme des EnR³ et être un acteur phare dans la machine d'innovation technologique des énergies renouvelable en Algérie tout en offrant les moyens de commodés, de soutien, d'accompagnement et de rencontres aux jeunes innovateurs, chercheurs et investisseur.

2. Problématiques

L'Algérie possède un potentiel important des ressources énergétiques renouvelables, ce qui la rend apte à investir dans ce domaine, en dehors du pétrole et du gaz, et accroître sa capacité à attirer et à conserver la classe créative qui intervient dans le processus d'innovation technologique des EnR afin de développer une économie verte. C'est dans cette perspective que se situe notre problématique. Nous posons les questions suivantes :

- Un centre d'innovation technologique des EnR peut-il donner un coup de pouce à l'innovation en Algérie ? et rattraper le retard accumulé en termes d'exploitation des ressources énergétiques renouvelables ?
- Comment peut-on insérer un projet de centre d'innovation technologique des EnR d'envergure nationale dans un tissu urbain ? Quel impacte aurait-il d'une manière globale sur la ville d'Alger et plus précisément sur le quartier d'El Hamma ?
- Comment créer une atmosphère adéquate pour attirer une classe créative ?

³ Le programme des énergies renouvelables consiste à installer une puissance d'origine renouvelable de l'ordre de 22 000 MW à l'horizon 2030 pour le marché national, avec le maintien de l'option de l'exportation comme objectif stratégique.

- Comment peut-on inscrire un projet architectural apte à préserver l'environnement ? Quelles seront les opérations, les mécanismes à mener dans notre projet pour assurer un confort optimal en terme d'efficacité énergétique ?

3. Hypothèses

Afin d'apporter des réponses aux problématiques posés nous avons formulé les hypothèses suivantes :

- Les lacunes accumulées en termes d'exploitation des EnR peuvent être comblées par l'insertion d'un projet d'envergure nationale, qui adoptera des appuis financiers, le soutien logistique ainsi le conseil et la formation ;
- Un centre d'innovation représente une atmosphère adéquate pour la création, l'innovation, la recherche et un lieu propice d'encourager les compétences et d'attirer les professionnels de haut niveau, tout en leur préparant des infrastructures ;
- La conception d'un projet qui valoriserait l'augmenter des capacités d'innovation tout en l'insérant dans la perspective de protection de l'environnement, serait une réponse d'émerger de l'image de la ville d'Alger en matière de croissance économique et développement durable.

4. Objectifs

- Créer un lieu pour la promotion de l'innovation technologique des EnR peut contribuer à ramener le pays sur une trajectoire de croissance durable et plus verte ;
- Attribuer une nouvelle image à la ville d'Alger et faire d'elle une ville créative, attirante aux entreprises portantes de projets chercheurs et investisseurs par une technopole au quartier d'EL HAMMA ;
- Créer un espace d'accueil dynamique qui disposerait d'infrastructures high-tech et de bureaux intelligents ;
- Améliorer la qualité de vie de la société sans compromettre l'environnement et concevoir une architecture durable.

5. Structure du mémoire

Une démarche méthodologique est bien nécessaire pour structurer notre mémoire pour cela nous avons organisé notre travail comme suit :

- **Chapitre introductif**

Il comprend une introduction générale sur le thème et un ensemble de problématiques, hypothèses et objectifs, ainsi la structure de mémoire.

- **Chapitre 1 : Analyse du site et impact sur l'environnement**

Il consiste une analyse et étude sur le contexte d'intervention et la connaissance du périmètre d'étude de l'échelle global de la ville d'Alger, passant par le site intermédiaire le quartier Hamma, en arrivant à la parcelle d'intervention de l'ilot prioritaire. Ce chapitre exposera les différents donnés liées au site d'intervention, donnés contextuelle, climatique et environnemental. Ensuite, il abordera une étude appréhendée de l'impact du projet sur l'environnement, ainsi les mesures et les solutions proposées.

- **Chapitre 2 : Bioclimatisme et thématique du projet : corpus théorique**

Nous avons subdivisé ce chapitre en deux parties, la première : sera consacré pour la définition des principes et paramètres de la bioclimatique et ses aspects, pour mieux cerner et comprendre la notion de ses concepts. Par contre la deuxième partie consistera en un socle théorique qui va nous offrir des informations et des éléments de définition sur la thématique du centre d'innovation technologique des énergies renouvelables tout en donnant un ensemble de définitions à chaque entité du projet.

- **Chapitre 3 : Création et concrétisation du projet architectural**

Ce chapitre portera sur la concrétisation dans un projet architectural tout en expliquant les différentes étapes de l'idéation à la matérialisation de notre projet.

- **Chapitre 4 : Volet bioclimatique et efficacité énergétique du projet**

Ce dernier chapitre apportera sur les solutions et les différentes techniques utilisées dans notre projet en termes d'efficacité énergétique et développement durable.

Conclusion générale

Nous terminons avec une synthèse générale des quatre chapitres, qui viendras synthétiser les différentes étapes de la création du projet.

Chapitre I

Analyse du site et impact sur l'environnement

« L'architecture a pour le contexte la même attirance qu'un être vivant pour les éléments nutritifs qu'il tire de sa nourriture. De même que les éléments nutritifs forment le corps en se transformant, le contexte devient un élément de la composition architecturale »

Tadao Ando

Introduction

Pour l'acte de toute création architecturale, la notion de contexte est primordiale. Le contexte est déterminant quant à la relation que va entretenir le projet avec son environnement.

Pour une meilleure connaissance du site, dans ce premier chapitre intitulé « Analyse du site et impact sur l'environnement » nous allons commencer par une analyse contextuelle qui sera répartie sur trois échelles à savoir une présentation de la ville d'Alger, le contexte global. Puis, en second lieu une analyse du contexte intermédiaire qui est le quartier du Hamma avec une analyse urbaine et une étude approfondie de son climat et son environnement pour une meilleure adaptation du projet à ces derniers et nous allons approfondir notre analyse avec une étude du microclimat de notre site d'intervention d'où on va déterminer les recommandations pour dégager les principales solutions architecturales pour la conception bioclimatique du projet. Enfin, nous concluons ce chapitre avec une étude d'impact environnemental où nous allons définir les différents impacts du projet sur son environnement à savoir les impacts négatifs et positifs afin d'en répondre et d'en tirer des solutions.

La démarche adoptée pour ce premier chapitre va nous permettre la matérialisation d'une conception qui tient compte de tous les attributs d'une architecture bioclimatique, durable qui s'inscrit dans le domaine de la protection de l'environnement.

I.1. Connaissance du périmètre d'étude

I. 1.1 Ville d'Alger, contexte global

I.1.1.1 Présentation de la ville d'Alger

Alger, surnommée El Bahja « la joyeuse », El Mahrussa « la bien-gardée » ou El Beida « la blanche », est la capitale de l'Algérie métropole nationale et internationale, occupe une place importante dans la trame des pays méditerranéens, elle constitue ainsi un lieu de convergence des grandes wilayas courants d'échanges.

La ville donne son nom à la capitale dont elle est le chef-lieu, elle est connue pour les bâtiments blanchis à la chaux de la Casbah, une médina dotée de rues escarpées et sinueuses, de palais ottomans et d'une citadelle en ruines.



Figure I.1: vue de la ville d'Alger

Source : <https://www.judaicalgeria.com/pages/alger-photos-tres-anciennes.html>

I.1.1.2. Choix de la ville Alger

« *Alger a les pieds sur la mer* » ne cessait de répéter le grand moderniste français le Corbusier, il voyait que toute la magnificence d'Alger lui venait de son rapport à la mer ; tous deux ajoute-t-il semblent fonder en une seule image d'unité.

Alger est la capitale économique, politique et administrative du pays, considéré comme un carrefour de transition entre l'Europe et le cœur d'Afrique, sa position stratégique sur la façade littoral de la méditerranée lui confère une image d'une Algérie contemporaine par les activités d'exception qu'elle englobe, elle se lance dans une dynamique urbaine et spatiale et occupe une position géostratégique intéressante, aussi bien, du point de vue des flux et échanges économiques avec le reste du monde, que du point de vue géopolitique.

I.1.1.3. Situation et limite

Alger se situe au centre géométrique de la côte algérienne, son territoire s'étend sur plus de 809 Km²,

La ville d'Alger est délimitée par :

Au Nord-Ouest : Tipaza à 70 Km.

Au Sud : Blida à 15 Km.

Au sud Est : Boumerdes à 20Km.

Au Nord et Nord-est : la mer méditerranée.



Figure I. 2 : carte de situation de la ville d'Alger
source : Google image

I.1.1.4. Accessibilité

Les accès vers Alger sont divers :

- réseaux routiers : RN 12 de l'est, RN 11 de l'ouest et RN 5 de côté sud ;
- Voie maritime : port d'Alger ;
- Voie aérienne : aéroport houari Boumediene ;
- Voies ferrées.

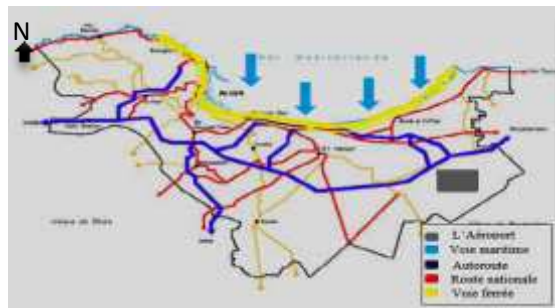


Figure I. 3 : carte d'accessibilité de la ville d'Alger
source : www.andi.dz/PDF/monographies/Alger.pdf

I.1.1.5. Topographie

La topographie de la côte algéroise est caractérisée par la succession à partir du rivage actuel et jusqu'à une altitude de plus de 300 mètres, d'une série de gradins, disposés les uns au-dessus des autres comme les marches d'un escalier.⁴

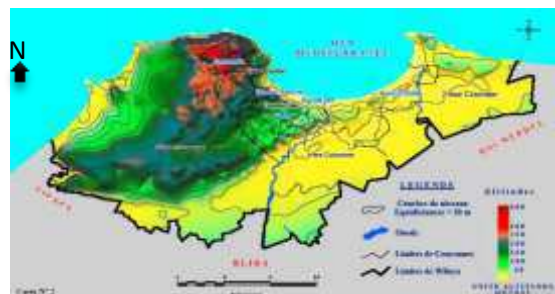


Figure I. 4 : carte de la topographie de la ville d'Alger. Source : planbleu.org/sites/default/files/publications/mobilite_urbaine_alger_fr.pdf

⁴<https://fr.wikipedia.org/wiki/Alger>. Novembre 2017, (consulté le : 11.02.2019).

I.1.1.6. Aperçu historique de la ville d'Alger

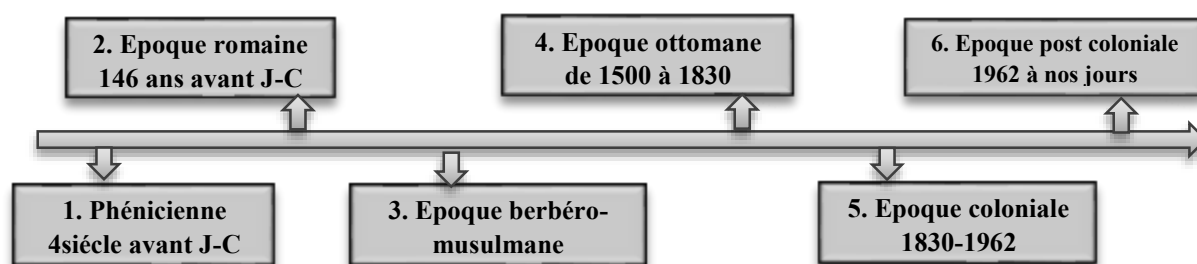


Figure I. 5 : Aperçu historique de la ville d'Alger.

Source : auteurs

La ville d'Alger a connu plusieurs transformations au fil de temps, des Phéniciens qui établissent un comptoir du nom d'IKOSIM sur la baie d'Alger, aux romains qui développent la ville à l'intérieur d'une enceinte nommée IKOSIUM, et la naissance du premier tracé urbain. La première édification de la ville intramuros et les deux portes par Les berbères Sanhadja. La vraie lecture de la croissance de la ville d'Alger se résumait à l'époque ottomane à l'ancienne ville la Médina, entouré de remparts dotés de Cinque portes. A la suite de l'occupation coloniale, des transformations de la ville épousent un urbanisme de conquête ; aucun plan d'aménagement n'est conçu. En 1840, une nouvelle enceinte est édifiée et de nouveaux espaces se constituent dans les faubourgs Est (quartier Isly) et Ouest (quartier Bab El Oued).

La période (1880 – 1920) est celle de la croissance urbaine, apparition de nouveaux quartiers sur les hauteurs : Télémly, Michelet, Mustapha. Durant la période 1930 – 1962, se succèdent des opérations ponctuelles de construction, limitées, constituées de cités de recasement, ainsi que les grands ensembles HLM.

Le premier plan d'aménagement approuvé véhicule l'idée de l'extension de la ville vers le Hamma. Ce plan d'aménagement est accompagné de plusieurs opérations d'agrandissement et d'embellissement de la ville. La ville finit par atteindre les agglomérations suburbaines avec lesquelles elle formera en Septembre 1959 le Grand-Alger⁵.

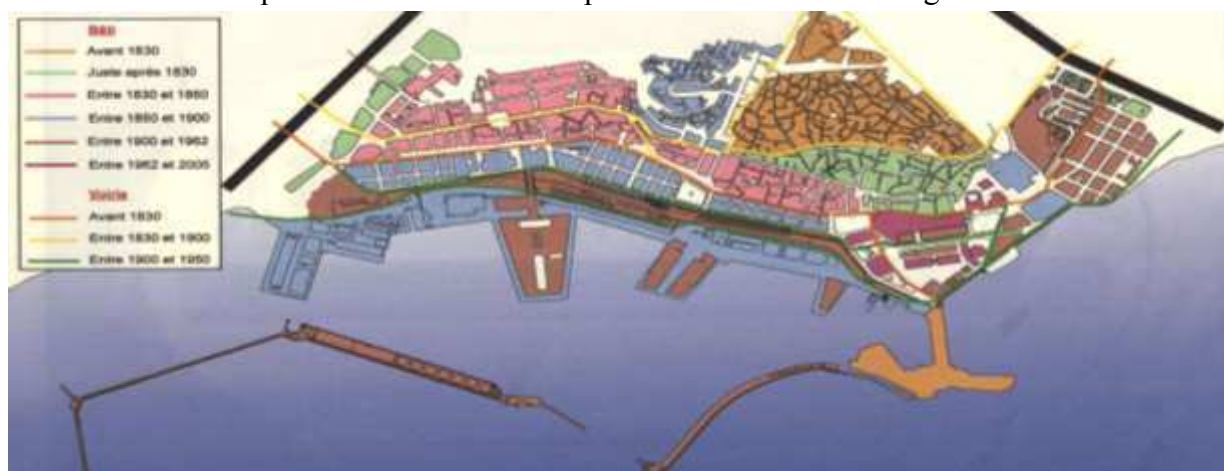


Figure I. 6 : carte d'évolution historique de la ville d'Alger

Source : Analyse urbaine du quartier du Hamma, master 1

⁵ Office national des statistiques(ONS), annuaire Statistique de la Wilaya d'Alger, Année 2005, p. 3.

I.1.1.7. Propositions d'orientations

Alger, depuis l'indépendance à nos jours ne cesse de se développer et de s'améliorer, plusieurs schémas et plans d'organisation stratégique ont été proposés afin de renforcer son identité et de faire de la capitale une ville métropole.

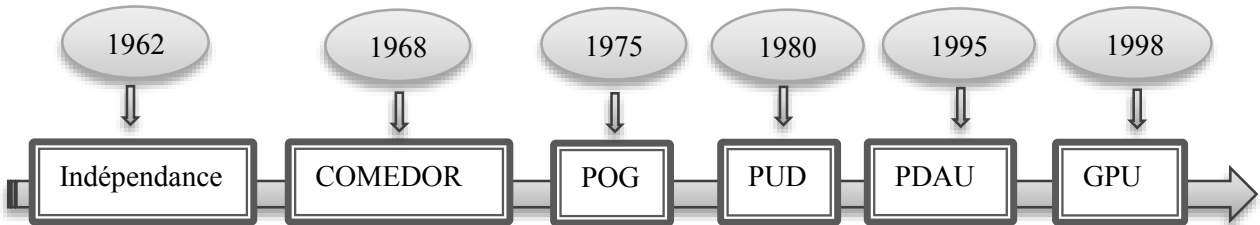


Figure I. 7: propositions d'orientations de la ville d'Alger depuis l'indépendance.

Source : auteurs

I.1.1.7.1. Le plan master d'Alger (révision PDAU2009-PDAU2011)

« Un autre Alger est possible », cette phrase qui accompagne depuis le début, le projet de révision du PDAU qui veut exprimer l'idée de la possibilité d'une transformation de la ville d'Alger⁶. De la reconquête du front de mer au réaménagement de quelques quartiers, en passant par la structuration de la périphérie, réhabilitations du centre historique, D'ici à 2030, plusieurs projets vont transformer la capitale en « éco-métropole de la Méditerranée ».



Figure I. 8 : les étapes du plan master de la ville d'Alger

Source : révision PDAU2009-PDAU2011

Ces étapes se matérialisent en 82 projets structurants qui correspondent à des propositions concrètes d'intervention à savoir :



Place des martyres



Le stade de Baraki



Reconversion et réaménagement du port



Création des pôles universitaires

Figure I. 9 : les projets qui transforment la ville d'Alger

source: https://lakhdarbahlouli.com/2016/09/28/alger-2030/comment-page-1/?fbclid=IwAR2J-6lFHH_wpyvTb_CqauQv4NoU3DzhrK8WjO-EXWXqrmue50M7rx4vYk

⁶ Révision du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme (PDAU) de la wilaya d'Alger 2011, p.170.

I.1.2. Le quartier du Hamma, contexte intermédiaire

I. 1.2.1. Choix du quartier du Hamma

Le choix du quartier du Hamma est opéré par rapport à sa situation stratégique dans la baie d'Alger ; son statut de pôle et son orientation en tant que zone d'affaire et prestige que lui confère les nouvelles politiques d'aménagement de la ville d'Alger, qui veulent de cette dernière une métropole internationale .Ce quartier est décrit par les document d'urbanisme comme le futur hyper centre d'Alger qui doit abriter des équipement important, d'autre part le quartier qui présente potentialités énormes et une richesse en terme d'infrastructures et transport .

I.1.2.2. Présentation du quartier du Hamma

I.1.2.2.1. Situation

Le quartier occupe une position stratégique sur la bonde littorale en se positionnant en plein centre de la baie d'Alger.il se situe au nord-est de la capitale Alger, dans la commune de Mohamed Belouizdad. Il est à 15 km de la casbah et à 5 km de l'aéroport.



Figure I.10: vue aérienne sur la situation du Hamma
Source: Google Earth

I.1.2.2.2. Les limite

a. Les limites physiques

La zone d'étude est délimitée :

- Au Nord par la mer méditerranéenne ;
- Au Sud par la rue Mohamed Belouizdad ;
- A l'Est par Le jardin d'Essai ;
- À l'Ouest par la place du 1er mai.



Figure I.11: vue aérienne de limites physiques du Hamma
Source : Google Earth

b. Les limites administratives

Le quartier est délimité par :

- La Méditerrané au Nord ;
- El Madania au Sud ;
- Sidi Muhamed à l'Ouest ;
- Kouba et Hussein dey à l'Est.

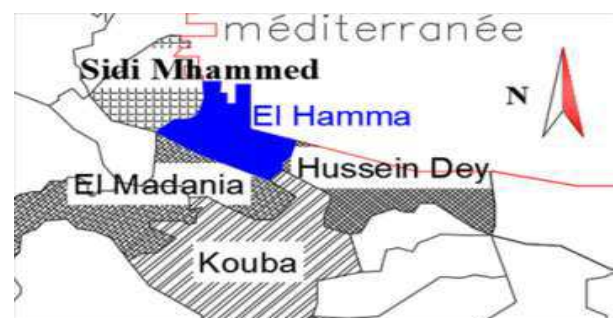


Figure I.12 : carte de limites administratives du Hamma
source : image du PDAU2011, traité par les auteurs.

c. Les limites naturelles

Le quartier est délimité par des limites naturelles qui sont :

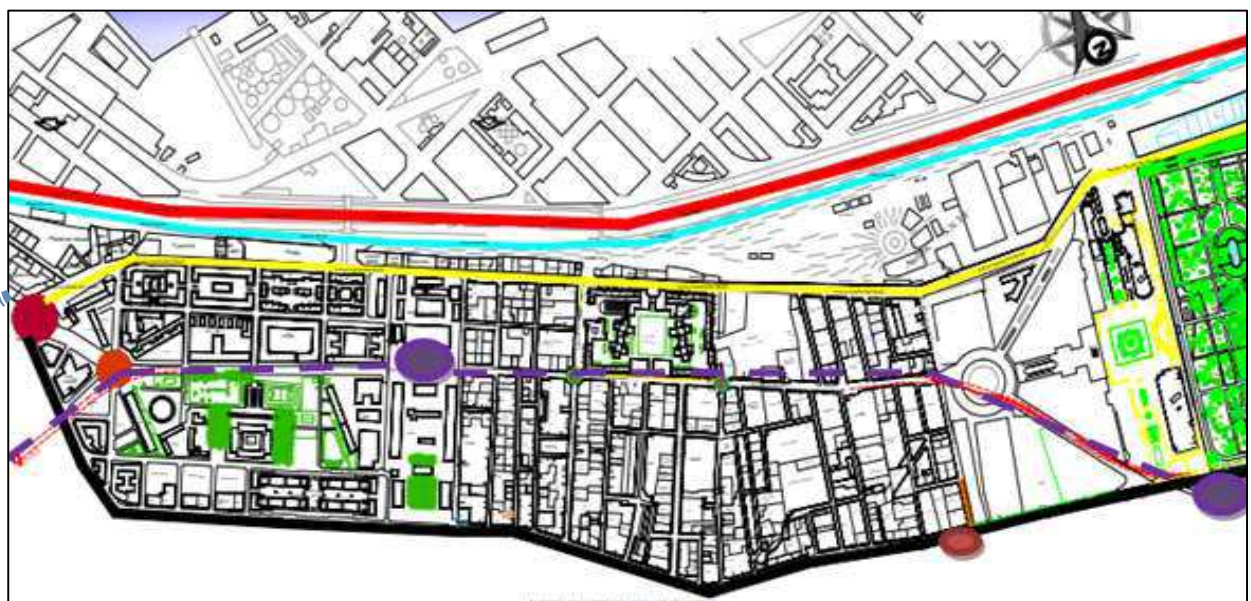
- La mer au nord
- Le jardin d'essai du côté Est



Figure I.13 :vue aérienne de délimitaion naturelles du Hamma .
source:google earth traité par les auteurs.

I. 1.2.3. Accessibilité au quartier

La zone d'el Hamma offre divers réseaux d'infrastructure de transport, il est accessible notamment par les voies mécaniques mais aussi accessible par d'autre moyen de transport tel que le téléphérique et le métro.



Légende :

- L'ALN
- Chemin de fer
- Boulevard Hassiba Ben Bouali
- Station de métro
- Ligne de métro
- Station téléphérique
- Boulevard Mohamed Belouizdad

Figure I.14 : Carte de l'accessibilité au quartier d'el Hamma.
Source : auteurs

I. 1.2.4. Topographie du site

Le site est relativement plat, doté d'une très faible pente (3%), situé au contrebas de l'Aquila plongeant dans la mer. Le plateau est entre la courbe (2.5 et 20).

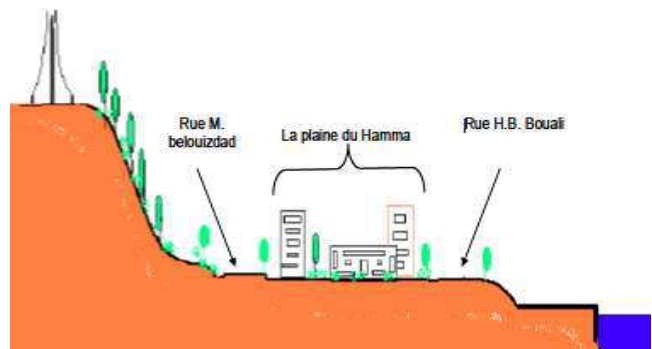
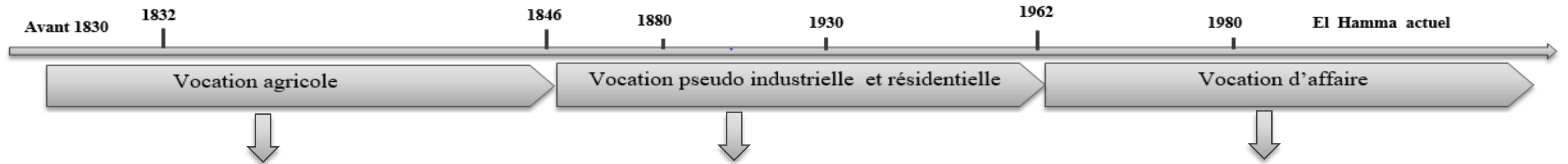


Figure I.15 : coupe schématique sur le quartier Hamma
source : mémoire de fin d'étude, option architecture et environnement, page 19/2016 / 2017, BOUYAHIAOUI BOUCIF.

I.1.2.5. Lecture diachronique du quartier

Le processus de transformation est le résultat de stratification de plusieurs fait historique et urbain à travers le temps le quartier Hamma a progressivement subit divers des mutations de son parcellaire



Avant 1830 :

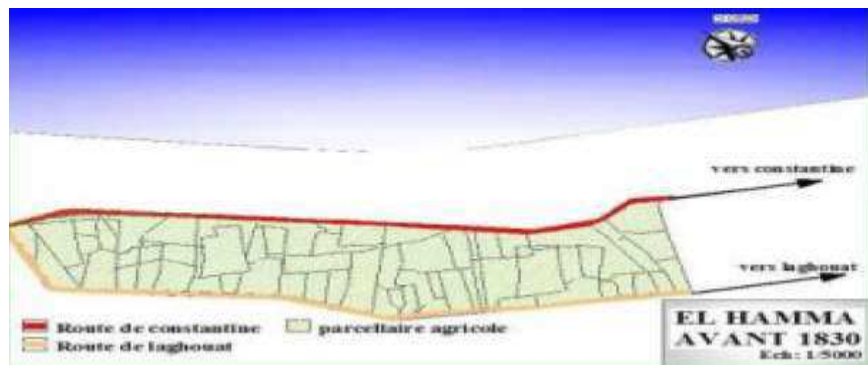


Figure I. 16 : carte du Hamma avant 1830

Le quartier du Hamma était une pleine agricole partagée en parcellaires rectilignes. Il était occupé par une structure territoriale d'est en ouest délimitée par deux axes : l'axe de Constantine, l'axe de Laghouat.

1832 -1846 :



Figure I.17:carte du Hamma entre 1832 et 1846

Cette période est caractérisée par :
la persistance de caractère agricole et la création du champ de main ouvre CDM et renforcement des deux axes structurant.
le début des travaux d'aménagement du jardin d'essais en 1830 ainsi que le début de et l'intervention sur l'arsenal en 1846.

1846 -1880 :

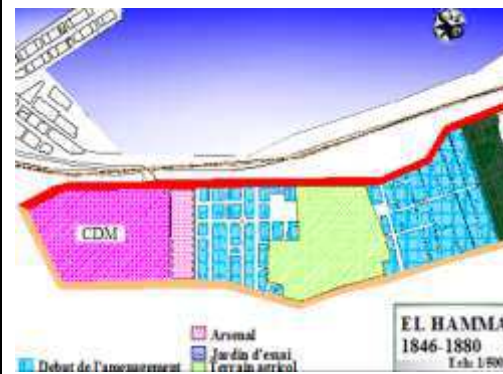


Figure I.18 : carte du Hamma entre 1846-1880

Affirmation du Hamma en tant que zone à caractère industriel, construction des premières SNTF, début d'aménagement entre le jardin d'essai et l'arsenal ainsi le port

1880 - 1930 :



Figure I.19 : carte du Hamma entre 1880-1930

Une urbanisation totale de Hamma avec la création de groupent sociaux (HBM en 1928) et la création du chemin de fer ainsi la formation d'un axe central et l'extension du port

1930 -1962 :



Figure I.20 : carte du Hamma entre 1930 et 1962

L'aménagement total de port et la construction de grand ensemble d'habitat collectif au CDM (barres HLM 1948) et la création de nouveau axes (actuel Alfred de Musset et Bougherfa)

1962 1984 :

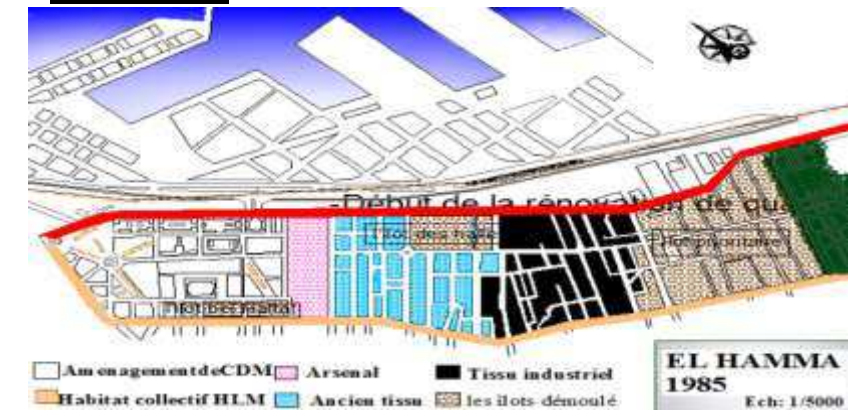


Figure I. 21 : carte du Hamma entre 1962 -1984

Etablissement d'un plan d'urbanisme par le CNERU dans le but de transformer El Hamma et Hussein dey en un centre politico-administratif .Début de la rénovation de quartier et démolition des ilots : ilot prioritaire, ilot des halles, ilot bel haffaf

El Hamma actuel :

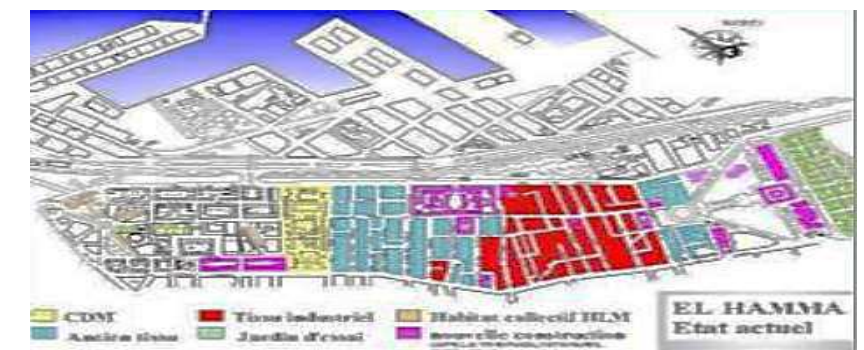


Figure I.22 : carte du Hamma actuel

Le nouveau tissu résidentiel et réalisation de nouveaux projets de style contemporains. Aujourd'hui le Hamma s'insère dans le « GPU » grand projet urbain qui tend à lui confier la vocation de centre de gestion d'affaires et d'échanges

I.1.2.6. Analyse climatique

I.1.2.6.1 Données climatique

La prise en comptes des données climatiques de la région constitue une étape nécessaire, lorsque la conception bioclimatique est de mise. Cette dernière ayant pour but d'optimiser les qualités climatiques, d'atteindre le confort et de répondre aux contraintes du milieu.

a. Les températures

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

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
T _{moy max} (°C)	17.1	16.8	18.6	20.7	23.1	25.9	29.0	29.4	27.3	25.5	21.0	18.1
T _{moy min} (°C)	11.4	11.0	12.6	14.8	17.2	20.2	23.1	23.9	22.2	19.6	15.2	12.5
T _{moy} (°C)	14.3	13.9	15.6	17.7	20.1	23.1	26.1	26.7	24.8	22.6	18.2	15.3

Tableau I.2 : Moyennes mensuelles des températures moyennes maximales et minimales d'Alger
Source : ONM Alger / Alger port (2007-2017)

Lecture des données :

La région est caractérisée par deux saisons :

- **Une saison chaude :** du mois de Mai au mois d'Octobre, avec une température moyenne maximale de 26.6 °C qui fait du mois d'Aout le mois plus chaud de l'année.

- **Une saison froide :** du mois de Novembre au mois d'Avril, avec une température minimale moyenne de 13.9 °C qui fait du mois de Février le mois plus froid de l'année.

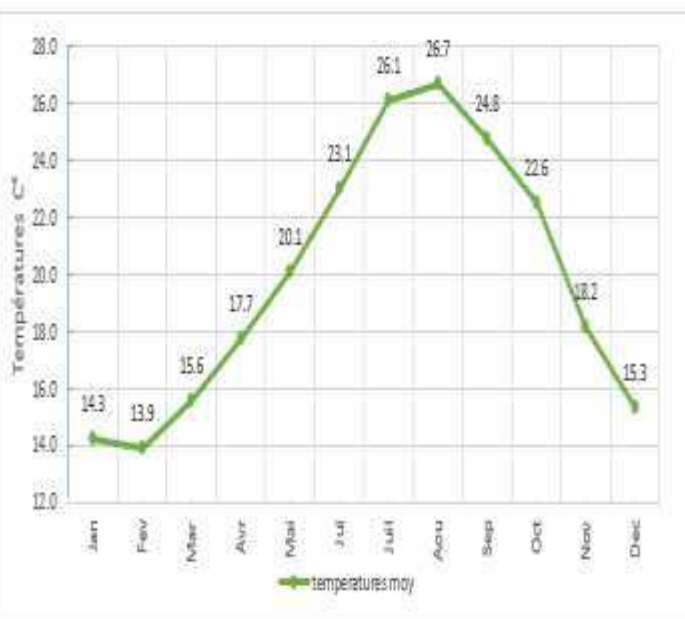


Figure I.23 : Moyennes mensuelles de température d'Alger.
Source : ONM d'Alger / Alger port (2007-2017)

Interprétation des données :

On constate que les températures enregistrées dans la saison chaude ne reflètent pas les températures ressenties, à cause de la proximité de la mer et la brise marine qui souffle en été et crée une certaine fraîcheur qui fait baisser les températures. La présence de la végétation dense (la coulée verte du jardin d'essai et la forêt à proximité) peut également influencer à son tour le ressentie des températures par leurs effet d'évapotranspiration.

En saison froide les températures sont influencées par le taux d'humidité ; l'air saturé ; fait augmenter la sensation du froid (on ressent plus le froid).

b. Les précipitations

Ce sont l'ensemble des eaux qui tombent sur la surface de la terre, tant sous forme liquide (pluie) que sous forme solide (neige, grêle).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Pr _{moy max} (mm)	151.6	279.2	118.3	157.6	132.1	41.3	12.1	39.4	83.8	199.2	260.3	224
Pr _{moy min} (mm)	17.9	20.7	22.3	0.1	6.1	0	0	0	10.6	6	11.4	0
Pr _{moy} (mm)	77.8	104.5	68	50.9	56	8.31	2.18	7.64	30.9	82.2	141.3	106

Tableau I.3 : Cumul mensuel de précipitations Alger
Source : ONM Alger / Alger port (2007-2017)

Lecture du diagramme

On constate deux périodes :

- **Une période pluvieuse** : du mois d'Octobre au mois de Mai avec une quantité moyenne de 141.3 en mois de Novembre, le mois le plus pluvieux.
- **Une période sèche** : de Juin au mois d'Aout avec une quantité moyenne de 2.18 en Juillet considéré comme le mois le plus

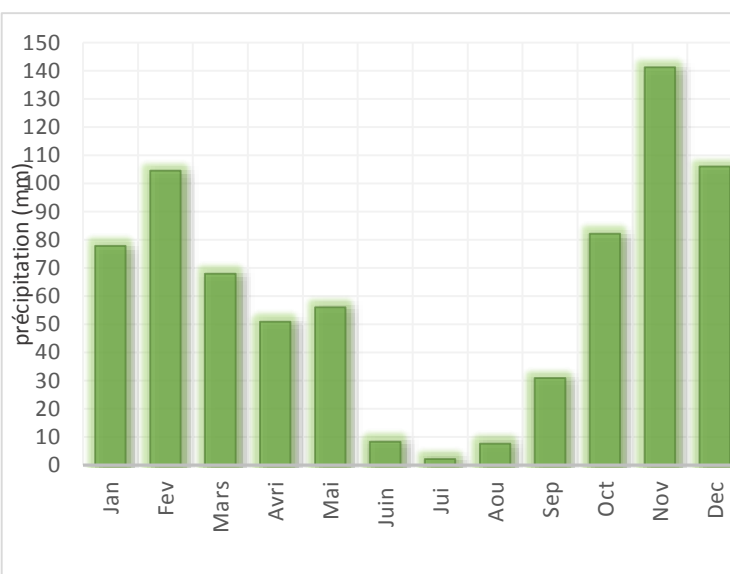


Figure I.24 : Cumul mensuel de précipitation (2007-2017)
Source : ONM Alger / Alger port (2007-2017)

Interprétation des données

Le régime est typiquement méditerranéen, avec une période pluvieuse en hiver, tandis que l'été est marqué par une période de sécheresse durant laquelle les précipitations sont très faibles souvent sous formes d'orages.

c. L'humidité relative

L'humidité relative de l'air, ou degré hygrométrique, correspond au rapport de la pression partielle de la vapeur d'eau continue dans l'air sur la pression de vapeur saturante à la même température.

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Hr max(%)	76.0	80.0	77.0	76.0	77.0	75.0	79.0	77.0	76.0	71.0	74.0	77.0
Hr min (%)	50.0	48.0	54.0	46.0	54.0	52.0	57.0	45.0	53.0	49.0	40.0	42.0
Hr moy (%)	63.3	61.7	63.2	64.7	65.5	66.6	68.7	68.1	64.9	61.9	60.8	61.6

Tableau I.4 : Les humidités relatives moyennes maximales et minimales d'Alger
Source : ONM Alger DAR EL BEIDA / Alger port (2007-2017)

Lecture des données :

- **Durant la saison froide :** La moyenne max du taux d'humidité est repéré au mois de Février à 80%
- **Durant la saison chaude :** La moyenne max du taux d'humidité est repéré au mois de juillet à 79%

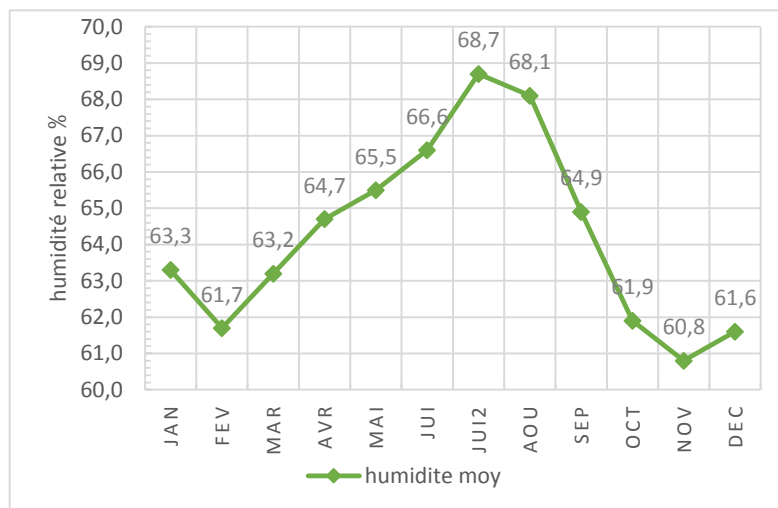


Figure I. 25 : Humidités relatives moyennes mensuels d'Alger(2007-2017)
Source : ONM Alger/ Alger port (2007-2017)

Interprétation des données :

Le quartier est caractérisé par un taux d'humidité relativement élevé tous les mois de l'année. On remarque aussi une élévation importante durant la période chaude cela est dû à la proximité de la mer et l'évaporation de ses eaux qui fait augmenté le taux d'humidité, comme elle peut aussi être influencée par l'effet évapotranspirations de la végétation présente dans le quartier.

d. Les vents

Le vent est un déplacement de l'air essentiellement horizontal, d'une zone à haute pression (masse d'air froide) vers une zone de basse pression (masse d'air chaude).

1. Vitesse des vents

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
vent max (m/s)	4.7	5.4	5.4	4.7	4.7	4.3	4.6	3.9	4.2	3.5	4.2	3.8
vent min (m/s)	2.1	2.6	2.5	2.8	2.6	2.3	1.4	2.5	2.4	2	2	1.6
vent moy (m/s)	3.17	3.9	4.32	3.9	3.69	3.34	3.17	3.2	3.08	2.67	3.12	2.89

Tableau I.5 : tableaux des vitesses des vents
Source : ONM d'Alger /Alger port (2007/2017)

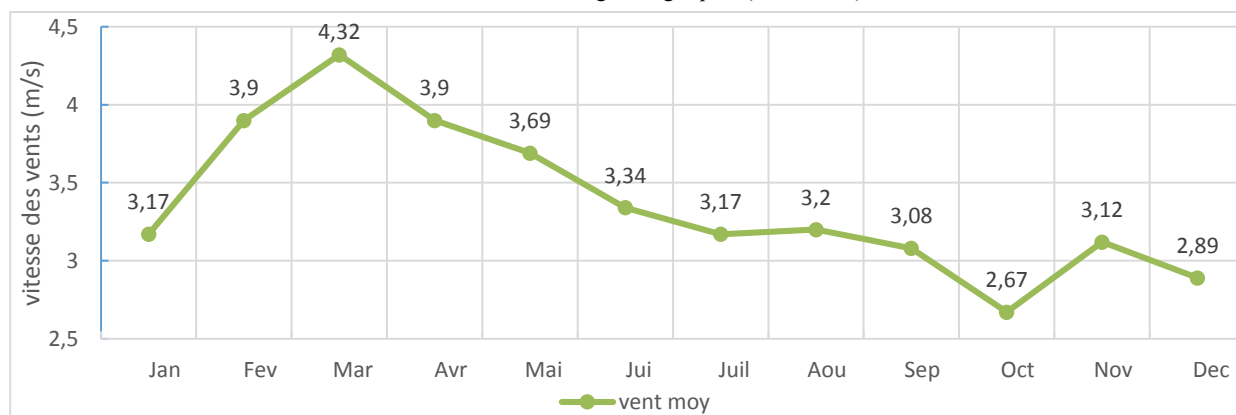


Figure I.26 : Vitesses moyennes mensuelles des vents (2007-2017).
Source : ONM d'Alger / Alger port (2007-2017)

Lecture des données

Les vitesses moyennes maximales sont repérées du mois de février au mois de Mai ; alors que les valeurs minimales sont repérées du mois de juillet au mois de Décembre.

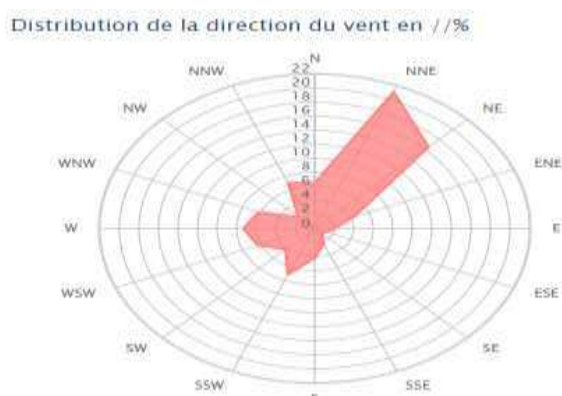
- **Période Hivernale** : La vitesse des vents d'hiver varie en moyenne de 2.67 à 4.32m/s
- **Période estivale** : La vitesse des vents varie en moyenne de 3.08 à 3.34 m/s

Interprétations des données

On constate que les vitesses moyennes en mois de Mars et Avril sont maximales qui peut s'expliquer par les vents très secs et très chauds , qui se dirigent du sud vers le nord.

Responsable d'une chute de l'humidité relative, et d'une augmentation brutale des températures maximales, Ce vent est le plus fréquent au printemps et en automne.

2-Directon des vents



Le quartier est plus exposé aux vents venant du Nord-est en été. Ainsi que les vents du Ouest et Sud-ouest en hiver.

Interprétations des données
Profiter d'une ventilation naturelle qui sera assurée par les vents frais du nord-est en été tout en se protégeant des vents dominant forts.

Figure I.27 : rose des vents. Source : <https://fr.windfinder.com/windstatistics/alger-port?fbclid=IwAR0rIEB5kRZcdvQVljB9aEma77zV8aKSL2achgxGBgmEMDK8IWREjIKQZUw>

f. Durée d'insolation

L'insolation est la mesure du rayonnement solaire que reçoit une surface au cours d'une période donnée⁷. Elle est exprimée en nombre d'heures de rayons de soleil

Mois	<u>J</u>	<u>F</u>	<u>M</u>	<u>A</u>	<u>M</u>	<u>J</u>	<u>J</u>	<u>A</u>	<u>S</u>	<u>O</u>	<u>N</u>	<u>D</u>
Moyenne (H)	173	184	228	245	264	315	323	297	255	227	169	157

Tableau I.6 : durée mensuelle d'insolation (en Heures)
Source : ONM d'Alger / Alger port (2007-2017)

Lecture des données

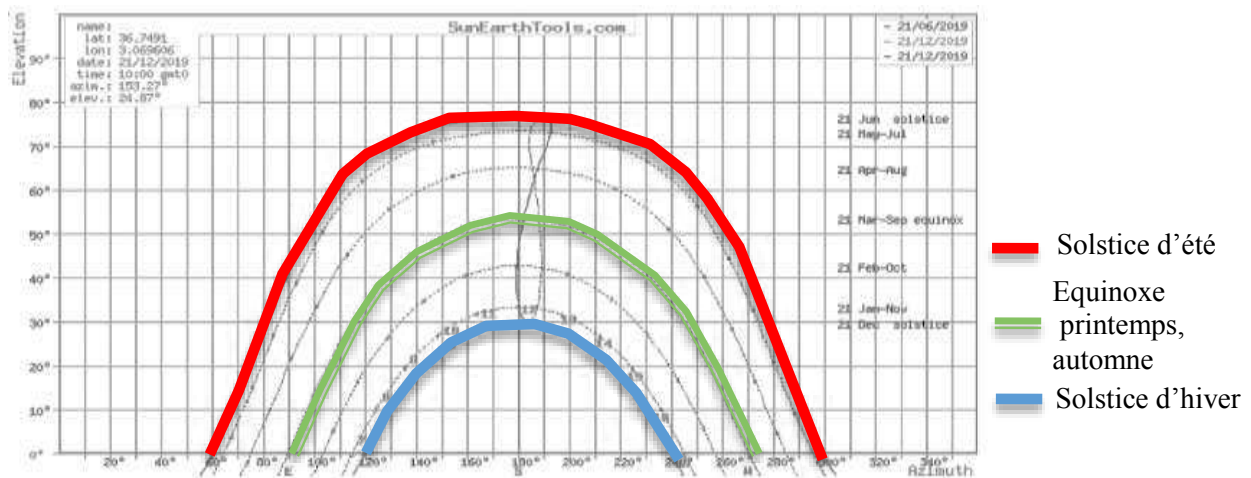
Les mois ou la durée de l'insolation dépasse les 300heures sont : Juin, Juillet.

Interprétation des données

L'insolation dépasse les 300 heures de rayonnement solaire, pour cela il faut en profiter par la production de l'électricité avec les panneaux photovoltaïques

⁷<https://fr.wikipedia.org/wiki/Ensoleillement>

Les diagrammes ci-contre présente les courses apparentes du soleil dans le ciel et montre sa position à tout moment sous une Latitude de $36,749278^\circ$ N et une longitude de $3,070346^\circ$ N. Les courbes représentent la course solaire du quartier el Hamma.



a. Solstice d'hiver

Le soleil est plus bas hiver, atteint ($29,72^\circ$). Ses rayons tombent plus horizontalement, chauffent et éclairent timidement. Il met moins de temps pour parcourir le ciel, depuis son levé (vers le sud-est après 7h) à son couché (vers le sud-ouest avant 17h).

b. Equinoxe printemps, automne

Le soleil est à mi-hauteur dans le ciel au printemps et en automne, il atteint ($53,47^\circ$), ses rayons chauffent et éclairent moins qu'en été et plus qu'en hiver.

c. solstice d'été

Le soleil est plus haut dans le ciel en été, il atteint ($76,5^\circ$). Ses rayons tombent plus verticalement, chauffent et éclairent d'avantage. Il met plus de temps pour parcourir le ciel depuis son levé (Vers le nord-est avant 5h) à son couché (vers le nord-ouest à 19h).

I.1.2.6.3. Diagramme bioclimatique de Givoni

a. C'est quoi le diagramme psychrométrique de Givoni ?

L'idée du diagramme, primitivement avancé par V. Olgya a été reprise et améliorée par B. Givoni dans son livre « l'homme, l'architecture et le climat ». Outil pour la détermination des zones de confort et d'inconfort. Utilisant la température sèche et l'humidité, et propose les moyens passifs ou mécaniques de contrôle climatique, pour l'adaptation du bâtiment aux contraintes climatiques de la région étudiée.⁸

⁸ <https://docplayer.fr/37633658-Le-diagramme-bioclimatique-du-batiment.html>, (consulté le : 21.01.2019).

b. Le diagramme bioclimatique de Givoni du quartier el Hamma

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	N	D
températures min	11.4	11.0	12.6	14.8	17.2	20.2	23.1	23.9	22.2	19.6	15.2	12.5
humidité max	76.0	80.0	77.0	76.0	77.0	75.0	79.0	77.0	76.0	71.0	74.0	77.0
températures max	17.1	16.8	18.6	20.7	23.1	25.9	29.0	29.4	27.3	25.5	21.0	18.1
humidité min	50.0	48.0	54.0	46.0	54.0	52.0	57.0	45.0	53.0	49.0	40.0	42.0

Tableau I.7 : moyennes mensuels des températures et humidités relatives
 Source : ONM Alger DAR EL BEIDA/ Alger port (2007-2017)

Localisation:	El Hamma, Alger
Longitude:	+3.07 E
Latitude:	36.74 N
Altitude:	Min 2 m - Max 494 m

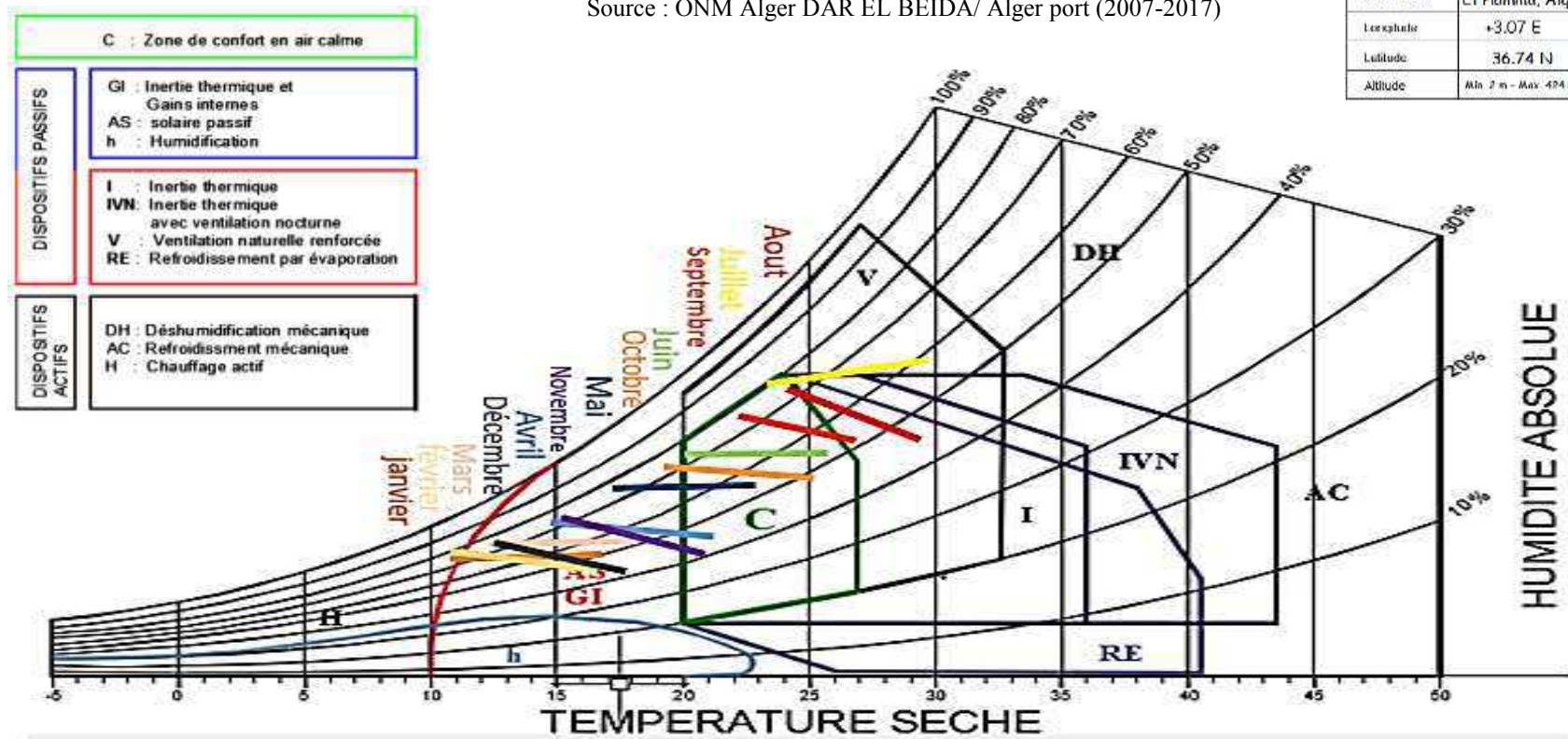


Figure I.29: Diagramme de Givoni du quartier el Hamma
 Source : diagramme élaboré par les auteurs

c. Lecture du diagramme bioclimatique de Givoni et recommandations

L'interprétation du diagramme va nous permettre selon la situation des mois de l'année par rapport aux différentes zones, d'aboutir à des solutions bioclimatiques passives ou actives.

Mois	Lecture / Dispositifs	Recommandations
Jun Octobre	C : Zone de confort	
Avril Novembre Mai	As : Dispositifs solaire passifs GI : Inertie thermique et gains internes C : Zone de confort	Dispositifs de chauffage passifs -Optimiser les gains solaires passifs (orientations sud, façades vitrées, bonne répartition des espaces selon leurs besoins d'ensoleillement et d'éclairage) ; -Techniques de captage passives (serre bioclimatique, mur trombe) ;
Décembre Janvier Février Mars	As : Dispositifs solaire passifs GI : Inertie thermique et gains internes H : Dispositifs chauffage actifs	-Utilisation de matériaux à forte inertie thermique ; -assurer une bonne isolation thermique. Dispositifs chauffage actifs -chauffage actifs pour les mois de Janvier, février.
Aout Juillet Septembre	I : Inertie thermique IVN : Ventilation nocturne V : Ventilation naturelle renforcée AC : Refroidissement mécanique.	Dispositifs de rafraichissement et ventilation passifs -Assurer la ventilation naturelle (Puits provençal, capteur d'air, aération transversale, effet cheminée) -Utilisation des protections solaires et ombrages ; -Renforcer la résistance thermique soit par isolation. Dispositifs de rafraichissement actifs -Recours aux dispositifs de refroidissement actifs (climatisation).

Tableau I.8 : Interprétation du diagramme de Givoni du quartier d'el Hamma.

Source : auteurs

d. Interprétation de diagramme

- Pour le mois de Juin on constate sa situation dans la zone de confort, alors que les températures dans ce mois sont élevées ce qui nécessitera sans aucun doute à un système de climatisation active en plus de la ventilation naturelle et les moyens passifs pour dissiper ces chaleurs, sans recourt aux ouvertures vue que l'air à l'extérieur est très chaud (puits canadiens).
- Pour le mois de Mai, recommandation de chauffage passif alors que dans l'analyse des températures, on a trouvé que ce moi à des températures élevées, qui ne nécessitera pas de chauffage passif.

- Pour le mois de Novembre il faut deux stratégies vue qu'il se retrouve dans deux zones différentes. Dans une situation d'inconfort au début du mois et une situation de confort à la fin.
- Pour les mois de Janvier et Février des dispositifs de chauffage passif et actif.
- Pour le mois de Décembre : des dispositifs de chauffage passif uniquement, On remarque l'absence de recommandation de dispositifs de chauffage actif, alors que dans ce mois on a des températures basses la journée et la nuit, un recours au système de chauffage actif est plus que nécessaire.
- Pour Aout, Juillet et Septembre des dispositifs de rafraîchissements passifs et actifs.

Synthèse :

Le diagramme de Givoni n'est pas un outil précis qui dépend des données climatiques qui ne sont pas stable avec le problème du dérèglement climatique et les modifications météorologiques du globe qui ne nous permet pas d'avoir une évolution constante des températures, mais il reste un outil d'aide à la conception bioclimatique du projet. De la lecture du diagramme du quartier du Hamma, on sort principalement avec deux stratégies sur lesquels il faut se baser dans notre projet :

- Stratégie du chaud pour assurer le confort dans la période hivernale.
- Stratégie du froid pour assurer le confort dans la période estivale.

I.1.2.7. Analyse environnementale

I.1. 2.7.1. Données socio-économique

a. La population

Le nombre de population est de 58725 habitants sur une surface de 216 Ha soit une densité de 271.87 hab.

b. La répartition de population

- Population scolarisées (19.68 %)
- Population non scolarisées (22.95%)

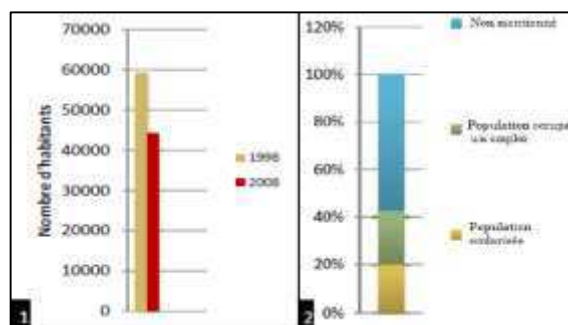


Figure I.30 : Données sociale du secteur du Hamma :
1. Evolution de la population, 2. Etat de la population.
Source : CNERU enquête POS 1997, ONS

I.1.2.7.2. Environnement naturel

a. Le plan vert

Il est constitué des espaces boisés denses descendant du plateau des Annassers par le bois des arcades vers le jardin d'essai formant une coulée verte.



Figure I.31 : vue sur la coulée verte du Hamma.
Source : Google image.

b. Plan bleu

la mer constitue un élément principal de la composition la ville d'Alger, cette dernière sort sous forme d'un balcon avec ses formes rigides vers la mer. Elle donne un effet dynamique et une certaine ambiance à la ville.



Figure I. 32 : La baie d'Alger
source : Google image

I.1.2.7.3. La pollution

a. La pollution visuelle



Figure I.35 : Vétusté des façades
Source : auteurs

b. La pollution sonore



Figure I.34 : la circulation dense rue Mohamed Belouizdad. Source : auteurs

c. La pollution atmosphérique

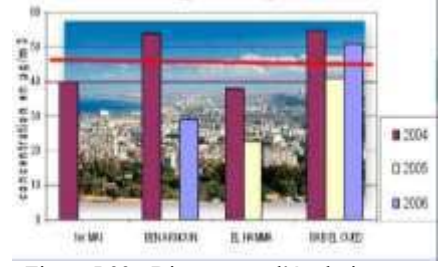


Figure I.33 : Diagramme d'évolution annuelle des concentrations en poussières au Hamma. Source : slideplayer.fr/slide/490394

I.1.2.8. Analyse urbaine

I.1.2.8.1 Système viaire

Le quartier du Hamma est doté d'un réseau viaire maillé dans les deux directions longitudinale et transversale. Les premières sont des voies structurantes à partir desquelles viennent s'articuler d'autres voies moins importantes qui sont perpendiculaires aux axes cités.

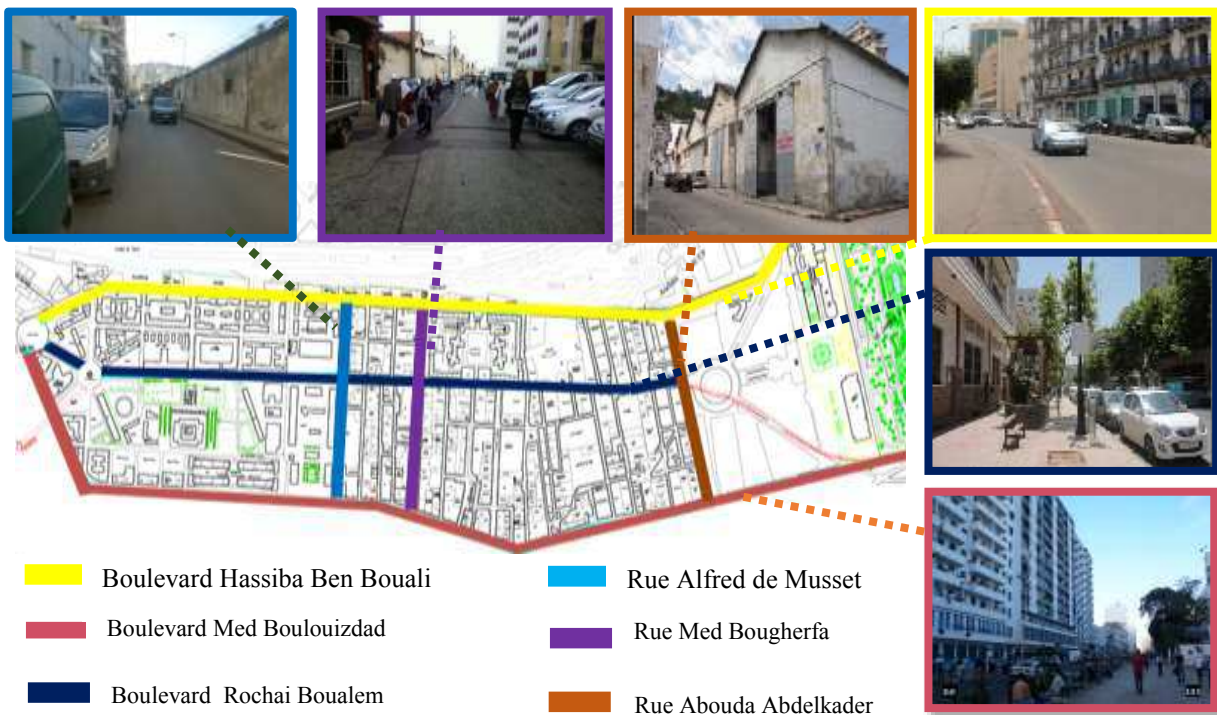


Figure I. 36 : carte de système viaires du Hamma.
Source : auteurs

a. Les axes longitudinaux

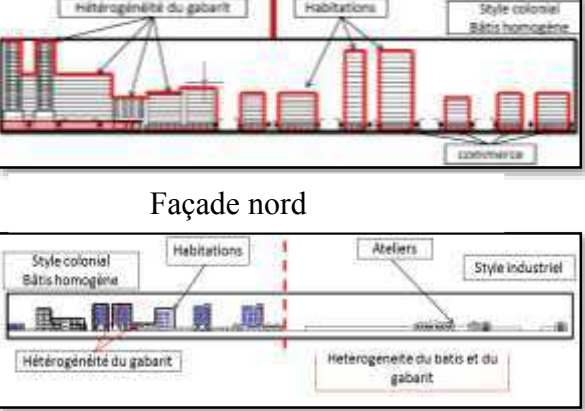
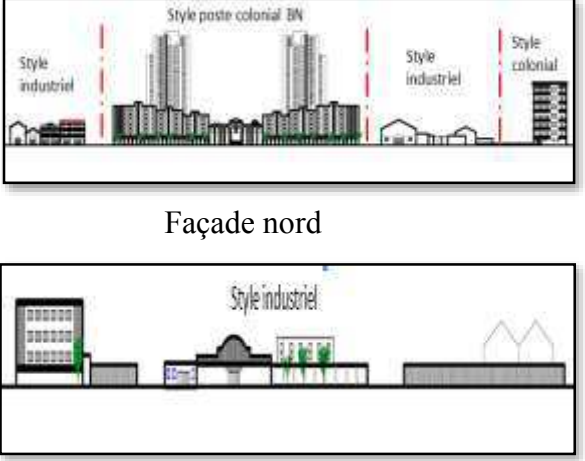
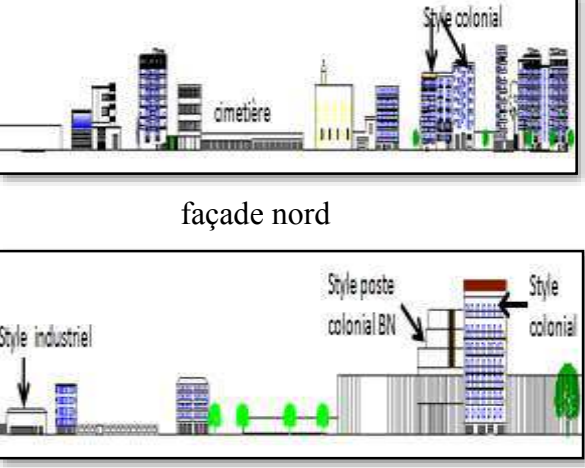
Les Boulevards	Les Façades	Constat
<p><u>Boulevard Hassiba ben Bouali</u> C'est une voie de transit, longeant le front de la mer elle relie la place 1 mai au Caroubier en passant par le jardin d'Essai c'est une voie à un seul sens.</p>	 <p>Façade nord</p> <p>Facade sud</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Une partie animée (Flux mécanique et piéton important), l'autre peut animée (une diminution du. -Une rupture entre la zone et la mer -Absence total des aires de stationnement.
<p><u>Boulevard Rochai Boualem</u> C'est un axe centrale du périmètre, issu du prolongement de l'axe Aissat Idir à partir de l'arsenal. il est structuré par des parois ponctués d'activités naissantes contrairement à la rue Aissat Idir très structuré mise en valeur par des belle parois.</p>	 <p>Façade nord</p> <p>Facade sud</p>	<ul style="list-style-type: none"> -C'est une rue très fréquentée Mais mal structuré et étroite. -Une rupture nette de l'axe juste avant l'ilot prioritaire.
<p><u>Boulevard Mohamed Belouizdad</u> Axe principale multifonctionnel à caractère commercial qui longe des équipements d'envergure (bibliothèque nationale institut pasteur). Il relie le jardin d'Essai, à la place 1er mai de l'est à l'ouest.</p>	 <p>façade nord</p> <p>Facade sud</p>	<ul style="list-style-type: none"> -un axe animé cela est dû aux différentes activités commerciales et les immeubles d'habitations avec la présence d'équipement d'envergure et de proximité.

Tableau I.9 : Les axes longitudinaux du Hamma.

Source : auteurs.

b. Les axes transversaux

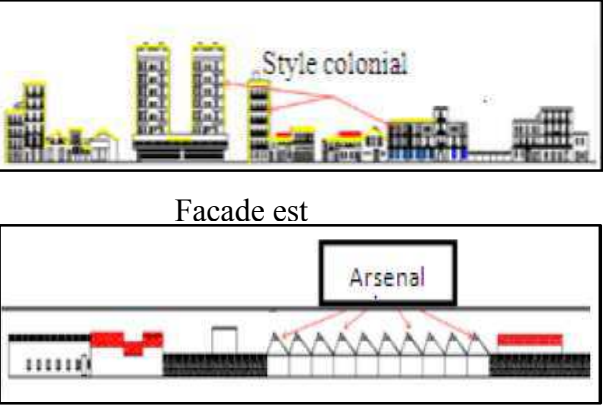
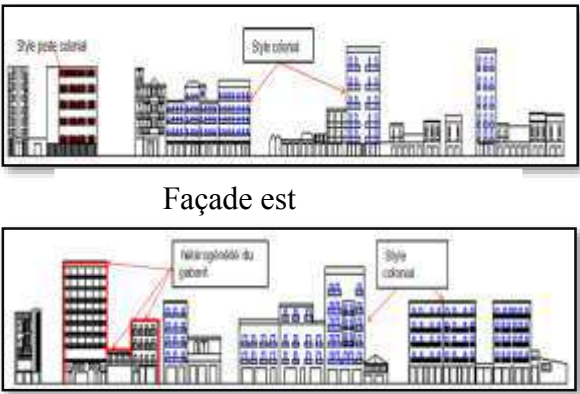
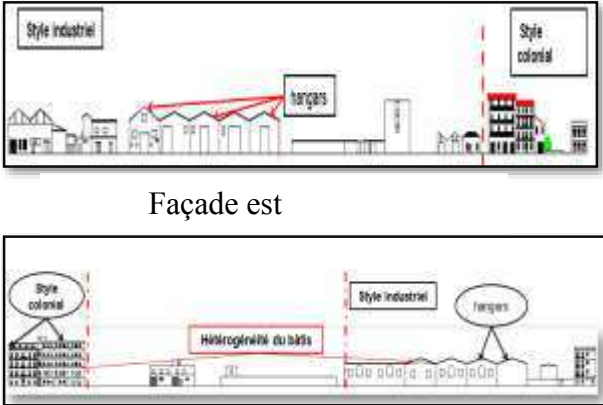
Rues	Façades	Constat
<p><u>Rue Alfred De Musset</u> Elle se situe entre les deux rues Rochai et AISSAT Idir en longeons l'arsenal et elle relie la rue Belouizdad à la rue Ben Bouali. elle est à caractère résidentiel</p>	 <p>Style colonial</p> <p>Façade est</p> <p>Arsenal</p> <p>Façade ouest</p>	<p>-L'absence de lisibilité depuis cette voie.</p> <p>-La rupture fonctionnelle de l'arsenal.</p> <p>-C'est une rue peu animée, circulation mécanique et piétonne faible.</p>
<p><u>Rue Bougharfa Mohamed</u> Elle relie la gare au boulevard Belouizdad, elle accueille le flux provenant de la gare ferroviaire et elle est à caractère commerciale C'est une voie à sens unique .</p>	 <p>Style colonial</p> <p>Style colonial</p> <p>Façade est</p> <p>Héritage du gabarit</p> <p>Style colonial</p> <p>Façade ouest</p>	<p>-Une position stratégique comme un axe centrale</p> <p>-un flux plus au moins faible et sa largeur insuffisante par rapport à l'axe rochai Boualem.</p>
<p><u>Rue bouda Abdelkader</u> Elle amène le flux des piétons arrivant de l'Aaqiba et du téléphérique. Elle accueille des activités secondaires (hangars, entrepôts, usines)</p>	 <p>Style industriel</p> <p>Style colonial</p> <p>Hangars</p> <p>Façade est</p> <p>Style colonial</p> <p>Style industriel</p> <p>Hangars</p> <p>Héritage du gabarit</p> <p>Façade ouest</p>	<p>-Elle à une forte animation piétonne et une faible circulation mécanique malgré sa position</p> <p>-Les trottoirs sont dégradés.</p>

Tableau I.10 : Les axes transversaux du Hamma.

Source : auteurs.

Synthèse

Le réseau viaire dans la zone est très riche mais il existe une rupture ville mer ainsi un manque d'air de stationnement et l'envahissement de trottoirs par le commerce informel ce qui entrave la circulation piétonne.

I.1.2.8.2 les tissus urbains

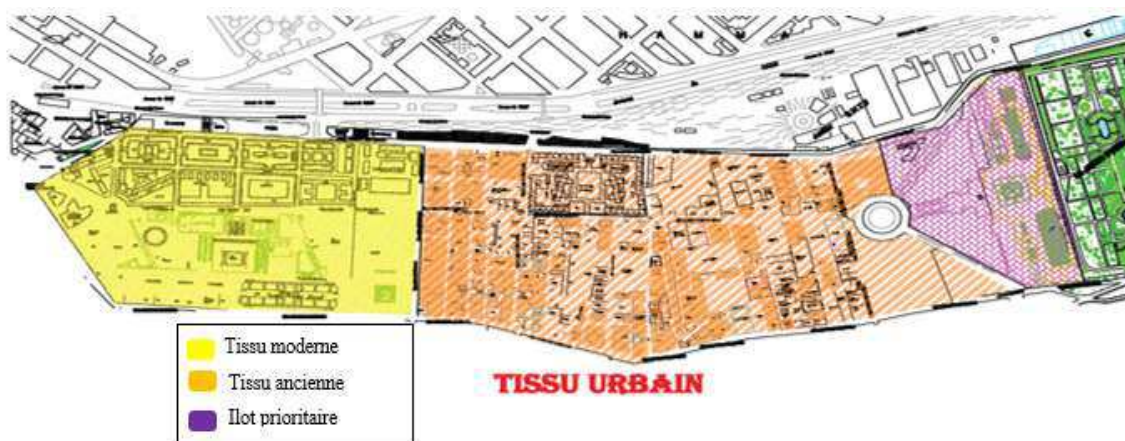


Figure I.37 : carte des tissus urbains du quartier du Hamma Source : auteurs

Le quartier d'el Hamma est subdivisé en trois fragments :

a. 1^{er} fragment : du 1^{er} Mai à l'arsenal : « tissu moderne »

- Destinés à l'habitat et aux équipements, l'orthogonalité des voies qui définissent la forme rectangulaire des îlots ;
- Les îlots ne sont pas subdivisés en parcelles, la trame parcellaire n'existe pas ;
- La présence d'îlots institutionnels.

b. 2^{ème} fragment : de l'arsenal à l'îlot prioritaire « tissu ancien »

- Les îlots sont subdivisés en parcelles, division dicté par le tracé agricole ;
- Les mailles ne sont pas identiques ;
- Les îlots sont destinés à l'activité et l'industrie ;
- Les îlots sont disposés en profondeur par rapport aux axes.

c. Le 3^{ème} fragment « îlot prioritaire »

- Une organisation radioconcentrique ;
- L'îlot est délimité par les 2 axes structurant ;
- L'îlot est devisé en :
 - 02 îlots triangulaires pour recevoir les nouveaux équipements.
 - îlot rectangulaire qui est devisé en 03 parcelles



Figure I.38 : carte de tissu moderne source : Analyse urbaine du Hamma master 01 2017 /2018



Figure I.39 : carte de l'ancien tissu source : Analyse urbaine du Hamma master 01 2017 /2018

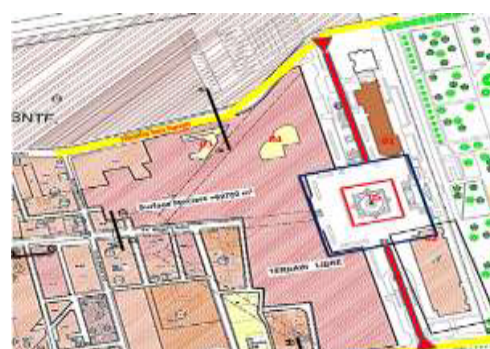
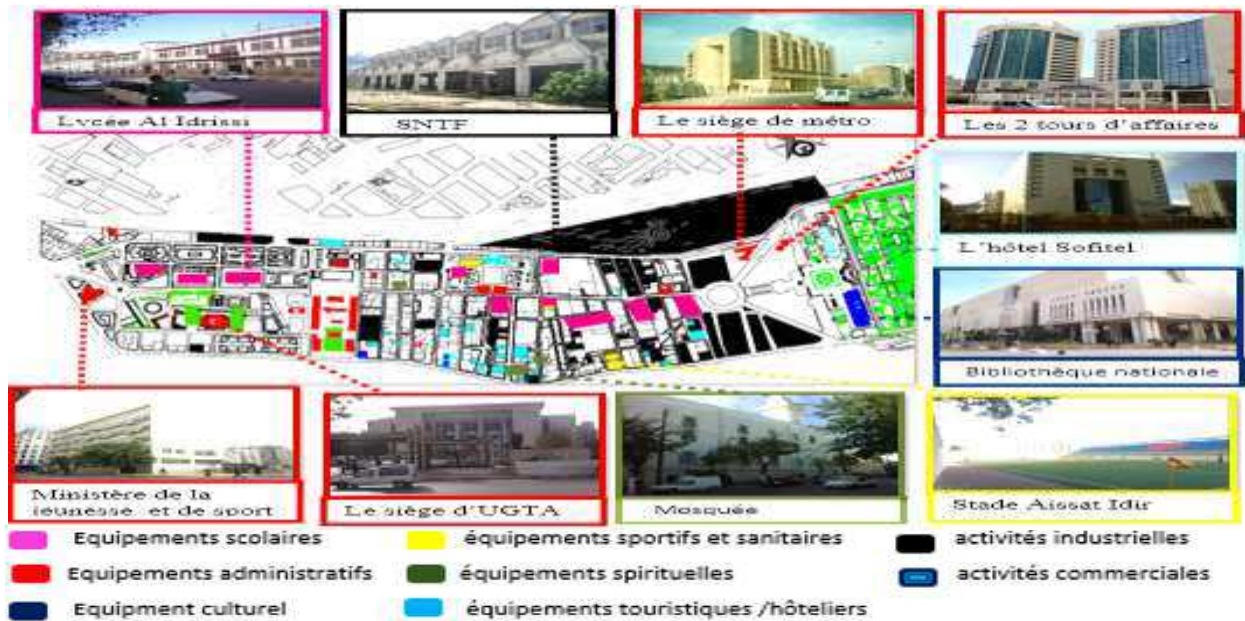


Figure I.40 : carte de l'îlot prioritaire. Source : auteurs.

1.1.2.8.3. Les équipements

Les équipements dans la zone d'étude sont particulièrement répartis, le quartier d'El Hamma comprend de grands équipements d'envergure nationale et d'autre de proximité



Synthèse

La zone d'étude comprend des équipements d'intérêt régional et national, traduisent les nouvelles orientations concernent la future vocation du quartier Hamma. En dehors des équipements scolaires et commerciaux, on constate un manque d'équipements de type culturels, sportifs sanitaire ainsi l'inexistence d'aire de jeux, de détente ou de loisirs.

1.1.2.8.4. Les places et les nœuds



Synthèse

D'après l'analyse des différents nœuds et places, nous constatons un manque de dynamisme et d'animation à part la place 1er mai qui démontre un peu d'aménagement. Pour tous les autres nœuds ils sont réduits en simple carrefour.

I.1.3 Parcelle de l'ilot prioritaire, contexte immédiat

I.1.3.1. Choix du site d'intervention

Notre choix s'est porté sur une parcelle située dans l'ilot prioritaire vu les avantages qu'elle offre :

- une position sur l'axe hyper centralité, à proximité de la station de métro.
- une orientation qui lui permet de bénéficier d'une bonne perception et d'un maximum de vues panoramiques.
- L'ilot bénéficie des voiries qui le ceinturent et facilitent son accessibilité.



Figure I.43 : la parcelle d'intervention
Source : vue de Google earth traitée par les auteurs

I.1.3.2. La situation et limites

La Parcelle d'intervention se situe dans le côté Est du quartier du Hamma, au sud-ouest de l'ilot prioritaire, à proximité du jardin d'essai. Elle est entourée par des équipements de grande envergure tel que la bibliothèque nationale, l'hôtel Sofitel et les deux tours d'affaires.

Elle est délimitée :

Au Nord : le parcours urbain.

A l'Ouest : la rue Med Belouizdad.

A l'Est : la place Carrée et la bibliothèque nationale.

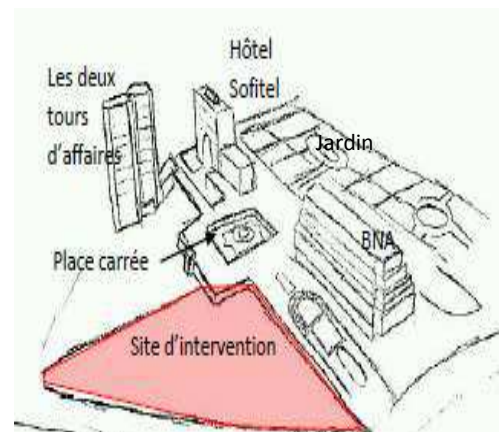


Figure I. 44 : les limites de site
Source : auteurs

I.1.3.3. Accessibilité

La parcelle est privilégiée d'une bonne accessibilité mécanique et piétonne.

- **Un accès mécanique** : depuis la diagonale tracée par le CNERU desservant l'axe routier Med Belouizdad.
- **Accès piéton** : depuis le parcours urbain contenu entre la place Ronde et la place carrée qui constitue le prolongement de l'axe routier Rochai Boualem, et depuis l'esplanade de la BNA.

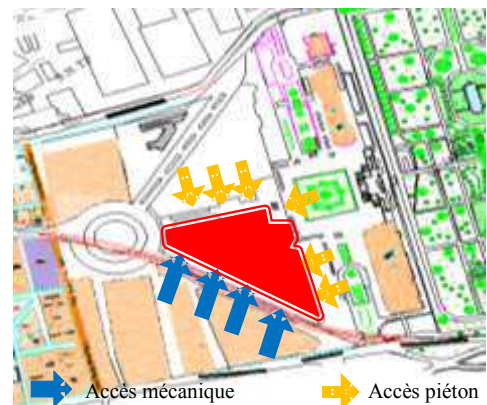


Figure I.45 : accessibilité à la parcelle
Source : carte traitée par les auteurs

I.1.3.4. Forme surface et dimensions

La parcelle se présente sous une forme régulière (triangulaire), elle est le résultat de la diagonale tracée par le CNERU, d'une surface de 1.7 hectare.

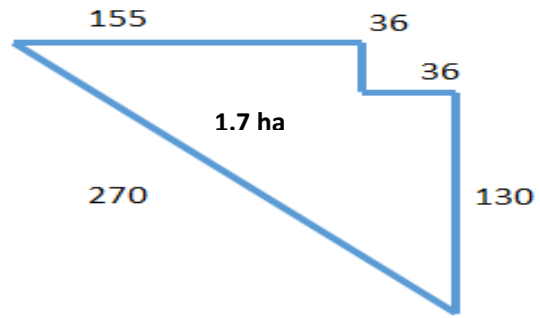


Figure I.46 : forme et dimension de la parcelle d'intervention
source : auteurs

I.1.3.5. Topographie

L'aspect topographique de la parcelle se caractérise par un terrain relativement plat avec une déclivité de 2% vers la mer bordée au sud par les hauteurs de l'Aquiba.



Figure 47 : coupe schématique de l'assiette d'intervention Source : auteurs

I.1.3.6. Environnement immédiat

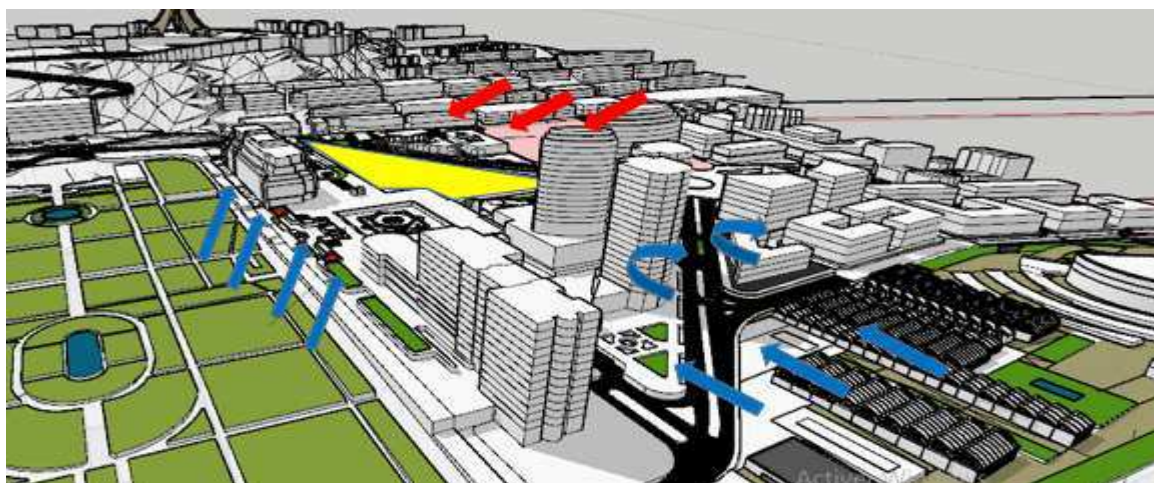
Notre assiette d'intervention dispose de la présence d'un potentiel paysager varié et entourée autour d'équipements de grande envergure.



Figure I.48 : environnement immédiat du site d'intervention .
Source : les auteurs

I.1.3.7. Microclimat de l'assiette d'intervention

I.1.3.7.1. Vents



➡ Vents Nord-Nord/est ➡ Vents du sud-ouest 🟡 site d'intervention

Figure I.49 : directions des vents dominants source : auteurs

Les vents ont des fréquences différentes durant l'année, les plus dominants soufflent depuis le Nord, Nord-est (frais), et sud-ouest. Notre terrain est bien protégé grâce à l'environnement immédiat qui constitue une barrière (les deux tours d'affaires, BNA et la coulée verte). Pendant la période d'été, il faut capter les vents afin d'assurer une ventilation et un rafraîchissement dans notre projet.

I.1.3.7.2. Ensoleillement et ombrage

Pour l'analyse du microclimat de notre assiette d'intervention on s'est focalisé sur l'étude de la stratégie du chaud ou nous allons définir une zone de froid à partir de l'analyse climatique.

- **Des données climatiques**

Notre site d'intervention se situe dans une région qui se caractérise par un hiver froid avec des températures moyennes minimales de 13.9 C° dans le mois de février avec un taux d'humidité relative max de 80, qui fait de lui le mois le plus froid de l'année.

- **Des recommandations de Givoni (page 14)**

Pour les mois de Décembre, janvier et février Il faut profiter et optimiser les gains solaires passifs par les différentes techniques de captages passives, ce qui nécessitera un bon ensoleillement pour réchauffer durant la journée et de profiter du chauffage par déphasage thermique durant la nuit tout en diminuant la consommation de l'énergie.

- **Du diagramme solaire**

En hiver le soleil est bas, ses rayons tombent plus horizontalement ce qui crée un ombrage très important qui va couvrir de grandes surfaces de notre site d'intervention.

Synthèse

De la synthèse de données précédentes nous avons décidé de faire notre étude bioclimatique du site d'intervention pour la saison froide et cela :

- Durant le mois de Décembre : ou les rayons solaires sont plus bas.
- Durant le mois de Février : ou les rayons solaires sont plus hauts durant la saison hivernale.

Coupes bioclimatiques

Afin de mieux connaître les parties ensoleillées et ombragées dans notre site durant l'année, nous avons élaboré des coupes selon les différentes orientations, différents horaires des différents périodes (saisons) de l'année.

- **Du diagramme solaire plane on trouve l'azimut du soleil** : de l'intersection du trait de coup qui passe par le centre de notre site d'intervention et celui du diagramme avec le bâtiment voisinant on déduit l'angle α qui se forme entre l'axe Nord/Sud et le trait de coupe (l'azimut du soleil) ;
- **Du diagramme solaire vertical** : Avec l'angle α on trouve l'angle β qui est la hauteur du soleil ;
- On calcul la distance de l'ombre portée du batiment voisinant sur notre site d'intervention

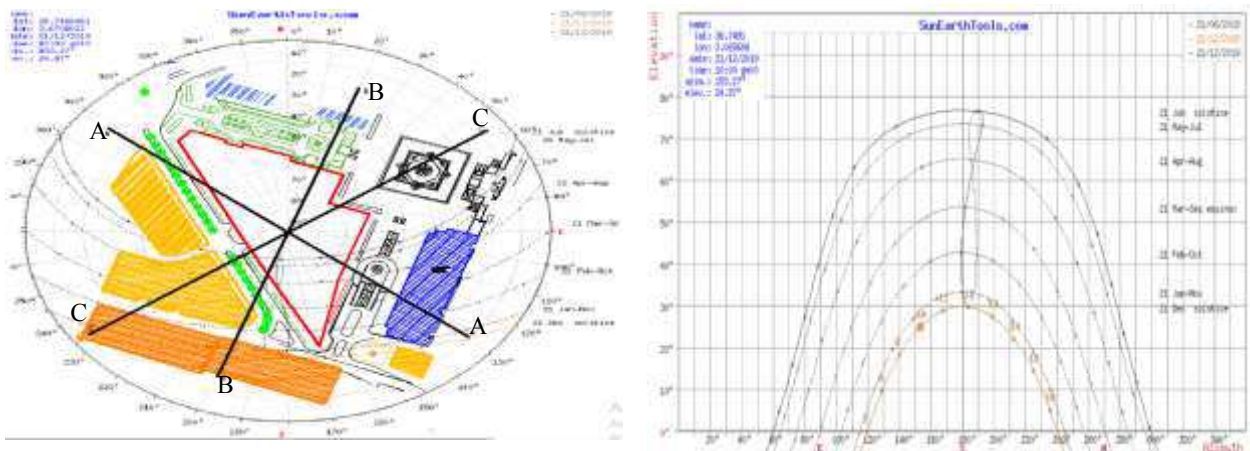


Figure I.50 : Diagramme solaire du mois de Décembre. Source : les auteurs

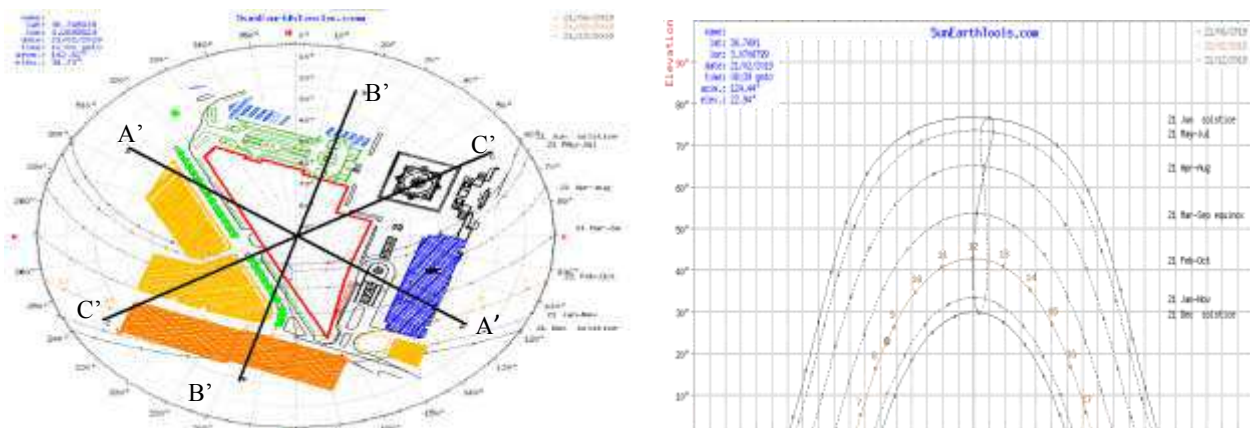


Figure I.51 : Diagramme solaire du mois Du février. Source : auteurs

I.1.3.7.3. Coupe bioclimatique de l'ensoleillement et l'ombrage du site d'intervention

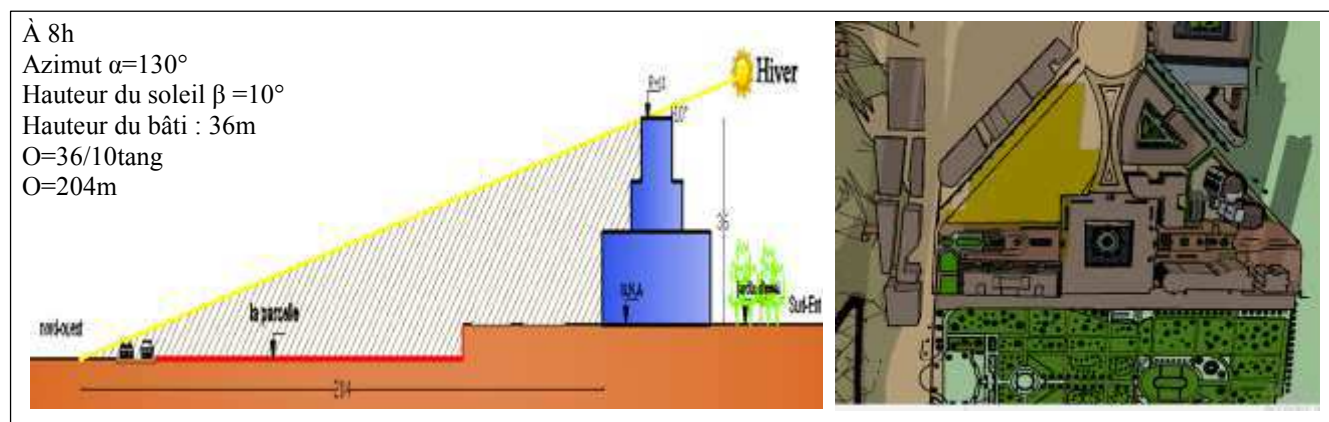


Figure I.52 : Coupe schématique A-A de l'ensoleillement et l'ombrage de la parcelle à 8h source : auteurs

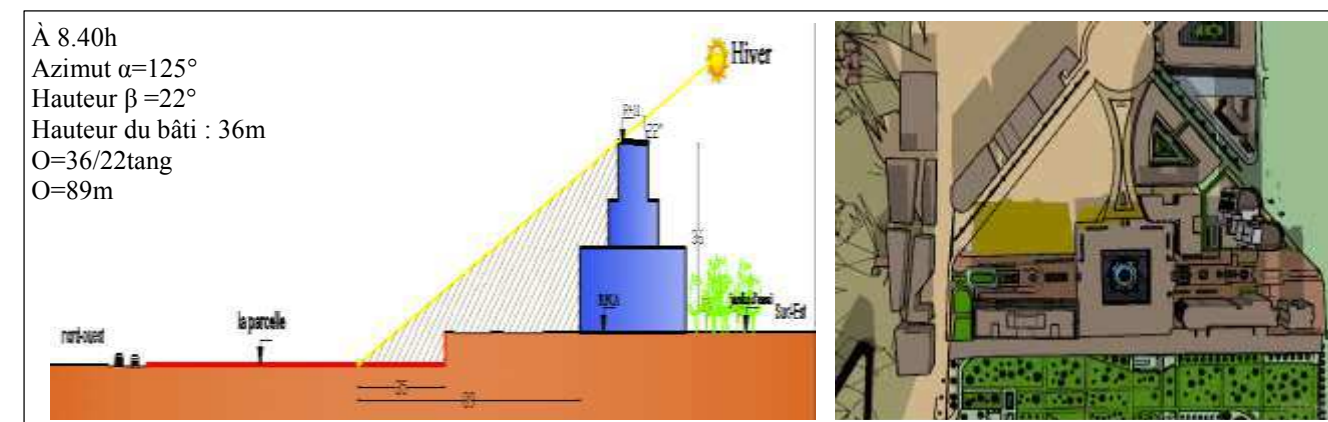


Figure I.55 : Coupe schématique A'-A' de l'ensoleillement et ombrage de la parcelle à 8.40h source : auteurs

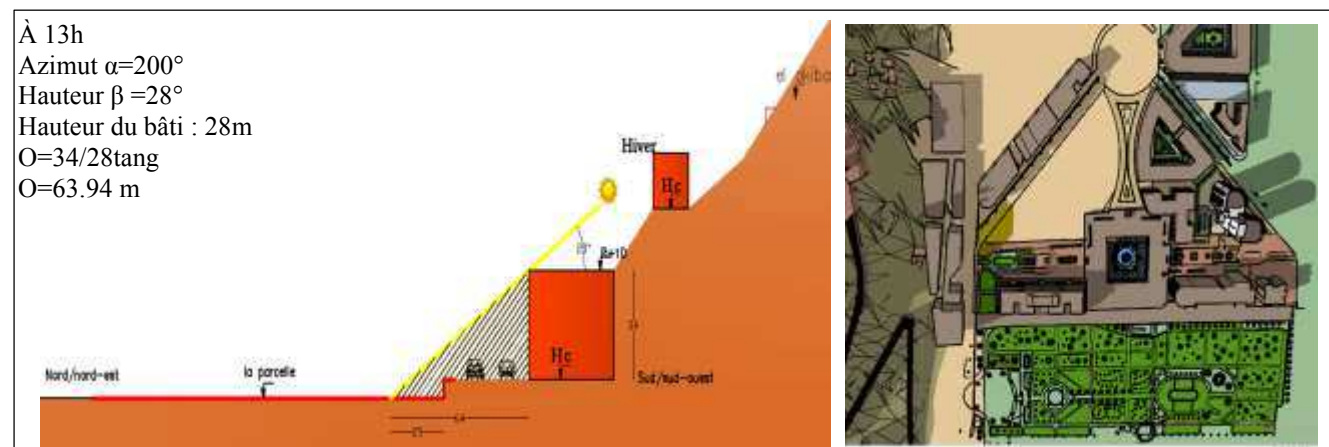


Figure I.53 : Coupe schématique B-B de l'ensoleillement et l'ombrage de la parcelle à 13h source : auteurs

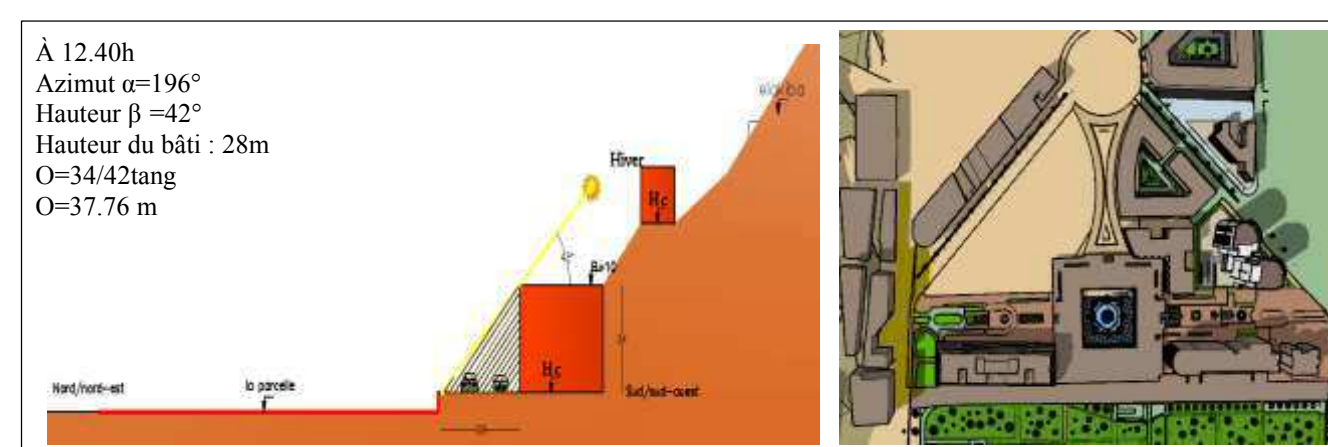


Figure I.54 : Coupe schématique B'-B' de l'ensoleillement et ombrage de la parcelle à 12.40h source : auteurs

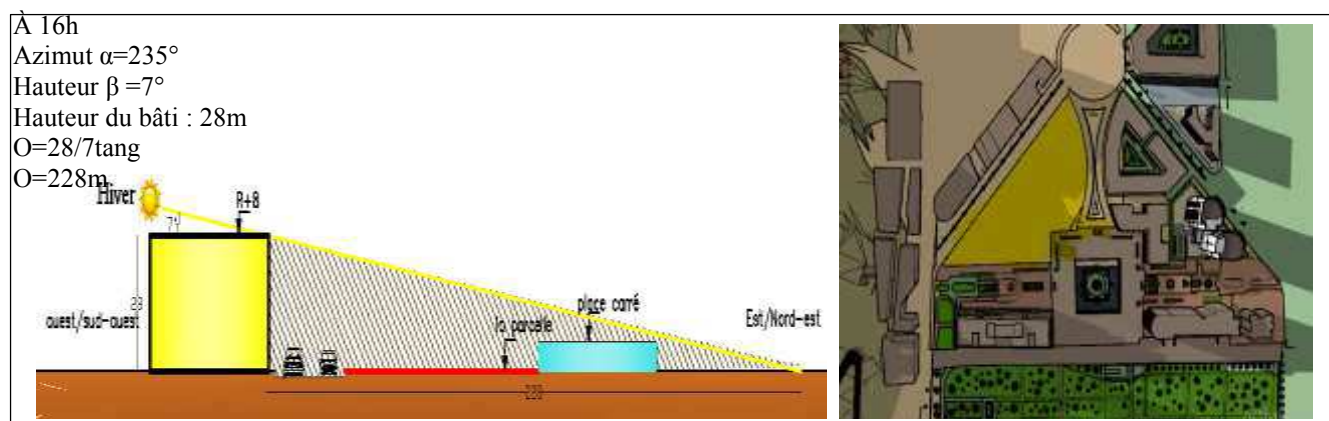


Figure I.56 : Coupe schématique C-C de l'ensoleillement et l'ombrage de la parcelle à 16h source : auteurs

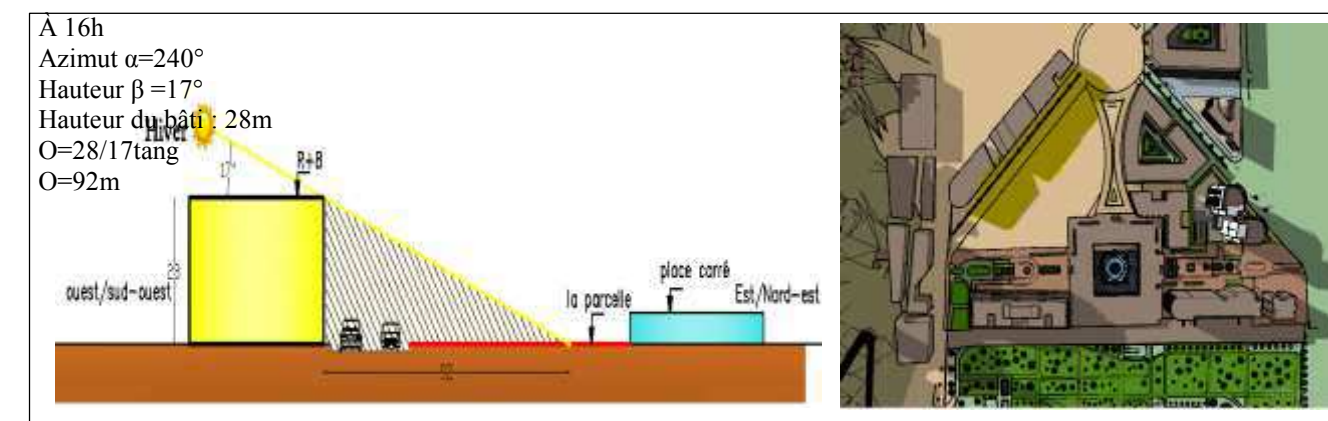


Figure I.57 : Coupe schématique C'-C' de l'ensoleillement et ombrage de la parcelle à 15h source : auteurs

En mois de décembre une grande partie de notre site est ombragé presque pendant toute la journée à cause des bâtiments voisinant comme on le voit dans les figures si dessus

En mois de février En hiver les bâtiments constituent une barrière, l'ombre couvre une grande partie du site pendant la matinée (façade est) et le soir (façade ouest) ensoleillé pendant les heures de la journée qui restent.

I.1.3.7.4. Carte synthétique du microclimat du site d'intervention

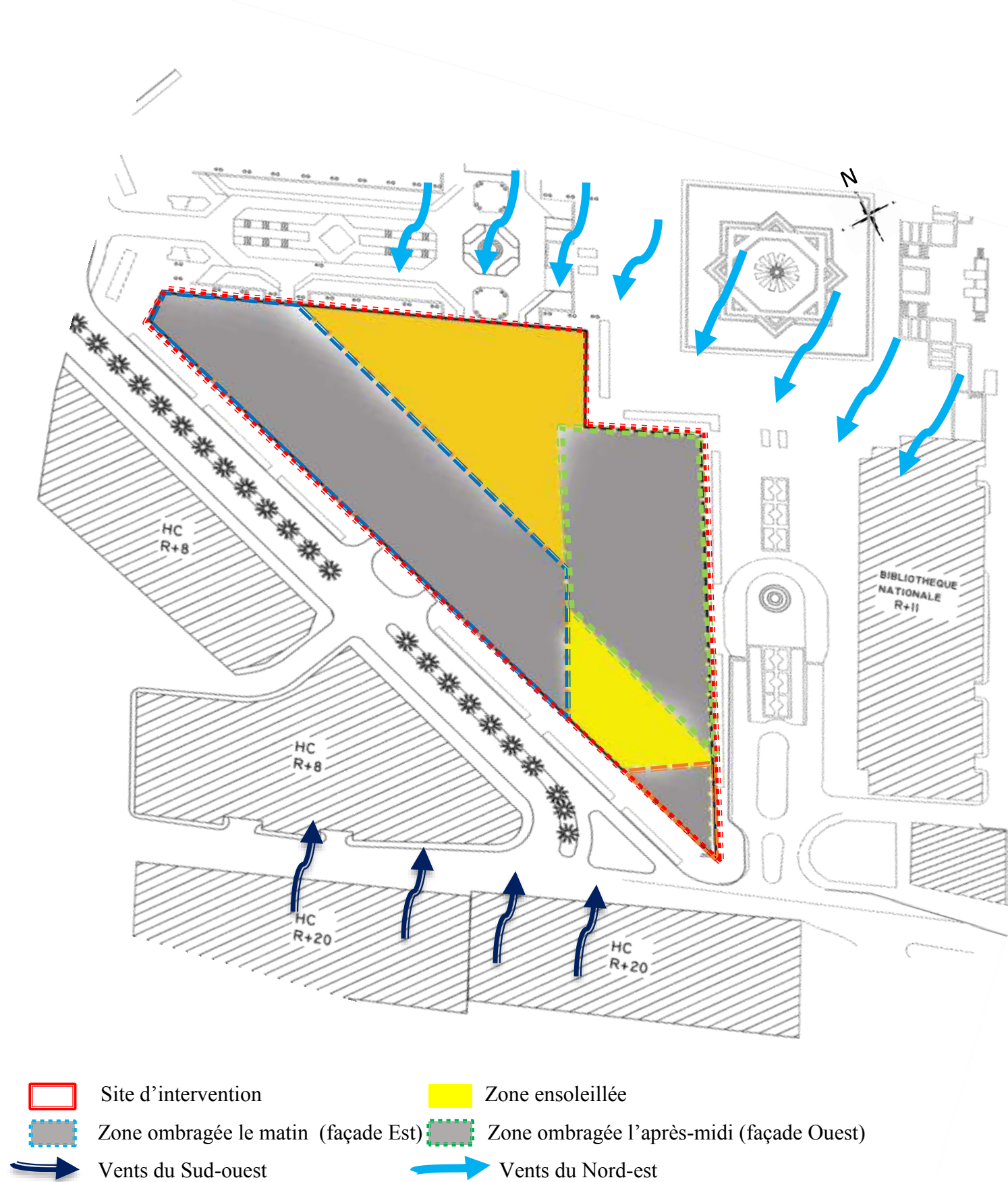


Figure I.58 : carte synthétique de l'analyse bioclimatique du site d'intervention. Source : carte traitée par les auteurs

saisons	Zones	Recommandations
Saison hivernale Favoriser les gains résister aux pertes	Zones ombragées : on a une grande partie du site qui est ombragée durant plusieurs heures de la journée à cause des bâtiments avoisinants • La façade est ombragée la matinée. • La façade ouest ombragée l'après midi	Une conception adéquate du projet de façon est-ce que les unités ne créent pas de l'ombre les unes sur les autres. - une orientation efficace des espaces en fonction des besoins de l'éclairage naturel et du chauffage par rayonnement solaire direct ou indirecte -aller en hauteur afin de capter et canaliser les rayons solaires pour le chauffage. -Recourir à l'énergie géothermique pour la production de chaleur - Choisir des matériaux à forte
	Zones ensoleillées : Le site est ensoleillé dans les heures de la journée qui restent (De 10.30h jusqu'à 15h) la ou le soleil est plus.	-L'optimisation des apports d'éclairage naturel. -Privilégier l'orientation Sud. -Construire des murs trombes, serres ; -Les salles de travail et les ateliers ainsi que les espaces coworking doivent avoir un accès direct sur la façade Sud.
Saison estivale Résister aux gains (se protéger) Minimiser les flux de chaleur	Zones ensoleillées : Un bon ensoleillement de la parcelle durant la période estivale	-Recourir à l'énergie géothermique pour refroidir le bâtiment. -Exploitation active des ressources solaires pour produire de l'énergie. -Capter les rayons solaires pour l'éclairage naturel - Pour les façades vitrées : privilégier le double ou triple vitrage isolant et peu émissif -Des protections solaires sont recommandées
Vents et humidité	L'assiette est exposée aux brises marines et au vent frais venant du côté nord.	-Adapter la forme du projet pour assurer une ventilation naturelle afin de chasser l'humidité en privilégiant les formes fragmentées pour avoir un effet venturi en captant les vents frais et les brises marines. -Créer une ventilation nocturne pour éviter les effets d'humidité, renouveler l'air et refroidir les espaces.

Tableau I. 11 : tableau de recommandations bioclimatiques
 Source : auteurs

II.2. Etude d'impact environnementale

II.2.1. Définition de la EIE

L'étude d'impact sur l'environnement (EIE) est un processus qui, au tout début de la planification, cerne et évalue les risques d'incidences environnementales découlant d'un projet prévu. L'EIE établit les mesures qui peuvent être adoptées pour contrer les effets environnementaux négatifs ou pour les réduire à des niveaux acceptables au préalable.⁹

II.2.2. Description de milieu récepteur de projet

Notre projet est un centre d'innovation technologique des énergies renouvelable, constitué de 3 entités : un incubateur d'entreprise, un centre de recherche équipé d'une halle technologique et une plateforme marketing. Il sera projeté dans la parcelle triangulaire de l'ilot prioritaire coté Est du quartier du Hamma, à proximité du jardin d'essai. Elle est dotée d'une superficie de 1.7 hectares et une pente douce de 2%.

II.2.3. Description des enjeux de site

Établir un constat de l'état environnemental, actuel des lieux, qui contribuera à l'acquisition de connaissances sur la zone d'étude.

- **Climat** : Le site bénéficie d'un climat méditerranéen qui se caractérise par ses longs étés chauds et secs et ses hivers doux et humides. D'après l'analyse microclimatique le terrain est bien ensoleillé ;
- **Nature des sols** : La zone d'étude possède un sol assez hétérogène, il est constitué de marnes argileuses avec concrétions calcaires dans la partie supérieure du relief, et des alluvions dans la partie de la plaine. La nappe phréatique est omniprésente sur la partie basse du terrain ;

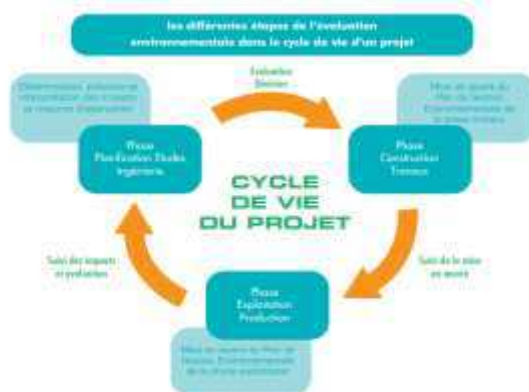


Figure I. 59 : schéma présentant les étapes de l'évaluation environnementale dans le cycle de vie d'un projet

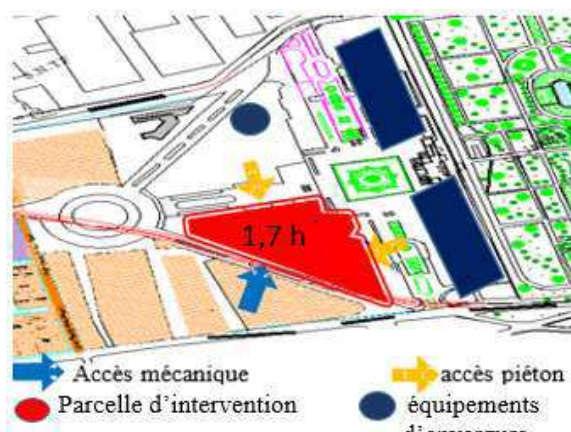


Figure I.60 : la parcelle d'intervention.
Source : auteurs

⁹ Environnement et gouvernements locaux. Brunswick Canada. [en ligne]. Disponible sur : https://www2.gnb.ca/content/gnb/fr/ministeres/egl/environnement/content/etude_d_impact_environnemental.html. (Consulté le : 12.01.2019).

- **Démographie** : Le quartier d'el-Hamma couvre une superficie de 216 ha dont le nombre d'habitant est de 58725 avec une densité de 271.87 hab. /ha ;¹⁰
- **Environnement naturel** : La zone marque un manque en matière de flore de la faune par contre l'environnement se constitue des espaces boisés denses descendant du plateau des Annassers par le bois des arcades vers le jardin d'essai formant une coulée verte ;
- **Activités** : Zone résidentielle urbaine possède d'un riche potentiel commercial ainsi la présence des friches industrielles et des usines de production et de transformation ;
- **Hydrographie** : La zone d'étude est alimentée à partir de l'étage de KOUBA par deux réservoirs elle est bien desservie du point de vue de l'alimentation en eau potable, cependant la totalité des eaux usées et pluviales de quartier sont évacuées vers le port sans aucun traitement préalable.

II.2.4. Identification des différents impacts du projet sur l'environnement

L'insertion du projet mènent à des impacts positifs directes et indirectes et d'autres négatifs en phase d'exploitation ainsi qu'on phase de chantier sur l'environnement. Une analyse des effets permet d'établir les mesures pour contrer ces effets environnementaux.

II.2.4.1. Impacts positifs

II.2.4.1.1. Les impacts indirects

- a. Le projet va participer au renforcement de la future vocation du quartier (vocation d'affaire) par ses diverses fonctions.
- b. Protection de l'environnement par l'aspect bioclimatique de notre projet à travers diverses techniques, Faire du bâtiment une unité d'économie d'énergie ainsi d'une production énergétique renouvelable et l'utilisation là moins possible des énergies fossiles.
- c. Contribution au développement économique et technologique par la production de nouveaux produits innovants dans le domaine des énergies renouvelables.

II.2.4.1.2. Les impacts directs

- a. Un centre d'innovation technologique donne l'image de modernité au quartier.
- b. La création de nouveaux emplois.
- c. Participe à l'attractivité des investisseurs et chercheurs tout en assurant un environnement favorable (des espaces de travail, d'expérimentation, recherche de formation ...)
- d. Le projet permet de créer une attractivité économique en organisant des conférences des salons d'exposition pour l'échange et la commercialisation au sein de ses différents services.

¹⁰ Abdelwahab, Ghezal, analyse urbaine du quartier du Hamma, école polytechnique d'architecture et d'urbanisme, p 14 disponible sur :<https://fr.slideshare.net/bibaarchitecte/analyse-hammapps-fin>,(consulté le20.03.2019)

II.2.4.2. Impacts négatifs

Ces impacts interviennent sur l'environnement en deux phases à savoir :

II.2.4.2.1. Phase de construction

Désignation de l'impacte	Source de l'impacte	Intensité	Durée	portée
<ul style="list-style-type: none"> • Impacts sur l'air 	<p>La pollution atmosphérique :</p> <ul style="list-style-type: none"> -La qualité de l'air risque d'être compromise principalement lors des travaux, terrassement, remblayage, compactage, de viabilisation et de constructions des infrastructures. -l'utilisation de machinerie et engins pour travaux mécanisés ce qui engendre une émission des poussières et des fumées. 	moyenne	court terme	Locale
<ul style="list-style-type: none"> • Impacts sur le sol 	<p>La pollution du sol :</p> <ul style="list-style-type: none"> Les déchets solides du chantier ainsi que les déchets sanitaires et le rejet des eaux usées -Les travaux de terrassement entraîneront des mouvements d'importantes quantités des terres. 	moyenne	Court terme	locale
<ul style="list-style-type: none"> • Impacts sur les ressources en eau superficielles et souterraines 	<p>Pollution et consommation des eaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Risques de contamination de la ressource en eau superficielle par les huiles de vidange issues des moteurs des engins mécanisés utilisés pour les travaux. -la forte demande en eau pour la réalisation des travaux. 	Faible	Court terme	locale
<ul style="list-style-type: none"> • Impacts liés au confort acoustique 	<p>Nuisance sonore :</p> <ul style="list-style-type: none"> -des bruits inhabituels et des vibrations diverses dues à la circulation des véhicules de liaison et des engins; ce qui entraînerait des perturbations de la quiétude des riverains 	Faible	Très Court terme	Régionale
<ul style="list-style-type: none"> • Impacts sur le climat et le paysage 	<p>Perturbation de paysage :</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'impact visuel essentiellement dû à la présence des engins de chantiers, sera relativement important mais ne sera que temporaire et ponctuel. -les dépôts de matériaux et des déchets de chantier. 	Faible	Très court terme	régionale

<ul style="list-style-type: none"> • Impacts sur le cadre humain 	<ul style="list-style-type: none"> - Perturbation temporaire des habitudes de vie des voisins à proximité, modification des cheminements piétons, Nuisances liées à la circulation des véhicules par la présence des engins de chantier sur la voirie, bruits, poussières et vibrations ; - dégradation du cadre de vie par les rejets anarchiques des déchets solides et liquides, non suffisamment traités, provenant des chantiers. 	Faible	Court terme	Locale
--	--	--------	-------------	--------

Tableau I.12 : impacts négatifs en phase d'exploitation.

Source : auteurs.

II.2.4.2.2. Phase de l'exploitation

Désignation de l'impacte	Source de l'impacte	Intensité	Durée	portée
<ul style="list-style-type: none"> • Impacts sur l'air 	Emission dans l'atmosphère des effluents gazeux, de poussière par les ateliers de fabrication, les laboratoires et la hall d'expérimentation ainsi que les dégagements d'odeurs nauséabondes.	Moyenne	Moyen terme	Locale
<ul style="list-style-type: none"> • Impacts sur le sol 	-L'ensembles des déchets engendrés par les différents espaces de projet ainsi que leurs nettoyage (les laboratoires et la halle d'expérimentation ...) et les rejets des eaux usées.	Moyenne	Moyen terme	locale
<ul style="list-style-type: none"> • Impacts sur les ressources en eau 	- risques de pollution des eaux de surface par les eaux usées et déchets solides, - Risques de diminution des ressources en eau superficielles environnantes, due à l'accroissement des activités et des travaux d'entretien (hébergement, laboratoires, salles de cours, etc.)	Moyenne	Moyen terme	Locale
<ul style="list-style-type: none"> • Impacts liés au confort acoustique 	-Emissions sonores engendrés par les différents appareils à l'intérieur des espaces de projet.	Faible	Long terme	Au niveau de projet
<ul style="list-style-type: none"> • Impacts liés à la surconsommation d'énergie. 	-Une surconsommation énergétique de l'ensemble de projet par son fonctionnement pour assurer les besoins des chercheurs et par conséquence l'augmentation des gaz à effet de serre.	Moyenne	Long terme	locale

Tableau I.13 : impacts négatifs en phase d'exploitation.

Source : auteurs.

II.2.3. Plan de gestion environnementale

Nous avons établi un plan de gestion environnemental qui est conçu comme un cadre de gestion des différents impacts en vue de les gérer et cela par la proposition des mesures d'atténuation appropriées afin de minimiser et maîtriser les effets négatifs prévisibles du projet lors de sa construction et de son exploitation sur son environnement.

Désignation des impacts	Sources des impacts	Mesures envisagées
Phase chantier		
<ul style="list-style-type: none"> • Impacts sur l'air 	Les différents polluants des engins de chantier et les émissions de poussière.	-Humidification du terrain pour prévenir les envols de poussières, -l'arrosage des zones susceptibles d'émettre des poussières, -vérifier régulièrement la conformité des rejets.
<ul style="list-style-type: none"> • Impacts sur les ressources en eau 	Pollution des eaux lors des travaux.	- récupérer et acheminer les produits de vidange vers des stations de traitement, de récupération ou de valorisation.
<ul style="list-style-type: none"> • Impacts sur le sol 	Les déchets solides du chantier et les déchets sanitaires. les déchets dangereux (huile de vidange).	-Prévoir des poubelles et réalisation des bases de vie provisoires. -Réservation des lieux sécurisés pour les déchets dangereux.
<ul style="list-style-type: none"> • Impacts liés au confort acoustique 	Fonctionnement d'engins de chantier et leurs circulations.	-L'utilisation des engins aux normes en terme de bruit et prévoir un entretien régulier. -Chantier se déroulant en journée dans le quartier ;
<ul style="list-style-type: none"> • Impacte sur le Paysage 	La présence des engins de chantiers, les dépôts de matériaux et des déchets de chantier.	-Gestion responsable du chantier et -Chantiers clôturés et sécurisés (y compris zones de stockage des matériaux) et un nettoyage quotidien du chantier.
<ul style="list-style-type: none"> • Impacts sur le cadre humain 	L'ensemble des travaux de chantier.	-Présence d'une signalétique adaptée pour les sens de circulation, les accès et ainsi l'information des riverains.

Phase d'exploitation		
• Impacts sur l'air	les composants polluants gazeux des machines de laboratoires (produits manipulés)	-les laboratoires de fabrication et de recherche seront munis de systèmes spéciaux de filtration de l'air avant d'être rejeté à l'extérieur ;
• Impacts sur l'eau	Rejets des eaux usées. surconsommation en eau	-Traitement par des stations d'épuration appropriées. Prévoir la collecte des eaux pluviale et stocker pour usage (arrosage, nettoyage).
• Impacts sur le sol	les déchets solides.	-Stockage optimisé et rejet vers un dépôt contrôlé.
• Impacts liés au confort acoustique	Emissions sonores engendrés par les machines de la halle technologique.	-Utilisation des machines à haute performance avec des émissions sonores moins importante.
• Impact lié à la surconsommation d'énergie.	Une surconsommation énergétique de l'ensemble de projet par son fonctionnement pour assurer les besoins des chercheurs.	Prévoir des solutions bioclimatiques passives : - Privilégier la ventilation naturelle ; -l'éclairage naturel des ateliers et les sièges des entreprises ainsi les espaces de travail. - chauffage gratuit par rayonnement solaire direct avec une orientation favorable afin de maximiser les apports solaires ; - façade double peau ventilée orienté en plein sud. - des protections solaires sous forme de brise soleil horizontaux ou verticaux et des débords de dalles ainsi que des masques architecturaux. Prévoir des solutions actives : - recours aux énergies renouvelables tel que l'énergie solaire pour le chauffage et la production d'électricité ; l'énergie géothermique pour le rafraichissement et le chauffage ; -Recours aux nouvelles technologies afin de renforcer les différentes solutions bioclimatiques ; - Gestion des eaux pluviales et leurs réutilisation après traitement.

Tableau I.14 : plan de gestions environnemental.

Source : auteurs.

Conclusion

L'analyse et le diagnostic contextuels que nous avons effectués à différentes échelles, nous a permis de connaître mieux le site dont lequel notre projet va s'insérer. En effet, l'analyse du contexte global à savoir la ville d'Alger et le contexte intermédiaire qui est le quartier d'El Hamma nous a permis de comprendre leurs différents composants essentiels ainsi que de dresser un ensemble de constats. L'analyse de la parcelle d'intervention a été menée suivant une étude microclimatique approfondie reposant sur l'analyse des données climatiques étudiées au préalable.

De plus, cette étude nous a permis d'établir des caractéristiques bioclimatiques attenantes à l'assiette à savoir les zones ensoleillées et les zone ombragées ainsi que l'exposition au vents, puis nous avons déterminé un ensemble de recommandations adéquates qui vont nous aider à adapter notre projet au particularités du lieu d'implantation, pour obtenir les meilleures conditions de confort.

En définitive, nous avons établi un plan de gestion environnementale qui résume l'ensemble des impacts de notre projet sur l'environnement pour lesquels nous avons proposés des mesures pour les atténuer et protéger mieux l'environnement.

L'ensemble de ces données et éléments vont nous servir d'appui pour la deuxième étape de la formalisation et la concrétisation de notre projet.

Chapitre II

Bioclimatique et thématique du projet : le corpus théorique

« Sans théorie, l'architecture n'est qu'un commerce. »

ALBERTI

Introduction

L'architecture bioclimatique n'est pas une invention du 20^{ème} siècle, mais une attitude très ancienne pratiquée par nécessité pendant des siècles visant à établir un équilibre harmonieux entre l'homme et la nature qui l'entoure, l'exemple étant l'architecture vernaculaire. Aujourd'hui, l'augmentation de la consommation énergétique avec tous ses effets néfastes sur l'environnement nécessite l'intégration des principes de l'architecture bioclimatique qui vise particulièrement l'amélioration du confort, la diminution du recours aux énergies non renouvelables et par conséquent les besoins énergétiques d'un bâtiment.

C'est justement dans cette approche que nous voulons inscrire la thématique de notre projet à savoir « **Centre d'innovation technologique des énergies renouvelables** ». Dans le but de mieux comprendre cette thématique, il est nécessaire d'avoir une connaissance et un maximum d'informations sur le sujet, c'est une étape primordiale avant d'entamer la conception architecturale.

Dans ce présent chapitre, nous aborderons dans un premier axe les différents éléments qui se rapportent au développement durable et la bioclimatique, le second axe s'agira d'un cadrage théorique comprenant les différentes définitions liées au thème de notre projet.

Dans la première partie (corpus théorique), nous allons aborder les principes de base de l'architecture bioclimatique et les différentes définitions et concepts relatifs à notre atelier « Architecture bioclimatique et efficacité énergétique », nous allons définir quelques dimensions du développement durable ainsi que les différents concepts et éléments normatifs qui le définissent, la conception bioclimatique et ses principes, la notion de confort et l'efficacité énergétique. Pour la deuxième partie (thématique de projet), nous allons commencer par un socle de données, tout en déterminant le principe, l'évolution, les besoins de notre thème « le centre d'innovation technologique des énergies renouvelables », la création et l'émergence de nouvelles idées au niveau de l'incubateur, expérimentations et essais des produits dans le centre de recherche puis la phase de commercialisations dans la plateforme de marketing. À la suite de ces définitions, nous passerons à la compréhension concrète d'un centre d'innovation technologique des énergies renouvelables par l'étude des exemples illustrant la disposition des espaces et leurs différents aménagements.

Cette approche représente une source d'inspiration créative de l'architecture, il va nous servir pour la conception de notre projet.

II.1. Cadrage théorique de la bioclimatique

II.1.1. Introduction au développement durable

La notion de développement durable fait aujourd'hui partie intégrante du discours de la majorité des dirigeants et des politiques de développement. Ce concept est toutefois apparu après une longue réflexion sur les effets néfastes de l'activité humaine sur l'environnement. Il existe des liens entre le développement économique et la dégradation de l'environnement et préconise l'impossibilité de maintenir une croissance économique forte à très long terme à cause des limites des ressources naturelles.

Afin de répondre aux crises environnementales mondiales, l'assemblée générale des Nations Unies adopte la résolution, en 1983, qui permet la création de la commission mondiale sur l'environnement et le développement. Par ailleurs Après plus de quatre ans d'étude, en 1987, la commission publie ses résultats dans un rapport intitulé « Notre Avenir à Tous », également connu sous le nom de rapport Brundtland. Le rapport définit le développement durable comme étant : un mode de développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs propres.¹¹

En d'autres termes, le développement durable est la notion qui définit la transition et le changement dont a besoin notre planète et ses habitants pour vivre dans un monde plus équitable, en bonne santé et en respectant l'environnement.¹²

II.1.1.1.les piliers du DD

Le développement durable est un modèle de développement qui intègre à la fois l'économie, le progrès social et la protection de l'environnement. Cet objectif est né de l'idée que la qualité environnementale, le respect de la planète et le bien-être économique et social sont intimement liés, le schéma illustre cette idée.



Figure II.1 : La trilogie du développement durable
Source : www.lombric.com/decouvrir-le-smitom/politique-environnementale-et-demarche-qualite/agenda-21

¹¹ DIBLASIO BROCHARD. L, le développement durable: enjeux de définition et de mesurabilité, mémoire de la maîtrise en science politique, université du QUÉBEC À MONTRÉAL, [en ligne] JUIN 2011. Disponible sur : <https://archipel.uqam.ca/4046/1/M12097.pdf>. (consulté le : 24.01.2019), p.04.

¹² C'est quoi le développement durable ?, article de TA TERRE, [en ligne] Disponible sur : <https://www.mtaterre.fr/dossiers/le-developpement-durable/cest-quoi-le-developpement-durable>. (consulté le : 24.01.2019).

II.1.1.2. Les Objectifs du développement durable

Les objectifs de développement durable donnent la marche à suivre pour parvenir à un avenir meilleur et plus durable pour les nations. C'est le nom couramment utilisé pour les dix-sept objectifs établis par les États membres des Nations unies qui sont rassemblés dans l'agenda 2030, cette dernière définit des cibles à atteindre à l'horizon qui sont au nombre de 169. Elles répondent aux objectifs généraux suivants : éradiquer la pauvreté, protéger la planète et garantir la prospérité pour tous.¹³



Figure II.2 : Les 17 objectifs du développement durable à l'horizon 2030
Source : <https://fonda.asso.fr/ressources/les-17-objectifs-de-developpement-durable>

II.1.1.3. Le développement durable et le bâtiment

Le concept de développement durable fait apparaître la nécessité, d'une double solidarité : solidarité entre tous peuples de la planète et solidarité entre les générations. A cet effet, chaque secteur de la vie économique se trouve donc confronté à la responsabilité qui lui incombe dans la gestion globale des ressources et de l'environnement. Quant au secteur du bâtiment, le concepteur devra donc continuer à assurer l'abri et le confort de l'utilisateur, de plus, il devra faire en sorte que l'impact sur le bâtiment soit minimisé.¹⁴ L'architecture bioclimatique constitue, dans ce cadre, une contribution au développement durable, car elle fournit aux habitants plus de confort tout en maîtrisant la consommation d'énergie et en limitant les impacts sur l'environnement.

¹³ https://fr.wikipedia.org/wiki/Objectifs_de_d%C3%A9veloppement_durable. (Consulté le 25 .02.2019).

¹⁴ ZERMOUT R, Utilisation de l'énergie géothermique de surface pour la climatisation dans le bâtiment, Mémoire de magister. université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 2011.

II.1.2. Connaissances bioclimatique

II.1.2.1. Qu'es ce qu'une architecture bioclimatique ?

L'architecture bioclimatique est une discipline de l'architecture, C'est l'art et le savoir-faire de bâtir en alliant respect de l'environnement et confort de l'habitant. Elle vient pour mieux adapter les constructions au milieu naturel et pour exploiter rationnellement les énergies renouvelables en s'inscrivant dans une démarche de durabilité.



Figure II.3 : concept de l'architecture bioclimatique source : séminaire présenté par Mr AIT kaci, Tizi Ouzou, janvier 2019.

II.1.2.2. L'architecture bioclimatique : quête de confort

II.1.2.2.1. Notion du confort

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

a. Le confort thermique

Le confort thermique est défini comme l'état de satisfaction vis-à-vis de l'environnement thermique, il est déterminé par l'équilibre dynamique établi par échange thermique entre le corps et son environnement¹⁵ qui est atteint grâce à 3 mécanismes notamment la conduction, la convection, et le rayonnement.

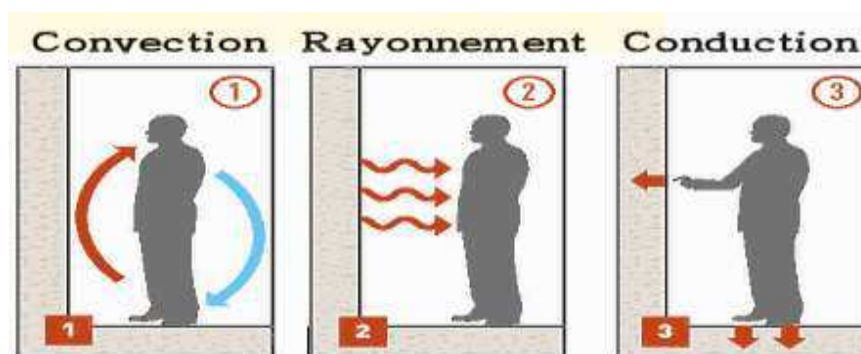


Figure II.4 : les mécanismes de diffusion de chaleur entre l'individu et l'ambiance source : <http://www.batitherm.ch/confort-thermique.html>.

¹⁵ LIEBARD A, DE HERDE A, traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques. Ed : Observe ER, Paris.2005.

b. Les paramètres affectant le confort thermique

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

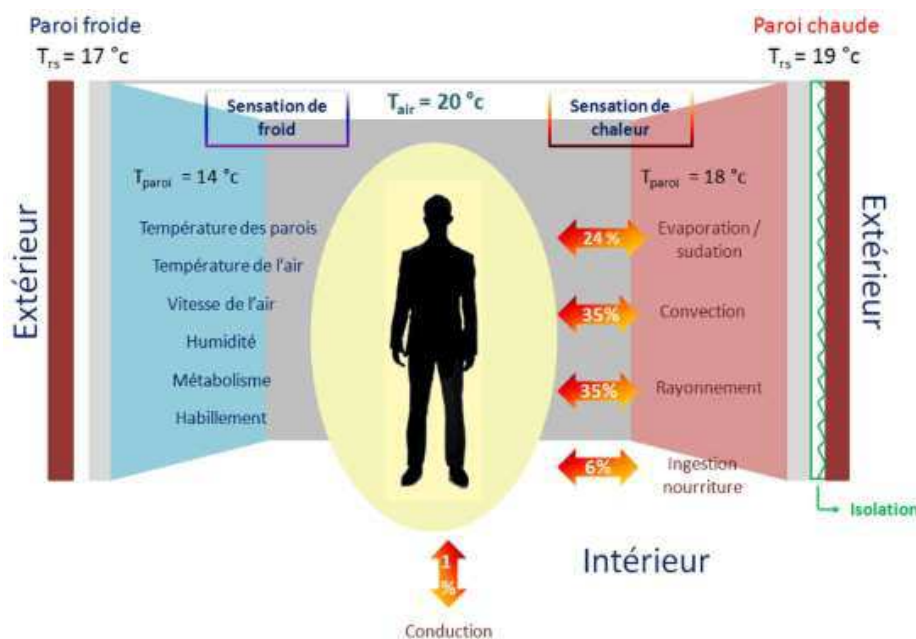


Figure II.5 : les paramètres affectant le confort thermique
Source : le confort thermique, article de Batitherme SA, op.cit.

- **Le métabolisme** : C'est la production de chaleur interne au corps humain permettant de maintenir celui-ci autour de $36,7^{\circ}$.
- **L'habillement** : Il représente une résistance thermique aux échanges de chaleur entre la surface de la peau et l'environnement $36,7^{\circ}$.
- **La température ambiante de l'air** : L'intervalle du confort va généralement de 18° à 25°C .
- **La température des parois T_p** : La température de confort ressentie (appelée aussi température résultante sèche ($t_{rs} = t_a + t_p/2$))
- **L'humidité relative** : C'est le rapport exprimé en pourcentage entre la quantité d'eau contenue dans l'air à la température T_a et la quantité maximale d'eau contenue à la même température
- **La vitesse de l'air** : Elle détermine les échanges de chaleur par convection et augmente l'évaporation à la surface de la peau. Elle influence le confort dès qu'elle est supérieure à $0,2\text{m/s}$

c. Les stratégies du confort

• Le confort d'hiver

Le confort d'hiver répond la stratégie du chaud elle consiste à capter la chaleur du rayonnement solaire, la stocker dans la masse, la conserver par l'isolation et enfin la distribuer dans le bâtiment. Or récupérer des calories en période froide pour se chauffer.

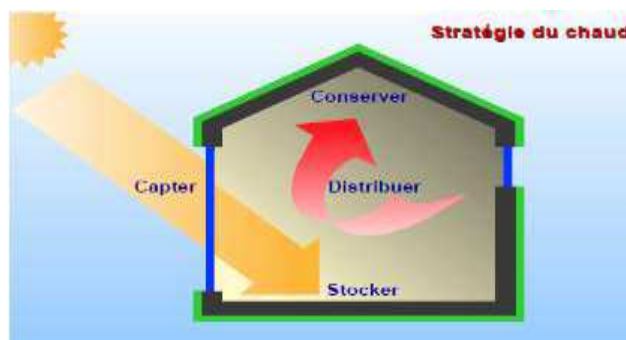


Figure II. 6: Les principes de confort d'hiver
source :LIEBARD Alain, DE HERDE André. Traité de l'architecture et l'urbanisme bioclimatique. p31

• Le confort d'été

Le confort d'été répond à la stratégie de refroidissement naturel. Il s'agit de se protéger du rayonnement solaire et des apports de chaleur, de minimiser les apports internes, de dissiper la chaleur en excès et enfin de refroidir naturellement. Or diminuer les apports caloriques et favoriser le rafraîchissement.

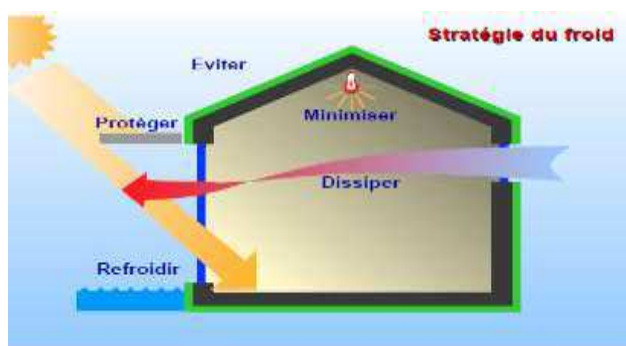


Figure II.7 : Les principes de confort d'été
source: Traité de l'architecture et l'urbanisme bioclimatique. op.cit, p31.

II.1.2.2. Les principes de la conception bioclimatique

II.1.2.2.1. Implantation et intégration au site

Il est indispensable d'avoir une parfaite connaissance des vents dominants, de la radiation solaire incidente et des masques solaires voisins, des risques d'inondations, de la végétation environnante. L'implantation va aussi déterminer l'éclaircement, les apports solaires recherchés en saison froide, les déperditions ainsi les possibilités d'aération¹⁶.

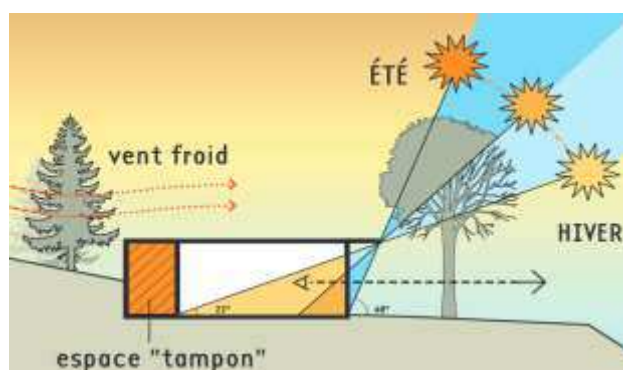


Figure II. 8 : implantation et intégration d'un bâti dans son site
Source : grenoblie.archi.fr/ Stratégie-thermique.pdf

¹⁶ LIEBARD A, DE HERDE. Traité de l'architecture et l'urbanisme bioclimatique. Op.cit.

II.1.2.2.2. Orientation et ensoleillement

Une bonne orientation suppose une bonne compréhension de la géométrie de solaire, elle permet la combinaison entre les apports solaires en hiver avec une protection en été et en mi- saison, il est admis que toute forme allongée suivant l'axe est-ouest présente les meilleures performances thermiques.

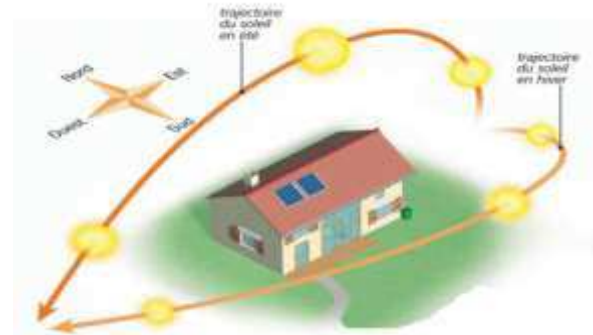


Figure II.9 : trajectoire de soleil en été et hiver

Source : <http://www.notreconstructionpassive.be/conception/choix-du-terrain/atelierarchitectural/>

II.1.2.2.4. La compacité

La Compacité d'un bâtiment ou le coefficient de forme (Cf) est défini comme le rapport entre la surface l'enveloppe de déperdition et le volume habitable. Il indique le degré d'exposition du bâtiment aux conditions climatiques ambiantes. Une forme bâtie autant compacte que possible permet de réduire les déperditions thermiques qui sont en fonction de la surface des parois en contact avec l'extérieur ou avec le sol.

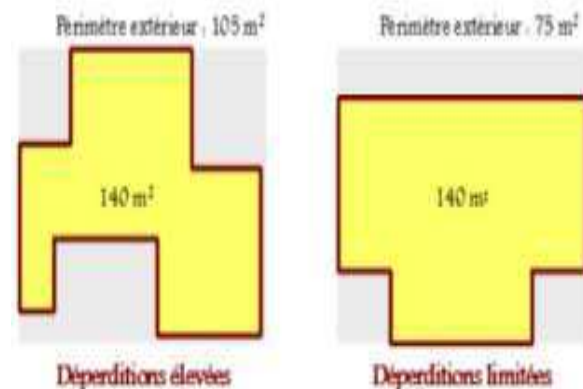
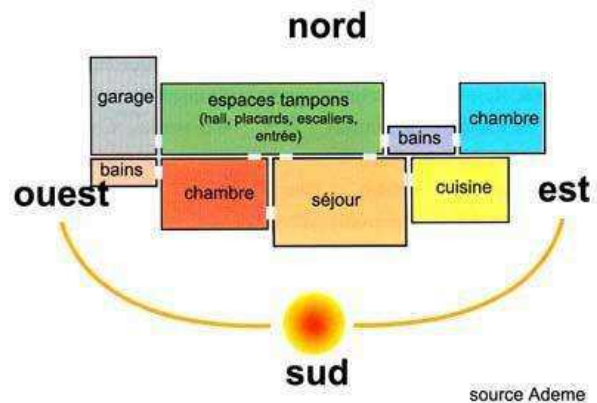


Figure II.10 : Impact de la forme du bâtiment sur les déperditions thermiques. Source :

<https://www.slideshare.net/omarblouhamou1/expose-dlimi-1>

II.1.2.2.5. Organisation intérieure

Ce zonage correspond à la manière dont sont agencés les espaces afin d'optimiser l'ambiance thermique et assurer un meilleur confort qui est par le cloisonnement et l'orientation des pièces. L'idéal est d'organiser les locaux selon leurs besoins énergétiques, suivant le type d'activité et le taux de fréquentation ; cela permet de réduire les besoins calorifiques et frigorifiques.



source Ademe

Figure II.11 : Exemple de composition bioclimatique du plan intérieur. Source : <http://hebergement-touristique-durable.lenord.fr/architecture-bioclimatique.html>

II.1.2.2.6. Ventilation naturelle

Le principe de la ventilation est d'insuffler de l'air neuf dans le bâtiment, puis de faire circuler cet air à travers les zones à ventiler, pour enfin évacuer l'air vicié. Elle repose sur le phénomène de convection en créant des courants d'air.



Figure II.12 : la ventilation naturelle
source : <https://www.maison.fr/la-ventilation-naturelle/>

II.1.2.2.7. Utilisation de la végétation

La végétation offre un ombrage en été sans arrêter le soleil d'hiver et elle rafraîchit l'air par évapotranspiration ainsi elle fait écran aux vents et filtre les poussières en suspension. Le choix et l'espèce est important car la qualité de l'ombre d'un arbre dépend de sa densité.



Figure II.13: Utilisation de la végétation
Source : <http://www.consommer-malin.fr/projet-de-maison-neuve-tout-savoir-sur-la-reglementation-thermique-2012/>

II.1.3. Les énergies renouvelables

II.1.3.1. Notion des énergies renouvelables

Les retombées néfastes de la consommation fulgurante des énergies fossiles imposent de plus en plus le recours à des sources d'énergies renouvelables. Par définition, l'énergie renouvelable (énergie verte) est une source d'énergie qui est régénérée ou renouvelée naturellement. Elles constituent une solution respectueuse de l'environnement, elles permettent d'acquérir une certaine autonomie énergétique.

II.1.3.2. Qu'est-ce qu'une énergie fossile

C'est une énergie qui n'est pas renouvelable, ses réserves peuvent donc s'épuiser .c'est un produit brut qui n'a pas besoin de technologie pour être stocker .elle est facile à transporter .il existe plusieurs types d'énergies fossiles : le pétrole, le gaz, le charbon¹⁷.

¹⁷Energies renouvelables et énergies fossiles, article de SVT College IC Espalion, [en ligne] 2012. Disponible : <https://lewebpedagogique.com/svt3ic/energie-renouvelables-et-energies-fossiles//energies->. (consulté le : 25.02.2019).

II.1.3.3. Les énergies renouvelables en Algérie

L'Algérie amorce une dynamique d'énergie verte en lançant un programme ambitieux de développement des énergies renouvelables et d'efficacité énergétique. Cette vision du gouvernement algérien s'appuie sur une stratégie axée sur la mise en valeur des ressources inépuisables comme le solaire et leur utilisation pour diversifier les sources d'énergie.¹⁸ L'Algérie possède un potentiel national en énergies renouvelables étant fortement dominé par le solaire. En effet, l'Algérie compte se positionner comme un acteur majeur dans la production de l'électricité à partir du solaire photovoltaïque et du solaire thermique qui seront les moteurs d'un développement économique durable à même d'impulser un nouveau modèle de croissance.

II.1.3.4. Les type d'énergies renouvelables

II.1.3.4.1. L'énergie solaire

L'énergie solaire est une source d'énergie qui dépend du soleil. Cette énergie permet de fabriquer de l'électricité à partir de panneaux photovoltaïques ou des centrales solaires thermiques, grâce à la lumière du soleil captée par des panneaux solaires. L'énergie solaire est propre, n'émet aucun gaz à effet de serre et sa matière première.



Figure II.14: L'énergie solaire . Source : <https://www.ecobjectifs.com/panneau-solaire-comment-etre-le-plus-efficace-possible.html>

II.1.3.4.2. L'énergie éolienne

Elle vient des mouvements des masses d'air qui se déplacent des zones de haute pression vers les zones de basse pression. Exploité jadis pour la production mécanique (moulin à vent) et pour le transport (bateau à voile) et aujourd'hui utilisé pour produire de l'électricité grâce aux moulins modernes appelés des aérogénérateurs.



Figure II.15: L'énergie éolienne
Source : <https://positivr.fr/definition/energie-eolienne/>

¹⁸ Programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique, p 04.

II.1.3.4.3. L'énergie hydraulique

L'énergie hydraulique désigne l'énergie qui provient de la force des eaux, elle permet de fabriquer de l'électricité, dans les centrales hydroélectriques, grâce à la force de l'eau. Cette force dépend soit de la hauteur de la chute d'eau (centrales de haute ou moyenne chute), soit du débit des fleuves et des rivières (centrales au fil de l'eau).

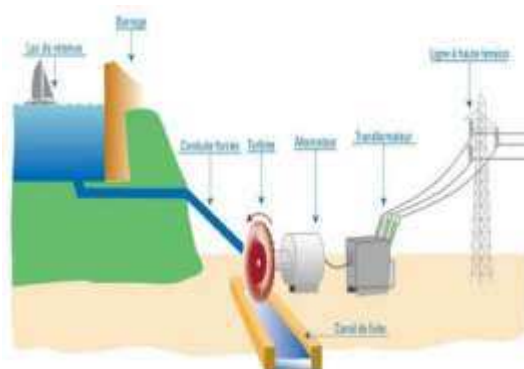


Figure II.16 : Le principe de l'énergie hydraulique
source : http://blog.espe-bretagne.fr/blog-tice-56/2013/g1elec/co/activiteapprentissage_02_6.html

II.1.3.4.4. La géothermie

La géothermie consiste est l'exploitation de chaleur stockée dans le sol pour l'utiliser sous forme de chauffage ou d'électricité. L'origine de cette chaleur est double, elle vient du Soleil qui réchauffe la surface de la terre. Partout, la température croît depuis la surface vers l'intérieur de la terre. Toutefois, c'est principalement le magma, qui se situe au cœur de la planète, qui chauffe la croûte terrestre.

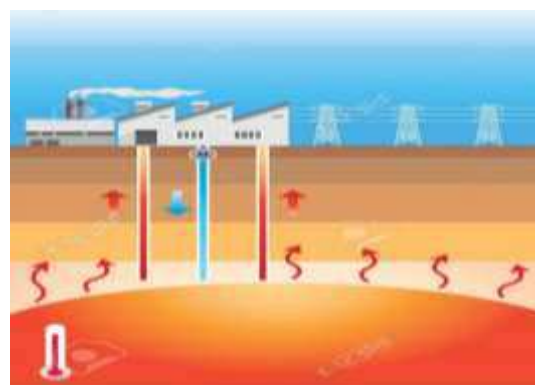


Figure II.17 Le principe de la géothermie
source : www.pinterest.fr

II.1.3.4.5. La biomasse

L'énergie issue de la biomasse permet de fabriquer de l'électricité grâce à la chaleur dégagée par la combustion de ces matières (bois, végétaux, déchets agricoles, ordures ménagères organiques) ou du biogaz issu de la fermentation de ces matières, dans des centrales biomasse. Cette énergie n'émet presque pas de polluants et n'a pas d'impact sur l'effet de serre.



Figure II.18 : Le principe de la biomasse
source : <http://www.fondsbiomasse.com/index.php/la-biomasse/>

II.1.4. L'efficacité énergétique

II.1.4.1. Définition de l'énergie

L'énergie c'est la capacité d'un système à modifier un état, à produire un travail toute en produisant échangée de la lumière, ou de la chaleur. Toute action ou changement d'état nécessite que de l'énergie soit échangée.

II.1.4.2. Définition de l'efficacité énergétique dans un bâtiment

L'efficacité énergétique peut se définir comme le rapport entre le service délivré au sens large (performance, produit, énergie, confort, service) et l'énergie qui y a été consacrée, le secteur du bâtiment est le premier consommateur d'énergie, devant les transports ou l'industrie¹⁹. L'efficacité énergétique est donc rapidement devenue l'un des grands enjeux de notre époque et les bâtiments en sont une des composantes majeures, ça consiste à produire les mêmes biens ou services, mais en utilisant le moins d'énergie possible.



Figure II.19 : efficacité énergétique
source : <https://www.quelleenergie.fr/magazine/actu-environnement/logement-decent-comprend-desormais-efficacite-energetique-53881/>

II.1.4.3. Efficacité énergétique en Algérie

L'efficacité énergétique est appelée à jouer un rôle important dans le contexte énergétique national, caractérisé par une forte croissance de la consommation tirée, notamment, par le secteur domestique. L'adoption par le gouvernement du programme national sur l'efficacité énergétique à l'horizon 2030, réaffirme cette dernière comme priorité. Les retombées économiques et sociales de l'intégration de la dimension efficacité énergétique dans les différents secteurs d'activité sont multiples. Le programme vise à encourager la mise en œuvre de pratiques et de technologies innovantes, des mesures adéquates seront prévues au niveau de la phase de conception architecturale l'environnement.²⁰

¹⁹ Efficacité énergétique dans le bâtiment pour la construction d'un savoir-faire national. Workshop, Alger, Avril 2013. p.10.

²⁰ Nouveau programme national sur l'efficacité énergétique (2016-2030).p 02.consulté le (28.02.2019)

II.2. Recherche thématique : Centre d'innovation technologique des énergies renouvelables

II.2.1. Choix du thème

Dans le contexte de développement technologique dans le monde et l'avancée des connaissances dans les grandes disciplines scientifiques et techniques. L'implantation des équipements adéquats en Algérie est devenue donc indispensable pour offrir un milieu favorisant les conditions de recherche et d'innovation, d'échange et d'entrepreneuriat, ainsi le renforcement de l'expertise en termes d'innovation. C'est pour cela notre choix s'est porté sur l'innovation technologique, Or, L'Algérie amorce une dynamique d'énergie verte, il a connu dans ces dernières années une activité dans le secteur des énergies renouvelables et de la performance et l'efficacité énergétique à travers un programme national ambitieux qui permet une meilleure exploitation du vaste potentiel énergétique. C'est pour cette raison notre choix s'est porté exactement sur l'innovation technologique dans le secteur des énergies renouvelable en faisant de lui un foyer d'échanges entre les laboratoires de recherche, les entreprises et le marché pour la diffusion de nouvelles technologies. Un centre d'innovation technologique va permettre à offrir une nouvelle image à Alger ainsi il va renforcer la futur vocation d'affaire du Hamma.

II.2.2. Définitions liée au thème

II.2.2.1. L'innovation

L'innovation est une évolution significative d'un produit, d'un service ou d'un processus de fabrication, l'innovation résulte à la fois d'une nouvelle idée faisant appel à la créativité, d'une réalisation concrète et de la réponse aux attentes des consommateurs²¹.

II.2.2.2. La technologie

La technologie est l'étude des outils et des techniques. Le terme désigne tout ce qui peut être dit aux diverses périodes historiques sur l'état de l'art en matière d'outils et de savoir-faire. Il inclut l'art, les métiers, les sciences appliquées et éventuellement les connaissances.



Figure II.20 : principe de l'innovation
Source : www.knowllence.com/blog-risk-management/facteurs-performance-processus-innovation.html



Figure II.21 : la technologie
Source : www.messagescelestes-archives.ca/les-mefaits-de-la-technologie/

²¹ [Http://www.toupie.org/Dictionnaire/Innovation.htm](http://www.toupie.org/Dictionnaire/Innovation.htm) (consulté le : 14/02/2019)

II.2.2.3. L'innovation technologique

L'innovation technologique consiste à créer ou à intégrer une technologie nouvelle ou améliorer une combinaison de technologies, pour objectif de répondre à un besoin du marché ou anticiper sur des besoins actuels ou futurs. Par exemple Le premier Vélo électrique Matra pour pédaler plus facilement dans la montée, le premier logiciel de traitement de texte, l'utilisation d'une nouvelle molécule pour traiter le cancer,...²²

II.2.2.4. L'innovation technologique des énergies renouvelables

L'innovation technologique présente un caractère ambivalent : alors que la technologie peut être considérée, sous certains aspects, comme une des causes du développement non durable, elle est en même temps investie d'un rôle important dans la recherche de solutions concrètes pour le développement durable. Et elle joue un rôle majeur dans le domaine de la production et développement de nouvelles techniques en faveur des énergies renouvelables.



Figure II.22 : suiveur solaire
Source : www.quelleenergie.fr/magazine/energies-renouvelables/energies-renouvelables-progres-innovations-41158/

II.2.3. L'innovation technologique des énergies renouvelables en Algérie

L'Algérie s'engage avec détermination sur la voie des énergies renouvelable afin d'apporter des solutions globale et durables aux défis environnementaux et aux problématiques de préservation des ressources énergétiques d'origine fossile ; Ce choix stratégiques ; est motivé par l'immense potentiel en énergie solaire. Elle favorise la recherche pour faire du programme EnR un véritable catalyseur du développement d'une industrie nationale qui valorisera les différentes potentialités algériennes.

L'Algérie encourage également la coopération avec les centres de recherche en vue de développer les technologies et les procédés innovants en matière d'efficacité énergétique et d'énergies renouvelables. Les universités, pôles technologiques, les entreprises et les différents acteurs du programme, en collaborent pour sa mise en œuvre et interviennent sur les différentes étapes de la chaîne d'innovation. L'Algérie dispose de centres de recherches affiliés aux entreprises comme le Centre de Recherche et de Développement d'Electricité et de Gaz

²²Noov.LR. synersud [en ligne]. 2014. Disponible sur : http://www.synergiesud.com/uploads/media/Guide_NOOV_LR_2014.pdf. (Consulté le : 26.02.2019).

(CRDEG), une agence de promotion et de rationalisation de l'utilisation de l'énergie (APRUE). Ces organismes coopèrent avec des centres de recherche attachés au ministère de la recherche scientifique parmi lesquels figurent :

- **Le CDER** : centre de développement des énergies renouvelables, chargé de mettre en œuvre les programmes de recherche et de développement, scientifiques et technologiques.
- **L'UDTS** : unité de développement de la technologie du silicium, elle a pour mission de mener des actions, d'innovation technologique et de formation post-graduée dans les domaines des technologies, des matériaux et dispositifs à semi-conducteurs.

II.2.4. Acteurs de l'innovation : entités du projet

Les incubateurs, les centres d'innovation technologique, les centres de recherche jouent un rôle essentiel dans la maturation d'un projet innovant. Ils mettent à disposition des porteurs de projet une multitude de services leur permettant de se lancer dans les meilleures conditions.

- **Centre d'innovation technologique**

Le Centre d'innovation est un lieu spécifique, un creuset de créativité, qui héberge des activités de formation, de recherche et de valorisation au service de l'innovation et permet de réunir des compétences pluridisciplinaires et pluri-acteurs de l'innovation. Mettant à disposition des salles de travail, des plateformes technologiques et du matériel de pointe, le Centre d'Innovation est un espace de " contamination créative " qui joue un rôle majeur dans la transformation de ces idées nouvelles en innovations. Il a cette particularité d'avoir une spécialité dans un domaine donné et agit dans le cadre d'un écosystème régional.²³

- **Processus de l'innovation**

Pour Jean-Marc Xuereb (1991) un processus d'innovation c'est « l'ensemble des activités mises en œuvre pour transformer une idée de produit nouveau en une réalisation effective »²⁴ L'innovation n'est pas le fruit du hasard, elle est le résultat d'un processus, c'est-à-dire la transformation en étapes successives.

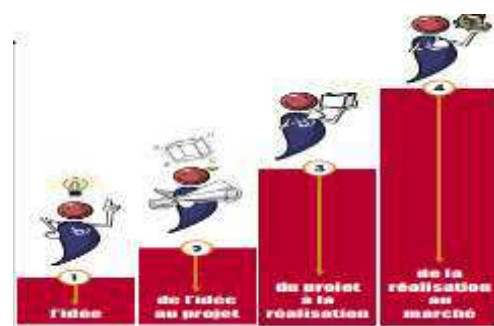


Figure II.23 : principe de développement de l'idée
source : https://eco.e-bourgogne.fr/IMG/pdf/les_etapes-2.pdf

²³ <https://www.utc.fr/innovation/le-centre-dinnovation-daniel-thomas.html>, (Consulté le : 15.01.2019).

²⁴ Jean-Marc Xuereb (1991), Christian Tahon. 3ème Conférence Francophone de processus modélisation et simulation, « Conception, Analyse et Gestion des Systèmes Industriels », du 25 au 27 avril 2001 - Troyes (France).

II.2.4.1. Un incubateur d'entreprises

II.2.4.1.1. Eléments de définition

- **Incubateur** : Il peut désigner plusieurs choses : des appareils chauffants servant à l'incubation des œufs afin d'obtenir des poussins, une armoire thermo-staée dans les laboratoires, En informatique, un projet de développement logiciel . En économie un projet de création d'entreprises²⁵.
- **Entreprise** : une entité juridique qui regroupe des moyens humains, matériels et financiers pour produire des biens à des clients dans le but de faire un profit.

II.2.4.1.2. Qu'est-ce qu'un incubateur d'entreprise ?

Un incubateur d'entreprises ou un accélérateur de startup est une structure d'accompagnement de projets de création d'entreprise. Il peut apporter un appui en termes d'hébergement, conseil et de financement, lors des premières étapes de la vie de l'entreprise, un incubateur s'adresse à des sociétés très jeunes ou encore en création, et leur propose un ensemble de services adaptés. Les incubateurs peuvent se différencier entre eux par les services qu'ils proposent, leur caractère lucratif ou non, ou encore le type de projets qu'ils ciblent²⁶.



Figure II.24 : principe d'entreprise
Source : www.assuredentreprenre.fr/blog/42/incubateur-d-entreprise-avantages-et-criteres-de-choix

II.2.4.1.3. Les deux vagues de création des incubateurs

a. La période de lancement (1980-1997) : ils sont nés d'initiatives individuelles locales, La fonction immobilière a été la première afin d'offrir des conditions d'hébergement favorables aux jeunes entreprises²⁷.

b. La période de croissance : 1998 à nos jours

L'explosion des incubateurs privés à but commercial et notamment des « incubateurs internet » lancés par des entrepreneurs indépendants.

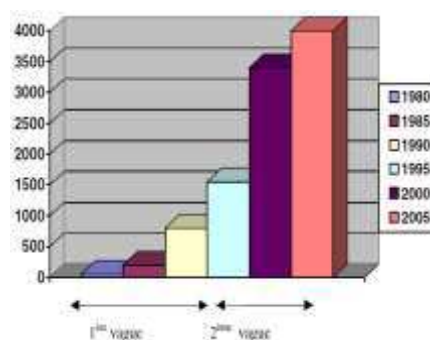


Figure II.25 : diagramme de croissance de l'industrie mondiale des incubateurs
Source : <http://cdoc.ensm-douai.fr/EBs/EB-Legrand-Simoens->

²⁵ <https://fr.wikipedia.org/wiki/Incubateur>. (Consulté : 26.02.2019).

²⁶ https://fr.wikipedia.org/wiki/Incubateur_d%27entreprises (Consulté le : 15.01.2019)

²⁷ ALBERT F, BERNASCONI M et GAYNOR L, Les incubateurs : émergence d'une nouvelle industrie [en ligne].Ed. Céram Sophia Antipolis, Paris, 2002. Disponible sur : <https://gisnt.org/pdf/incubateurs.pdf>. (Consulté le : 18.02.2019).

II.2.4.1.4. Types d'incubateurs

On distingue quatre types d'incubateurs à savoir :



II.2.4.1.5. Les services offerts dans un incubateur

Les incubateurs peuvent offrir cinq grands types de fonction :

L'immobilier (des moyens logistiques)	Les services de base	Les services de conseils et d'assistance.	La formation	La mise en relation
Aménagements et installations diverses : des salles de réunions, matériel (informatique, bureautique...).	Souvent en temps partagé: secrétariat, accueil, salles de conférences, cafétéria.	Proposent un suivi de la part de spécialistes du secteur d'activité concerné les différents conseils	Le partage d'expérience et la formation aux divers aspects du management et le coaching individuel	Des réseaux financiers, technologiques, commerciaux.

Figure II.26 : schéma récapitulatif des offres d'un incubateur.

Source : auteurs.

II.2.4.1.5. Objectifs et rôle des incubateurs

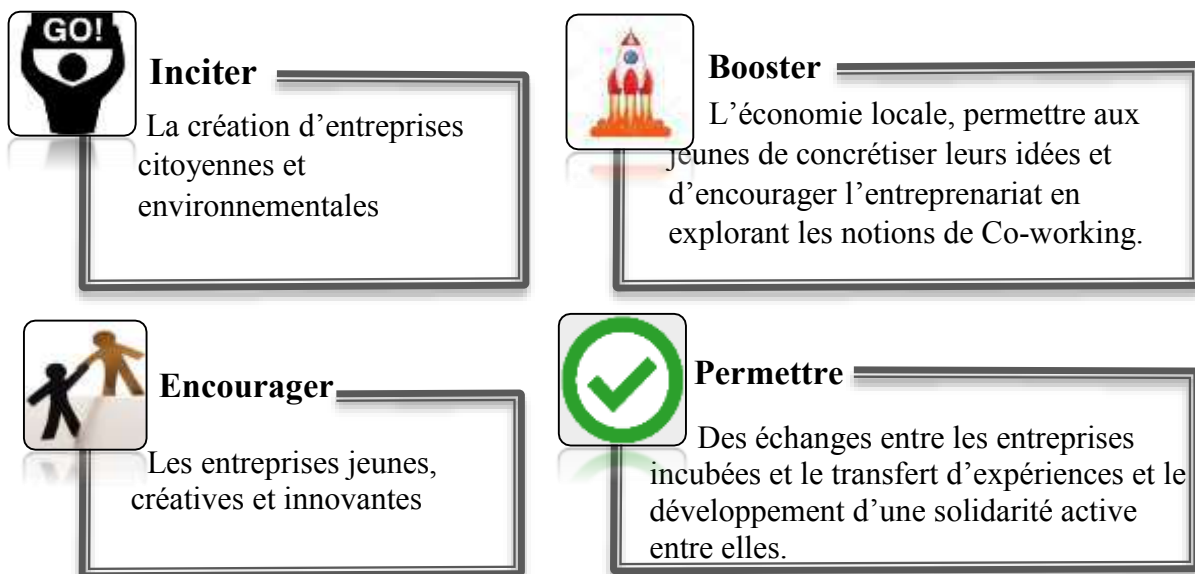


Figure II.27 : objectifs et rôles d'un incubateur d'entreprise.

Source : auteurs

II.2.4.2. Centre de recherche

II.2.4.2.1. Eléments de définitions

- **La recherche**

Ensemble des travaux qui tendent à la découverte de connaissances recherche scientifique étude méthodique afin de prouver une hypothèse ou de répondre à une question précise. Trouver définitive est le but central de toute démarche expérimentale.



Figure II.28 : laboratoire de la recherche scientifique.
Source : www.pinterest.fr

- **La recherche technologique**

La recherche technologique, est une branche de la recherche qui constitue la suite de la recherche scientifique, afin de valoriser dans l'industrie les découvertes scientifiques. Ces tâches sont réalisées par des ingénieurs, avec des équipes de techniciens, dans chacun des domaines concernés.



Figure II.29 : laboratoire de la recherche technologique.
Source : www.pinterest.fr

II.2.4.2.2. Qu'est-ce qu'un centre de recherche ?

Un centre de Recherche est «une entité, telle qu'un établissement d'enseignement supérieur et de recherche, un organisme de recherche, une fondation de coopération scientifique ou un institut de recherche, quel que soit son statut légal (organisme de droit public ou privé) ou son mode de financement, ayant pour mission d'exercer les activités de recherche fondamentale ou de recherche industrielle ou de développement expérimental et de diffuser leurs résultats par l'enseignement, la publication ou le transfert de technologie, les profits étant intégralement réinvestis dans ces activités, dans la diffusion de leurs résultats ou dans l'enseignement». Par ailleurs, « les entreprises qui peuvent exercer une influence sur une telle entité, par exemple en leur qualité d'actionnaire ou de membre, ne doivent bénéficier d'aucun accès privilégié à ses capacités de recherche ou aux résultats qu'elle produit »²⁸.

²⁸ Direction du Développement Technologique et de l'Innovation (DDTI) – Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique (MESRS), manuel de définitions et de concepts clés en RDT&I. [en ligne], Alger, 2013. Disponible sur : http://www.dgrsdt.dz/Pdf/Documents/Definitions_Concepts_Cles.pdf. (Consulté le : 20.02.2019).

II.2.4.2.3. Les fonctions principales d'un centre de recherche

- **L'enseignement** : activité purement pédagogique.
- **La recherche** : c'est l'activité principale du centre ; engendre une fonction de travail technique (dans des laboratoires) et autre bureautique (dans des ateliers et bureaux).
- **La production** : les fonctions de contrôles, transfert de technologie, l'exposition au publique combine les avantages des ateliers de travail partagé et de centre de services auxiliaires -Outils de production -Equipements (réfectoire...) -Services communs mis à disposition.

II.2.4.2.4. Centre de recherche sur les énergies renouvelables

C'est un espace qui s'engage à la recherche, l'expérimentation sur les énergies renouvelables, Il vise à développer les politiques favorables pour l'énergie renouvelable qui à leur tour soutiendra la croissance de l'industrie dans ce domaine. Il doit représenter un retour aux fondements du design, il doit être aménagé de façon de faciliter le travail manuel et intellectuel et d'assurer le confort.

II.2.4.2.5. Les espaces dans un centre de recherche

Dans un centre de recherche on trouve de différents espaces dédiés à la recherche et l'expérimentation à savoir :



Figure II.30 : hall technologique
<https://guingamp.uco.fr/sites/default/files/2018-02/livret2ica-uco-guingamp.pdf>



Figure II.32 : hall technologique
<https://guingamp.uco.fr/sites/default/files/2018-02/livret2ica-uco-guingamp.pdf>



Figure II.31 : laboratoire de recherche
<https://www.cti.dz/laboratoire-csc.php?idlaboratoire=6&idatelier=4&>

Les espaces dans un centre de recherche selon les fonctions

Fonction logistique

Veiller au bon fonctionnement de l'équipement à savoir :

- Espace accueil
- Espace administration
- Espace locaux techniques

Fonction recherche

C'est la fonction qui prime, elle se fera sur trois étapes : recherche, production d'essai, et Les laboratoires et les ateliers d'essai et d'expérimentation
Bureaux de chercheurs
Salles de formation
Champ d'essai et d'exposition

Fonction hébergement/repos et détente

- Salle de sport
- Salle de jeux
- Chambre
- espaces verts
- Restaurant et cafétéria

Figure II.33: les espaces dans un centre de recherche selon les fonctions. Source : auteurs

II.2.4.3. Plateforme marketing

II.2.4.3.1. Eléments de définition

- **Marketing** : Il s'agit de toutes les étapes qui entrent dans la vente d'un produit ou service, telles que l'élaboration, la tarification, la communication ou encore la distribution du produit en lui-même²⁹.

II.2.4.3.2. Qu'est –ce qu'un salon

Les salons et les foires sont des moyens de communication hors médias, très souvent appelés « communication push ». Ils permettent souvent aux entreprises de présenter leurs produits, leurs savoir-faire à un large public. Ces salons permettent aux exposants d'accroître leur notoriété, de développer leurs fichiers clients et de développer une image dynamique vis-à-vis de leurs clients. Un salon a généralement lieu dans un lieu événementiel dédié comme un parc des expositions ou un palais des congrès.³⁰



Figure II.34 : salon d'exposition
Source : www.pinterest.fr

II.2.4.3.3. Les différents types de salons

- **Le salon mono marque** : C'est la création de son propre salon par une entreprise. Par exemple Sony world ou Apple Expo.
- **Le salon combiné** : c'est une combinaison de salons professionnels et grand public. Les organisateurs d'expositions ont tendance à ouvrir leurs salons au gens du milieu ainsi qu'au grand public. Les visiteurs professionnels se voient autoriser l'accès au salon certains jours réservés ; d'autres jours sont ouverts à tous.
- **Le salon permanent** : C'est un espace d'exposition permanent qui permet aux entreprises de présenter leurs produits et d'organiser des opérations de communication ponctuelle.
- **Le salon virtuel** : également connu sous le nom de salon en ligne, ou salon web, est un événement en ligne, qui est accessible en permanence sur internet ou sur une période définie. permettant de reproduire le fonctionnement d'un salon avec des échanges d'informations sans que les participants n'aient besoin de se déplacer.

²⁹ <https://www.marketing-etudiant.fr/cours/m/cours-marketing-introduction.php>. (Consulté le : 20.02.2019).

³⁰ <https://www.etudier.com/dissertations/Salons-Et-Foires/152162.html.2011>. (Consulté le : 20.02.2019).

II.2.5. Analyse des exemples

II.2.5.1. Exemple 1 : L'incubateur numérique de la Station F

II.2.5.1.1. Fiche technique de projet

Nom de projet : L'incubateur de Start up Station F (ex halle Freyssinet)

Architecte : Jean-Michel Wilmotte & Associés

Superficie : 34.000 m²

Début de rénovation : 2014

Lancement de campus : 2017

Situation : Le quartier Tolbiac-Chevaleret, 13eme arrondissement de Paris, France



Figure II.35: la station F (ex halle Freyssinet)
source : <http://www.parisrivegauche.com/Les-quartiers-et-leurs-projets/Tolbiac-Chevaleret>

II.2.5.1.2. Présentation de projet

La Station F se situe au sein de la nouvelle Halle Freyssinet dans le quartier Tolbiac-Chevaleret. Elle accueille le plus grand incubateur numérique au monde permettra le développement d'une nouvelle génération d'entreprises. Ce campus de start-ups, pouvant abriter jusqu'à 1000 start-ups innovantes. Ce nouvel incubateur vise à encourager le développement d'un écosystème numérique en favorisant les partages d'expériences et de con.



Figure II.36 :vue aérienne de la station F
source : google image

II.2.5.1.3. Rénovation et contexte

La Halle Freyssinet conçu en 1929 par Eugène Freyssinet comme une gare de fret pour les trains et les camions, a été entièrement rénovée par l'agence Wilmotte, pour devenir Station F, ouverte en juin 2017. Classé depuis 2012 à l'inventaire des monuments historiques.



Figure II.37 : La Halle Freyssinet, en 1932
Source : Google image

II.2.5.1.4. Analyse formelle du projet

La station F est dotée d'une longueur de 310 m pour 70 m de large caractérisée par ses trois nefs parallèles constituées de voûtes minces en béton précontraint. On trouve un parvis au nord et un jardin étagé au sud.



Figure II.38 : plan de masse de la station F
 Source : <http://www.parisrivegauche.com/Les-quartiers-et-leurs-projets/Tolbiac-Chevaleret>

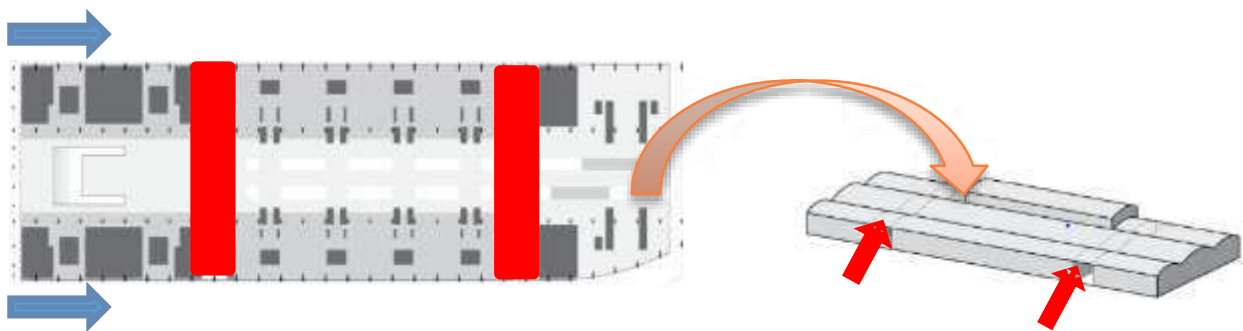




Figure II.39 la circulation dans le projet
 Source : www.universfreebox.com/article/36050/hjb

-  Deux rues latérales bordées par une série de, de boutiques dédiées aux jeunes entrepreneurs
-  Deux passages urbains couverts, ont pour vocation de créer un lien urbain fort entre les 2 quartiers

II.2.5.1.5. Analyse formelle du projet Analyse fonctionnelle du projet

Le projet rassemble tout un écosystème entrepreneurial sous un seul et même toit, il est divisé en trois zones distinctes qui sont respectivement séparées par deux passages publics.



Figure II.40 : les entités de la station F.
 Source : <https://www.affiches-parisiennes.com/le-projet-station-f-se-dessine-6521.html>

a. Zone Share

Un centre d'accueil et de rencontre, les membres peuvent travailler, se rencontrer et assister à des événements. Elle contient un accueil, auditorium de 370 places enterrées sous la halle, des salles de réunion réservées aux rencontres entre les jeunes entrepreneurs et leurs partenaires, un makerspace (Tech lab.) (Atelier de prototypage avec imprimantes 3D en accès libre).



Figure II.41 : l'espace intérieur de la zone de Share de la station F - source : PDF French Tech Central brochure privatisation 2018, page 4.

b. Zone Create

C'est le cœur de la station F, elle est destinée aux espaces de travail des start-up. Plus de 3000 postes de travail seront disponibles uniquement pour les entrepreneurs membres, réparties dans près de 30 programmes d'incubation et d'accompagnement de start-up internationaux. La nef centrale est laissée libre, dégagant ainsi des espaces polyvalents, tandis que les nefs latérales accueillent l'ensemble du programme fonctionnel (bureaux, salles partagées, stockage d'archives...).



Figure II.42 : espace de travail de la zone create de la station. source : <http://www.wilmotte.com/fr/projet/galerie/477/Station-F-Photos-Patrick-Tourneboeuf>

c. Zone Chill

Un espace de restauration et de détente opéré par le groupe Big Mama .la zone est ouverte au public, les membres et habitants du quartier peuvent profiter de cette espace innovant de 4000 m² de 1000 places, avec quatre cuisines et un bar ouvert 24h/24h et 7j/7. Deux wagons-restaurants accueillent des événements pour réintroduire un lien mémoriel. Un panorama offert pour ce lieu du côté sud.



Figure II.43 : zone Chill de la station
Source : <http://stationf.co/fr/campus/>

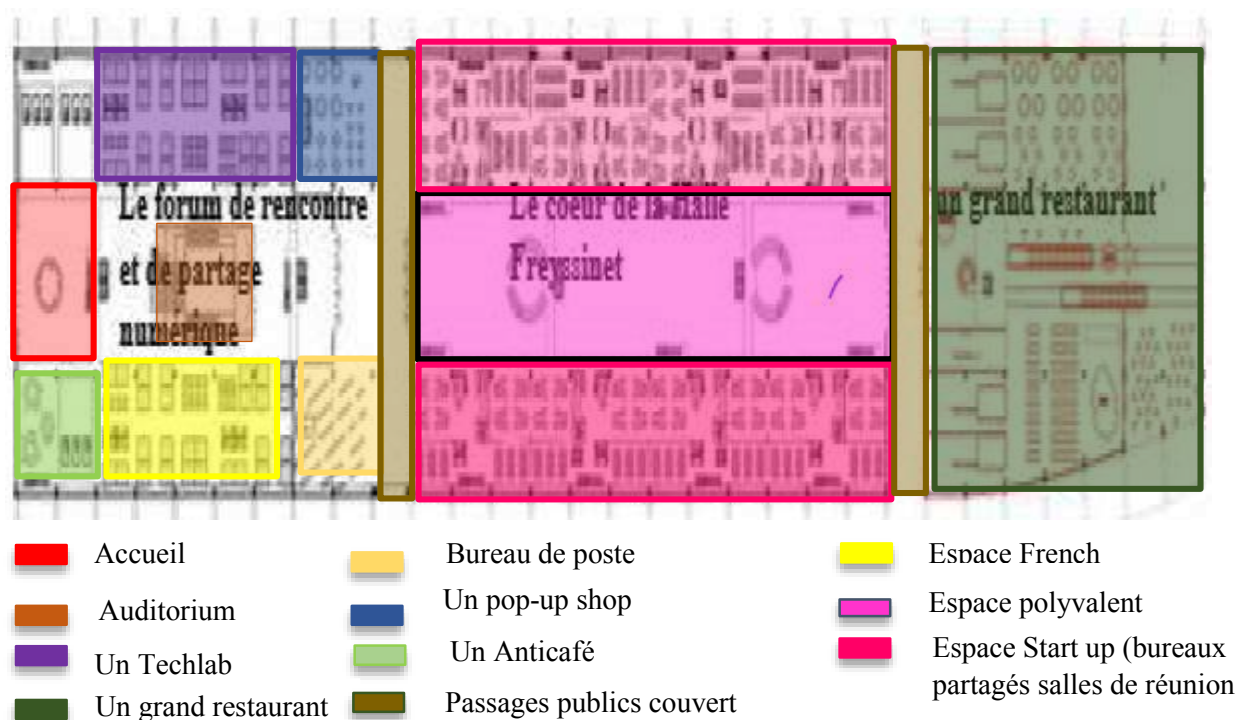


Figure II.44 : plan de RDC de la station F. Source : Google image traitée par les auteurs.

II.2.5.1.6. Les ambiances intérieures

a. Le makerspace officiel de la station F

Tech Lab (un maker pace) : c'est un atelier de fabrication collaboratif ouvert à toutes les start-up de la station F qui se situe au Rez de chaussée dans la zone Share d'une surface de 700m², qui regroupe près de 30 machines et outils de prototypage (des imprimantes 3D, ateliers découpes laser et workshops), ainsi il permet de prototyper les produits.



Figure II.45 : une perspective du Tech Lab source : fr-station-f-dossier-de-presse-juin-2017.pdf page 26.

b. Un Anticafé

Anticafé un café co-working ouvert au public au RDC. C'est une start-up française qui réinvente le café traditionnel dans un esprit de partage, de créativité et d'échange à partir d'un système innovant (paiement au temps, services illimités paye à l'heure), c'est un espace qui favorise les rencontres et les échanges.



Figure II.46 : l'Anticafé de la station F source : <https://stationf.co/fr/campus/>

c. Espaces évènementiels

Au de la zone Share, il y a de deux espaces pour organiser les événements à savoir :

- **Espace French Tech Central**³¹

Un espace de 300 m² entièrement vitré de côté de la grande nef pouvant accueillir jusqu'à 120 personnes (80 assises). Entièrement modulable, il peut être utilisé en format cocktail, plénière pour des conférences, ou workshops autour de grandes tables conviviales. Il est équipé d'une scène avec un écran HD, 4 micros HF ainsi que d'une régie technique.



Figure II. 47 : Espace French Tech Central
source : <https://french-tech-central.com/>

- **La Boardroom**

Attenante à l'espace French Tech Central, la Boardroom est une salle de réunion haut de gamme pour une douzaine de personnes : grande table et bibliothèque en bois, écran HD, confidentialité.



Figure II.48 : la boardroom de la station F
Source : PDF French Tech Central brochure privatisation 2018 page 9

d. Les différents espaces



Figure II.50 : un espace de rencontre
Source : <http://www.wilmotte.com>



Figure II.49 : des salles de réunion
Source : <https://www.cci-france-international.org>



Figure II.52 : auditorium de la station F
Source : HEC Incubator Station F Summer 2018.pdf



Figure II.51 : un espace de travail partagé
Source : fr-station-f-dossier-de-presse-juin-2017.pdf

³¹ C'est l'emblème de rassemblement de tous les acteurs de l'écosystème start-up français.

II.2.5.2. Exemple 2 : Espace Bienvenüe, Le Pôle Scientifique et Technique Paris-Est

II.2.5.2.1. Fiche technique de projet

Nom de projet : Espace Bienvenüe, Le Pôle Scientifique et Technique Paris-Est.

Architectes : Jean-Philippe Pargade.

Situation : 77420 Marne-la-Vallée, France.

Architecte en charge : Caroline Rigaldiès.

Surface : 35300,0 m².

Année du projet : 2014.



Figure II.53 : vue sur l'espace Bienvenüe
https://www.archdaily.com/597901/espace-bienvenue-jean-philippe-pargade?ad_medium=gallery

II.2.5.2.2. Présentation du projet

Le Pôle Scientifique et Technique Paris-Est (PST), baptisé Espace Bienvenüe à la mémoire de Fulgance Bienvenüe, inspecteur général des Ponts et Chaussées, occupe un site de près de sept hectares dans le pôle Cité Descartes de Marne-la-Vallée. Son objectif est de regrouper les infrastructures de formation et de recherche du ministère sur le site Marne-la-Vallée, et de créer un pôle d'excellence centré sur la ville durable. Le pôle scientifique et technique de Paris-Est, qui regroupe les différentes disciplines de l'enseignement supérieur, de la formation, de la recherche et de l'ingénierie, bâtiment Bienvenüe est un lieu de synergies spécifiques entre plusieurs instituts de recherche : c'est un projet novateur majeur destiné à favoriser l'émergence d'une nouvelle façon de concevoir, construire, développer et gérer les villes.

II.2.5.2.3. Analyse formelle

a. Implantation et forme

Le concept architectural repose sur l'ambition de créer un événement urbain exceptionnel : le campus de la Cité Descartes. Il présente un vaste espace public au centre d'un îlot unique à la nouvelle ville, qui renforce les structures urbaines et relie les installations existantes.



 Projet
 ➔ Entrée
 ➔ logistique

Figure II.54 : Plan de masse
https://www.archdaily.com/597901/espace-bienvenue-jean-philippe-pargade?ad_medium=gallery

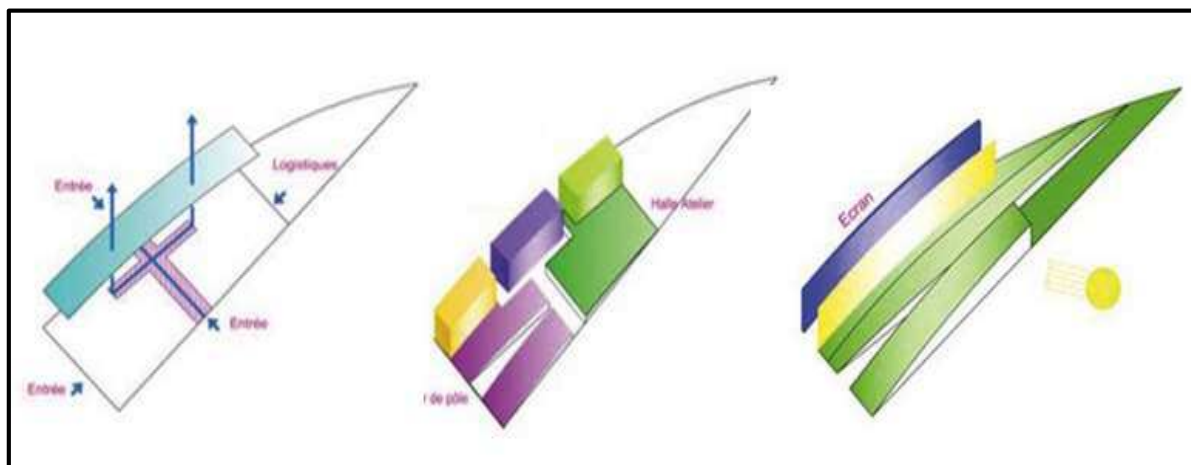
b. Démarche conceptuel du projet

Figure II.55 : conception et composition du projet

Source : https://www.archdaily.com/597901/espace-bienvenue-jean-philippe-pargade?ad_medium=gallery

- 1- Le premier corps (bâtiment tertiaire) du côté Nord qui est devisé en trois blocs qui se développent en R+5 formant une longue haute muraille le long du boulevard
- 2- Le reste de la parcelle présente le plateau technique qui est devisé aussi en deux parties :
 - Une partie pour la halle d'expérimentation.
 - Une partie pour le cœur du pôle qui recevra le restaurant et l'espace de loisir.
- 3- Les trois parties sont reliées par des rues traversantes qui donne sur le boulevard.
- 4- La deuxième partie se déploie aux pieds de la première partie sous forme de vagues en béton recouverte de végétation, tel un jardin émergeant du sol naturel avec lequel il forme une même promenade paysagère.

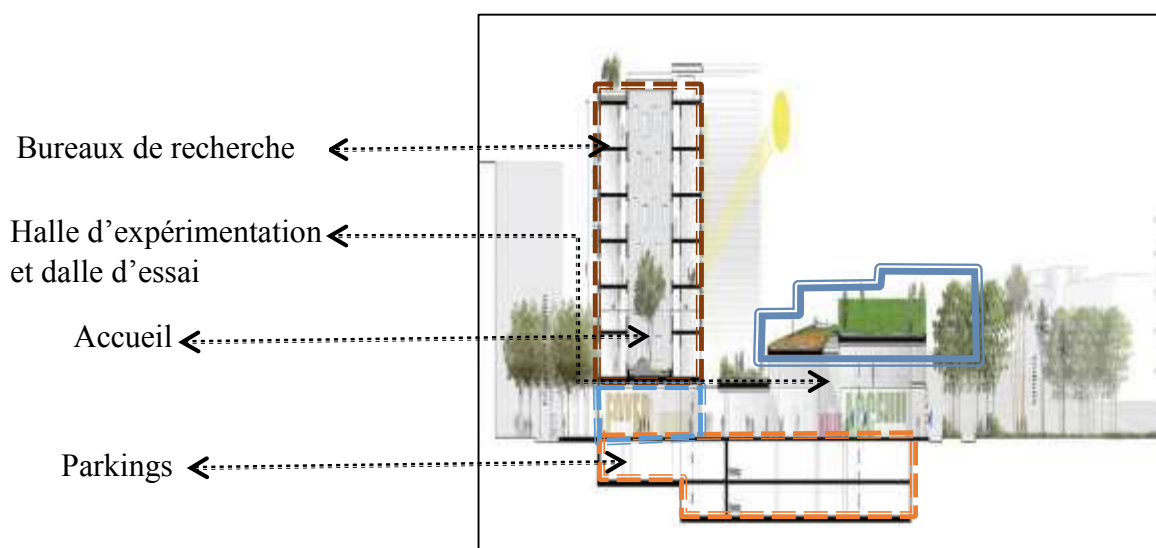
II.2.5.2.4. Analyse fonctionnelle

Figure II.56 : coupe schématique représentant le fonctionnement des espaces. Source : https://www.archdaily.com/597901/espace-bienvenue-jean-philippe-pargade?ad_medium=gallery

Le projet est composé de deux parties : une réservée aux bureaux et laboratoires de recherche et l'autre pour l'expérimentation et les essais.

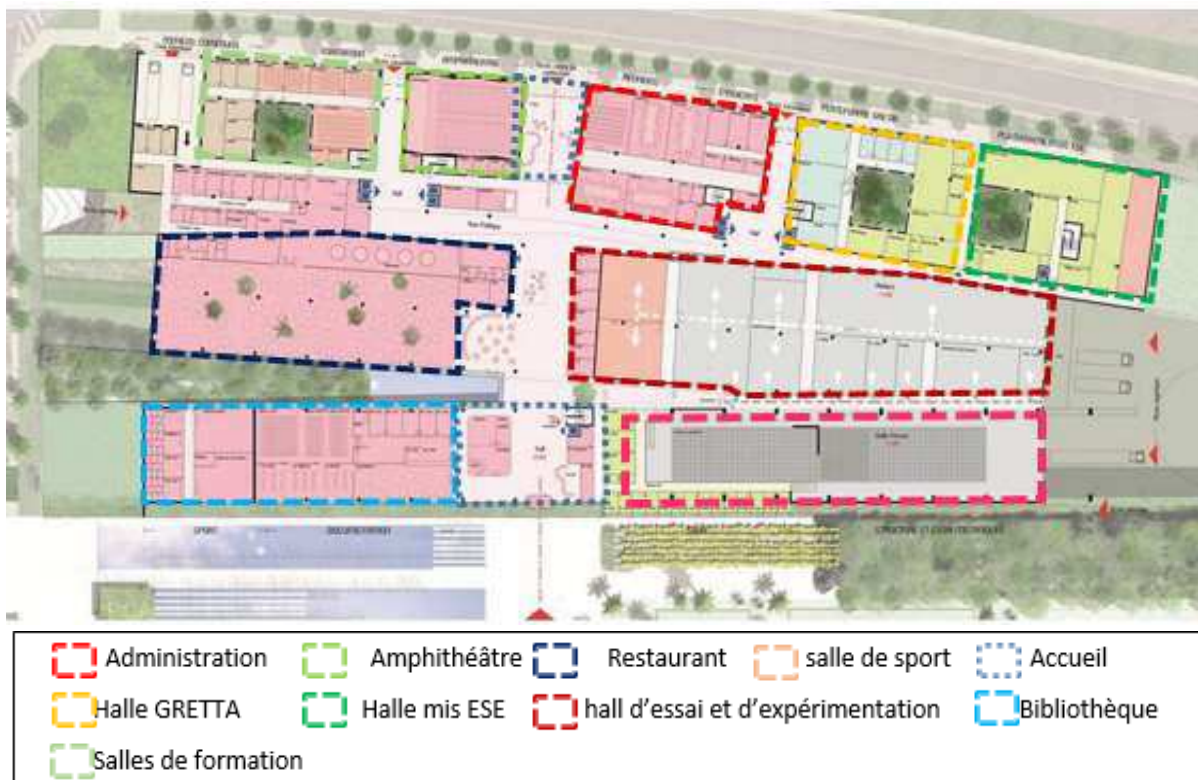


Figure II.57 : Plan du RDC

Source : https://www.archdaily.com/597901/espace-bienvenue-jean-philippe-pargade?ad_medium=gallery.

Le nouveau bâtiment de Bienvenue est flexible, multifonctionnel et évolutif. Son architecture favorise les échanges entre les disciplines et l'organisation du travail en équipe. Ceci est réalisé avec le grand espace polyvalent situé au rez-de-chaussée, sous l'arcade. Il regroupe toutes les fonctions communes : bibliothèque, auditorium, restaurant, salles de sport et un espace technique composé d'un hall d'essai monumental, de laboratoires et de salles de réunion. . Les bureaux situés dans une unité du boulevard Newton réconcilient l'indépendance et l'autonomie de chaque spécialité.



Figure II.58 : plan du deuxième étage

Source : https://www.archdaily.com/597901/espace-bienvenue-jean-philippe-pargade?ad_medium=gallery

II.2.5.2.5. Programme



Figure II.60 : Laboratoire de recherche du projet.
Source : https://www.archdaily.com/597901/espace-bienvenue-jean-philippe-pargade?ad_medium=gallery



Figure II.59 : l'amphithéâtre de projet.
Source : www.pinterest.fr/pin/375558056412626908/



Figure II.61 : espace accueil et exposition.
Source : www.pinterest.fr/pin/375558056412626908/



Figure II.64 : restaurant de projet.
Source : www.pinterest.fr/pin/375558056412626908/

II.2.5.2.6. Analyse des façades



Figure II.63 : façade nord de projet Source : www.pinterest.fr/pin/372109987937056242/

-Minimiser les ouvertures de la façade exposé au nord et qui fait face d'écran de protection.



Figure II.62 : façade du projet.
Source : www.pinterest.fr/pin/372109987937056242/

-Complètement vitrée pour profiter de l'éclairage naturel.
-Débord du toit végétalisé comme brise soleil.

II.2.5.2.7. L'aspect bioclimatique du projet

Le bâtiment porte désormais le label BBC. Cet objectif sera atteint grâce à une conception bioclimatique globale : orientation et isolation du bâtiment ventilation naturelle, collecte des eaux de pluie, matériaux isolants. La principale source d'énergie utilisée pour le chauffage et le refroidissement du bâtiment est l'énergie géothermique obtenue à partir de la nappe phréatique.

a. A l'intérieur

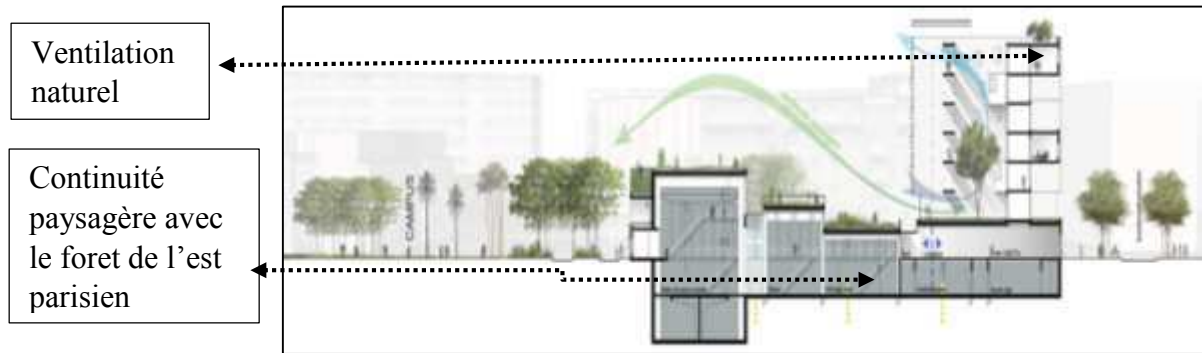


Figure II.65 : coupe schématique représentant la ventilation naturelle dans le projet. Source : www.archdaily.com/espace-bienvenue-jean-philippe-pargadd_medium=gallery

b. Au niveau des façades

Façade nord plus fermée offrant ainsi un mur couvert de pierre isolante a forte inertie thermique),

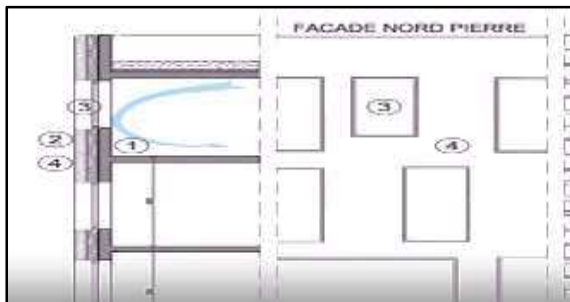


Figure II.67 : coupe schématique de la façade nord. Source : www.archdaily.com

Façade sud largement ouverte vers le campus et récupération de l'énergie solaire recouverte de cellules

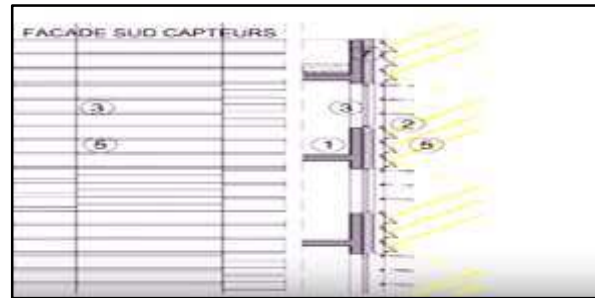


Figure II.66 : coupe schématique de la façade sud. Source : www.archdaily.com

Des cellules photovoltaïques sur les brises soleil orientable pour se protéger des rayonnements solaires et au même temps produire de l'électricité.



Figure II.68 : Des cellules photovoltaïques sur les brises soleil de la façade sud. Source : www.pinterest.fr/pin/372109987937056242/

c. Un toit végétalisé

La création d'une longue structure de béton onduleuse recouverte d'un jardin paysager contraste avec la planéité du site. Cette dalle verte longue de 200 mètres constitue le grand u central magnifié au niveau du campus et de la ville.



Figure II.69 : toit végétalisée du projet. Source : www.pinterest.fr/pin/372109987937056242/

II.2.5.3. Exemple 3 : le centre de convention de Kuala Lumpur

II.2.5.3.1. Fiche technique de projet

Nom de projet: le centre de convention de Kuala Lumpur.

Situation : Kuala Lumpur, Malaisie

Architectes : Cox Architectes & Partners
Akitek Jururancang Malaisie

Superficie : 400.000 m²

Gabarit : R+5.

Année de Construction : 2003.

Programme : le centre accueille des conférences des expositions des séminaires des réunions et même des évènements de divertissement.

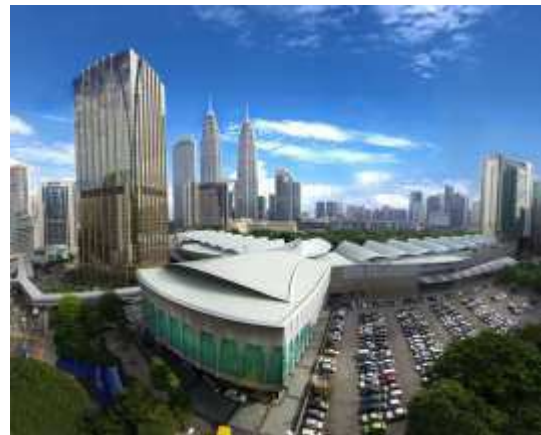


Figure II.70 : centre de convention de Kuala Lumpur.
Source : www.citmagazine.com/article/1456861/convention-centre-close-up-kuala-lumpur-convention-centre

II.2.5.3.2. Présentation

Le centre de conventions de Kuala Lumpur est un centre de conventions et d'expositions. Un espace événementiel a été conçu but d'accueillir les conventions internationales, régionales et locales, salons séminaires, expositions publiques, de divertissement et des événements privés.



Figure II.71 : l'entrée principale de centre
source : Google image

II.2.5.3.3. Implantation

Le centre de convention est situé dans le cœur du quartier de Kuala Lumpur, qui est Conçu comme une « ville dans la ville c'est un quartier à vocation d'affaire et de tourisme. Plusieurs équipements de grande envergure entour ce projet tel que les tours Patronnas la mosquée, Asy Sdairi et le centre commercial Rurja .il est conçu en forme Y, avec un noyau central regroupant les espaces de circulation qui lient les 3 fragments.



Figure II.72 : plan de situation de centre
source : Google image

II.2.5.3.4. Analyse fonctionnelle du projet

Les espaces sont consacrés aux expositions, avec un accès facile pour les visiteurs. Dans ces chambres peut être menée expositions, banquets et réceptions ainsi que des événements sportifs et des formations. Une surface de 9,710 m² pour former quatre chambres séparées avec un hall central qui relie et unit les deux ailes. Elles peuvent accueillir 3500 personnes. Tous les espaces d'exposition à cet étage ont une double hauteur.

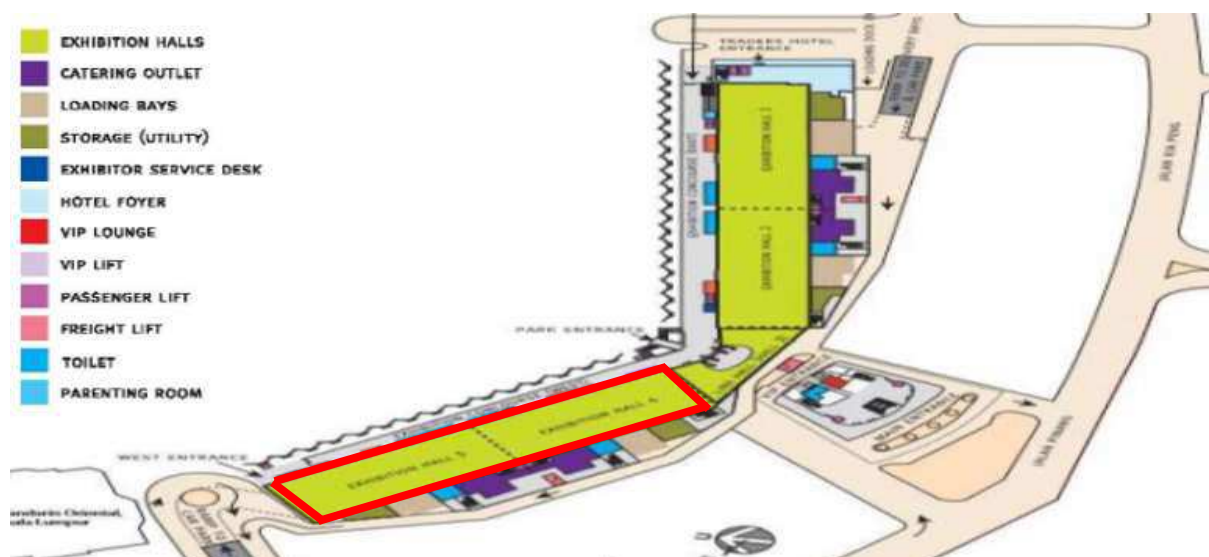


Figure II.73 : Plan de RDC. source : Source : <http://www.klccconventioncentre.com>

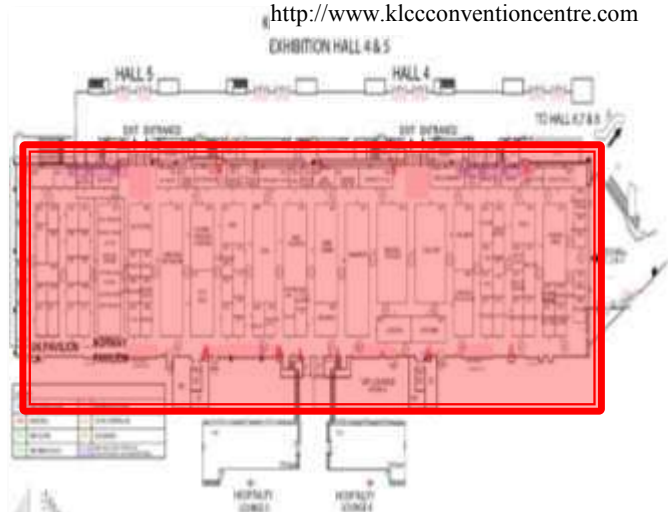


Figure II.75: plan de hall d'exposition 4 et 5
Source : <https://fr.wikiarquitectura.com/>



Figure II.74 : salle d'exposition
source : <http://www.kuala-lumpur.ws>

Le centre de convention comprend également des salles de bal, salle de banquet, deux auditorium, des salles de réunion, des salles de conférence et environs 20 chambre de réunion ; des salles de prière, un théâtre. La circulation est assurée par un groupe d'ascenseurs et escaliers roulants situés dans le noyau central.



Figure II.78 : salle plénière
Source fr.wikiarquitectura.com



Figure II.76 : salle de conférence
Source : fr.wikiarquitectura.com



Figure II.77 : salle d'exposition
Source : fr.wikiarquitectura.com

II.2.5.3.5. Analyse des Façades



Figure II.80 : façade nord.
Source : Google image

La façade du bâtiment est complètement vitrée enrichie par des éléments de Contreventement en aluminium.



Figure II.79 : façade sud
Source : Google image

II.2.6. Synthèse

II.2.6.1. Identification des fonctions de base

Notre projet va s'organiser autour de trois fonctions principales à savoir :

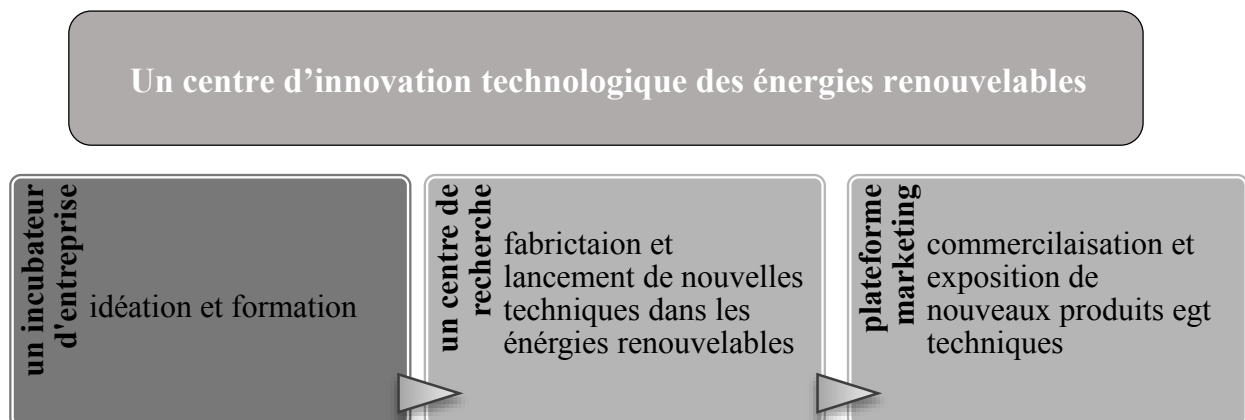


Figure III. 81: Identification des fonctions de base du projet Source : Auteurs

II.2.6.2. Programme prévisionnel

D'après l'analyse thématique effectuée et les différents exemples analysés, on a fait ressortir les grandes fonctions liées à notre projet « centre d'innovation technologique dans les énergies renouvelables ». Cette première tentative de programmation va nous servir d'appui à la conception de notre projet. Un programme prévisionnel est présenté dans le tableau ci-dessous :

Entités	Fonctions	Espaces	Pourcent ages
Un Incubateur d'entreprise 45 %	Accueil	Hall, réception et salle d'attente.	10%
	Administrati on	Bureau du directeur, secrétariat, salles d'archives.	15%
	Sièges d'entreprises	Petites, moyennes et grandes entreprises. (incubation des entreprises)	55%
	Formation et conseil	Des bureaux de travail, espace Co-working, des espaces de conseil et d'orientation professionnelles, des espaces événementiels, espaces d'expositions, des espaces d'échange et salles audiovisuelle, salles machine et salles de réunion.	20%
Centre de recherche 30 %	Accueil	Hall, réception et salle d'attente	5%
	Gestion	Bureau de direction générale et salle de réunion	5%
	Fonction recherche	Les laboratoires de recherches, Bureaux privés des chercheurs, bureaux de modalisation.	30%
	Fonction formation	Les salles de cours et des salles de formation, bibliothèque, salle de lecture, amphithéâtre, salle des séminaires, salle des conférences et des salles de réunion.	20%
	Fonction fabrication	Des ateliers de fabrication, les ateliers d'essai et d'expérimentation, un champ d'essai extérieur Une halle technologique.	40%
Plateforme marketing 15%	Commerciali sation, vente et échanges	Accueil et un grand hall d'exposition avec des stands.	60%
		Salle de banquet et salle de plénière	20%
		un auditorium	20%
Hébergement et détente 10%	Repos et hébergement	Un espace de Co-living, des chambres individuelles.	50%
	Restauration et loisirs	Restaurant, cafétéria, un espace de détente	50%

Tableau II.1 : programme prévisionnel Source : auteurs

Conclusion

Ce présent chapitre est présenté en deux parties ; dans la première phase nous avons voulu saisir la théorie relative à notre option architecture et environnement en montrant des paramètres et dimensions liées à l'architecture durable et la conception bioclimatique ainsi qu'un ensemble de données et de définitions sur les énergies renouvelables relatives à notre thématique à savoir un centre d'innovation technologique des énergies renouvelables.

Dans la deuxième partie, nous avons constitué une base d'instruments et d'informations sur le thème de notre projet par la lecture de différents exemples en appuyant sur leur architecture et la diversité de leurs programmes d'où nous avons tiré un programme provisionnel qui nous servira comme appui dans l'identification et la spatialisation des espaces du projet. En effet, c'est à travers cette lecture référentielle que nous avons pu pratiquement concrétiser notre projet et produire des réponses architecturales conséquentes.

Chapitre III

Création et concrétisation du projet architectural

« Un projet est un espace vivant tel qu'un corps humain ce qui induit que les espaces qui le constituent doivent être complémentaires et fonctionnels tel que les organes vitaux »

Louis Kahn

Introduction

Un projet architectural reste un objet unique et sa philosophie ne peut être reproduite à l'identique car chaque projet possède un contexte propre à lui. L'architecture se schématise à partir de l'environnement dans lequel elle se place et se développe à partir de son contexte. Un projet architectural n'est jamais un constat ou une répétition d'un modèle préalablement établi, plusieurs acteurs y participants aussi.

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

La conception du projet doit suivre un processus évolutif qui nous permet le passage des différentes synthèses des analyses réalisées et consignées dans les chapitres précédents vers sa matérialisation. De ce fait, nous allons donc commencer par la synthétisation et récapitulation des données puis essayer de mettre en exergue les différentes phases par lesquelles passera notre projet et cela à travers une genèse regroupant les phases de l'idée jusqu'à la matérialisation en passant par la définition d'un ensemble de concepts opératoires pour générer la forme du projet.

Nous allons ensuite présenter dans cette phase une description détaillée du projet qui vise à bien expliquer son fonctionnement et le programme des différentes entités, qui sera une réponse aux exigences déjà citées dans l'approche thématique tout en s'appuyant sur le programme prévisionnel tiré de l'analyse des exemples, afin de déterminer les surfaces, les volumes et l'organisation des parties du bâtiment et de maîtriser la qualité des espaces, leur fonctionnement et agencement. Nous allons terminer par l'élaboration des différentes représentations graphiques du projet ainsi le choix de la structure élaboré dans l'ensemble du projet.

III.1. Récapitulation des données

III.1.1. Synthèse liée au contexte

Après l'analyse contextuelle dédiée à la connaissance des sites, nous avons pu récapituler un ensemble des constats et établir des recommandations qui se résument comme suit :

Constat	Recommandations
-L'emplacement stratégique de la parcelle à l'intérieur de l'îlot prioritaire qui abrite des équipements de grande envergure.	▪Intégrer le projet dans son contexte par une insertion harmonieuse tout en assurant que les autres équipements vont pas écraser notre projet.
- Rupture entre les différents tissus existants	▪ Atténuer cette rupture et créer une continuité par des passages urbains.
-Potentialités paysagères considérables notamment le jardin d'essais et la mer.	▪Aller en hauteur afin de pouvoir profiter des vues panoramiques sur la mer et le jardin d'essai. ▪Création des percés visuelle par le positionnement des bâtiments.
-Situation du site dans le dernier point de l'axe de continuité de rochai Boualem reliant la place des martyres et la place carrée.	▪Créer un projet avec une forme marquante et attrayante et un gabarit assez important, qui va matérialiser cet aboutissement.
- Proximité du parcours urbain qui relie la place ronde et la place carré de côté nord	▪Créer une continuité par passage public qui relie la parcelle au parcours urbain.
-Le site donnant sur une seule voie mécanique importante, (la future diagonale tracée par le CNERU) qui engendre un flux mécanique important.	▪Accessibilité mécanique vers le projet par cette diagonal. ▪prévoir un recul pour éviter les nuisances sonores dus au flux important.
-Possibilité d'accès piétonne depuis l'esplanade et le parcours urbain	▪Prévoir un accès piéton de l'esplanade et du parcours urbain.
-Présence d'un flux important vue la proximité de la station de métro et la ligne téléphérique	▪Céder des parties du projet pour le public par l'insertion des espaces accueillants.
-la différence de niveau entre l'esplanade de la BNA et la parcelle.	▪Surélever avec un socle et Articuler entre les deux par des escaliers.

Tableau III.1 : Synthèse de contexte source : Auteurs

III.1.2. Synthèse microclimatique

D’après l’analyse climatique et l’étude du microclimat du site d’intervention on a établie, un ensemble de recommandations qui vont nous servir lors de la conception de notre projet bioclimatique.

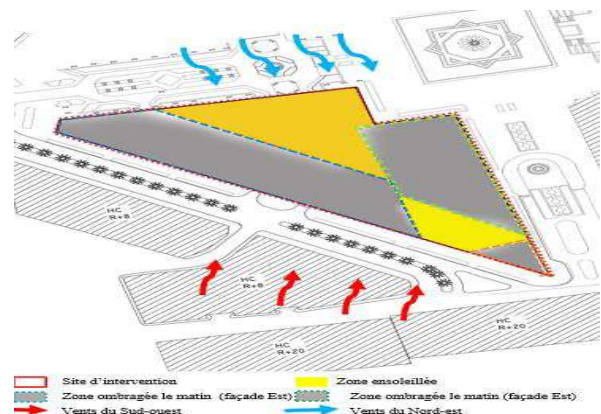
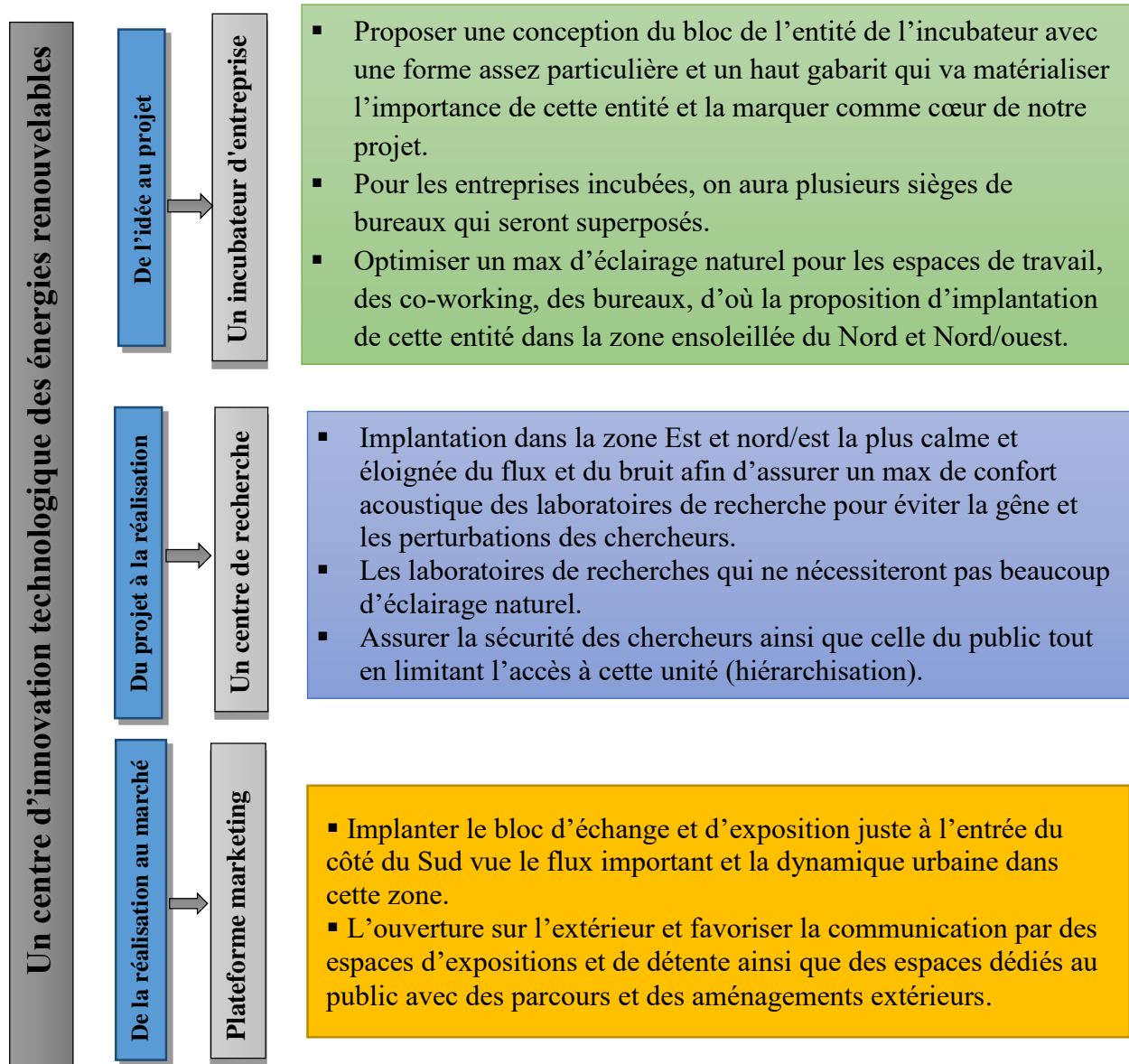


Figure III. 1 : synthèse bioclimatique source : Auteurs

Constat	Recommandations
-Des parties de la parcelle sont ombragées durant la période hivernale.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prévoir un recul par rapport aux parties ombragées et aller en hauteur afin de capter les rayons solaires pour le chauffage. ▪ Une orientation efficace des espaces en fonction des besoins de l’éclairage naturel et du chauffage. ▪ Recourir à l’énergie géothermique pour la production de chaleur. ▪ Proposer des aménagements pour détente dans les zones ombragées.
-Des parties de la parcelle sont ensoleillées durant la période hivernale.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Concevoir le projet avec des formes éclatées afin de profiter d’un maximum de surfaces de captage des rayonnements solaires. ▪ Une conception adéquate du projet de façon est que les unités ne créent pas de l’ombre les unes sur les autres.
-La parcelle est ensoleillée durant tout la période estivale	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se protéger du rayonnement solaire par des brises soleil et masques architecturaux. ▪ protection de la cinquième façade par des toitures végétalisées et des doubles toits.
-Un taux humidité élevé due à la proximité de la mer.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diminuer les effets d’humidité par une ventilation continue (atrium, ouvertures)
-Des vents frais du côté nord et nord est ainsi que la présence des brises marines.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fragmentation et ouverture du projet de côté nord et nord –Est pour capter et acheminer les vents frais et les brises marines par effet Venturi avec une disposition en V.

Tableau III.2 : Synthèse microclimatique source : Auteurs

III.1.3. Rapport récapitulatif de la thématique



III.2. De l'idéation à la conceptualisation

III.2.1. Idée fédératrice, l'engrenage durable

Notre projet est un centre d'innovation technologique des énergies renouvelables, constitué de trois entités, complémentaires entre elles ou il se réalisera un processus d'innovation. Ce processus nous a fait penser au système de l'engrenage qui est un système mécanique de transmission de mouvement incessant et inlassable entre ces roues. De ce système de fonctionnement nous avons tiré notre idée fédératrice « l'engrenage durable ».

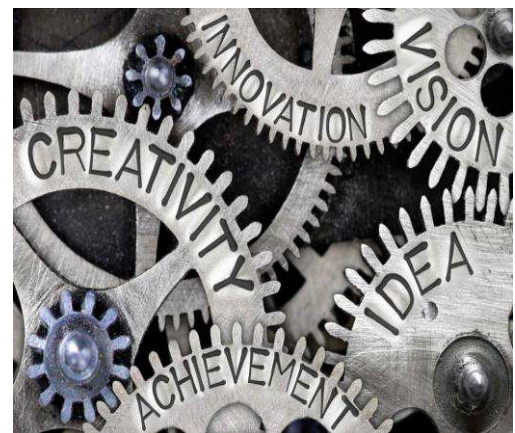


Figure III. 2 : concept de l'engrenage source : <https://braidwoodgear.com/engrenage-comprendre-son-fonctionnement/>

III.2.1.1. Le système d’engrenage a traves les entités du projet

Le système de l’engrange se compose de diverses roues qui assure la continuité l’engrènement, il comporte une roue principale menante qui déclenche le premier mouvement du système, qu’on va matérialiser dans notre projet par l’incubateur d’entreprise (le cœur de projet) pour l’émergence des idées. Cette roue principale va entrainer une deuxième roue intermédiaire qu’on va concrétiser par un centre de recherche pour les expérimentations et les essais. Cette dernière à son tour va entrainer une troisième roue menée qu’on va définir par la plateforme dédiée à la commercialisation et la vente de nouveaux produit.

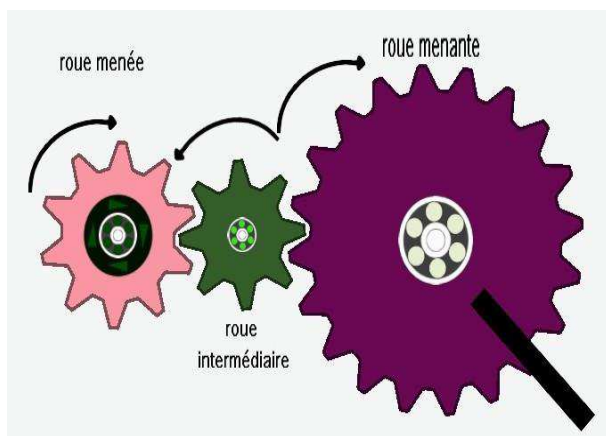


Figure III.3 : Les différentes roues de système d’engrenage
source : <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Engrenage.png?uselang=fr>

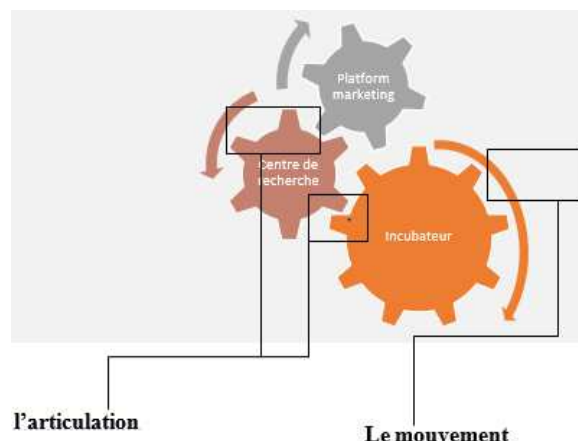


Figure III.4 : matérialisation des roues dans le projet selon ses entités et leurs fonctions.
Source : Auteurs

De cette idée « le système d’engrenage durable » nous avons tiré deux concepts importants pour la conception de notre projet à savoir **le mouvement** et **l’articulation** qui vont faire office d’un premier axe de notre projet.

III.2.2. Concepts opérationnels

Après la récapitulation des données des différentes analyses faites ainsi que de l’idée fédératrice du projet nous avons tiré les concepts suivants :

Concepts	Liée au contexte	Liée au thème	Liée à la bioclimatique	De l’idée fédératrice
	-intégration au site -Parcours urbain -Recul	-Fragmentation (trois entités)	-Verticalité - Zoning	-Articulation -mouvement -Rythme

Tableau III.3:Concept opérationnels Sources : auteurs

III.3. Des concepts à la formalisation du projet

III.3.1. Genèse du projet

Entre les concepts opératoires, les éléments du contexte et de l'idée fédératrice nous avons établis une genèse de formalisation du projet à travers différents étapes à savoir :

III.3.1.1. Etape 1 : pluriaxialité , lignes directrices du projet

Afin de bien qualifier notre idée fédératrice et de l'analyse contextuelle effectuée précédemment nous avons tiré les premières lignes directrices de notre projet :

- **L'axe de rupture** : entre l'ancien tissu et l'ilot prioritaire
- **L'axe perspectiviste** : qui relie entre le mémorial et la mer passant par notre parcelle.
- **L'axe virtuel de mouvement et de continuité** : déduit de l'idée fédératrice

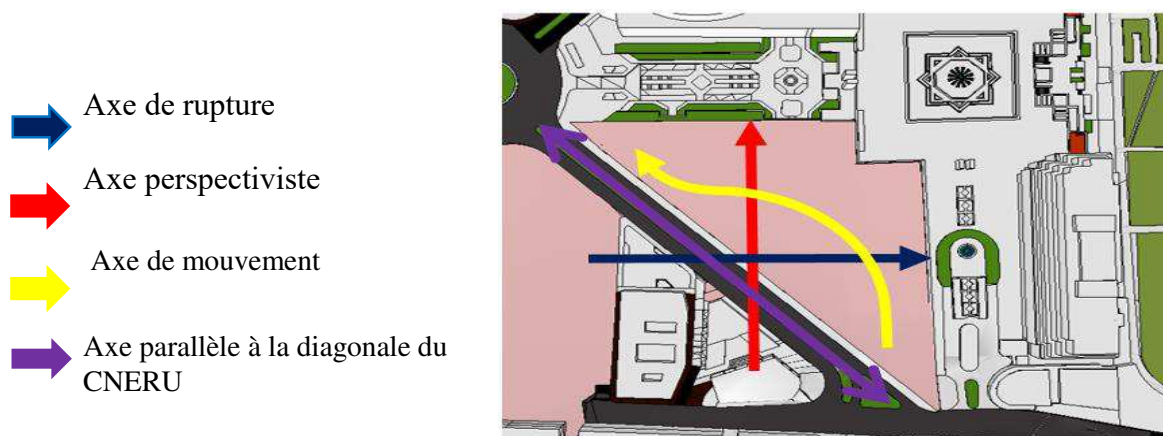


Figure III.5 : Schéma de principe source : Auteurs

- Matérialisation de l'axe de rupture et l'axe perspectiviste par deux **passages urbains** qui vont articuler entre les deux tissus afin d'atténuer la rupture existante entre ces deux derniers ;
- L'intersection de ses deux axes nous a répartie le terrain en trois parties ;
- Présence d'un moment fort sur la diagonale de CNERU et deux moments moyens sur les deux extrémités triangulaires de l'assiette que nous allons ensuite matérialiser par des accès.

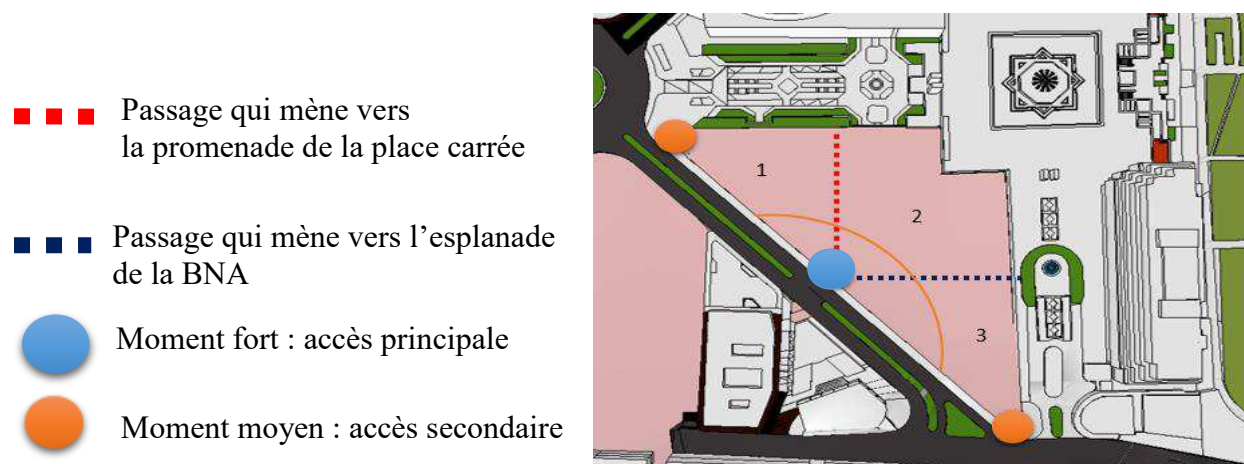


Figure III.6 : matérialisation des lignes directrices sources : Auteurs

III.3.1.2. Etape 2 : Continuité urbaine, un socle urbain

Création d'un socle urbain tracé par les deux axes, pour atteindre le niveau l'esplanade de la BNA, avec le **concept d'intégration** au site par une forme qui va épouser la forme de la place carrée, tout en **s'alignant et respectant le recul** par rapport à la diagonale du CNERU.

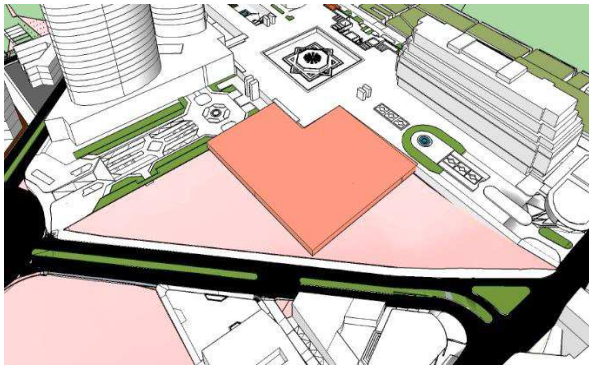


Figure III.7 : Vue sur le socle urbain Source : auteurs

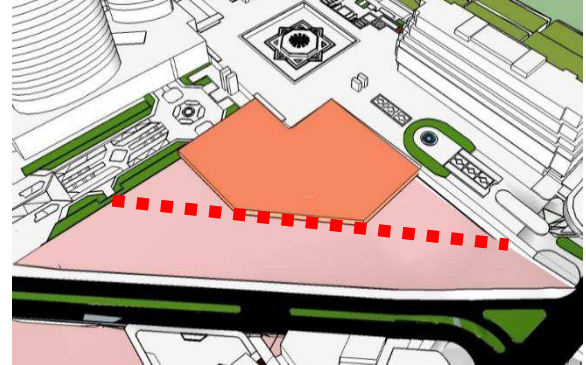


Figure III.8 : Alignement et recul. Source : Auteurs

III.3.1.3. Etape 3 : Implantation des entités

De l'analyse du contexte, climat et la thématique, nous avons déterminé l'emplacement de chaque entité selon les différentes exigences et recommandations dans notre parcelle qui est a été préalablement divisé en trois parties.

Entité incubateur
 Monumentalité et élévation en hauteur afin de capter les rayonnements solaires, de créer un élément d'appel et de marquer l'importance de cette unité « **Cœur de notre projet** »

Entité expérimentation et recherche
 Implantation sur le socle urbain, dans la zone la plus calme et la plus intime.

Entité marketing
 Implantation dans la partie sud vue le flux important.

Figure III.9 : implantation des trois entités du projet. Source : auteurs.

III.3.1.4. Etape 4 : passages urbains

Soustraction au niveau de l'entité incubateur et plateforme marketing et la création de deux failles pour matérialiser les deux passages urbains. Le premier entre l'entité incubateur d'entreprise et le socle urbain, le second entre la plateforme marketing et le socle.

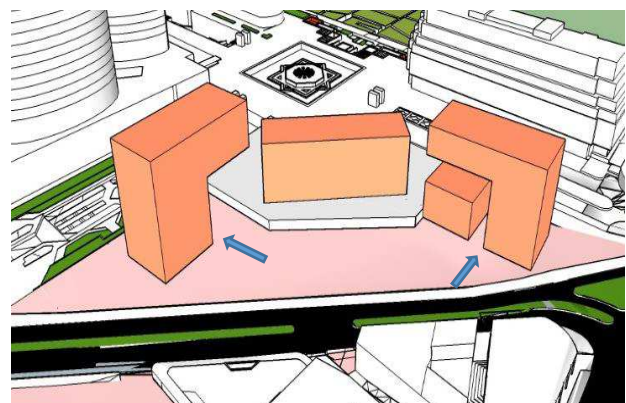


Figure III.10 : création de deux failles. Source : auteurs

III.3.1.5. Etape 5 : d'une roue dentée à un socle articulateur

Surélever l'entité recherche par un socle **articulateur** qui va relier entre les trois entités du projet. Sa forme est inspirée d'une roue dentée que nous avons insérée dans notre terrain.

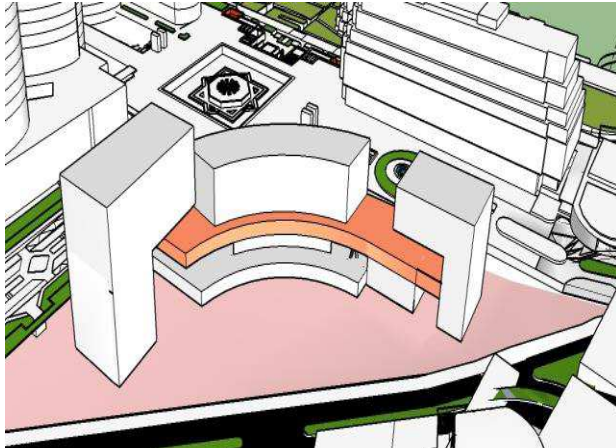


Figure II. 12 : vue sur le socle articulateur.
source : auteurs

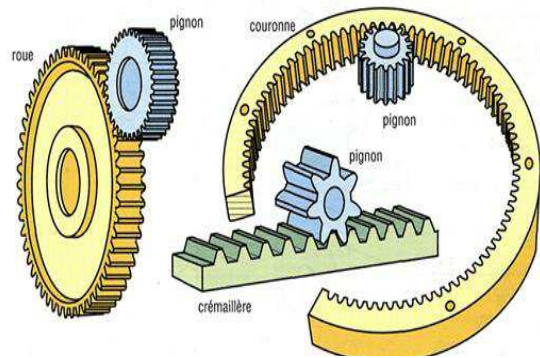


Figure III. 11 : Engrenage avec couronne
source : <https://docplayer.fr/45608893-Transmission-de-mouvement-les-engr-Alignement-et-recul-engages.html>

Evider une partie du socle afin de permettre l'accessibilité du public vers la place carré l'effet trou sous immeuble, tout en gardant la partie centrale pour assurer la circulation vers les entités aux niveaux supérieurs.

III.3.1.6. Etape 6 : Fragmentation de l'entité recherche et expérimentation

Fragmenter l'entité recherche en quartes sous entités, ce qui va donner à l'ensemble du projet la forme d'une roue dentée ouverte, c'est une forme intéressante aussi du point de vue bioclimatique car elle va nous permettre de capter les brises marines par effet Venturi.

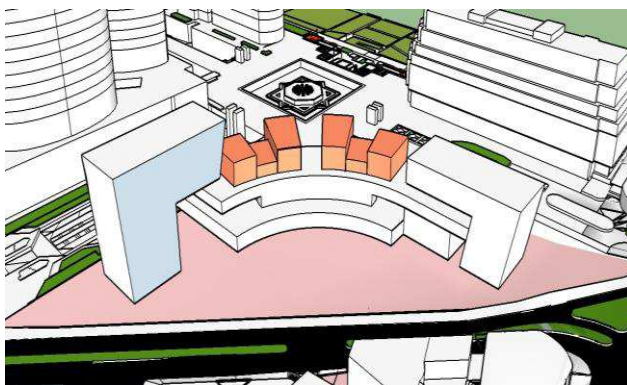


Figure III. 14 : articulation entre chaque deux entité
Source : auteurs

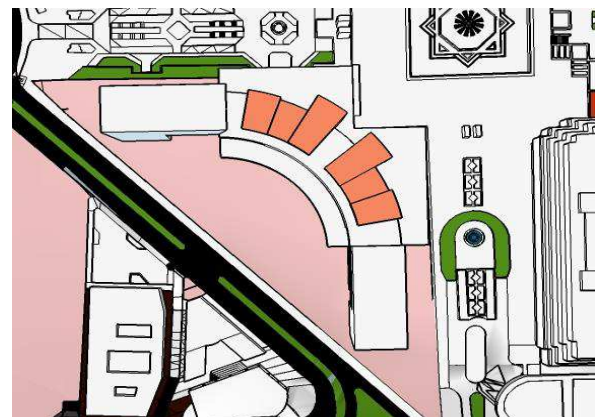


Figure III.13 : fragmentation des entités du centre de recherche
Source : auteurs.

Articuler chaque deux entité par deux volumes complètement vitrés pour garantir le fonctionnement à l'intérieur, ses volumes se développe en un seul étage afin d'assurer l'acheminement des vents.

III.3.2. Progression formelle

III.3.2.1. Progression formelle, échelle 1/500

Pour les premier essais de formalisation, nous avons proposé une forme fragmentée en trois blocs volumes qui seront articulé entre eux par un socle qui se développe selon l'axe du mouvement tiré de l'idée fédératrice, l'ensemble superposé sur un socle qui sera dédié à l'urbain la forme obtenue était trop bridée et compacte.

a. Première ébauche

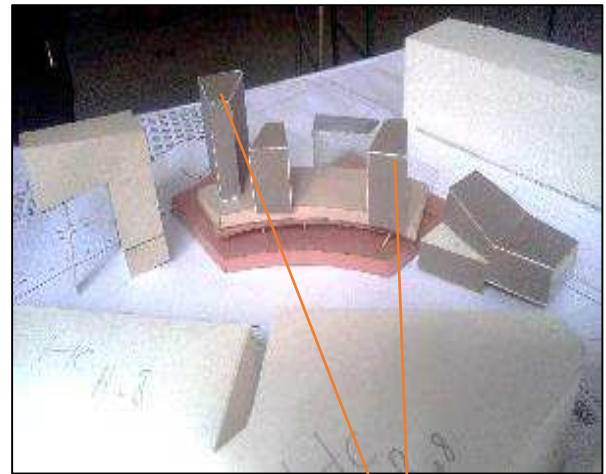
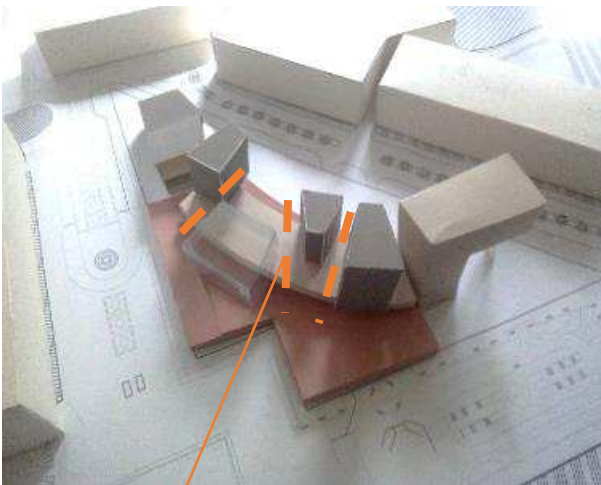


Figure III.15 : Première ébauche à l'échelle 1/500 Source : auteurs

Manque d'articulation entre les entités elle mêmes et l'environnement immédiat (la BNA et la place carré)

Le projet donne l'impression de l'infini

Le gabarit important de L'entité recherche

b. Deuxième ébauche

L'entité incubateur tourne le dos à la place carré

Réorientation du volume de l'incubateur pour créer un ensemble harmonieux et maximiser les surfaces de captages du soleil de la façade sud

Création de deux volumes vitrés qui vont articuler entre chaque deux entité du centre de recherche



Retravailler la forme de la plateforme marketing, qui va s'incorporer avec le reste des entités

Le projet est ramassé mais les accès ne sont pas

Figure III.16 : Deuxième ébauche à l'échelle 1/500 Source : auteurs

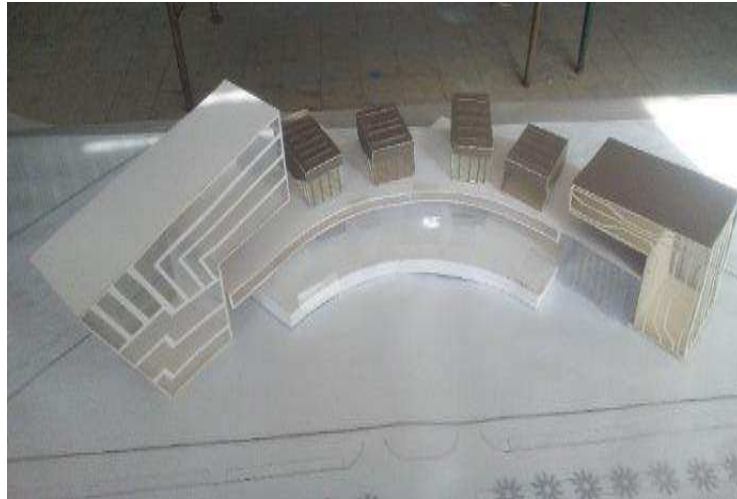
III.3.2.2. Transition à l'échelle 1/200

Lors de la transition formelle à l'échelle du 1/200, on a travaillé les façades selon le principe de la ruche numérique, retravailler les formes avec des inclinaisons pour marquer les accès et répondre à des besoins bioclimatiques.

a. troisième ébauche

Inclinaison du volume de l'incubateur afin de marquer l'entrée.

Le socle articulateur qui se développe en une grande longueur



Problème d'articulation de projet avec l'esplanade de la BNA

Traitement de la façade suivant le concept de la ruche numérique

Figure III.17 : troisième ébauche à l'échelle 1/200 Source : auteurs

a. quatrième ébauche

Fragmentation du socle articulateur par des éléments en structure métallique au niveau de la façade, en référence



Création d'un escalier urbain qui vas relier entre le projet et l'esplanade de la BNA

Inclinaison de la façade Sud de la plateforme marketing pour créer masque architectural

Figure III.18 : quatrième ébauche à l'échelle 1/200 Source : auteurs

III.4. De la formalisation à la concrétisation du projet

III.4.1. Description du projet

Du côté Est du quartier du Hama vient s'implanter notre projet, qui est un centre d'innovation technologique dédié aux énergies renouvelables, un projet d'envergure nationale conçu comme une mini-technopole pour la création et le développement de nouvelles technologies innovantes dans le domaine des énergies renouvelables où se déroulera un processus



Figure III.19 : vue sur le projet.

Source : auteurs

d'innovation par ses différentes étapes au sein de ses trois entités, qui sont fonctionnellement complémentaires. L'incubateur d'entreprise avec son gabarit important et sa forme dominante comme élément d'appel du projet, le centre de recherche posé sur le socle urbain avec des sous entités fragmenté afin de capter les brises de mer et la plateforme marketing avec sa forme inclinée pour accueillir et solliciter le grand public aux différentes expositions des nouveaux produits.

Notre projet de par sa forme et sa fonction, s'insère de manière harmonieuse dans son milieu environnant avec une forme en arrondie suivant un axe de mouvement et de continuité inspiré d'une roue dentée, tirée de l'idée fédératrice de notre projet « l'engrenage durable ».

Une liaison a été créée entre le projet et la place carrée ainsi que l'esplanade de la bibliothèque nationale par le socle et les deux passages urbains, une réponse au problème à l'échelle urbaine afin d'atténuer la rupture existante entre l'ancien tissu et l'îlot prioritaire.

Nous avons opté pour la création d'un projet doté d'une architecture moderne et d'un aménagement fonctionnels et agréables, par la réalisation d'un bâtiment exemplaire, convivial et durable. Qui va répondre aux différents besoins des usagers, tout en essayant de faire de lui une unité d'économie d'énergie ainsi d'une production énergétique renouvelable et l'utilisation la moins possible des énergies fossiles.



Figure III.20 : vue sur l'ensemble du projet.

Source : auteurs

III.4.2. Accessibilité

Notre projet est accessible par un accès piéton principal depuis la diagonale proposée par le CNERU qui relie le boulevard M. Belouizdad et la place ronde.

Un accès piéton principal qui donne à une placette publique, doté d'un parcours et une promenade architecturale qui relie entre les différentes entités du projet, avec deux passages urbains.



Figure III.21 : accès piéton principale vers le projet
Source : auteurs

- Des accès secondaires sont prévu pour chaque entité ;
- Un accès mécanique pour le parking au sous-sol ;
- Une sortie piétonne du parking du sous-sol qui donne directement sur la placette publique, afin de favoriser la circulation piétonne et éviter le trafic interne automobile.
- Un accès public secondaire de l'esplanade de la bibliothèque nationale.



Figure III.23 : accès mécanique vers le sous-sol
Source : auteurs



Figure III.22: accès piéton de l'esplanade de la BNA. Source : auteurs

III.4.3. Description des façades

Pour avoir un projet cohérent donnant un ensemble unie nous avons adopté un traitement de façade simples et réguliers au même temps contemporain, tout en essayant d'intégrer le projet dans son contexte. Avec une façade principale qui donne sur la diagonale du cneru avec un traitement léger et des éléments verticaux et horizontaux qui se place sur le vitrage, comme brise soleil afin de se protéger du rayonnement solaire et de profiter de l'éclairage naturel. Une continuité de traitement entre les entités aux extrémité selon un axe de symétrie afin de donner un ensemble harmonieux.

Des éléments en structure métallique qui viennent se placer au premier plan de la façade pour créer une certaine fragmentation, pour le socle en arrondie, comme touche futuriste contemporaine qui viennent compléter la façade inspirée de notre thématique « l'innovation » et en référence à l'histoire et à l'ancienne vocation du quartier d'el Hamma.

Pour la façade qui donne sur la place carrée, nous avons opté pour un traitement dominé par le plein, avec la forme saillie des sous-entités du centre de recherche qui crée l'articulation formelle avec la place carrée.



Figure III. 24 : façade principale du projet.

Source : auteurs

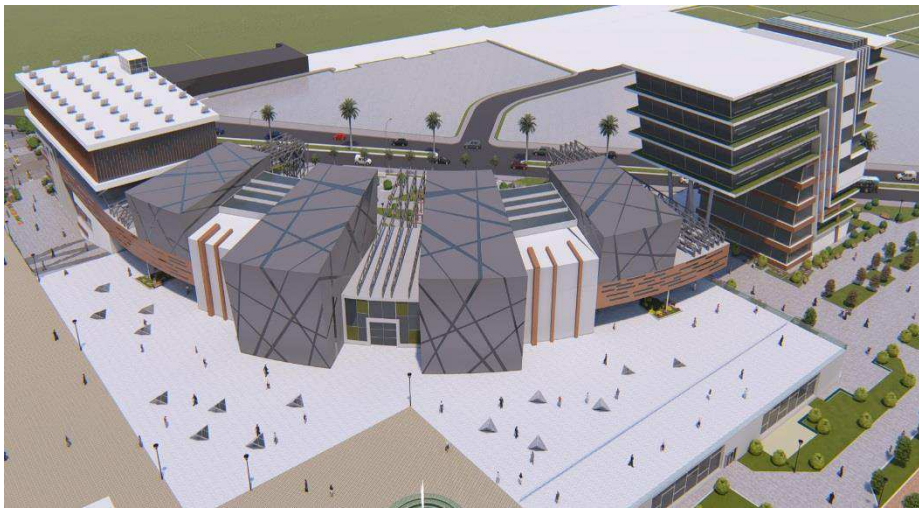


Figure III. 25 : façade postérieure donnant sur la place carrée .

source : auteurs

III.4.4. Spatialisation du projet et description des entités

Notre projet est constitué de trois entités :

III.4.4.1. Entité recherche et expérimentation

De son nom on peut déduire facilement les fonctions à l'intérieur de cette entité, équipée d'une halle technologique et laboratoires de recherche pour l'étude, les essais et l'expérimentations sur les nouveaux produits créés et développés dans l'incubateur.

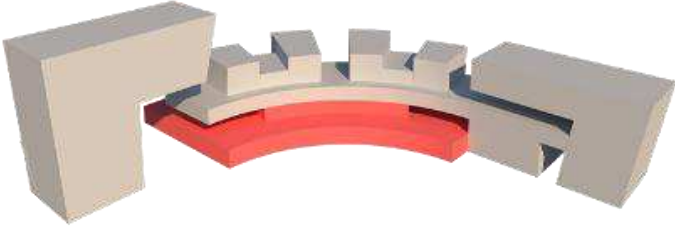
		Espaces	
<p>Le socle urbain Au RDC : le premier niveau, qui nous permet d’atteindre le niveau de la BNA et la place carrée et de créer une liaison formelle avec eux. Il est réparti en trois parties : -une partie dédiée aux grand public avec le restaurant et les commerces, -un grand accueil et des espaces de formations et d’expositions pour la partie semi-public qui nous permet d’accéder directement au deuxième niveau du socle urbain. - On trouve les espaces privatifs tel que l’administration du centre de recherche et sa la halle technologique et ses espaces annexes.</p>	Espace public		-Restaurant -Galerie commerciale
	Espaces semi-public		-Attente et exposition -salles de formations -salle de renseignement -cafète
	Espaces privés		-Administration
			-Halle technologique
			-locaux techniques
			-stockage
<p>Au 1^{er} niveau : comprend des espaces dédiées aux grand public qui traverse notre projet pour passer à la place carrée et l’esplanade de la BNA, intégrant des espaces d’expositions et de sensibilisation sur les énergies renouvelables.</p>	Espaces publics		-Accueil -Salle d’exposition. -Salle de projection. -Caffete
	Espaces privés		-Espaces détentes et de repos pour les chercheurs

Tableau III.4 : escapes du RDC et du 1^{er} niveau de l’entité recherche et expérimentation. Source : auteurs

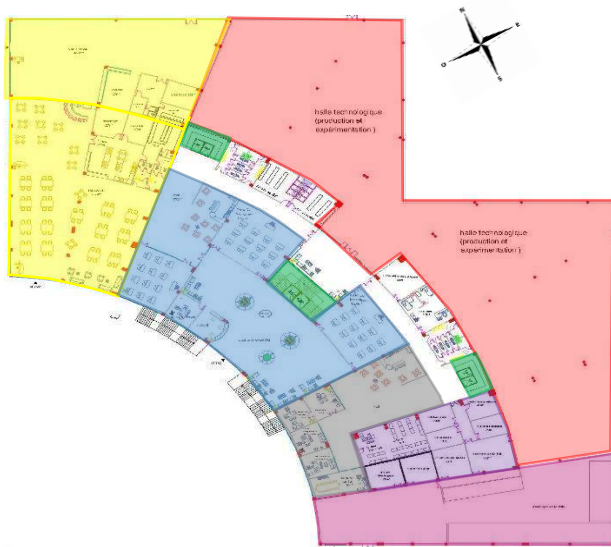


Figure III.26 : plan du RDC du socle urbain.
Source : auteurs



Figure III.27 : plan du 1^{er} étage du socle urbain
Source : auteurs

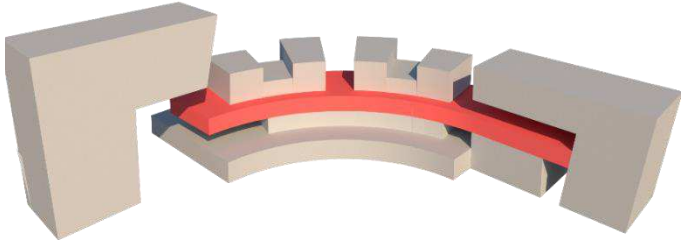
	Espaces															
<p><u>Le socle articulateur</u> Qui relie entre l'entité recherche et entité plateforme marketing par un jardin et un espace détente commun, il se développe sur un seul niveau Ou on trouvera les différents espaces communs des quatre sous-entités du centre de recherche.</p>	Espaces communs partagés entre les différentes sous entités du centre de recherche	<table border="1"> <tr> <td style="background-color: #f08080; width: 20px;"></td> <td>-Bibliothèque</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #d2691e; width: 20px;"></td> <td>-laboratoires de recherche et d'essai</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #800080; width: 20px;"></td> <td>-Directions de toutes les sous-entités. -Salles de réunion</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #6699cc; width: 20px;"></td> <td>-Salle de projection</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #90ee90; width: 20px;"></td> <td>- Espace détente</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #32cd32; width: 20px;"></td> <td>- circulation vertical</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #ff4500; width: 20px;"></td> <td>-Espace commun entre le centre de recherche et la plateforme marketing</td> </tr> </table>		-Bibliothèque		-laboratoires de recherche et d'essai		-Directions de toutes les sous-entités. -Salles de réunion		-Salle de projection		- Espace détente		- circulation vertical		-Espace commun entre le centre de recherche et la plateforme marketing
	-Bibliothèque															
	-laboratoires de recherche et d'essai															
	-Directions de toutes les sous-entités. -Salles de réunion															
	-Salle de projection															
	- Espace détente															
	- circulation vertical															
	-Espace commun entre le centre de recherche et la plateforme marketing															

Tableau III.5 : espaces du socle articulateur de l'entité recherche et expérimentation. Source : auteurs

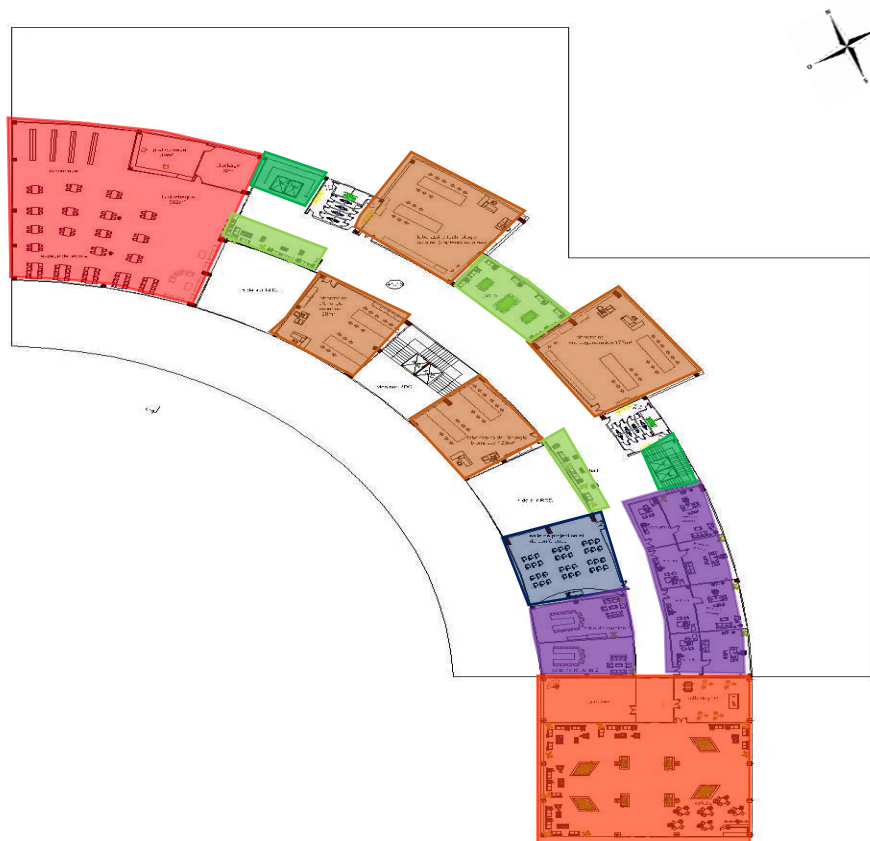


Figure III.28 : plan du socle articulateur. Source : auteurs.

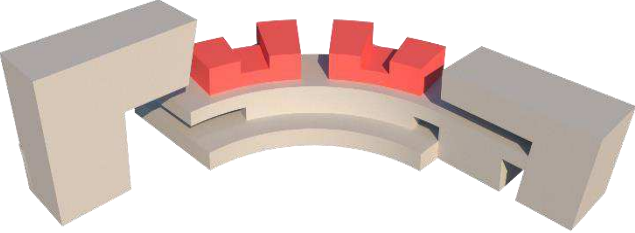
	<p>Espaces</p>						
<p><u>Les sous-entités du centre de recherche</u> Surélever par le socle urbain, Il se développe sur deux niveaux, regroupant les différents bureaux des chercheurs -Au premier niveau chaque deux entités seront reliées par un espace commun -Puis on second niveau toutes les entités seront indépendantes et séparées.</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="986 501 1066 577" style="background-color: #c85135;"></td> <td data-bbox="1066 501 1423 577">-laboratoires de recherche</td> </tr> <tr> <td data-bbox="986 577 1066 685" style="background-color: #e67e22;"></td> <td data-bbox="1066 577 1423 685">-Bureaux des chercheurs</td> </tr> <tr> <td data-bbox="986 685 1066 792" style="background-color: #27ae60;"></td> <td data-bbox="1066 685 1423 792">-Circulation vertical</td> </tr> </table>		-laboratoires de recherche		-Bureaux des chercheurs		-Circulation vertical
	-laboratoires de recherche						
	-Bureaux des chercheurs						
	-Circulation vertical						

Tableau III.6 : escapes des sous-er*ités de l'entité recherche et expérimentation. Source : auteur



Figure III.29 : plan du R+3 de l'entité recherche et expérimentation. Source : auteurs.

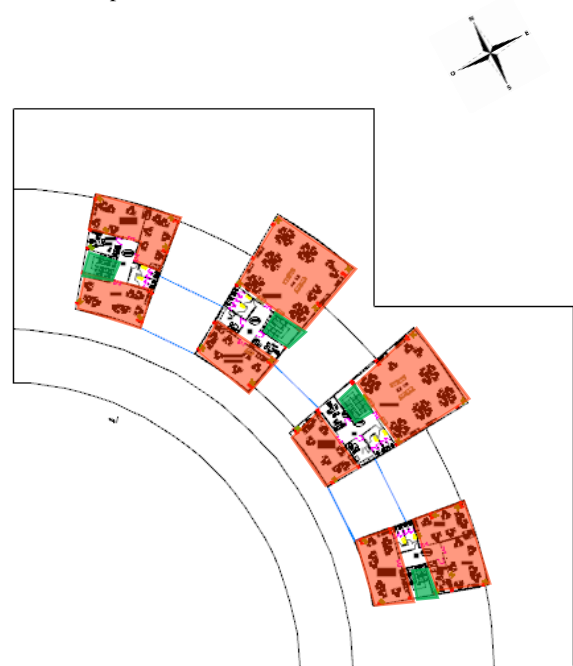


Figure III.30 : plan du R+4 de l'entité recherche et expérimentation Source : auteurs.

III.4.4.2. Entité plateforme marketing

C'est l'entité d'échange et d'exposition, permet aux entreprises d'exposer et de présenter leurs produits, leurs savoir-faire à un large public, c'est à travers cette entité qu'on pourrait commercialiser les nouveaux produits développés dans l'incubateur et prototyper et expérimenter au niveau l'entité recherche. Le bloc abrite des espaces de direction, des salles d'exposition équipées des stands et un auditorium pour favoriser la communication et les différents échanges.

Entité plateforme marketing

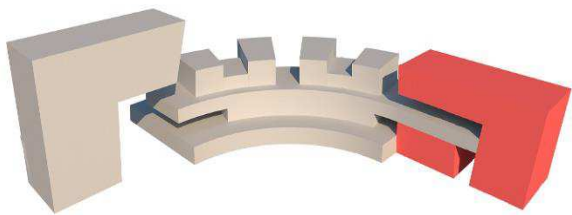
	<p>Espaces</p>
<p><u>RDC :</u> Séparé par le passage urbain afin d’accueillir et d’attirer le public, Le RDC de la plateforme marketing est séparé en deux parties :</p> <p>Un grand hall d’accueil et des espaces d’attente, ainsi que des salles de renseignement, pour la première partie ; une grande salle de conférence ouverte au public pour la deuxième partie.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Accueil -Attente et exposition -salle de renseignement -salle d’attente VIP -Salle de conférence
<p><u>1ère étage /2ème /3eme et 4 étage :</u> Au niveau des quatre étages supérieurs vient s’installer l’administration de la plateforme marketing avec les différents services ainsi que la direction organisé autour d’un espace commun centrale.</p> <p>Au 3ème étage on trouve le jardin commun entre le centre de recherche et la plateforme marketing.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -l’administration -Circulation vertical Le jardin commun

Tableau III.7 : escapes du RDC et du 1er niveau de l’entité plateforme marketing . Source : auteurs

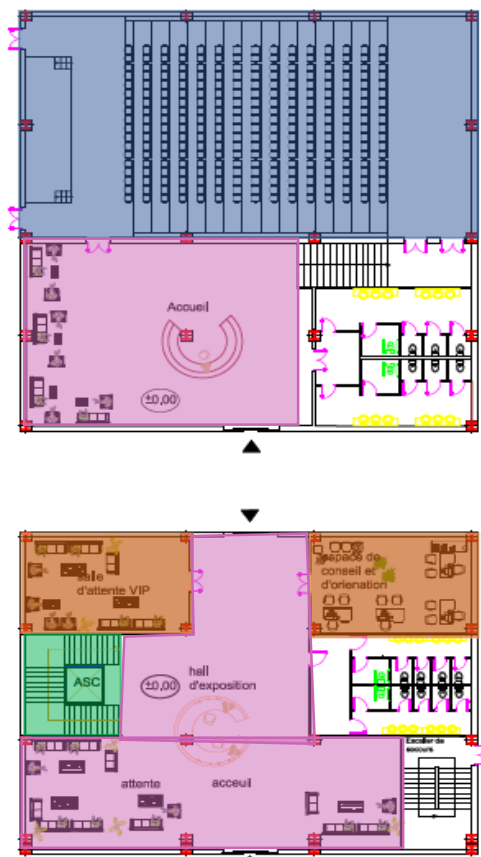


Figure III. 31 : plan de RDC de la plateforme marketing Source : auteurs



Figure III.32 : plan du R+3 de la plateforme marketing Source : auteurs






	Espaces
<p><u>R+4/R+5 :</u> Pour les deux derniers niveaux, les deux salles d'exposition, aménagées avec des stands pour l'exposition des nouveaux produits innovant développées dans le projet, avec un grand espace de consommation profitant de vues panoramiques.</p>	 -salle d'exposition
	 -salon d'honneur
	 - restaurant
	 -Salle plénière
	 -circulation vertical

Tableau III.8 : escapes du R+4 et R+5 l'entité plateforme marketing . Source : auteurs



Figure III.33 : plan du R+4 de la plateforme marketing
 Source : auteurs



Figure III.34 : plan du R+5 de la plateforme marketing
 Source : auteurs

III.4.4.3. Entité incubateur d'entreprise

Cette entité est le cœur de notre projet, vas abriter les différents sièges des entreprises en phase de création, tout en essayant de leurs offrir les moyens matériels et logistique, l'organisation de cette entité est hiérarchisée du RDC jusqu'au dernière étage , par des espaces publics au RDC pour l'accueil, sélection et l'entretien qui permet de dégager les projets innovants qui seront incubés, des espaces semi-privé qui seront commun et partagées entre les différentes entreprises et on finit par la partie hébergement privatif au deux derniers niveaux

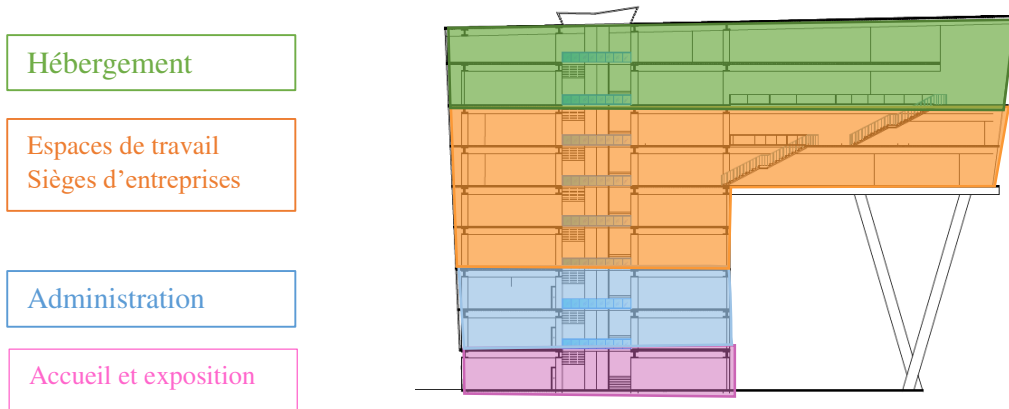


Figure III. 35 : coupe schématique de l'incubateur. Source : auteurs.


	Espaces
<p>RDC : ouvert sur un grand hall, où on trouve les différents espaces d'accueil et d'orientation, ainsi que les bureaux de sélection et d'entretien pour la sélection des projets qui permet de dégager les projets innovants et leurs porteurs. Le parking, les locaux techniques au niveau du sous-sol</p>	<p>-Accueil, exposition et attente</p> <p>-salle de présélection et d'entretien</p>
<p>1^{er}/ 2^{ème} étage : On trouve les espaces administratives, les différents services et la direction qui assure le fonctionnement, gestion et l'organisation à l'intérieur de l'incubateur.</p>	<p>-administration</p> <p>-atrium</p> <p>-circulation vertical</p>

Tableau III.9 : escapes du RDC et du 1^{er} niveau de l'entité plateforme marketing. Source : auteurs



Figure III.36 : plan du RDC de l'incubateur
Source : auteurs

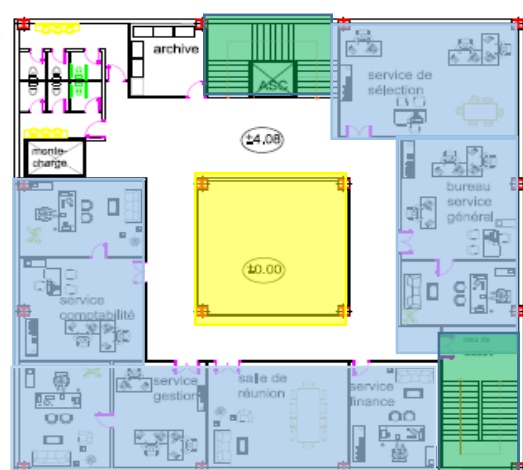


Figure III.37 : plan du 1^{er} étage.
Source : auteurs

	Espaces
<p>R+3/R+4/R+5/R+6 : Les sièges d'entreprises des jeunes incubées sont organisés autour d'un atrium, afin de bénéficier d'un éclairage et une ventilation naturelle A chaque niveau on met à disposition des jeunes entrepreneurs innovant des espaces accompagnés des espaces de travail partagées pour favoriser l'échange et la rencontre.</p>	-sièges d'entreprise
	-espaces communs (tirage, salle de réunion ...)
	-opens spaces.
	-atrium
<p>R+7/R+8 : Les deux derniers niveaux sont réservés à l'hébergement pour offrir des espaces calmes et intimes.</p>	-Chambres
	-Jardin potager
	--circulation vertical

Tableau III. 10 : espaces de l'incubateur du R+3 jusqu'au dernier étage . Source : auteurs

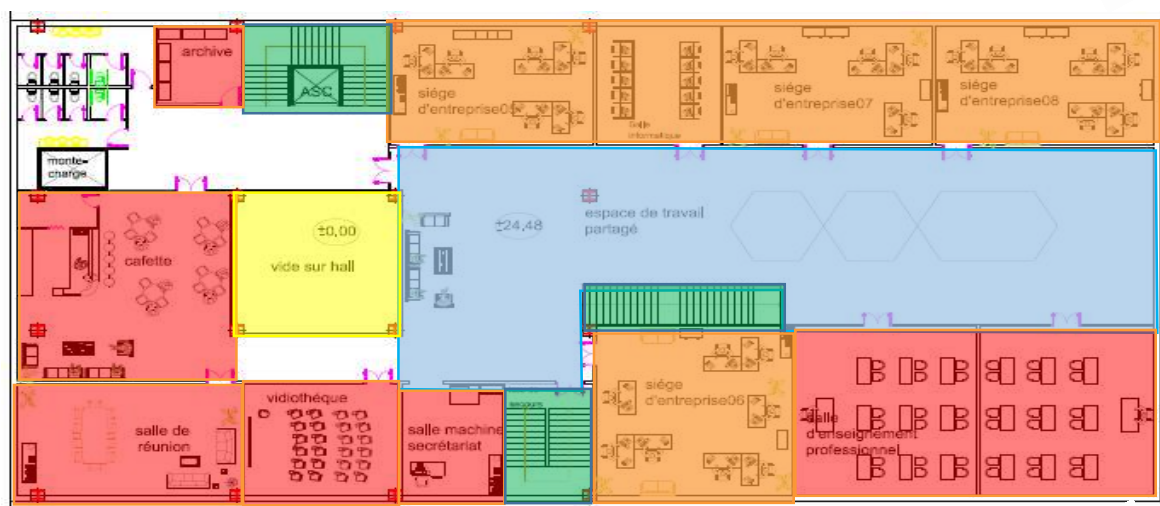


Figure III.38 : plan du R+ 5 de l'entité incubateur.

Source : auteurs.

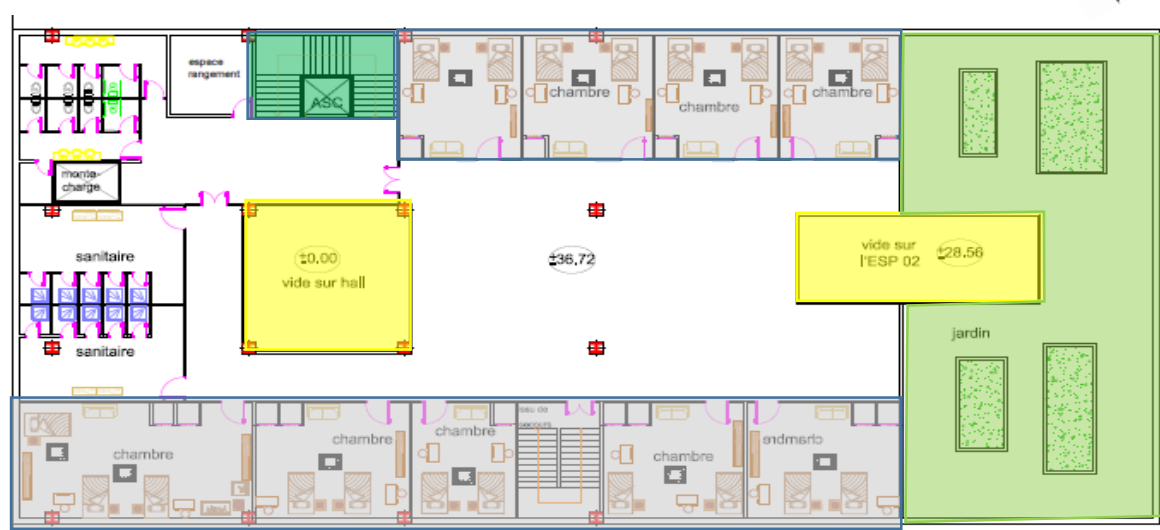


Figure III. 39 : plan du R+ 8 de l'entité incubateur.

Source : auteurs.

III.4.5. Le dossier graphique définitif (voir annexe)**III.4.6. Programme surfacique**

Entité	Niveau	Espaces	Surfaces	Surface niveau
recherche et expérimentation	Le socle urbain RDC	Accueil et réception	23m ²	5475m ²
		Hall d'accueil, attente et exposition	384m ²	
		Salle de renseignement	26m ²	
		Salle de formation	3*100m ²	
		Administration du centre de recherche	Bureau service moyen généraux	23m ²
			Bureau service comptabilité et finance	26.5m ²
			Archive	76.5m ²
			Salle de réunion	41m ²
			Cafette	68m ²
			Secrétariat	26.5m ²
			Bureau directeur	25m ²
		Halle technologique	Espaces d'expérimentation de travail et d'essai	2300m ²
			Stockage	398m ²
			Infirmierie	46m ²
		Locaux techniques	Sanitaires H	2*20m ²
			Sanitaires F	2*20m ²
			Vestiaires	2*45m ²
			Chaufferie	27.5m ²
			Climatisation	19m ²
			Poste transformateur	33m ²
			Bâche à eau	23m ²
			Groupe électrogène	27.5m ²
			Local poubelle	46.5m ²
		Salle de surveillance	24m ²	
		Espaces public	Restaurant	802m ²
			Commerces	539m ²

recherche et expérimentation	Le socle urbain R+1	Accueil et réception	44m ²	1216m ²	
		Exposition et sensibilisation	666m ²		
		Salle de projection	127m ²		
		Sanitaire	3*40		
		Espace détente	2*100m ²		
		Cafette	59m ²		
	Socle articulateur RDC +2	Bibliothèque	552m ²	2458m ²	
		Laboratoire de recherche et d'essai	2*209m ² 2*129m ²		
		Salle de projection	130m ²		
		Espace attente	3*70m ²		
		Secrétaire	4*21m ²		
		Bureau directeur	4*41m ²		
		Salle de réunion	2*64m ²		
		Sanitaire H	2*20m ²		
		Sanitaire F	2*20m ²		
		Espace commun	Jardin		327m ²
			Garderie		73m ²
	Cafette		52m ²		
	Salle de jeux		62m ²		
	R+3	Bureaux des chercheurs	2*145m ² 2*65m ²	988m ²	
Laboratoires de recherche		2*219m ²			
Archive		2*25m ²			
Sanitaire H		2*20m ²			
Sanitaire F		2*20m ²			
R+4	Bureaux des chercheurs	8*80m ²	1110m ²		
	Open space	2*235m ²			
	Bureaux de chef de service	6*20m ²			
Surface total de l'entité			11247m²		

Entité	Niveau	Espaces	Surfaces	
Plateforme marketing	RDC	Accueil, Attente et exposition	152m ²	248m ²
		Salle d'attente VIP	47.5m ²	
		Espace conseil et orientation	48m ²	
	R+1/ R+2	Accueil et attente	166m ²	811m ²
		Auditorium	360m ²	
		Sanitaire H	19m ²	
		Sanitaire F	19m ²	
	R+1/ R+2	Bureau marketing	37m ²	
		Bureau vente	30m ²	

		Bureau management	36.5m ²	539m ²	
		Service finance	51m ²		
		Service comptabilité	55.5m ²		
		Service moyen généraux	99m ²		
		Service juridique	70m ²		
		Service commercial	98m ²		
		Sanitaire H	2*14m ²		
		Sanitaire F	2*14m ²		
	Archive	2*30m ²	223m ²		
	R+3	Bureau sous-directeur		44m ²	
		Bureau directeur		46m ²	
		Salle de réunion		57m ²	
		Secrétariat		22m ²	
		Archive		12m ²	
		Espace rangement		14m ²	
		Sanitaire H / Sanitaire F	2*14m ²		
	R+4	Salle d'exposition (stands d'exposition)		675m ²	1149m ²
		Salle plénière		280m ²	
		Salon d'honneur		2*75m ²	
		Espace rangement		16m ²	
		Sanitaire H/ Sanitaire F		2*14m ²	
	R+5	Salle d'exposition		585m ²	517m ²
		Restaurant	Espace consommation	270m ²	
			Cuisine	95m ²	
			Vestiaire	49m ²	
			Chambre froide	31m ²	
			Stockage	27.5m ²	
		Espace rangement		16.5m ²	
Sanitaire H /Sanitaire F		2*14m ²			
Surface total de l'entité				3239m ²	

Entité	Niveau	Espaces	Surfaces	
Incubateur d'entreprise	R-1	Parking	2476m ²	2762m ²
		Locaux techniques	286m ²	
	RDC	Accueil ,Attente	153m ²	349m ²
		Salle de présélection et d'entretien	71m ²	
		Salle de réception et de conseil professionnel	82m ²	
		Sanitaire H / Sanitaire F	2*14m ²	
Espace rangement	15m ²			

	R+1/R+2	Administration	Bureau service finance	26m ²	535m ²
			Bureau service comptabilité	59m ²	
			Bureau service de sélection	55m ²	
			Bureau service gestion	58m ²	
			Bureau service général	58m ²	
			Bureau service juridique	56m ²	
			Salle de réunion	2*50m ²	
			Bureau sous-directeur	25m ²	
			Bureau directeur	40m ²	
			Incubateur d'entreprise	R+3/R+4	
Salle de réunion	2*56m ²				
Salle de tirage	2*14				
Espace de travail partagé	2*85m ²				
Sanitaire H / Sanitaire F	4*15m ²				
R+5/R+6	Sièges d'entreprise	6*70m ²		1682m ²	
	Secrétariat	25.5m ²			
	Salle de réunion	2*60m ²			
	Salles d'enseignement professionnel	2*70m ²			
	Espace de travail partagé open space	316m ² 158m ²			
	Salle informatique	35m ²			
	Bois de travail	10*15m ²			
	Salle de débat	137.5m ²			
	Cafette	92.5m ²			
	Archive	2*14m ²			
	Sanitaire H/ Sanitaire F	4*15m ²			
Hébergement R+7/R+8	Chambre doubles	10*36m ²		1334m ²	
	Chambre triplex	3*45m ²			
	Restaurant	380m ²			
	Jardin potager	240m ²			
	Infirmierie	42m ²			
	Vestiaires H / Vestiaires F	2*35m ²			
	Sanitaire H/ Sanitaire F	4*18m ²			
Surface total de l'entité				7369m ²	

Tableau III.11 : programme surfacique du projet source : auteurs

III.4.7. Choix du système constructif

Notre choix du système constructif est étroitement lié à la thématique mais aussi à la stabilité, la sécurité, l'esthétique et la durabilité. Pour cela Nous avons opté pour une structure mixte, pour le centre de recherche et une structure métallique pour l'entité incubateur ainsi que l'entité la plateforme marketing, qui nous permettras de réaliser de grandes portées et d'avoir de grands espaces libres avec une flexibilité dans l'aménagement

Structure mixte

Pour l'entité recherche et expérimentation, nous utiliserons des poteaux en béton armé et des poutres métalliques, Ce système de structure doit sa capacité portante à la collaboration structurale entre l'acier et le béton, qui exploite les caractéristiques favorables respectives de ces matériaux de façon optimale bien que ces derniers soient de natures différentes, ils se complètent fort opportunément. Ce système nous permettra d'atteindre des portées modérées sans avoir des retombées de poutres très importante.

En plus de réduire les dimensions des poutres et, la construction mixte permet :

- Des portées plus importantes
- Des poteaux plus élancés et offre une grande flexibilité et de nombreuses possibilités lors de la conception
- L'intérêt économique
- La rapidité de construction.

Structure métallique

Pour l'entité plateforme marketing et entité incubateur nous avons choisi une structure métallique avec des poteaux en H, des poutres alvéolaires et des planchers collaborant.

Ce système de structure présente plusieurs avantages du point de vue résistance, économie et durabilité à savoir :

- La structure métallique donne plus de liberté à travailler et à hiérarchiser les espaces intérieures vu qu'elle permet d'avoir de plus grandes portées ;
- Très bonne résistance aux charges et un bon comportement vis-à-vis du séisme, dû à la ductilité du métal avec une bonne caractéristique mécanique à la traction et à la compression ;
- Très longue durée de vie (avec une protection adéquate contre la corrosion)
- Grande précision dimensionnelle
- Rapidité de mise en œuvre et Maîtrise des déchets sur chantier
- Le taux de recyclage des métaux se situe en général autour de 90%, et s'approche des 100% pour l'acier. Ce qui évite tout rejet dans la nature.

III.4.7.1. Infrastructure du projet

III.4.7.1.1. Les fondations

Le choix de fondation dépend de la résistance et la nature du sol ainsi que des résultats des calculs des descentes de charges. D'après le classement du site dans la zone sismique III, et vu aussi les charges permanentes et d'exploitation importantes de notre projet,

Nous proposons la réalisation des fondations profondes, afin d'assurer la stabilité de la structure, son ancrage dans le sol et la transmission au sol des efforts repris par l'ouvrage,

- **Des fondations en radier général** pour l'entité recherche et entité plateforme marketing
- **Fondations profondes en pieux** pour l'entité incubatrice

Pour la stabilité de l'entité incubateur avec son porte à faux important et sa hauteur, nous avons opté pour des fondations en pieux afin d'ancrer le bâtiment dans le sol et éviter son effondrement et assurer son indéformabilité et sa résistance.

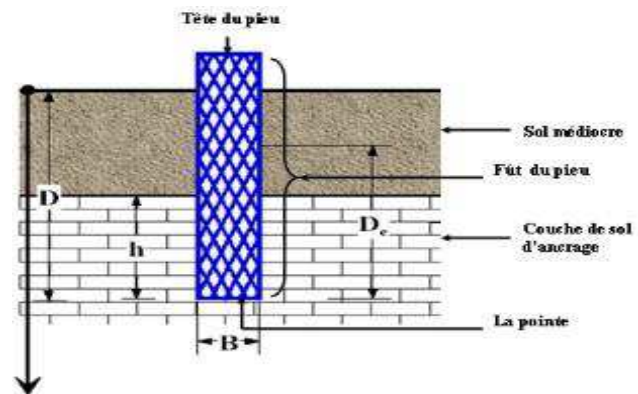


Figure III. 40 : les différentes parties d'un pieu. Source : <https://www.memoireonline.com/02/10/3146/Expose-sur-les-fondations-profondes-et-semis-profondes.html>

III.4.7.1.2. Mur de soutènement

Pour le sous-sol au niveau de l'entité incubateur nous avons prévu un voile périphérique en béton armé afin de résister à la poussée des terres et aux infiltrations d'eau.

Afin d'éviter les infiltrations d'eau, il sera aussi nécessaire de placer un drain périphérique tout autour du bâtiment pour collecter et évacuer les eaux pluviales

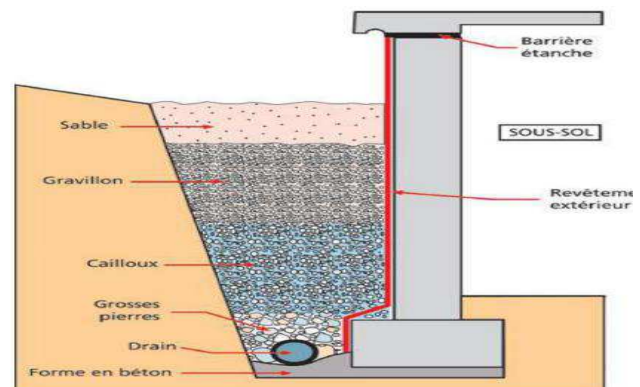


Figure III.41 : drainage du voile périphérique
Source : <https://www.batirama.com/article/189-soubassement-faut-il-etancher-ou-impermeabiliser.html>

III.4.7.1.3. Les joints

Nous avons prévu des joints de rupture et dilatation au niveau de l'entité recherche pour la différence de niveaux et les grandes distances, ce qui nous permettra d'obtenir une bonne régularité de l'ensemble et sa résistance aux efforts de séisme et de tassement différentiels.

III.4.7.2. Superstructure du projet

III.4.7.2.1. Les poteaux

Nous avons utilisé deux types de poteaux en fonction de types de structure à savoir :

a. Poteaux métallique

Pour la structure métallique de l'entité incubateur et l'entité plateforme marketing, nous avons choisis des poteaux métalliques, sont les plus résistants et plus efficaces, vu qu'ils travaillent dans les deux sens (vertical et horizontal) avec une résistance au flambement et à la torsion, avec un enrobage en béton pour une meilleure protection contre le feu et la corrosion dus au milieu salin.

b. Poteau en béton : pour la structure mixte de l'entité recherche

III.4.7.2.2. Les poutres métalliques alvéolaires

Comme élément porteur horizontale, Ces poutres vont nous permettre d'atteindre de très grandes portées possibles afin d'assurer la modularité des espaces et un gain de 25 à 30 % de matière (et donc de poids) en moins par rapport aux profilés classiques ce qui vas alléger la structure. Ces poutres sont plus intéressantes par la possibilité de passage des équipements techniques à travers leurs alvéoles.



Figure III.42 : poutres alvéolaires
Source : <http://www.archiexpo.fr/prod/arcelormittal-long/product-55693-482786.html>

III.4.7.2.3. Le plancher collaborant

C'est un plancher mixte béton-acier. Il est constitué de bacs acier en tôle mince nervurés utilisés en guise de coffrage, d'armatures et d'une dalle en béton coulée sur place. L'adhérence de l'acier et du béton est assurée au moyen des nervures inclinées sur la tôle en acier. Ce plancher a pour objectif de :

- Réduire la hauteur des planchers et Diminuer le poids des structures en acier ;
- La grande résistance de ce plancher à la flexion même en présence de fortes charges.
- Rapidité et caractère écologique ;
- Le cheminement des réseaux et la position des installations technique ;
- Le coût du plancher collaborant est relativement bas et fait de lui le plancher le moins cher.
- Il préserve l'accès sous dalle, ce qui favorise une circulation de l'air optimal et limites les risques de l'humidité

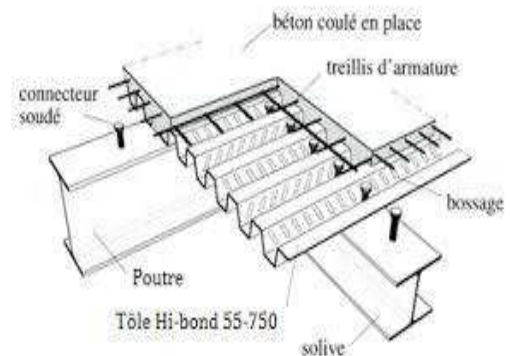


Figure III.43 : détail du plancher collaborant
Source : http://btscm.fr/dico/cm/G/Construire_en_acier/LES_PLANCHERS.pdf

III.4.7.2.4. Structure spéciale de l'entité incubateur

La solution développée pour cette entité s'inspire fortement de celle adoptée par le bureau d'études chargé de la conception de la villa Méditerranée et du Mucem³² qui a consisté à concilier les deux qualités contradictoires que sont la souplesse d'une part et le poids de l'autre.

Le choix d'une superstructure métallique s'imposant rapidement, les inerties globales de l'ouvrage doivent être réduites pour assouplir l'ouvrage et limiter dans le même temps les modes d'oscillation. Le fait de diminuer les inerties augmentait, en revanche, les contraintes dans les matériaux et imposait d'utiliser des aciers à très haute limite élastique, en l'occurrence des aciers résistant à 460 MPa ou à 355 MPa selon les épaisseurs.

- **Un système de contreventement** : des contreventements verticaux destinés à transmettre les efforts horizontaux dans les fondations et des contreventements horizontaux destinés à s'opposer aux effets de torsion dus à ces efforts.
- **Un ancrage par des fondations profondes** : pieux pour éviter l'effondrement du bâtiment, et le sous-sol qui vient également comme deuxième solution pour renforcer l'ancrage dans le sol.
- **Soutenir le porte à faux par des éléments verticaux.**

Afin d'assurer la stabilité de la structure en plus du processus bien expliqué auparavant, on a opté pour un rajout de 4 éléments verticaux métallique pour soutenir le porte à faux.

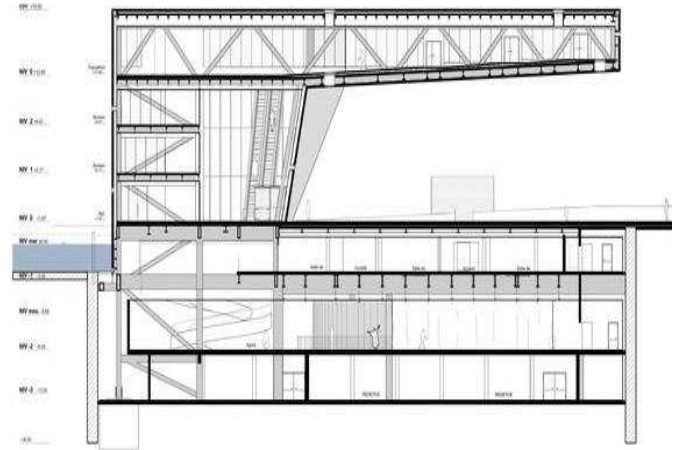


Figure III.44 : structure de la villa Méditerranée.
Source : <https://www.dezeen.com/2013/06/14/villa-mediterranee-by-stefano-boeri-architetti/>



Figure 45 : Unilever Nederland BV.
<https://www.archdaily.com/261202/unilever-nederland-bv-jhk-architecten>

³²Musée des civilisations de l'Europe et de la Méditerranée

Conclusion

« Un bon bâtiment se développe de manière naturelle, logique et poétique, à partir de toutes les conditions qui président à sa naissance »³³. Tel l'infirmier Sullivan.

Dans ce chapitre nous avons expliqué le processus de la réalisation de notre projet à travers ses différentes étapes, du premier trait dessiné inspiré et tiré de l'idée fédératrice, passant par la genèse de formalisation et son développement autour des différents éléments et concepts jusqu'à sa matérialisation architecturale.

Ce projet représente la clé et la réponse aux différentes problématiques grâce à une réelle interaction entre le contexte, les exigences thématiques et climatiques que nous avons tirées de l'analyse effectuée dans le premier chapitre. Le projet s'intègre parfaitement à son contexte immédiat et répond aux problèmes liés l'urbain ainsi qu'à l'échelle du site réduit.

³³ <https://www.brainyquote.com/fr/auteurs/louis-sullivan>

Chapitre IV

*Volet bioclimatique et efficacité
énergétique du projet*

Introduction

On parle de conception bioclimatique lorsque l'architecture du projet est adaptée aux caractéristiques et particularités du climat et de l'environnement du lieu d'implantation. L'objectif principal est d'obtenir le confort d'ambiance recherché de la manière la plus naturelle possible en utilisant les moyens architecturaux, les énergies renouvelables disponibles et en utilisant le moins possible aux moyens techniques mécanisés et les énergies extérieures au site.

Pour atteindre ce principal objectif, nous avons porté une attention toute particulière à l'orientation et l'implantation du projet qui sont les axes de toute construction durable. Nous avons également répondu par un ensemble de dispositifs bioclimatiques passifs hivernaux et estivaux pour le chauffage et le rafraîchissement via des procédés naturels qui tirent profit de l'énergie solaire comme la serre bioclimatique, l'énergie géothermique par les fondations thermoactives et l'énergie éolienne par la ventilation naturelle.

Afin de renforcer les procédés passifs que nous avons employés, nous avons opté pour un ensemble de procédés actifs qui viennent booster la performance énergétique de notre projet. Il s'agit notamment de chauffer des espaces de vie et de l'eau sanitaire, mais aussi de fournir de l'électricité et éventuellement de climatiser que ce soit par des panneaux hybrides ou plancher chauffant réversible. Le souci majeur est d'atteindre un coût énergétique le plus réduit possible et dans le respect de l'environnement.

On termine ce chapitre par un ensemble de nouvelles technologies et les matériaux utilisés dans le projet visant à diminuer la consommation d'énergie.

IV.1. Bases de la conception bioclimatique du projet

La conception bioclimatique consiste à tirer le meilleur profit de l'énergie solaire, abondante et gratuite. En hiver, le bâtiment doit maximiser la captation de l'énergie solaire, la diffuser et la conserver. Inversement, en été, le bâtiment doit se protéger du rayonnement solaire et évacuer le surplus de chaleur du bâtiment. A l'aide de l'analyse climatique effectuée sur le quartier du Hamma et l'étude du diagramme de Givoni et ses différentes recommandations ainsi que l'analyse du microclimat du site d'intervention nous avons déterminé l'ensemble des dispositifs et procédés nécessaire afin d'atteindre le confort naturellement à l'intérieur de notre projet.

IV.1.1. Implantation et orientation

Pour les premières lignes de conception de notre projet, nous avons porté une attention tout particulière à l'orientation par l'implantation des différentes entités.

Le projet est implanté sur les parties entièrement ensoleillé du site déterminé lors de l'analyse microclimatique, une partie orientée selon l'axe bioclimatique Est/ouest et une partie orienté vers le sud ce qui as été exigé par la forme triangulaire du terrain qui nous as empêché de développer tout le projet selon l'axe de la course du soleil.

Chaque entité est implantée selon le besoin en éclairage et de façon es qu'elle ne va pas créer et engendrer de l'ombre sur les autres entités

L'orientation du projet nous permet de bénéficier d'un éclairage naturel pour assurer un confort visuel et d'un chauffage gratuit des espaces intérieurs sans faire le moindre bruit tout en réduisant la consommation énergétique.

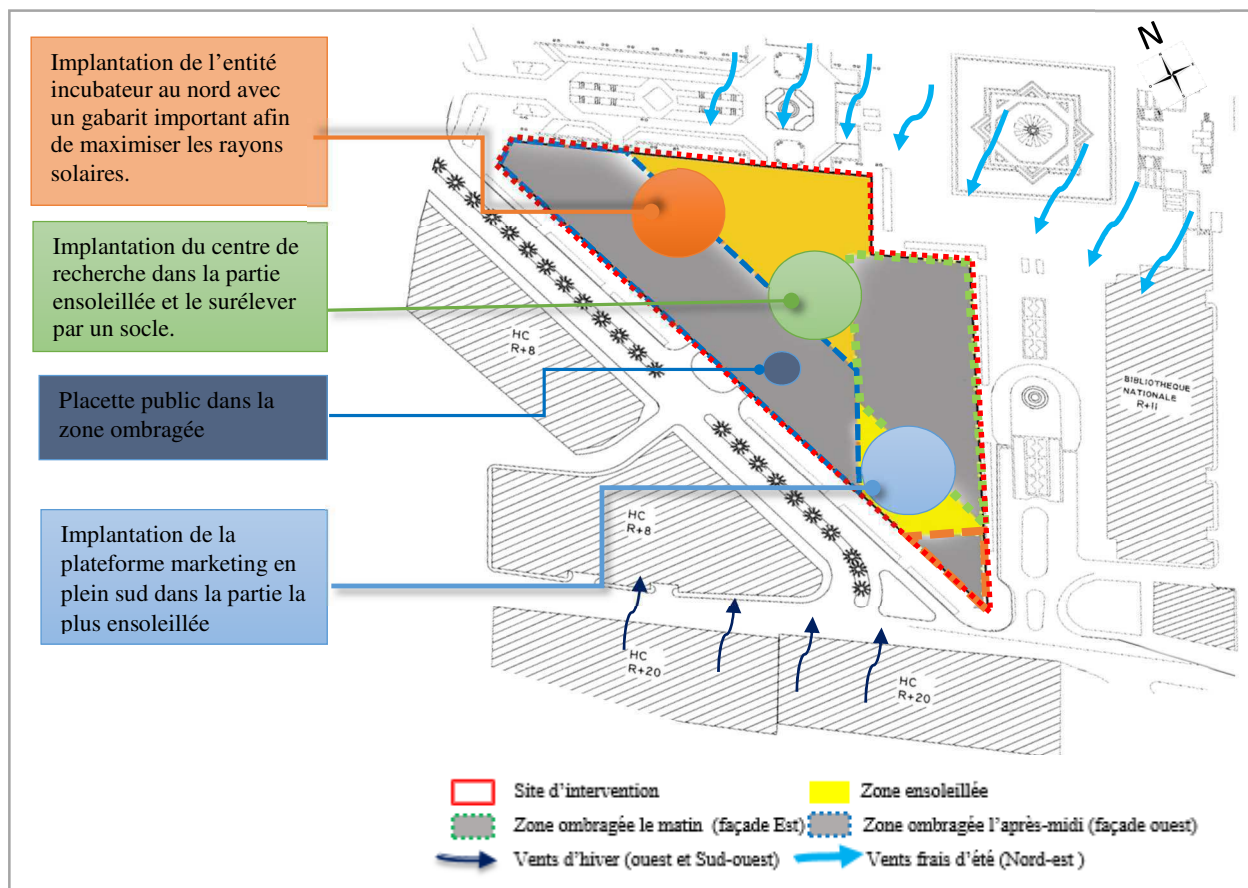


Figure IV.1 : implantation des entités du projet selon la carte bioclimatique du site d'intervention.

Source : auteurs

IV.1.2. Forme (compacité .fragmentation .articulation)

La forme de notre projet est dans l'ensemble compacte suivant un axe arrondie fermé avec des entités qui sont plus au moins fragmenté afin de nous permettre de capter les vents et les acheminer a l'intérieur de notre projet.

IV.1.3. Ventilation naturelle

Le comportement des vents à travers la composition spatiale du projet

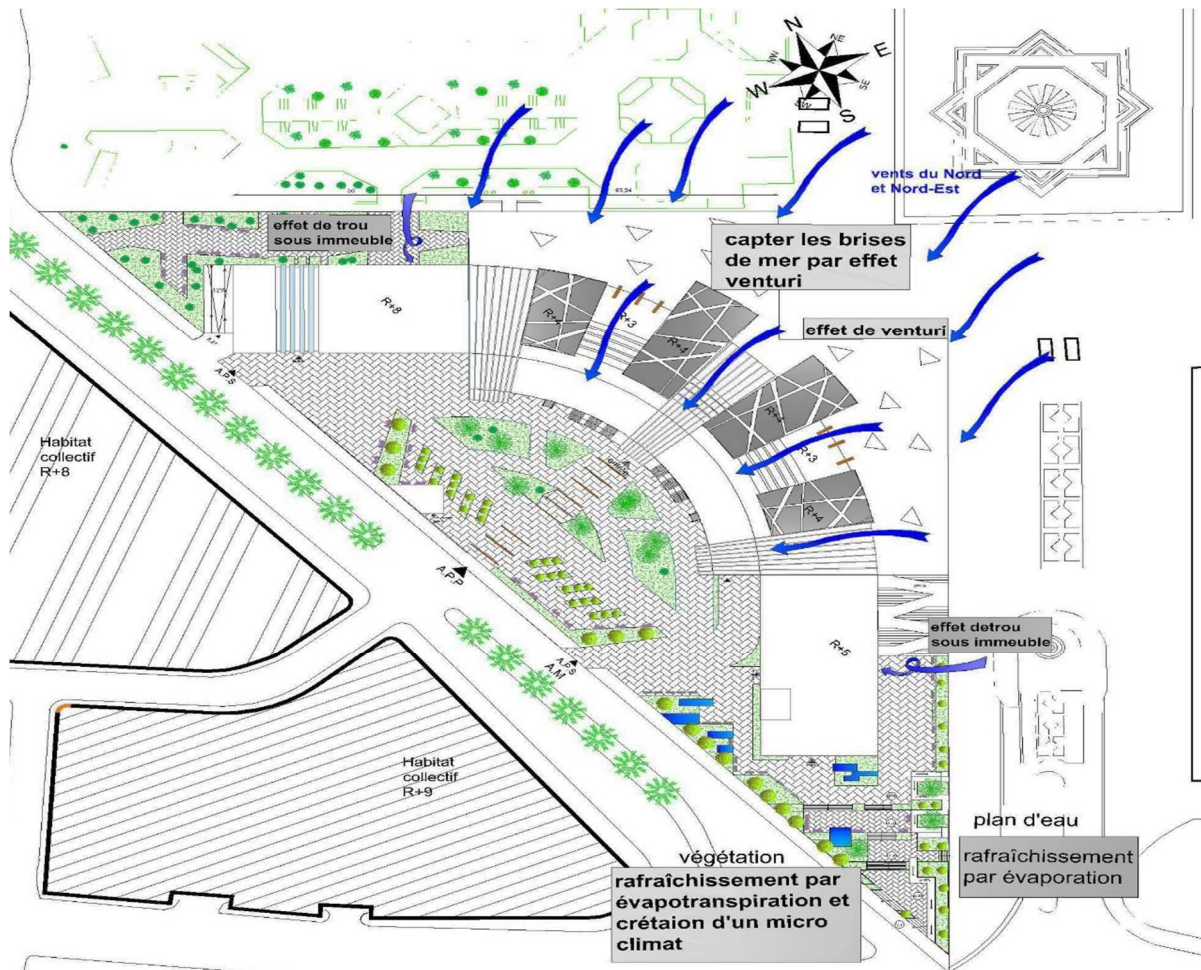


Figure IV. 2: Ventilation naturelle

Source : auteurs

IV.1.3.1. Ventilation par effet venturi

Phénomène de collecteur formé par des constructions dessinant un angle ouvert au vent. La zone critique pour le confort se situe à l'étranglement, ce phénomène nous permet d'augmenter la vitesse des vents pour un débit identique à cause du rétrécissement du passage entre deux bâtiments.³⁴

Nous avons fragmenté l'entité centre de recherche en quatre sous entités, avec un étranglement entre chaque deux entités, ce qui nous permet d'avoir un effet venturi afin de capter les brises marines et les acheminer à l'intérieur du centre de recherche.

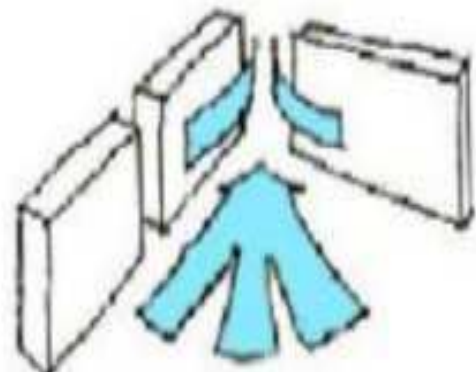


Figure IV.3: effet venturi crée entre deux immeubles
Source : <https://fr.calameo.com/read/000899869d104f62a30d4>

³⁴ Chabi Mohammed, « thermique du bâtiment » notes de cours la ventilation naturelle dans l'architecture, Master 2, département d'architecture de Tizi Ouzou, Algérie.

IV.1.3.2. Effet trou sous immeuble

Phénomène d'écoulement dans les trous ou passage sous immeuble qui relie l'avant du bâtiment en surpression et son arrière en dépression ³⁵.

Nous avons créé un passage pour acheminer les brises marines et augmenter leurs vitesses afin de les injecter à l'intérieur du projet.

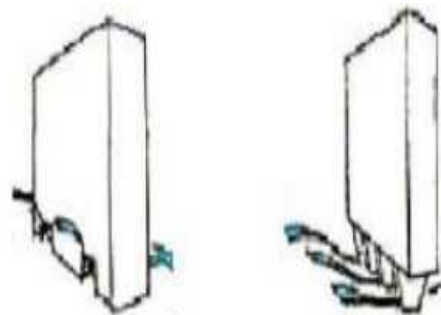


Figure IV.4 : effet trou sous immeuble.
source : <https://fr.calameo.com/read/000899869d104f62a30d4>

IV.1.4. végétation : ambiance, confort et microclimat

En plus du confort visuel, l'animation des parcours et la création des ambiances, la végétation participe de plusieurs manières à l'amélioration du climat, par l'absorption de l'eau et sa restitution par évapotranspiration et humidification de l'air et régulation de la température en période chaude. Les feuilles aussi fixent les poussières et les gaz toxiques.



Figure IV. 5 : intégration de la végétation dans le projet
source : auteurs

IV.1.5. Eclairage naturel

La réduction de la consommation d'éclairage artificiel dans notre projet était l'un des points essentiels de notre conception, pour garantir un éclairage suffisant et procurer un maximum de confort visuel. L'ensemble des façades de notre projet sont ouvertes par un vitrage.

Pour l'entité incubateur, en plus de la façade complètement vitrée protégée, on a l'atrium qui va capter la lumière naturelle et la transmettre aux différents espaces intérieurs. Pour le centre de recherche nous avons choisis des puits de lumières pour éclairer naturellement les espaces intérieurs au niveau du RDC.



Figure IV. 6 : l'éclairage naturel dans le projet
Source : auteurs

³⁵ Chabi Mohammed. Op cit.

IV.1.6. récupération des eaux pluviales

Un système de récupération des eaux pluviales est mis en œuvre dans notre projet au niveau de l'entité incubateur. Les eaux de pluies seront captées et traitées au niveau du toit incliné, stockées dans une cuve de stockage, ils seront ensuite utilisés pour alimenter les chasses d'eau des sanitaires et aussi pour arroser les jardins extérieurs.

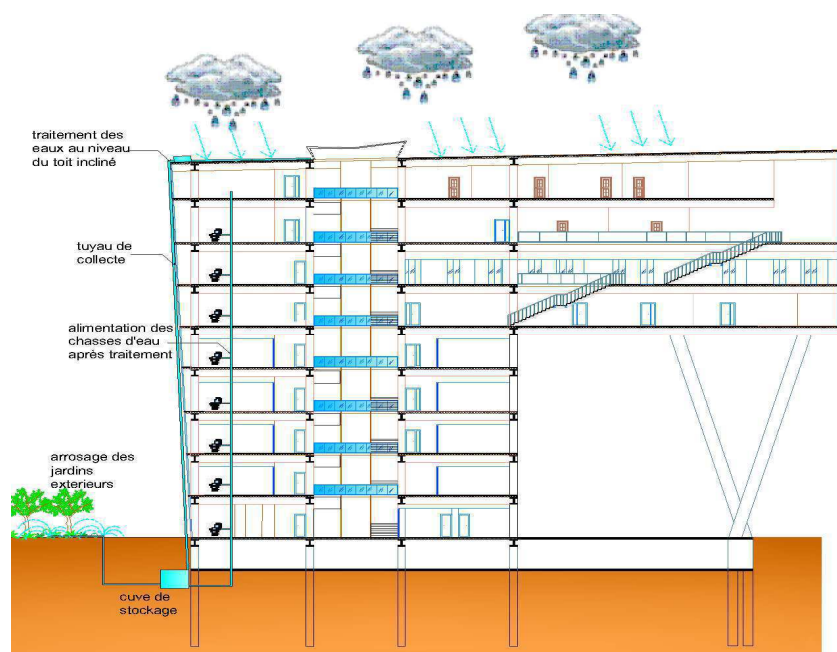


Figure IV.7 : système de récupération des eaux pluviales au niveau du projet coupe C-C. Source : auteurs

IV.2. Les solutions bioclimatiques

Pour assurer le confort thermique du projet, en été comme en hiver, tout en réduisant sa consommation énergétique, nous avons prévu trois types de solutions bioclimatiques, à savoir :

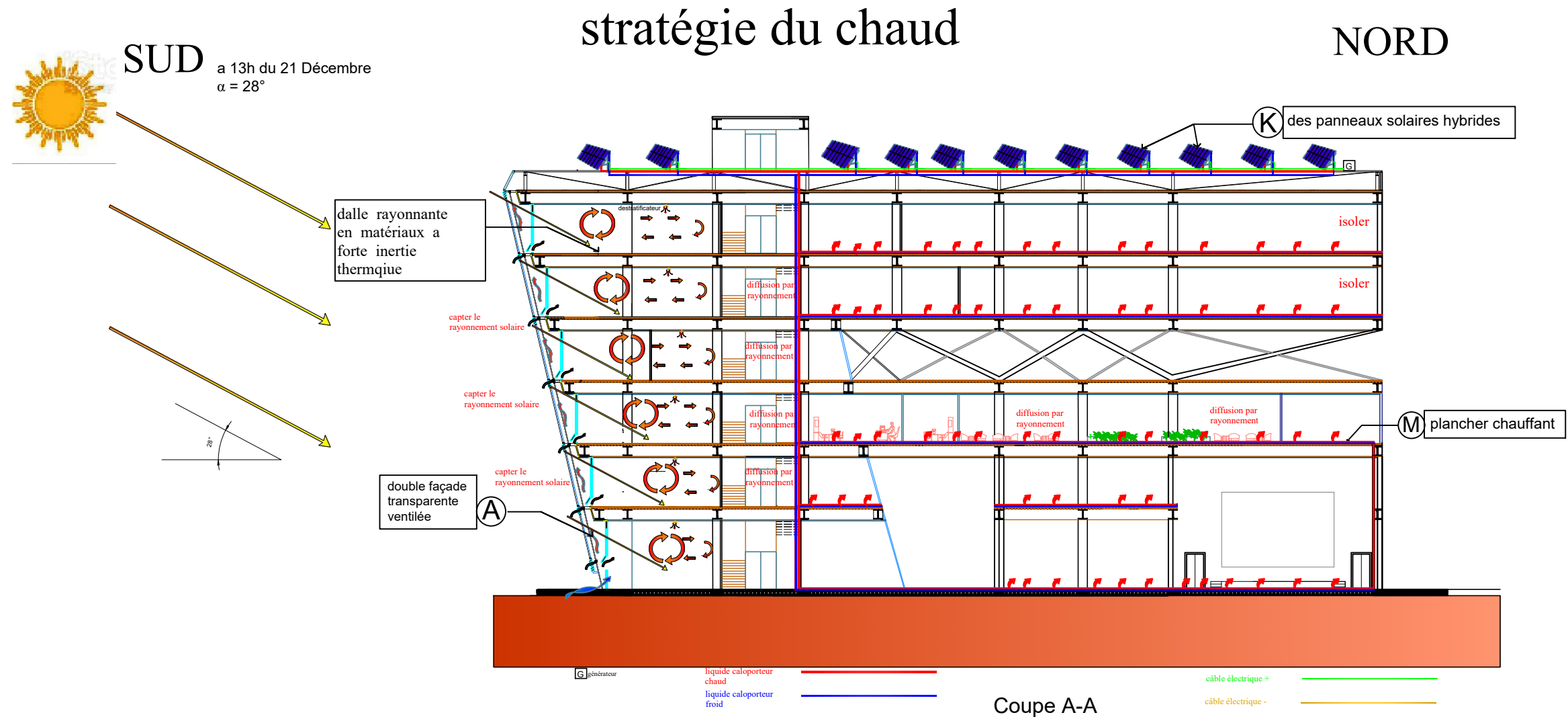
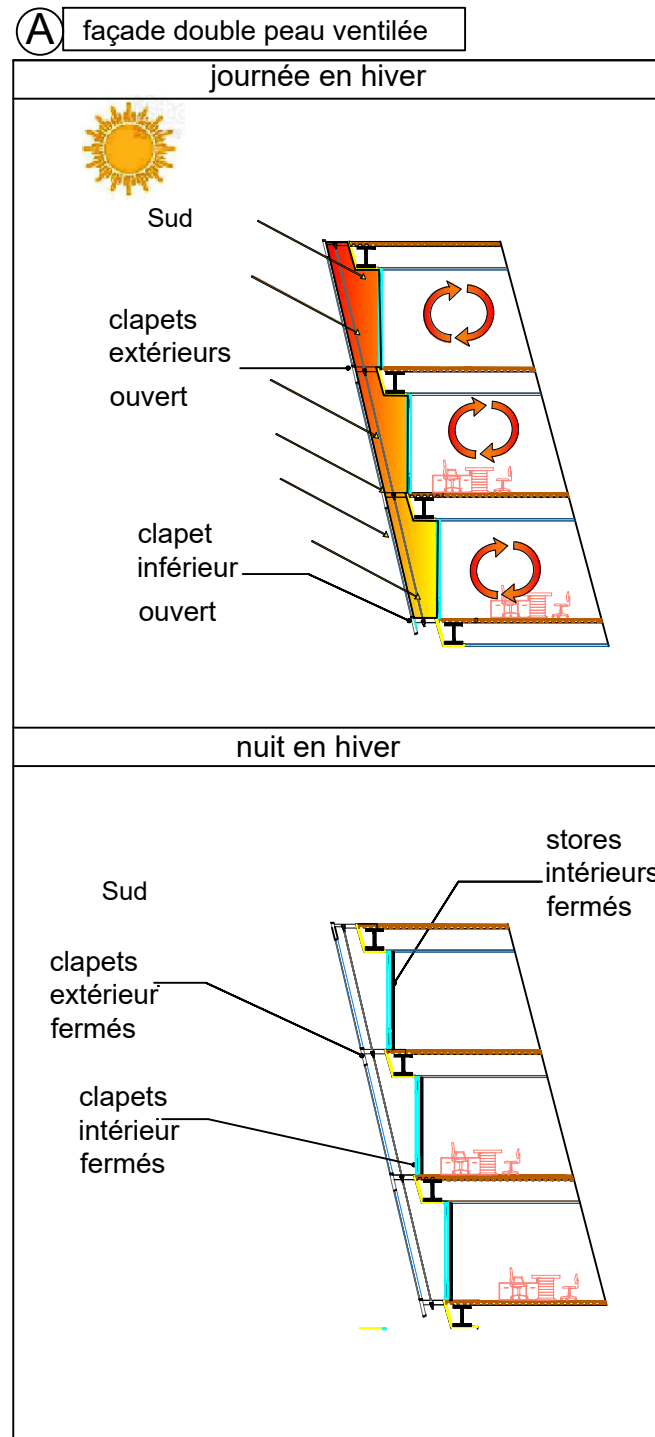
- **Les Procédés passives hivernaux et estivaux**

Ils sont en quelque sorte la conception qui permet d'utiliser l'apport solaire de manière optimale, bénéficier du soleil lorsqu'il est désiré et s'en passer dans le cas contraire, il vise à répondre à des défis majeurs : le captage, le stockage et la diffusion de la chaleur en hiver ; protection, ventilation et rafraîchissement en été. Pour cela nous avons opté à des différents procédés dans chaque entité de notre projet, Afin de répondre à ces défis et pour assurer le confort des usagers.

- **Procédés actifs hivernaux et estivaux**

Afin de soutenir et renforcer les procédés passives que nous avons utilisés, nous avons opté pour un ensemble de procédés active qui viennent booster la performance énergétique de notre projet, notamment pour le chauffage et l'eau sanitaire, mais aussi pour la fourniture de l'électricité et éventuellement pour la climatisation.

IV.2.1. Procédés bioclimatique de l'entité plateforme marketing

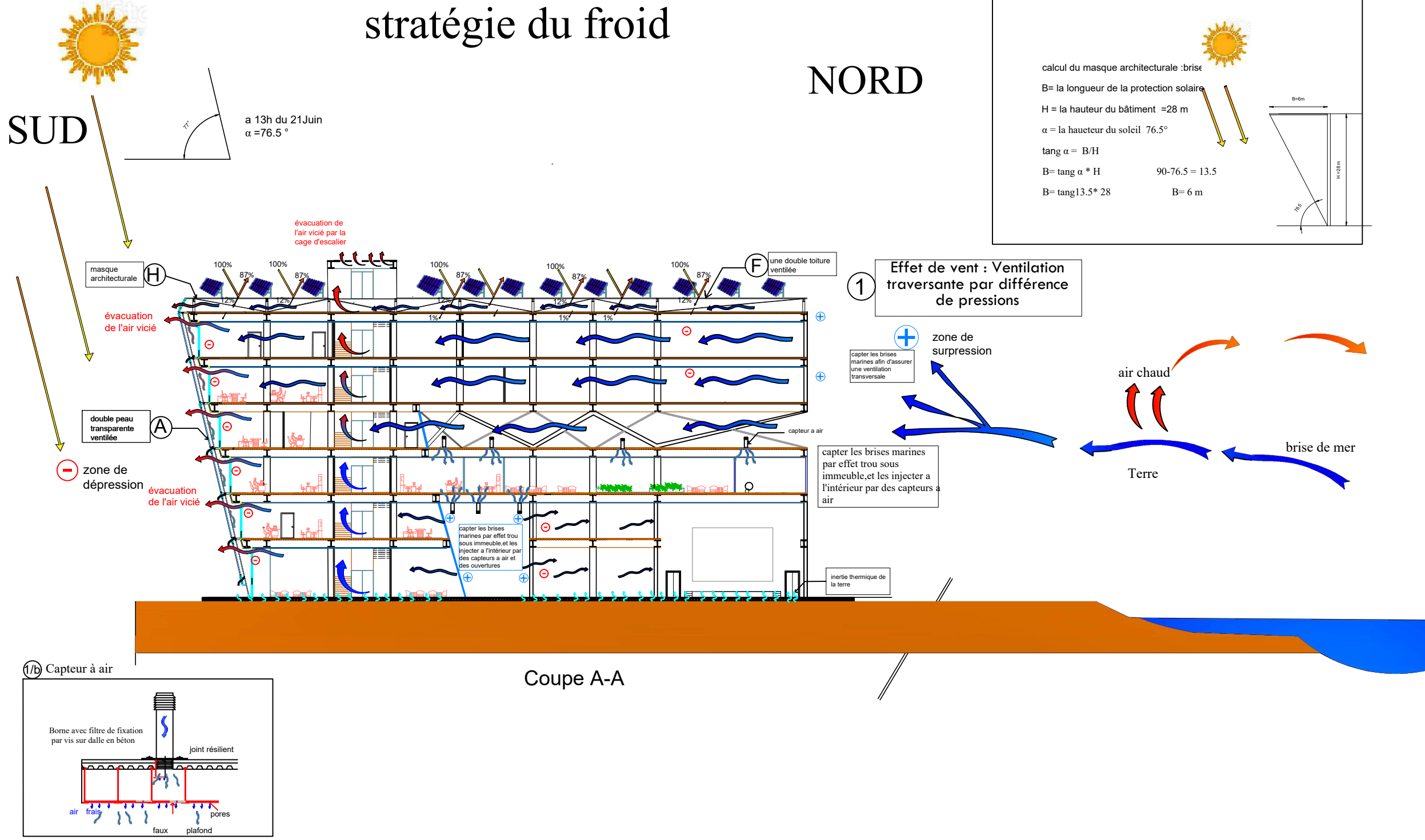
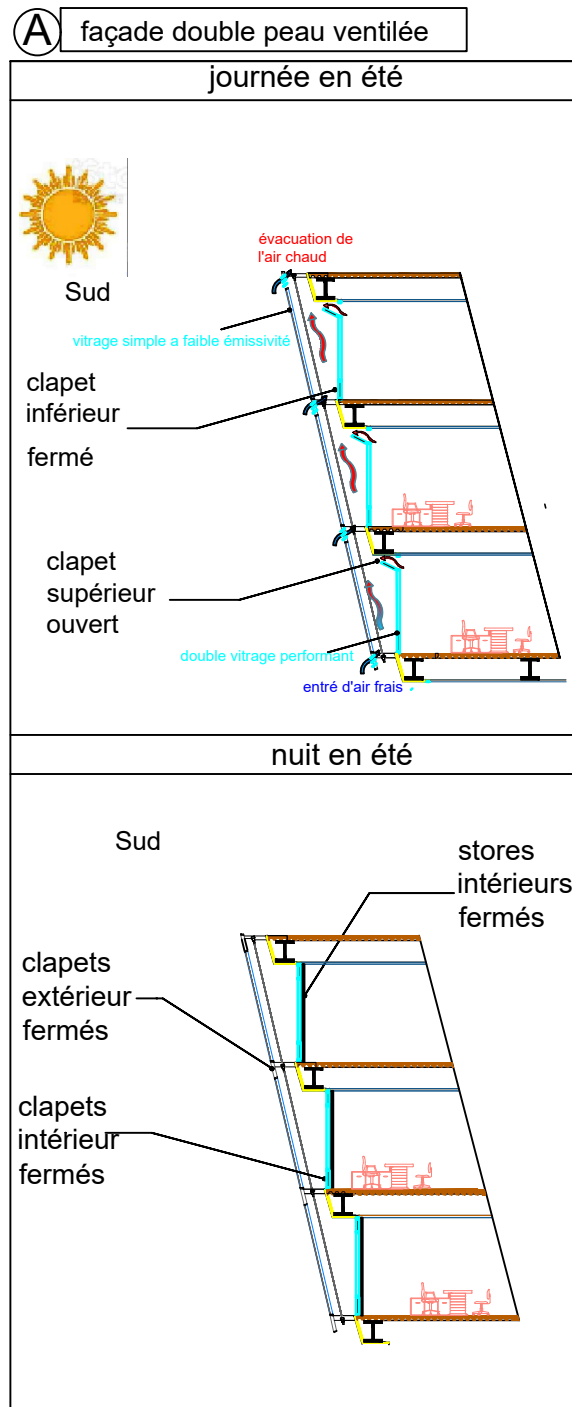


le chauffage de la partie Sud est assuré par le captage direct du rayonnement solaire par le vitrage a travers la façade double peau vitré qui laisse entrer le rayonnement solaire, cette énergie sera stockée dans la dalle et le mur diffusé par rayonnement aux différents espaces

le chauffage de la partie Nord est assuré par le plancher chauffant solaire qui est alimenté par l'eau chaude chauffée par les panneaux solaires hybrides, ce plancher chauffant fonctionne sur le principe du rayonnement par chaleur douce.

IV.2.1. Procédés bioclimatique de l'entité plateforme marketing

stratégie du froid



IV.2.1.1. Procédés passives hivernaux et estivaux

IV.2.1.1.1. Façade double peau transparente ventilée: façade passive

Une façade double peau est une façade simple traditionnelle doublée à l'extérieur par une façade vitrée simple vitrage. L'objectif d'une telle façade est multiple : diminuer les déperditions thermiques, créer une isolation phonique. Mais la principale utilisation est en général l'utilisation de l'effet de serre générée par la façade vitrée pour réchauffer les pièces et créer une ventilation naturelle du bâtiment.³⁶

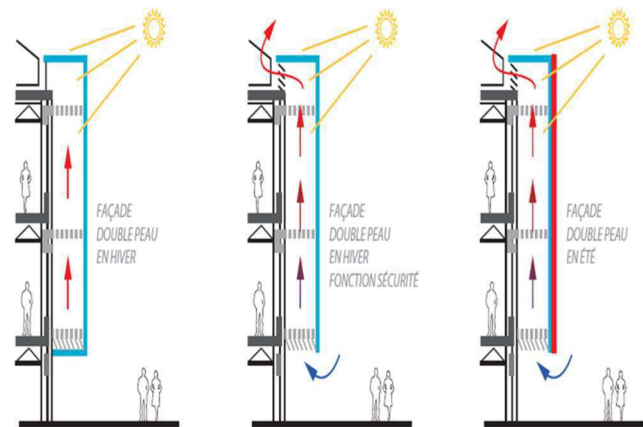


Figure IV.8 : façade double peau vitrée
Source : <http://www.souchier-boullet.com/prescription/prescription-gestion-energetique/facade-bioclimatique-intelligente-fci/>

- **Application et mise en œuvre dans notre projet : dispositif A (coupe A-A) page 102 et 103**

La façade double peaux vitrée placée sur la façade sud de la plateforme marketing, nous permet de bénéficier d'un maximum d'éclairage naturel tout en gardant une bonne maîtrise des apports solaire que se soit en hiver ou en été. Composé de deux peaux vitrées :

- Le verre extérieur qui est un simple vitrage à faible émissivité permet la baisse du facteur solaire ;
- Le verre intérieur est en double vitrage performant avec un Pare-soleil en fibres de verre tissées automatiques qui assure une protection contre l'éblouissement et la surchauffe.

Fermée en hiver = » tampon thermique

Ouverte en été => ventilation naturelle

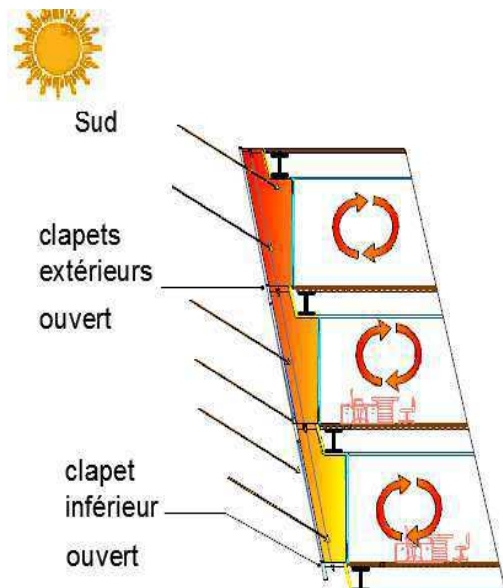


Figure IV.10 : zoom sur le fonctionnement de la double peau vitrée en hiver. Source : auteurs

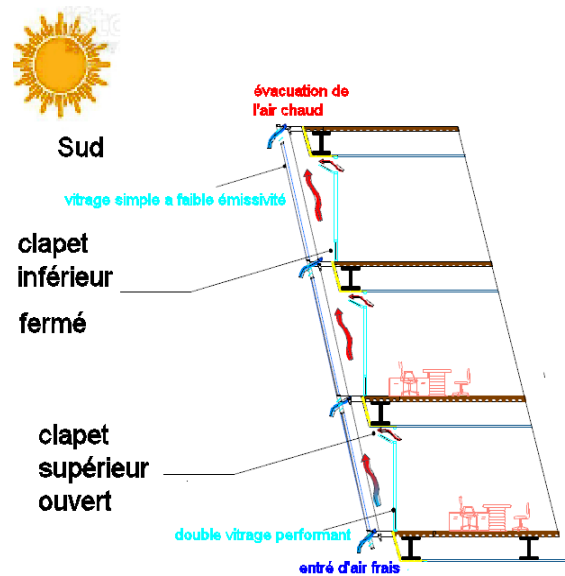


Figure IV.9: zoom sur le fonctionnement de la double peau vitrée en été. Source : auteurs

³⁶ https://www.ekopedia.fr/wiki/Fa%C3%A7ade_double_peau. (Consulté le : 11.05.2019).

En plus de l'éclairage naturel ce système nous permet en hiver de diminuer les déperditions thermiques et stocker la chaleur par effet de serre à l'intérieur de double peau, Préchauffer les amenées d'air, comme il assure une protection des surchauffes d'été en limitant l'action du rayonnement direct du soleil, ainsi que l'évacuation de l'air vicié.

IV.2.1.1.2. La protection des toitures : Double toiture ventilée

La toiture est l'élément qui reçoit le plus d'irradiations solaires pendant l'été. Sa durée d'exposition et son importance l'amènent à être à l'origine d'une part importante des apports thermiques extérieurs pendant l'été et des déperditions thermiques durant l'hiver. elle doit être donc impérativement isolée et ventilée³⁷.

- **Application et mise en œuvre dans notre projet : dispositif F (coupe-A-A) page 103**

Une double toiture pour l'entité incubateur qui va permettre d'assurer une protection solaire en été par la réflexion d'une grande partie du rayonnement solaire qu'elle reçoit et l'autre partie du rayonnement qui pénètre va être évacuée par la ventilation à l'intérieur du vide.

En hiver cette toiture va permettre de diminuer les déperditions thermiques et assurer une résistance thermique.

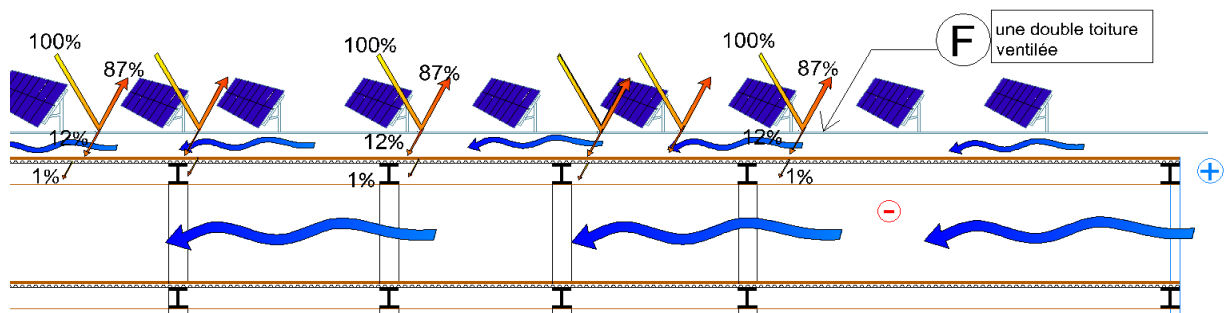


Figure IV.11 : zoom sur la double toiture ventilée en été. Source auteurs

IV.2.1.1.3. Rafraîchissement passif par ventilation naturelle

La ventilation naturelle est le moyen de ventiler le plus élémentaire, basée sur le simple fait que l'air chaud monte pour être évacué automatiquement par des ouvertures disposées à des endroits stratégiques. Notre terrain présente un avantage important celui de la proximité de la mer, pour cela nous avons essayé d'en profiter des brises marines afin d'assurer un rafraîchissement et une ventilation en saison chaude, à travers l'utilisation des différents systèmes de ventilation naturelle à savoir :

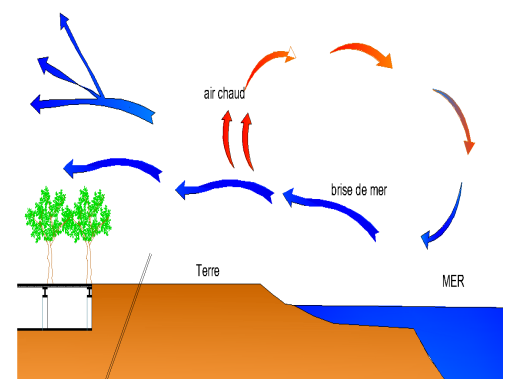


Figure IV.12 : principe des brises de mer. Source : auteurs

³⁷ <https://www.ondulit.com/fr/toiture-isolee-et-ventilee.html>. (Consulté le : 11.05.2019).

a.ventilation transversale

La ventilation transversale correspond au cas où l'air entre par une façade du bâtiment et ressort par une façade différente, généralement du côté opposé.

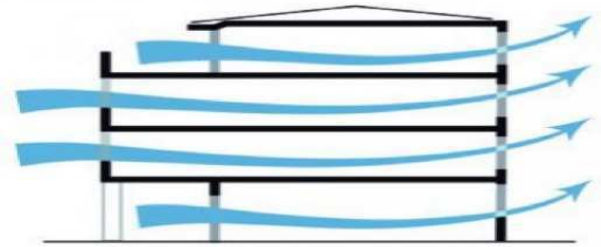


Figure IV.13 : ventilation naturelle transversale
<https://www.batirama.com/article/3369-ventilation-et-bbc-simple-ou-double-flux.html>

- **Application dans notre projet : dispositif 1 (voir coupe A-A) page 103**

Nous avons utilisé ce système de ventilation dans l'ensemble des blocs du projet vue leurs expositions aux brises marines et aux vents du nord est, Elle s'effectue dans chaque bâtiment à travers deux faces, de la façade en surpression vers la façade en dépression. Ou l'air frais neuf est insuffler dans le bâtiment, ensuite distribué, et enfin évacué à l'extérieur. L'exploitation de ces vents nous permet de diminuer l'humidité de l'air et la consommation électrique pour la climatisation et assurer un rafraichissement des espaces de la manière la plus naturel possible.

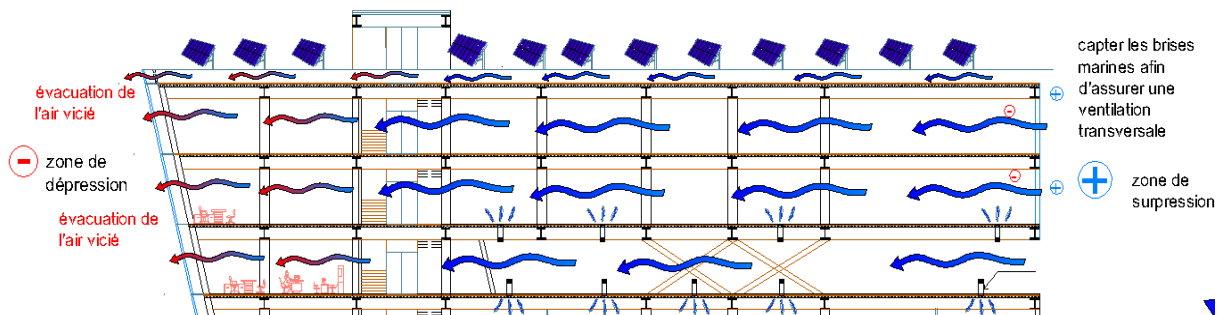


Figure IV.14: zoom sur la ventilation traversante coupe A-A. Source : auteurs

Des ouvertures de chaque côté viennent renforcer la ventilation naturelle, afin d'assurer un débit continue et ventilation optimale.

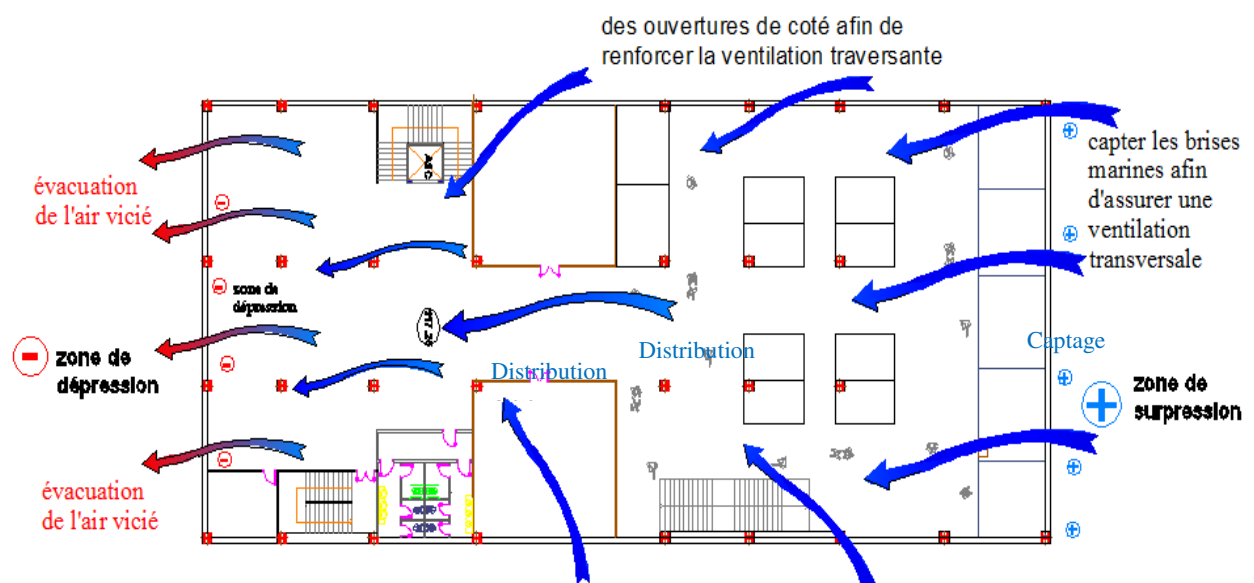


Figure IV.15 : ventilation traversante de la plateforme marketing. Source : auteurs

b. les capteurs a air :dispositif 1/b(voir coupe A-A) page 103

Nous avons utilisé ce système de captage d'air au niveau du jardin commun entre l'entité recherche et l'entité plateforme marketing, ce qui nous permettras de capter les brises de mer au niveau de la toiture par des capteurs a air qui vont capter l'air et l'injecter à l'intérieur de cet espace par le faux plafond perforé, l'air vicié sera ensuite évacué par les ouvertures au niveau de la façade.

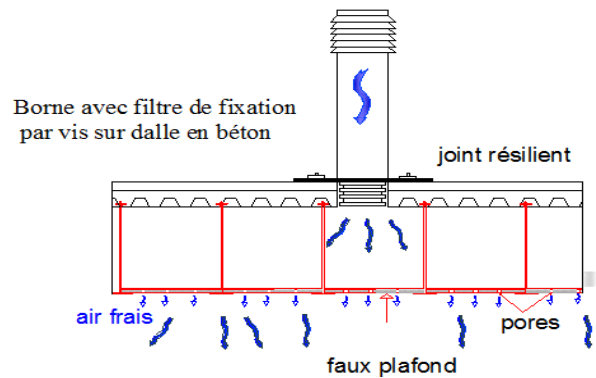


Figure IV.16 : capteur a air. Source : auteurs.

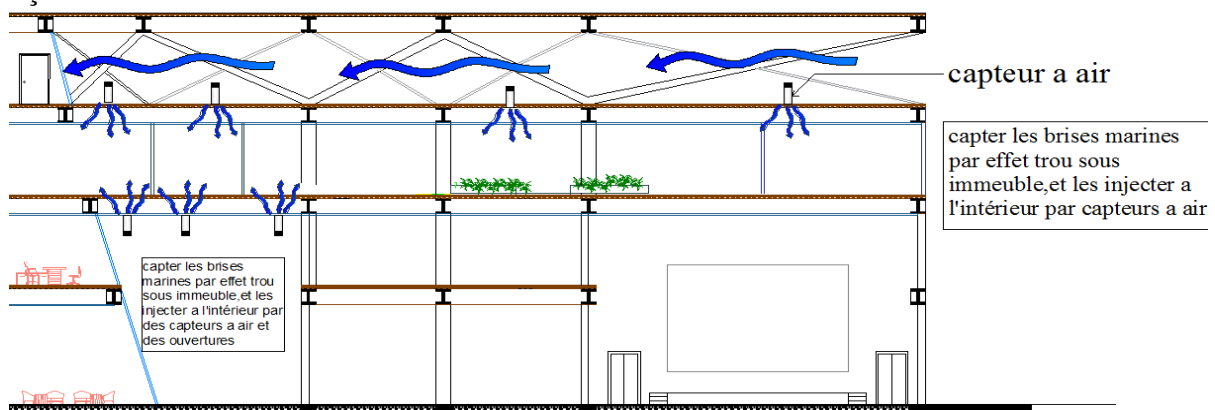


Figure IV.17 : captage de l'air par des capteurs a air coupe A-A .Source : auteurs

IV.2.1.1.4. Protection solaire : masque architecturale

C'est la forme du bâtiment elle-même qui constitue une protection solaire.

- **Application dans notre projet : dispositif H** (voir coupe A-A) page103

Pour l'entité plateforme marketing, et lors de la conception de la forme nous avons pensé à un masque architectural au niveau de la façade sud, vue son exposition au rayonnement solaire durant toute la journée et toute l'année.

Calcul du masque architectural

B= la longueur de la protection solaire

H = la hauteur du bâtiment =28 m

α = la hauteur du soleil 76.5°

$$\text{tang } \alpha = B/H$$

$$B = \text{tang } \alpha * H$$

$$90 - 76.5 = 13.5$$

$$B = \text{tang}13.5 * 28$$

$$B = 6 \text{ m}$$

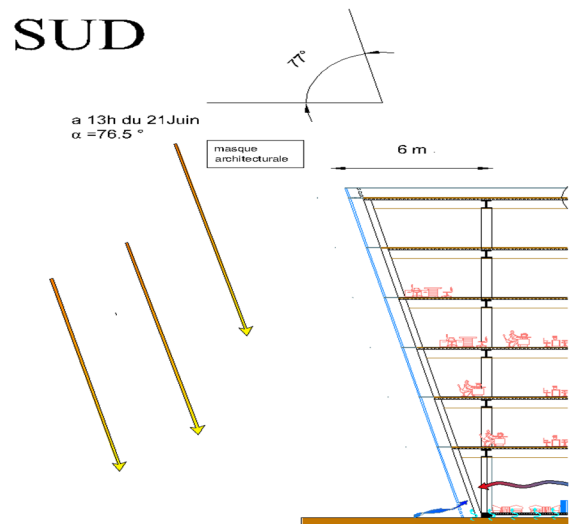


Figure IV.18: zoom sur le masque architectural coupe A-A. Source : auteurs

IV.2.1.2. Procédés actifs hivernaux et estivaux

IV.2.1.2.1. Un panneau photovoltaïque thermique (PV-T)

Un panneau solaire hybride, est un dispositif « hybride » conçu pour produire à la fois de l'électricité photovoltaïque et recueillir l'énergie thermique provenant du Soleil pour la transmettre à un fluide caloporteur.

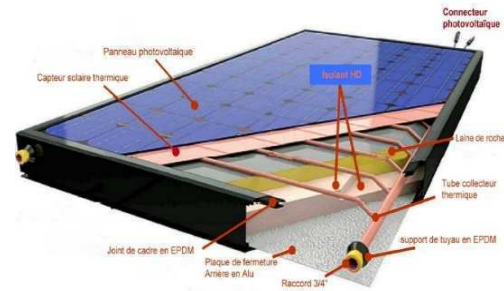


Figure IV.19 : panneau hybride.
Source : <https://www.cooltec.ch/page6.html>

- **Application dans notre projet :** *dispositif K (voir coupe A-A) page102*

Les panneaux photovoltaïque hybride sont placés au niveau de la toiture de l'entité plateforme marketing, orientés en plein sud. Permettent à la fois de produire plus de 40% de l'énergie électrique qui sera consommée par le bâtiment et d'alimenter le fluide caloporteur du plancher chauffant qui va assurer le chauffage d'une partie de cette entité en hiver et assurer également les besoins en eau chaude sanitaire.

IV.2.1.2.2. Un plancher chauffant solaire

Le plancher chauffant est composé de tubes installés entre la dalle et le revêtement de sol, reliés directement à des capteurs solaires. Ces capteurs peuvent être des panneaux photovoltaïques ou des tuiles solaires, placés sur le toit de la maison. La chaleur du soleil est transmise au liquide caloporteur (du glycol ou de l'eau) contenu à l'intérieur du circuit de chauffage.

- **Application dans notre projet :** *dispositif M (voir coupe A-A) page103*

Pour l'entité plateforme marketing nous avons un plancher chauffant irréversible, fonctionne en hiver seulement, qui est alimenté par l'eau chaude chauffé par les panneaux solaires hybrides, ce plancher chauffant fonctionne sur le principe du rayonnement par chaleur douce, se place comme un chauffage idéal, intégrant performance énergétique et confort maximale.

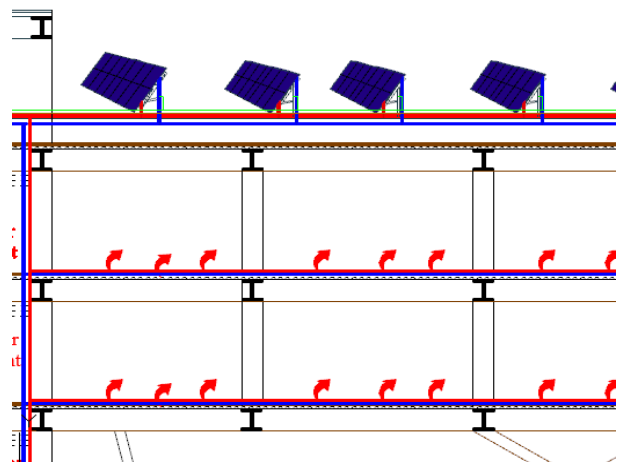
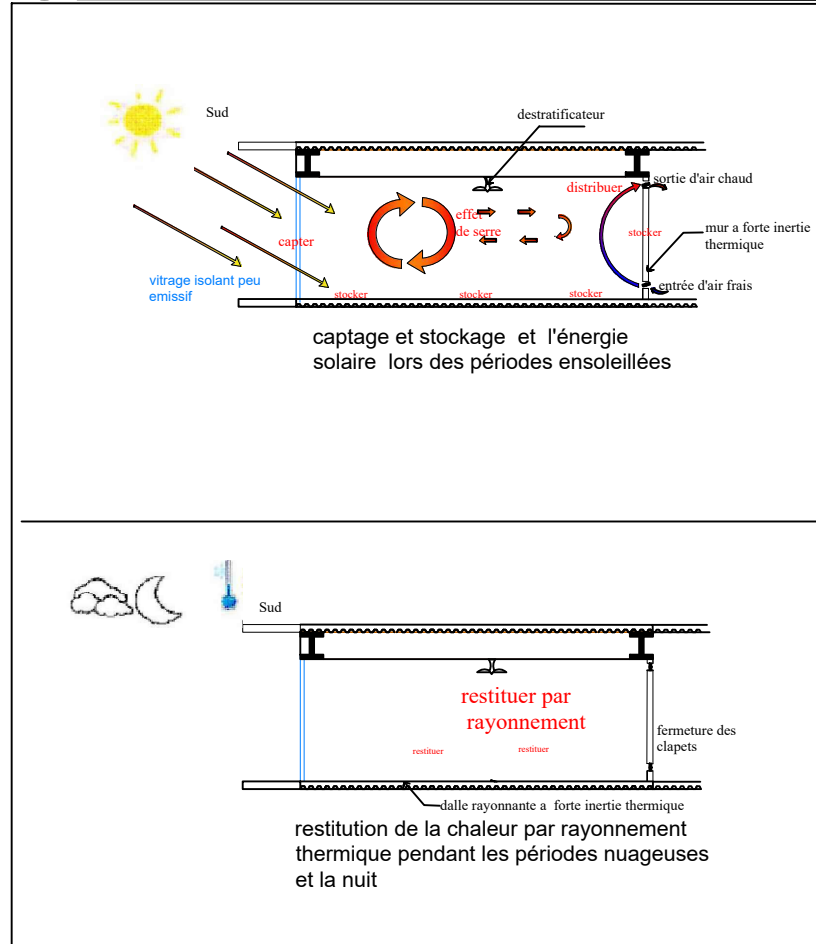


Figure IV.20 : zoom sur le plancher chauffant coupe A-A
Source : auteurs

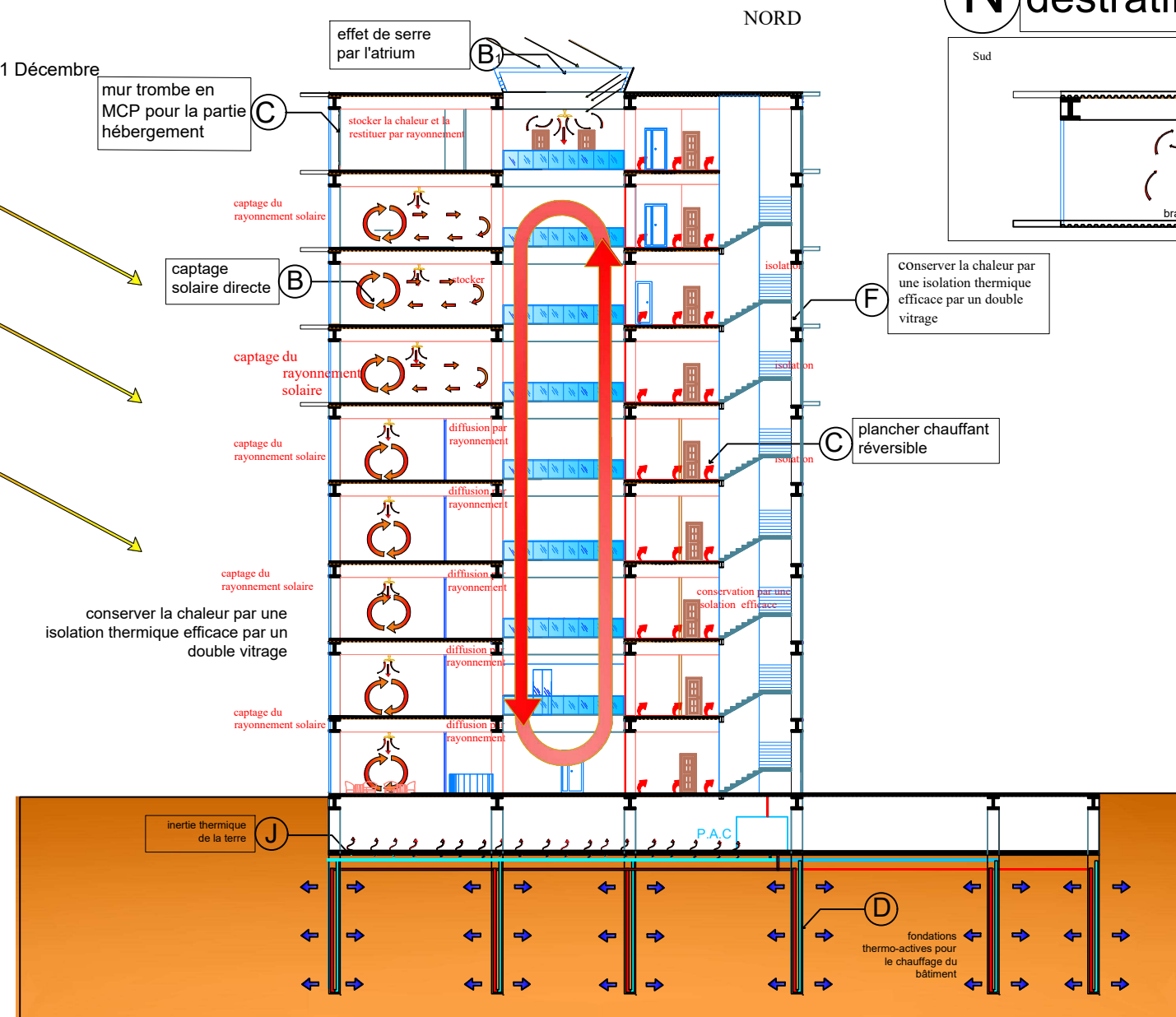
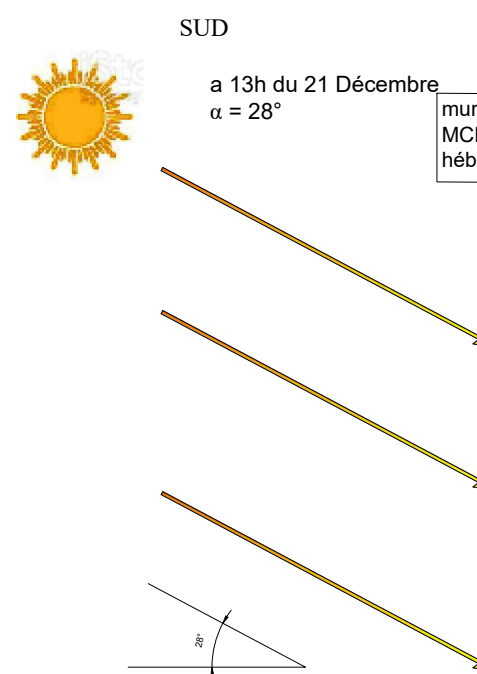
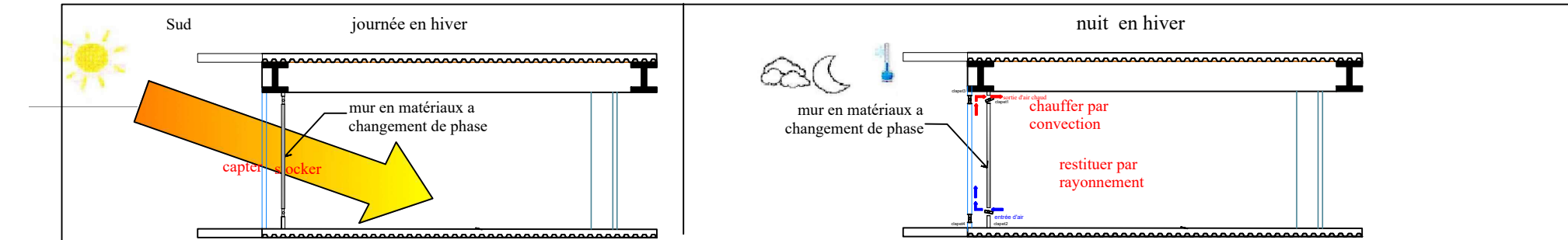
IV.2.2. Procédés bioclimatique de l'entité incubateur

stratégie du chaud

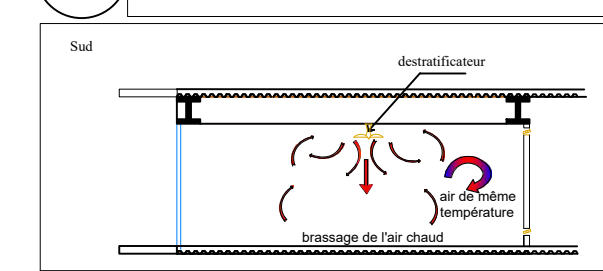
B chauffage par rayonnement solaire direct



C mur capteur accumulateur en MCP



N destratificateur

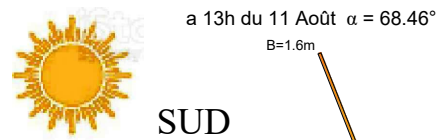


Conserver la chaleur par une isolation thermique efficace par un double vitrage

plancher chauffant réversible

IV.2.2. Procédés bioclimatique de l'entité incubateur

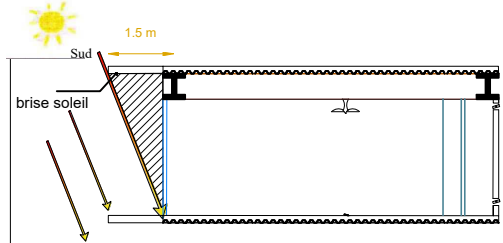
stratégie du froid



J protection solaire : brise soleil

calcul du brise soleil :

B= la longueur de la protection solaire
 H = la hauteur de l'étage 4.08
 $\alpha =$ la hauteur du soleil 68.46°
 $\text{tang } \alpha = B/H \quad B = \text{tang } \alpha * H$
 $90^\circ - 68.46^\circ = 21.54^\circ$
 $B = \text{tang} 21.54^\circ * 4.08 \quad B = 1.5\text{m}$

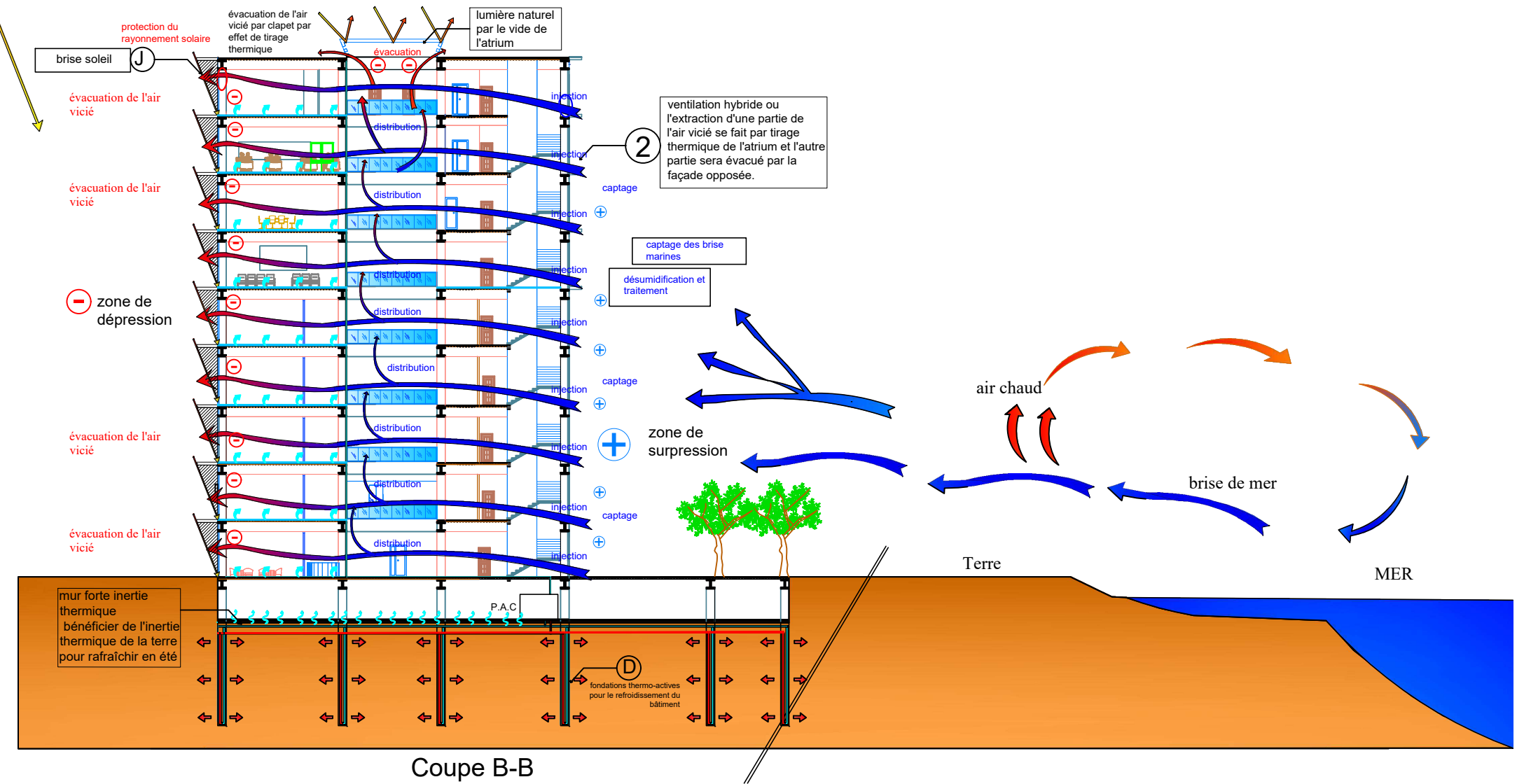
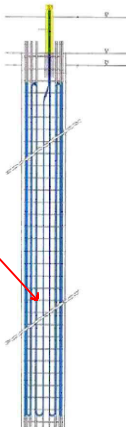


D fondations thermo-actives

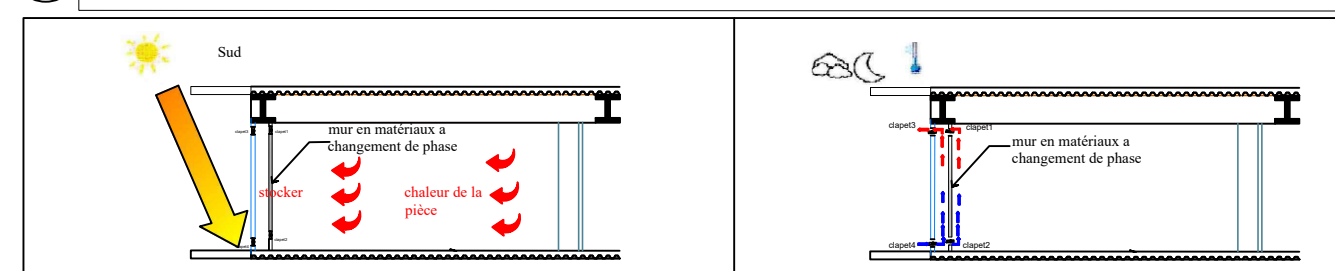
La structure du bâtiment (fondations en pieux) est utilisée pour chauffer et refroidir. L'échange d'énergie est effectué par des tubes immergés dans les structures.



les tubes intégrés dans les pieux



C mur capteur accumulateur en MCP



IV.2.2.1. Procédés passives hivernaux et estivaux

IV.2.2.1.1. chauffage par rayonnement solaire direct : l'effet de serre

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

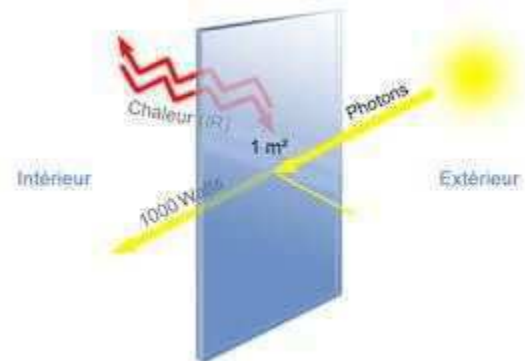


Figure IV.21 : vitrage peu émissif .Source : auteurs.<https://goodbye-kwh.com/transfert-de-chaleur-par->

- **Application dans notre projet : dispositif B** (voir coupe B-B) page 109

Ce dispositif est mis en place au niveau de la façade exposée au sud du bâtiment de l'entité incubateur. Pensée pour capter le plus de rayons solaires possibles, afin d'assurer un chauffage gratuit en hiver. Nous avons opté pour un double vitrage avec des dalles et des murs à forte inertie thermique qui vont accumuler la chaleur et la restituer quelques heures plus tard. En plus du système de rafraîchissement par ventilation naturelle nous avons prévu des brises soleil sous forme de débord de dalles afin de se protéger du rayonnement solaire d'été.

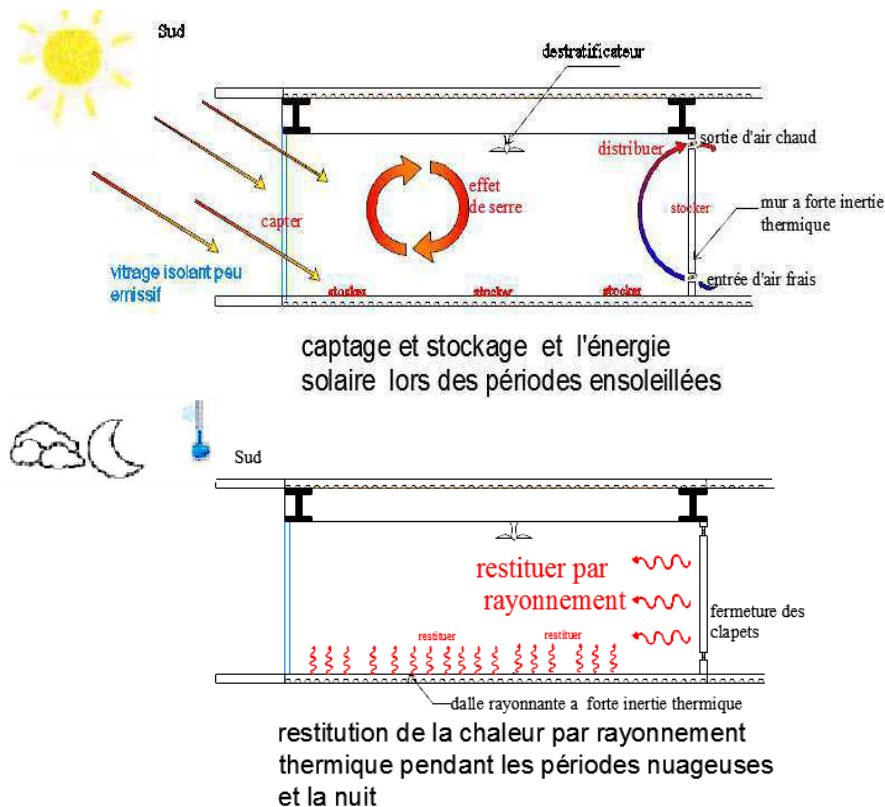


Figure IV.22 : principe de fonctionnement du chauffage par rayonnement solaire direct .Source : auteurs

IV.2.2.1.2. Mur trombe en matériaux a changement de phase « MCP » :stockage par chaleur latente

Pourquoi un matériaux a changement de phase et non pas un mur en béton ou en matériaux a forte inertie thermique ?

Les MCP dans les bâtiments ont pour but de stocker et de déstocker de l'énergie par chaleur latente en fonction des besoins de chauffage et/ou de refroidissement.

Une série de tests qui ont été réalisés sur un mur trombe en MCP placés derrière un double vitrage, démontre qu'un mur Trombe muni d'un accumulateur de chaleur latente est plus efficace qu'un mur en béton classique. Cette étude a montré aussi que l'épaisseur optimale d'une paroi en MCP est quatre fois plus mince qu'une paroi en béton³⁸.

- **Application dans notre projet : dispositif C (voir coupe B-B) page109**

Le mur capteur en MCP est utilisé au niveau de la partie hébergement de l'entité incubateur, afin de bénéficier de l'énergie solaire capté et stocké durant la journée, qui sera ensuite restitué la nuit.

- **Principe de fonctionnement :**

En hiver :

-Durant la journée : le rayonnement solaire chauffe le MCP, sa température augmente, il absorbe de la chaleur sensible jusqu'à atteindre sa température de changement de phase (fusion). Il change alors d'état, emmagasinant ainsi une quantité de chaleur supplémentaire équivalente à la chaleur latente de changement d'état qui lui correspond.

-Durant la nuit : la température du matériau à changement de phase diminue jusqu'à ce qu'il reprenne son état initial. Il

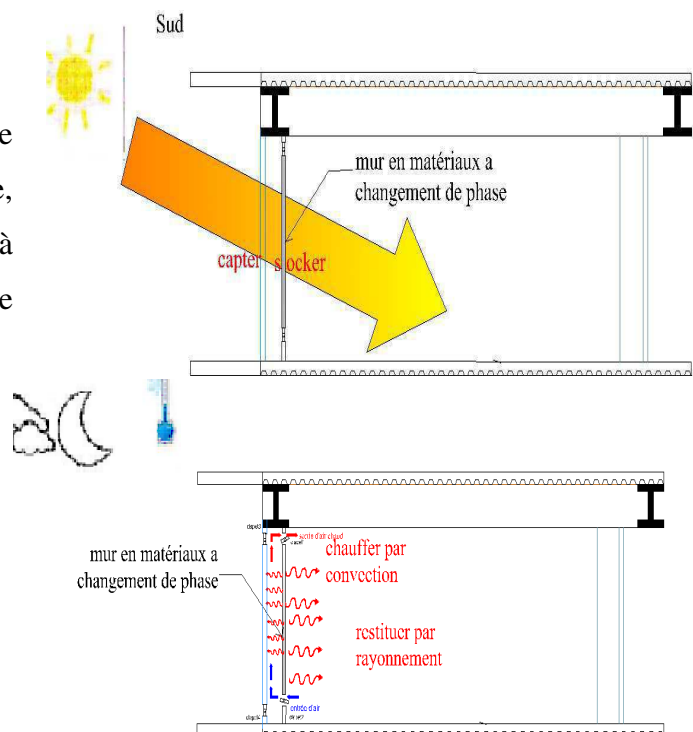


Figure IV.24 : zoom sur le principe de fonctionnement d'un mur trombe en MCP en hiver coupe B-B . Source : auteurs.

³⁸ Madjoudj. N, Imessad. K, Revue des Energies Renouvelables Vol. 19 N°4 (2016) 647 - 662 647 Matériau à changement de phase au service de la bioclimatique. [En ligne] disponible sur : https://www.cder.dz/download/Art19-4_13.pdf . (Consulté le : 12.05.2019).

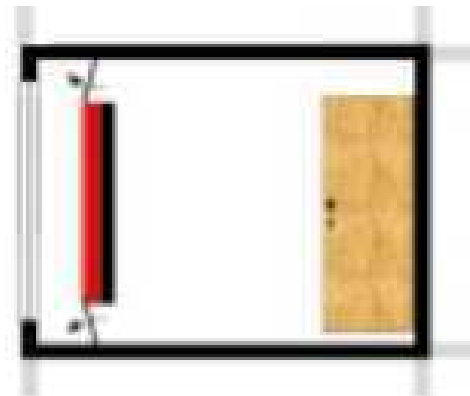


Figure IV.23: mur trombe en MCP
Source : https://www.cder.dz/download/Art19-4_13.pdf

re-émet alors la chaleur qu'il a absorbée par rayonnement des deux faces. et aussi par convection par l'air qui circule entre les deux orifices qui sont ouvert en haut et en bas, le MCP crée alors un écoulement convectif qui alimente en air chaud la pièce

En été :

-Durant la journée : le vitrage extérieur est protégé par le brise soleil. La chaleur contenue dans la pièce est absorbée par le MCP, ce qui fait augmenter sa T° au fur et à mesure. Jusqu'à atteindre la température de changement de phase. Il change alors d'état, emmagasinant une quantité de chaleur équivalente à la chaleur latente de changement d'état qui lui correspond. Ce qui fait diminuer les températures à l'intérieur

-Durant la nuit : Lorsque le soleil disparaît, la température du matériau à changement de phase diminue jusqu'à ce qu'il reprenne son état initial. Cette chaleur sera évacuée par une ventilation naturelle qui se fait par ouverture des clapets du vitrage extérieur.

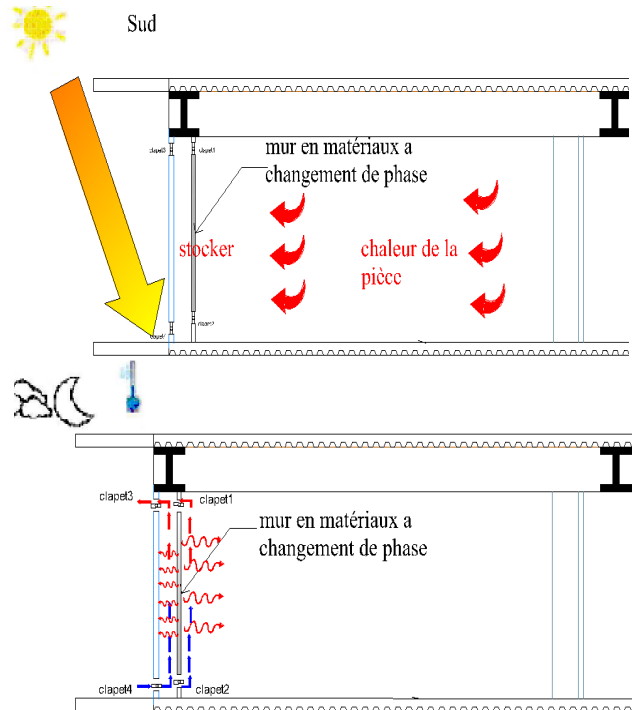


Figure IV.25 : zoom sur le principe de fonctionnement d'un mur trombe en MCP coupe B-B en été .Source : auteurs

IV.2.2.1.3. ventilation hybride Par tirage thermique et ventilation traversante.

- **Application dans le projet : dispositif 2** (voir coupe B-B page 110)

Ventilation hybride ou l'extraction d'une partie de l'air vicié se fait par tirage thermique à travers une douzaine de clapets ouverts au niveau de l'atrium, l'autre partie de l'air sera évacuée par la façade opposée tout en assurant un rafraîchissement des espaces intérieurs.

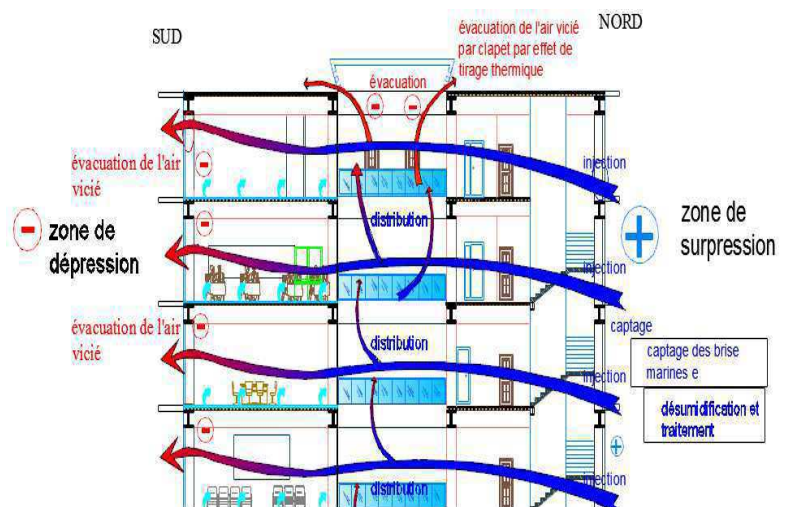


Figure IV.26 : zoom sur la ventilation de l'entité incubateur coupe B-B Source : auteurs.

IV.2.2.1.4. Protections solaires : Brise soleil

Un brise-soleil ou pare-soleil est un élément d'architecture servant à diminuer l'inconfort lié au rayonnement direct du soleil. Brise-soleil et pare-soleil sont notamment utilisés dans la conception de bâtiments dits « à haute qualité environnementale » (HQE) ou « à basse consommation d'énergie » (BBC) pour maîtriser la pénétration du rayonnement solaire à l'intérieur des locaux d'habitation ou de travail.³⁹

- **Application dans notre projet : dispositif J (voir coupe B-B) page 110**

Pour l'entité incubateur nous avons prévu des brises soleil sous forme de débord de dalle, que nous avons calculé selon la hauteur du soleil à 13h du 11 Août afin de se protéger au maximum des entrées solaires et des brises soleil orientables pour les premiers quatre niveaux.

Calcul du brise soleil

B= la longueur de la protection solaire

H = la hauteur de l'étage 4.08

α = la hauteur du soleil 68.46°

$\tan \alpha = B/H$ $B = \tan \alpha * H$

$$90^\circ - 68.46^\circ = 21.54^\circ$$

$B = \tan 21.54^\circ * 4.08$

$B = 1.5m$

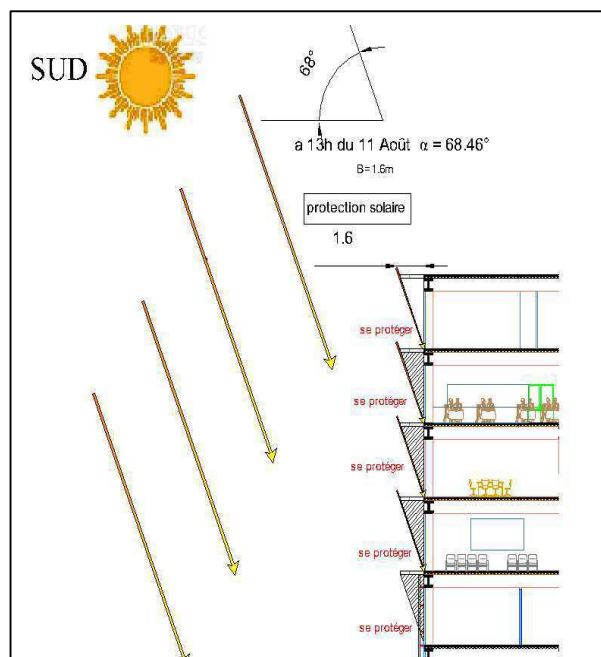


Figure IV.27: zoom sur le brise soleil de l'entité incubateur coupe B-B. Source : auteurs

IV.2.2.2. Procédés actifs hivernaux et estivaux de l'entité incubateur

IV.2.2.2.1. Rafrachissement et chauffage par la géothermie : fondations thermo-actives

Le principe des fondations thermoactives ou géostructures est simple. Il consiste pour les pieux par exemple, à y intégrer lors de leur fabrication un système de captage de l'énergie constitué d'un réseau de tubes en polyéthylène noyé dans le pieu, renforcé par une armature en fer, et dans lequel il est possible de faire circuler en circuit fermé un fluide caloporteur (de l'eau complétée de glycol). Le système de captage de l'énergie est connecté à une pompe à chaleur.



Figure IV.28 : fondation thermoactive intégré dans un pieux. Source : www.cd2e.com/sites/default/files/Cd2eS_tatic_contenu/mercrediinfo/presentation_geothermieprofessionnelle_oct10_mercinfocd2e.pdf.

³⁹ <https://fr.wikipedia.org/wiki/Brise-soleil>. (Consulté le : 12.05.2019).

Les fondations thermoactives servent donc à la fois d'éléments de portage du bâtiment et d'échangeurs de chaleur avec le terrain environnant permettant le chauffage et le refroidissement du bâtiment.⁴⁰

- **Application dans notre projet : dispositif D (voir coupe B-B) page 110**

Ce système est utilisé dans l'entité incubateur, le choix de dernier a été fait par la présence de fondations en pieux dans cette partie du projet, ce qui nous a permis d'exploiter la géothermie de la terre pour chauffer une bonne partie du projet en hiver à savoir la partie orienté au nord et de rafraîchir en été la partie orienté en plein sud.

- **Principe de fonctionnement**

-En hiver : la pompe à chaleur extrait l'énergie du sous-sol par le biais des fondations thermoactives et la restitue, avec élévation de la température, au bâtiment, ce qui permet d'en assurer le chauffage. Le système permet de couvrir une partie des besoins de chauffage, le complément étant assuré alors par un chauffage d'appoint.

-En été : Le rafraîchissement est réalisé de deux manières différentes, soit directement, soit à l'aide de la pompe à chaleur réversible.

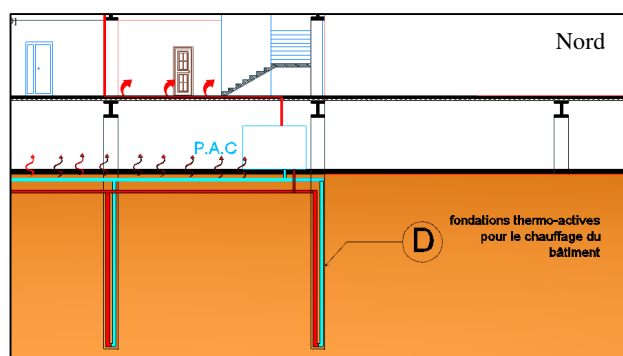


Figure IV.29: zoom sur les pieux thermoactifs en hiver Coupe B-B
Source : auteurs

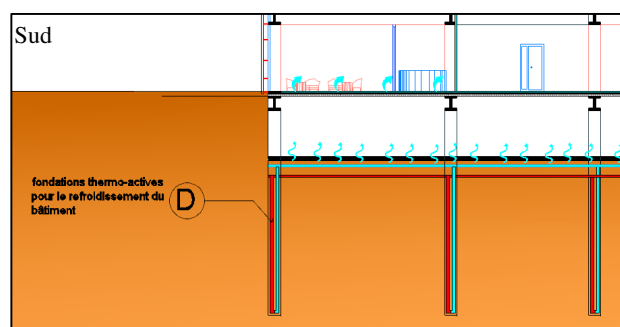


Figure IV.30 : zoom sur les pieux thermoactifs en été Coupe B-B
Source : auteurs

IV.2.2.2.2. Un plancher chauffant /rafraichissant

Un plancher chauffant-rafraîchissant est un système de chauffage et de climatisation de l'habitat qui présente l'intérêt d'utiliser une pompe à chaleur réversible pour produire indifféremment du chaud en hiver et du frais en été.⁴¹

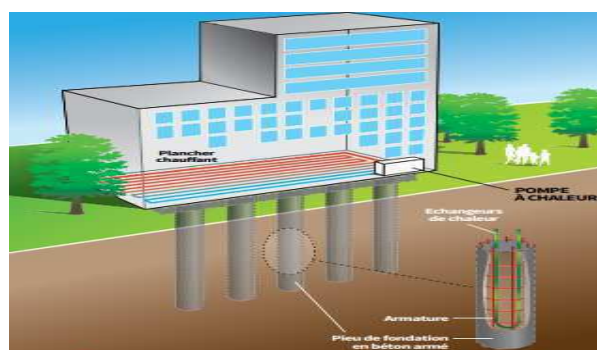


Figure IV.31 : plancher chauffant rafraichissant
https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/chauffer_rafraichir_geothermie_tres_basse_energie.pdf

⁴⁰ <http://www.geothermie-perspectives.fr/article/pompe-chaleur-fondations-thermoactives>. (Consulté le : 14.05.2019).

⁴¹ <https://www.climamaison.com/lexique/plancher-chauffant-rafraichissant.htm>. (Consulte le : 14.05.2019).

- **Application dans notre projet : dispositif L** (voir coupe B-B) page 109 et 110

Pour l'entité incubateur nous avons utilisé un système de plancher chauffant réversible qui sera alimenté par les fondations thermoactives qui sont à leur tour connectées à une pompe à chaleur, ce plancher fonctionne en hiver comme en été et assure le chauffage de la partie nord de l'entité en hiver et en été assure le rafraîchissement de la partie sud du bâtiment.

IV.2.2.2.3. Déstratificateur d'air

L'air chaud, plus léger que l'air froid, monte naturellement. L'air se superpose ainsi en strates de différentes températures, de la plus froide à la plus chaude. Et plus le plafond est haut, plus la différence de température entre le sol et celui-ci est grande. Cette différence peut ainsi atteindre 1 °C par mètre de hauteur, voire 1,5 °C si le plafond fait plus de 4 m de haut.⁴²



Figure IV.32 : déstratificateur d'air . Source : <https://www.edf.fr/entreprises/le-mag/le-mag-entreprises/conseils-energie-competitivite/pourquoi-s-equiper-d-un-destratificateur-d-air>

- **Application dans notre projet : dispositif N** (voir coupe B-B) page 109

Le rôle du déstratificateur d'air est de brasser l'air de la pièce, de la partie haute vers la partie basse, pour homogénéiser la température et supprimer les zones froides.

En été le déstratificateur fonctionne pour économiser l'énergie consommée par la climatisation. Il peut aussi servir à évacuer l'air chaud vers l'extérieur.

Ce système de brassage de l'air, nous permet de réduire jusqu'à 30 % le coût et les émissions de CO₂ liés au chauffage du bâtiment et limiter les pertes de chaleur par le toit.

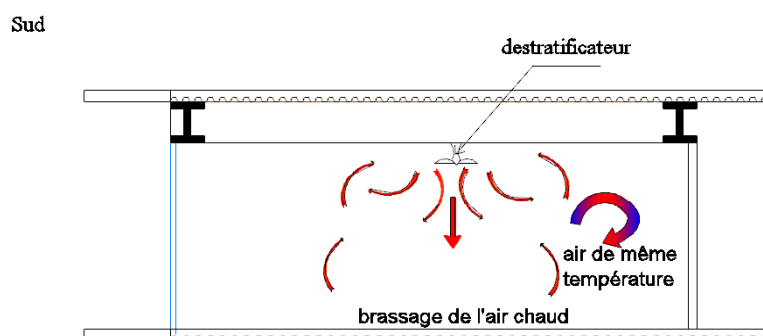


Figure IV.33 : zoom sur le déstratificateur d'air coupe B-B. Source : auteurs

⁴² <https://economie-d-energie.ooreka.fr/astuce/voir/732575/destratificateur-d-air>. (Consulté le : 14.05.2019).

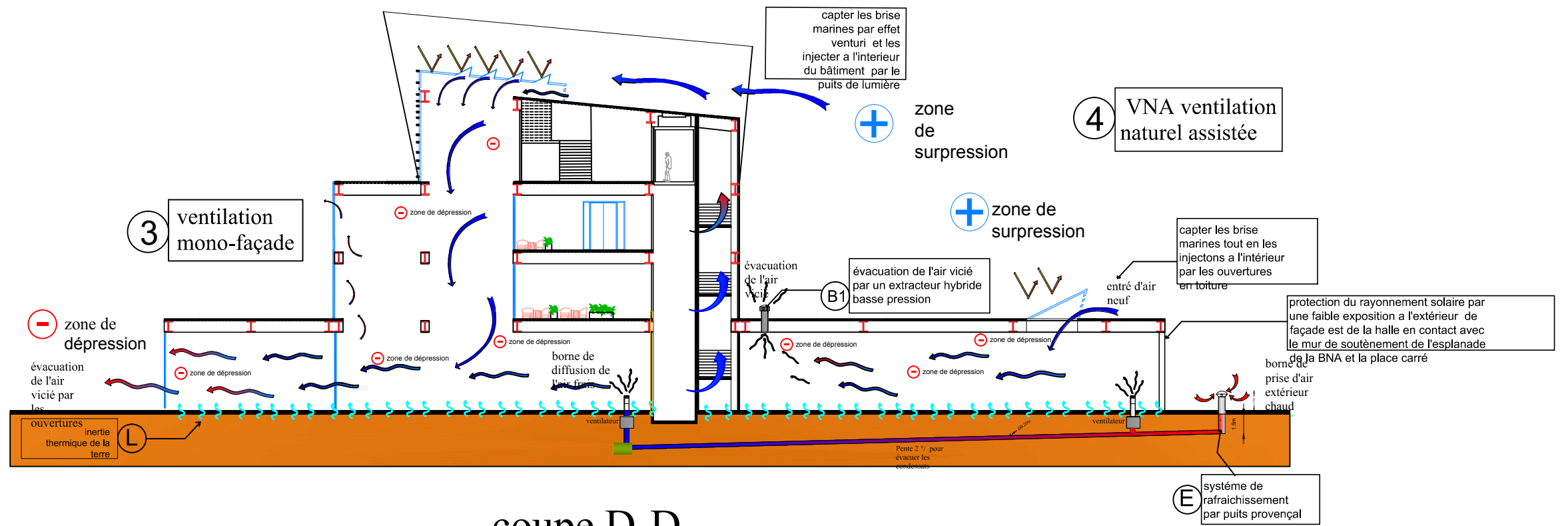
IV.2.3. Procédés bioclimatique de l'entité recherche et expérimentation



stratégie du froid

OUEST

EST

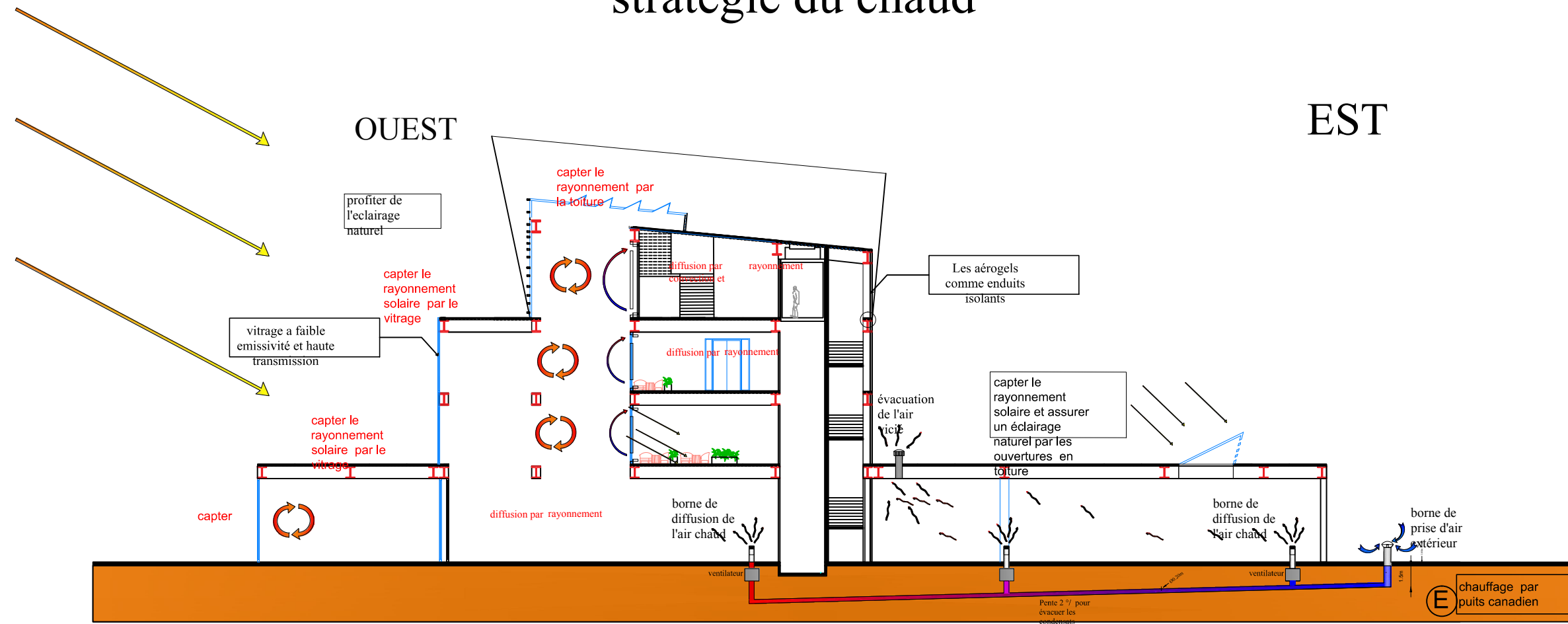


coupe D-D

IV.2.3. Procédés bioclimatique de l'entité recherche et expérimentation



stratégie du chaud



IV.2.3.1. Procédés passives hivernaux et estivaux

IV.2.3.1.1. Rafrachissement et chauffage par des tubes enterrés: Puits canadien /provençal

Un échangeur air-sol utilisé pour rafraîchir ou réchauffer l'air ventilé dans un bâtiment. Sert à alimenter un bâtiment en air en le faisant circuler auparavant dans une conduite enterrée à 1.5m de profondeur a une température qui varie entre 10C° et 16C° selon les saisons, l'air est donc réchauffé ou refroidit d'une dizaine de degré par rapport a la température extérieure en utilisant l'inertie thermique du sol. l'intérêt d'être écologique et discret ce qui n'est pas le cas d'une climatisation classique.⁴³

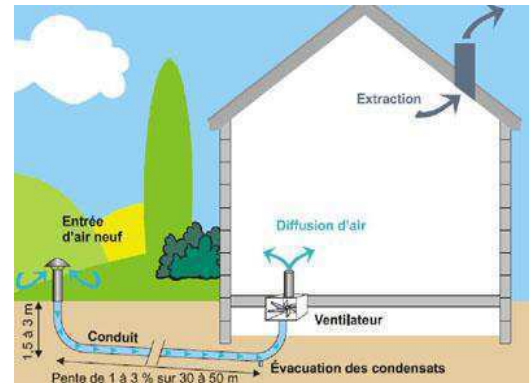


Figure IV.34 : principe du puits canadien/provençal.
Source : <http://www.sodielec-berger.fr/fr/content/255/88/vmc/puits-canadien-puits-canadien>

- **Application et mise en œuvre dans notre projet : dispositif E (coupe D-D) page 117**

Ce système est utilisé dans la partie du socle du centre de recherche qui nous permet d'apporter une source de chauffage saine et naturelle en hiver et de renforcer le système de rafraichissement du socle en été.

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

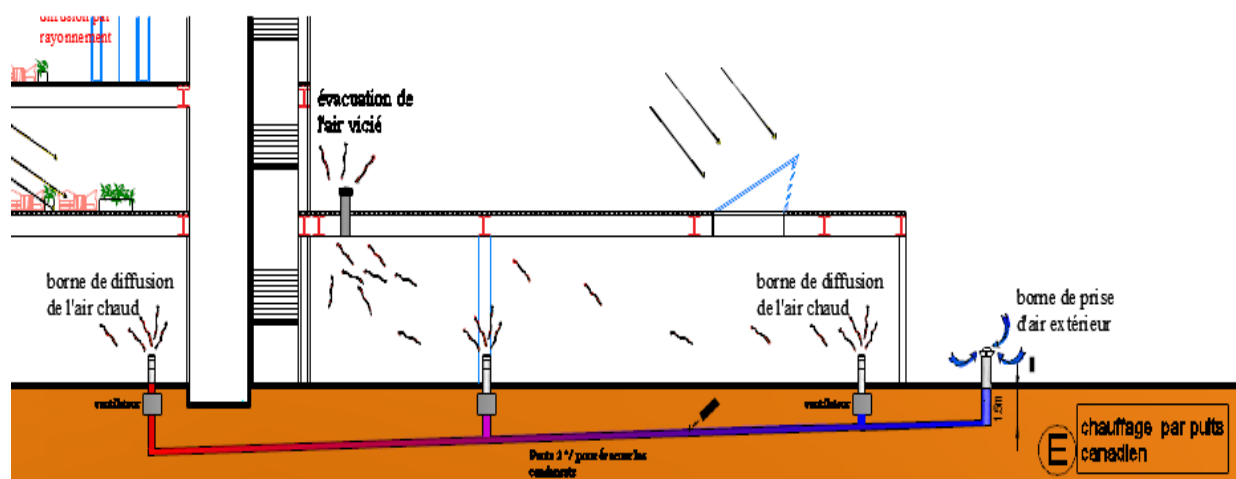


Figure IV.35 : zoom sur le principe de fonctionnement d'un puits canadien en hiver coupe D-D. Source : auteurs

⁴³ <http://www.sodielec-berger.fr/fr/content/255/88/vmc/puits-canadien-puits-canadien>. (Consulté le : 15.05.2019).

Le puits provençal garde le même principe de fonctionnement en été, où l'air chaud ramené depuis l'extérieur est rafraîchi avant d'être distribué à l'intérieur.

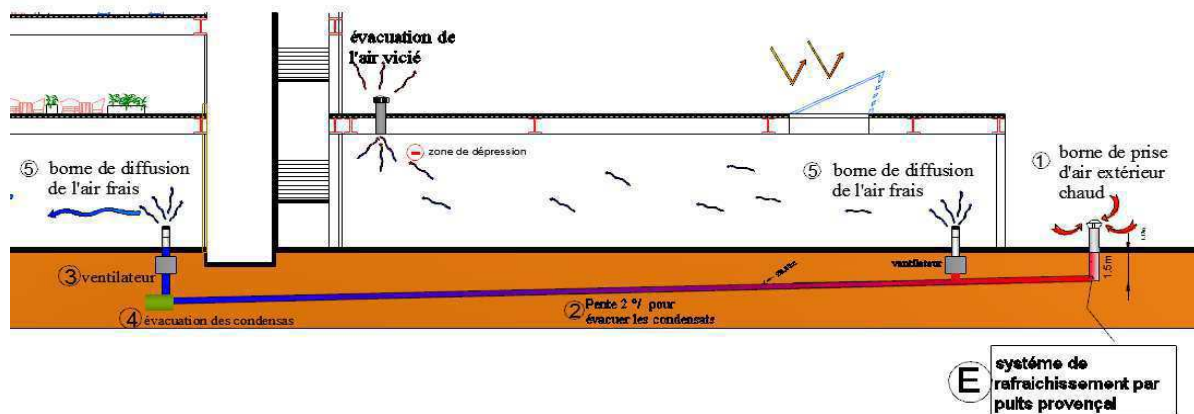


Figure IV.36: zoom sur le principe de fonctionnement d'un puits canadien coupe D-D.

Source : auteurs

IV.2.3.1.2.ventilation monofaçade par tour a vent revisitée

Les capteurs de vent sont des dispositifs utilisés traditionnellement en Iran. Ils sont également appelés badgir. C'est une sorte de cheminée montée en toit qui capture le vent à grande hauteur, où la vitesse du vent, et donc la pression dynamique du vent, est généralement plus élevée.

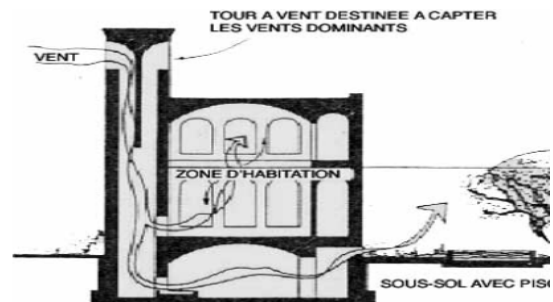


Figure IV.37 : tour à vent traditionnel.

Source : www.detailsdarchitecture.com/tag/tour-a-vent/

- **Application dans notre projet : dispositif 3 (voir coupe D-D) page 118**

Afin d'assurer le rafraîchissement de la partie administration et accueil du centre de recherche de la manière la plus naturelle possible nous avons opté pour des puits de lumière, en plus de l'éclairage naturel qu'ils vont fournir, ils vont faire capter les brises de mer en haut et les injecter à l'intérieur du socle (le même système de fonctionnement d'une tour à vent), l'air frais sera distribué et ensuite évacué par la façade ouest ouverte.

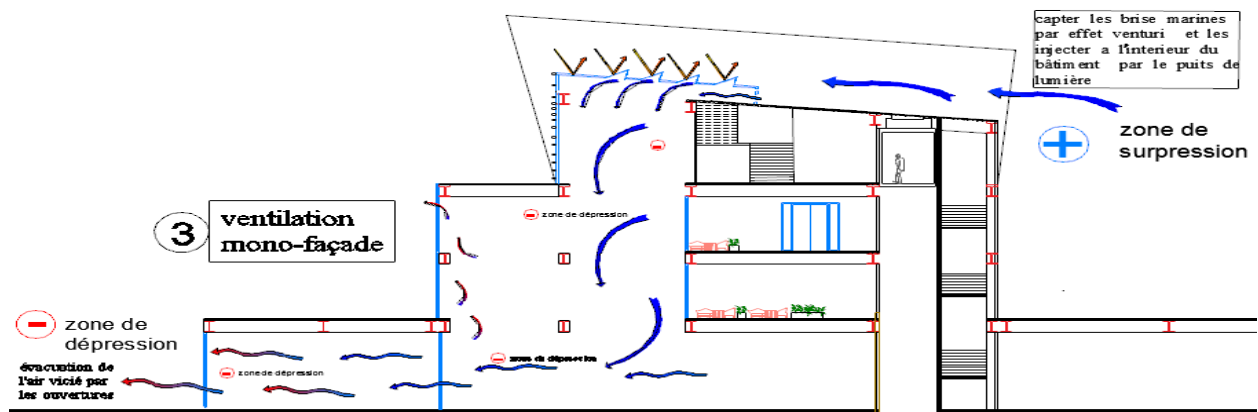


Figure IV. 38 : zoom sur le puits de lumière coupe D-D.

Source : auteurs

IV.2.3.1.3. La ventilation naturelle assistée par extracteur stato-mécanique.

Le principe de fonctionnement est le même que dans le cas d'une ventilation naturelle. La différence réside dans l'installation supplémentaire d'une assistance mécanique à certains endroits pour assurer des débits minimums, Elle utilise un dispositif d'extraction mécanique coiffant les conduits de ventilation. L'assistance mécanique à la ventilation naturelle est déclenchée par programmation à l'aide d'une horloge où à l'aide d'un thermostat).⁴⁴

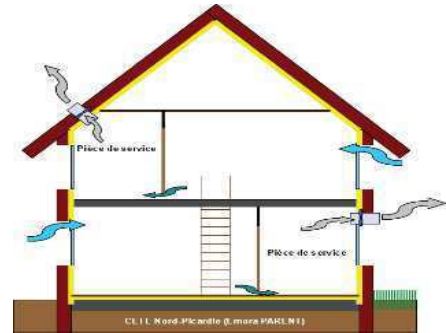


Figure IV.39 : système de ventilation naturelle assistée. Source :

- **Les extracteurs hybrides basse pression MAXIVENT**

Les extracteurs hybrides basse pression sont des appareils permettant d'assurer la ventilation et de garantir un débit minimum d'extraction de l'air vicié. Composé à sa base d'un cône à effet venturi, l'action du vent est amplifiée afin d'exploiter l'énergie renouvelable éolienne et générer naturellement l'extraction de l'air. Permet donc une consommation électrique des extracteurs réduite de par le fonctionnement naturel éolien.



Figure IV.40 :extracteur d'air MAXIVENT Source : www.google.com

- **Application dans notre projet : dispositif 4 (voir coupe D-D) page118**

La halle technologique est doublement ventilée, par un système de ventilation naturel assistée grâce aux ouvertures sur le toit qui injectent l'air à l'intérieur, ou il sera ensuite extrait par des extracteurs hybride. Ce système va permettre de répondre aux besoins de confort et de salubrité de la halle, tout en limitant les consommations en énergie primaire. Un système de rafraîchissement et de ventilation passif grâce aux puits provençal qui viennent renforcer la VNA.

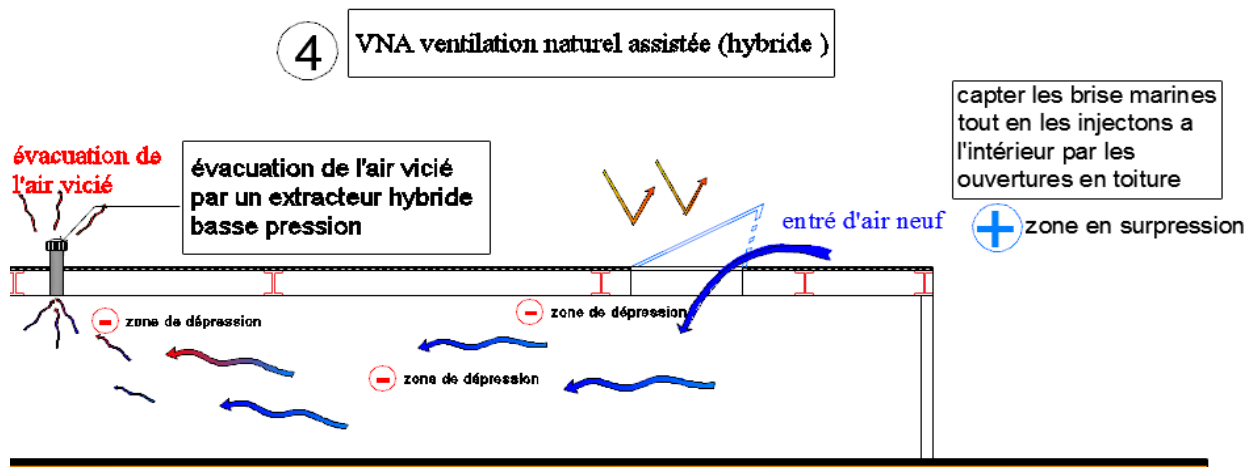
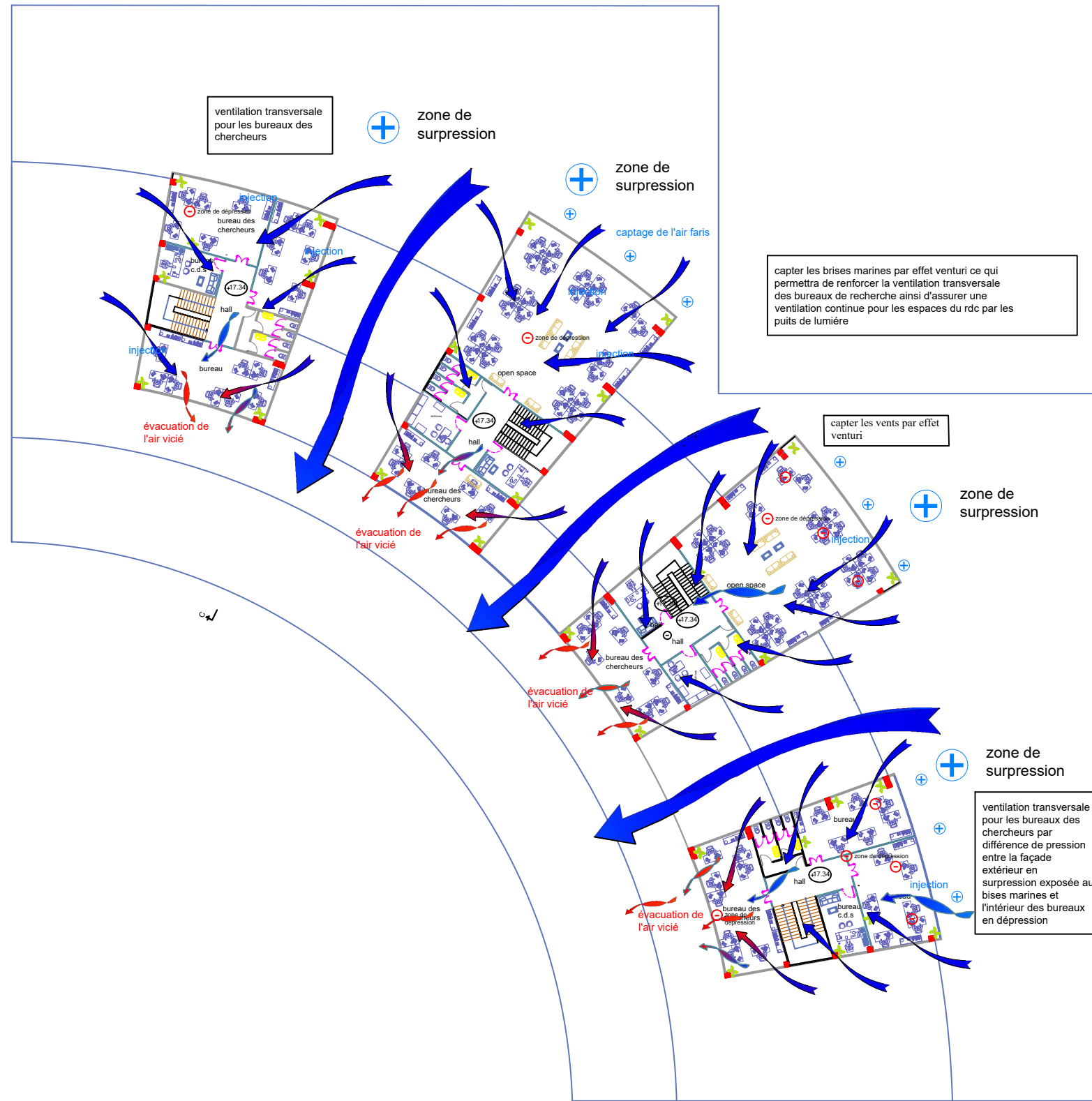


Figure IV. 41 : zoom sur le système de la ventilation naturel hybride coupe D-D. Source : auteurs

⁴⁴ Vivre mieux dans un bâtiment avec un air de qualité : http://www.nouvelle-aquitaine.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/FICHES_MONTAGE_2.pdf consulté le 21/05/2019. (consulté le : 15.05.2019).

Ventilation par effet venturi des sous-entités de recherche



Plan de R+4

IV.3. Renforcement de la stratégie bioclimatique L'apport de nouvelle technologie

IV.3.1. Ascenseur a réinjection de courant : Alliant confort et économie d'énergie

Les bâtiments représentent près de 40% de la consommation mondiale d'énergie et les ascenseurs environ 10% de la consommation d'énergie d'un immeuble. Des améliorations sont en cours, visant à diminuer la consommation d'énergie des ascenseurs, l'énergie de freinage de la machine n'étant plus dissipée dans des résistances mortes es, mais renvoyée sur le réseau.



Figure IV.42 : ascenseur économe en énergie. Source : drome-ecobiz.biz/jcms/prod_78773/fr/sodimas-sort-un-nouvel-ascenseur-econome-en-energie

Concrètement, l'énergie de l'ascenseur est renvoyée dans le réseau électrique de l'immeuble. Ainsi, sur un bâtiment de 20 étages (course de 60 m), un ascenseur de 1275 kg (16 personnes), effectuant 300 000 trajets par an à la vitesse de 1,6 m/s, voit sa consommation passer de 12 845 à 3 261 kWh s'il est équipé d'un tel système.⁴⁵

Les ascenseurs équipés d'entraînements à régénération d'énergie consomment jusqu'à 50% de moins d'énergie que des modèles conventionnels. L'énergie produite lors du freinage de la cabine est convertie en courant électrique qui est réinjecté dans le bâtiment.

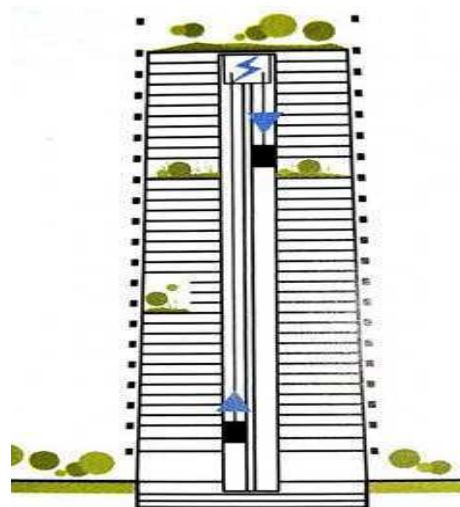


Figure IV.43 ascenseur a réinjection de courant. Source : jacques Ferrier, architecture durable, éditions du pavillon de l'arsenal, 2009, page 98

IV.3.2. Micro-cogénération au gaz naturel

Une installation de cogénération permet de produire simultanément de la chaleur (chauffage et ECS) et de l'électricité à partir d'une même source d'énergie. Cette combinaison de production permet des économies d'énergie primaire et une baisse des émissions de gaz à effet de serre, comparée à des installations séparées.⁴⁶ la cogénération n'utilise pas de l'énergie renouvelable cogénération n'utilise pas de l'énergie renouvelable mais offre un rendement très élevée grâce à la récupération de l'énergie



Figure IV.44: une installation de cogénération a petite échelle. Source : www.eubia.org/images/projects/old/RESTMAC_Cogeneration__french.pdf

⁴⁵ <https://www.cahiers-techniques-batiment.fr/article/ascenseurs-allier-confort-d-utilisation-et-economie-d-energie.23905>. (Consulté le : 17.05.2019).

⁴⁶ <https://www.guidibatimentdurable.brussels/fr/cogeneration.html?IDC=10442>. (Consulté le : 17.05.2019).

thermique renouvelable mais offre un rendement très élevée grâce à la récupération de l'énergie thermique .

Le fonctionnement d'une installation de cogénération :

- Le **moteur** (généralement à combustion interne) alimenté par un combustible (gaz, l'huile végétale...) met en mouvement un **générateur produisant de l'électricité**, qui est injectée sur le réseau électrique ;
- Des **échangeurs de chaleur** permettent de récupérer la chaleur des gaz d'échappement, ainsi que celle du circuit d'eau de refroidissement du moteur et parfois de l'huile de lubrification. Cette chaleur est utilisée pour le chauffage et l'ECS.

La production combinée de chaleur et d'électricité, permet d'économiser de 15 à 20% d'énergie par rapport aux installations séparées classiques.

IV.4. Matériaux et parois

Le choix des matériaux est un élément capital dans toute conception bioclimatique. Pour notre projet le choix a été fait selon plusieurs critères à savoir leur stockage de chaleur, leur rapidité d'absorption et de restitution de la chaleur, leurs résistances thermiques et le taux d'absorption des rayons lumineux.

IV.4.1. Les super-isolants : un vrai tournant en termes de performances thermiques

Leur pouvoir isolant pourrait être jusqu'à 5 fois meilleur que celui des isolants classiques utilisés en masse aujourd'hui (laine de verre, polystyrène...). Grâce à une structure très poreuse.

- **L'aérogel de silice pour la résistance**

L'aérogel est un matériau dernière génération, à la pointe de la modernité. Les ingénieurs en nanotechnologie ont réussi à développer un isolant composé à **99,8 % d'air**, rendant l'aérogel plus léger que n'importe quel autre isolant tout en conservant une solidité éprouvée. Le gel transparent qui le compose contient un gaz qui permet à l'isolant d'être trois fois plus efficace qu'une laine de verre.

Ce nouvel isolant hautement technologique présente énormément d'avantages – dont la meilleure résistance thermique grâce à une très faible conductivité – tout en étant entièrement recyclable.

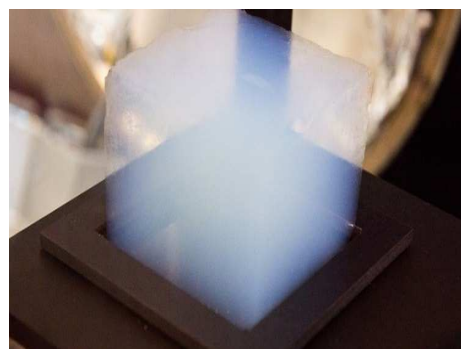


Figure IV.45 : isolant aérogel.
<http://www.dj-subzero.fr/isolant-aerogel/>

IV.4.2. Le verre comme enveloppe isolante

Pour répondre au problème de l'éclairage naturel au sein de notre projet, nous avons eu recours à de grandes surfaces vitrées sur les façades, pour cela nous avons choisis des verres qui vont nous permettre d'assurer un confort d'ambiance et un éclairage naturel souhaité dans les différents espaces du projet en saison froide comme en saison chaude, et cela par :

- **Double vitrage de contrôle solaire à haute sélectivité et à isolation thermique Renforcée**

CLIMAPLUS XTREME est un double vitrage de contrôle solaire, à Isolation Thermique Renforcée. Un de ses composants, le verre COOL-LITE XTREME qui a été revêtu, par pulvérisation cathodique sous vide, d'une couche peu émissive à facteur solaire bas et haute transmission lumineuse. Le double vitrage CLIMAPLUS XTREME permet d'accéder à un excellent confort thermique et de minimiser les besoins énergétiques des bâtiments.

-En été et en intersaison, il réduit fortement les risques de surchauffe dus à l'ensoleillement des surfaces vitrées.

-En hiver il assure une excellente isolation thermique.

-La transmission lumineuse est particulièrement élevée (60 %) pour un vitrage de contrôle solaire aussi performant ; elle procure une ambiance claire et naturelle.

-Grâce à son excellent facteur solaire ce vitrage réfléchit la chaleur du soleil.

-Il apporte un confort thermique accru, avec des températures plus agréables en été.

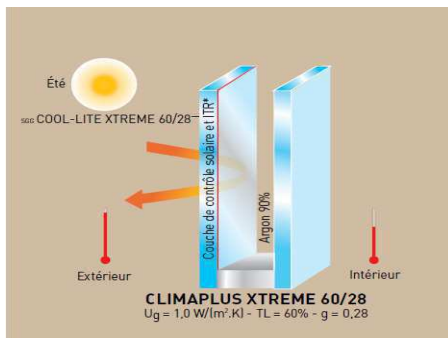


Figure IV.47 : fonctionnement du vitrage isolant en été. Source : www.pinetrest.com

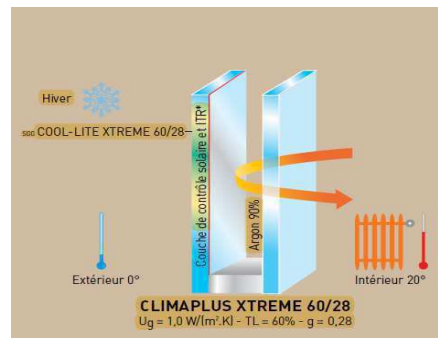


Figure IV.46 : fonctionnement du vitrage isolant en hiver. Source : www.pinetrest.com

IV.4.3. Les matériaux à changement de phase

Les (MCP) dans les bâtiments ont pour but de stocker et de déstocker de l'énergie en fonction des besoins de chauffage et/ou de refroidissement, Il s'agit ici de l'utilisation des MCP par intégration de ceux-ci dans les divers éléments constituant un bâtiment : enveloppes du bâtiment, plafonds, plancher, parois, menuiseries, mobiliers...

IV.3.3.1. Intégration des MCP dans l'enveloppe

L'Energain est un produit qui se présente sous la forme d'un panneau constitué de deux feuilles d'aluminium renfermant un composé solide de copolymère (éthylène, 40%) et de paraffine (60%). Ce panneau avance une diminution de 15% d'énergie de chauffage et jusqu'à 35% d'énergie de climatisation.⁴⁷

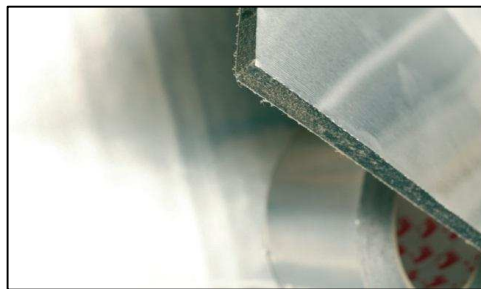


Figure IV. 48 : panneaux Energain.

Source : http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=EFFENERGY_Brochure_FR.pdf

- **Le principe de fonctionnement de l'Energain**

- Si la température intérieure de la pièce, dans laquelle a été incorporé le matériau, est inférieure à 20°C, la cire de paraffine conserve son état solide
- Lorsque la température dépasse 21,7°C, le changement de phase commence et la cire fond en absorbant les calories énergétiques de la température ambiante de la pièce (rayonnement solaire et/ou gains internes) et en les stockant dans le panneau. Dans le cas où la température redescend en dessous de 20°C, un nouveau changement d'état survient et la cire de paraffine se solidifie, restituant ainsi la chaleur à l'intérieur de la pièce.

IV.3.4. Le béton cellulaire

Une brique de béton cellulaire a de nombreux avantages par rapport à une brique de béton classique. En effet, ce matériau a de multiples intérêts : avec une excellente isolation thermique et phonique, il permet de bâtir des murs 100% ininflammables, qui permettront d'éviter la propagation d'un incendie. Le béton cellulaire a pour autre avantage sa grande légèreté, ce qui participe d'ailleurs à sa facilité de pose.

Il n'est pas polluant à produire, ce qui en fait un matériau très écologique. Pour comparaison, sa production nécessite jusqu'à deux fois moins d'énergie que celle d'une brique en terre cuite.



Figure IV.49: brique en béton cellulaire

Source : <https://construction-maison.ooreka.fr/astuce/voir/747651/beton-cellulaire>.

⁴⁷ <https://www.lemoniteur.fr/article/panneaux-a-changement-de-phase-pour-creer-de-l-inertie-thermique.625274>. (Consulté le : 17.05.2019).

Conclusion

À travers ce chapitre, nous avons exposé l'aspect bioclimatique de notre projet. Il a été question tout d'abord de procéder à la présentation des différents principes de la conception bioclimatique établis dans l'ensemble du projet ; sa forme architecturale, son orientation et son implantation ainsi que les procédés de ventilation. Puis, nous avons également déterminé les procédés (passifs et actifs) intégrés dans chaque entité, tout en expliquant leurs principes de fonctionnement et leurs définitions comme appui théorique. Nous avons essayé de renforcer l'ensembles de ces procédés bioclimatiques par de nouvelles technologies et par le moyen de nouveaux matériaux qui vont participer à leurs tours au confort thermique en période estivale comme en période hivernale.

Cette approche nous a permis de concevoir un projet qui respecte son environnement et assurant une meilleure qualité de confort au sein de différentes entités de la manière la plus naturelle possible tout en s'adaptant au contexte et en profitant au plus haut point des apports naturels et gratuits.

Conclusion générale

Conclusion générale

Au terme de ce travail, nous sommes parvenues à concevoir un projet architectural qui s'inscrit harmonieusement dans son tissu urbain et son environnement ; un projet qui répond aux différentes problématiques liées au contexte et les exigences thématiques et climatiques.

À travers notre centre d'innovation technologique des énergies renouvelables, projeté au quartier d'El Hamma à Alger, nous allons contribuer à l'amélioration des conditions d'innovation technologiques, de la recherche et de la formation et cela par la mise au profit des jeunes entrepreneurs et de l'élite une l'atmosphère de travail adéquate et en favorisant et en promouvant l'émergence de nouvelles startups au sein de l'incubateur d'entreprise et le centre de recherche. Les produits des startups sont destinés à être commercialisés par la suite au sein de la plateforme marketing. Notre projet va favoriser les échanges entre les entrepreneurs, chercheurs, innovateurs et contribuera également à la sensibilisation de la population de l'importance de l'utilisation des énergies renouvelables et verser la culture de préservation des énergies non renouvelable et de réduire la consommation énergétique.

Par ailleurs, notre projet participera au rehaussement de l'image du quartier d'el Hamma, et plus globalement l'image de la capitale Alger. Il va aussi participer au développement économique du secteur des énergies renouvelables à l'échelle nationale.

En plus du rôle productif de notre projet en termes de création et développement de nouveaux produits des EnR, il sera un modèle et un exemple de bâtiment durable à faible consommation énergétique et soucieux de son environnement à travers l'ensemble des techniques et procédés bioclimatiques utilisées.

Liste des figures

Liste des figures

Figure I.1: vue de la ville d'Alger	1
Figure I.2 : carte de situation de la ville d'Alger	2
Figure I.3 : carte d'accessibilité de la ville d'Alger	2
Figure I.4 : carte de la topographie de la ville d'Alger.....	2
Figure I.5 : Aperçu historique de la ville d'Alger.....	3
Figure I.6 : carte d'évolution hisorique de la ville d'Alger.....	3
Figure I.7: propositions d'orientations de la ville d'Alger depuis l'indépendance.	4
Figure I.8 : les étapes du plan master de la ville d'Alger	4
Figure I.9 :les projet qui transforment la ville d'Alger.....	4
Figure I.10: vue aérienne sur la situation du Hamma.....	5
Figure I.11: vue aérienne de limites physiques du Hamma Source : Google Earth	5
Figure I.12 : carte de limites administratives du Hamma.....	5
Figure I.13 :vue aérienne de délimitaion naturelles du Hamma.....	6
Figure I.14 : Carte de l'accessibilité au quartier d'el Hamma.....	6
Figure I.15 : coupe schématique sur le quartier Hamma.....	6
Figure I.16 : carte du Hamma avant 1830	7
Figure I.17:carte du Hamma entre 1832 et 1846.....	7
Figure I.18 : carte du Hamma entre 1846-1880	7
Figure I.19 : carte du Hamma entre 1880-1930	7
Figure I.20 : carte du Hamma entre 1930 et 1962.....	7
Figure I.21 : carte du Hamma entre 1962 -1984	7
Figure I.22 : carte du Hamma actuel	7
Figure I.23 : Moyennes mensuelles de température d'Alger.	8
Figure I.24 : Cumul mensuel de précipitation (2007-2017).....	9
Figure I.25 : Humidités relatives moyennes mensuels d'Alger(2007-2017).....	10
Figure I.26 : Vitesses moyennes mensuelles des vents (2007-2017).....	11
Figure I.27 : rose des vents.....	11
Figure I.28 : Diagramme solaire du quartier du Hamma.....	12
Figure I.29: Diagramme de Givoni du quartier el Hamma.....	13
Figure I.30 : Données sociale du secteur du Hamma	15
Figure I.31 : vue sur la coulée verte du Hamma.....	16
Figure I.32 : La baie d'Alger.....	16
Figure I.35 : Diagramme d'évolution annuelle des concentrations en poussières au Hamma	16
Figure I.34 : la circulation dense rue Mohamed Belouizdad.....	16

Figure I.33 : Vétusté des façades	16
Figure I.36 : carte de système viaires du Hamma.	16
Figure I.37 : carte des tissus urbains du quartier du Hamma	19
Figure I.38 : carte de tissu moderne	19
Figure I.39 : carte de l'ancien tissu	19
Figure I.40 : carte de l'ilot prioritaire.....	19
Figure I.41 : carte des équipements du Hamma.	20
Figure I.42 : carte des places et nœuds du Hamma	20
Figure I.43 : la parcelle d'intervention.....	21
Figure I.44 : les limites de site d'intervention	21
Figure I.45 : accessibilité à la parcelle	21
Figure I.46 : forme et dimension de la parcelle d'intervention	22
Figure I.47 : coupe schématique de l'assiette d'intervention.....	22
Figure I.48 : environnement immédiat du site d'intervention.....	22
Figure I.49 : directions des vents dominants.....	23
Figure I.50 : Diagramme solaire du mois de Décembre.....	24
Figure I.51 : Diagramme solaire du mois Du février.	24
Figure I.52 : Coupe schématique A-A de l'ensoleillement et l'ombrage de la parcelle à 8h.....	25
Figure I.54 : Coupe schématique B-B de l'ensoleillement et l'ombrage de la parcelle à 13h.....	25
Figure I.55 : Coupe schématique B'-B' de l'ensoleillement et ombrage de la parcelle à 12.40h.....	25
Figure I.53 : Coupe schématique A'-A' de l'ensoleillement et ombrage de la parcelle à 8.40h.....	25
Figure I.56 : Coupe schématique C-C de l'ensoleillement et l'ombrage de la parcelle à 16h.....	25
Figure I.57 : Coupe schématique C'-C' de l'ensoleillement et ombrage de la parcelle à 15.....	25
Figure I.58 : carte synthétique de l'analyse bioclimatique du site d'intervention.	26
Figure I.59 : schéma présentant les étapes de l'évaluation environnementale dans le cycle de vie d'un projet.....	27
Figure I.60 : la parcelle d'intervention.	27
Figure II.1 : La trilogie du développement durable.....	35
Figure II.2 : Les 17 objectifs du développement durable à l'horizon 2030.....	36
Figure II.3 : concept de l'architecture bioclimatique	37
Figure II.4 : les mécanismes de diffusion de chaleur entre l'individu et l'ambiance	37
Figure II.5 : les paramètres affectant le confort thermique	38
Figure II.6: Les principes de confort d'hiver.....	39
Figure II.7 : Les principes de confort d'été	39
Figure II.8 : implantation et intégration d'un bâti dans son site	39
Figure II.9 : trajectoire du soleil en été et hiver	40

Figure II.10 : Impact de la forme du bâtiment sur les déperditions thermiques.....	40
Figure II.11 : Exemple de composition bioclimatique du plan intérieur.....	40
Figure II.12 : la ventilation naturelle.....	41
Figure II.13:Utilisation de la végétation.....	41
Figure II.14: L'énergie solaire.....	42
Figure II.15: L'énergie éolienne	42
Figure II.16 : Le principe de l'énergie hydraulique	43
Figure II.17 : Le principe de la géothermie.....	43
Figure II.18 : Le principe de la biomasse.....	43
Figure II.19 : efficacité énergétique	44
Figure II.20 : principe de l'innovation	45
Figure II.21 : la technologie	45
Figure II.22 : suiveur solaire	46
Figure II.23 : principe de développement de l'idée.....	47
Figure II.24 : principe d'entreprise.....	48
Figure II.25 : diagramme de croissance de l'industrie mondiale des incubateurs.....	48
Figure II.26 : schéma récapitulatif des offres d'un incubateur.	49
Figure II.27 : objectifs et rôles d'un incubateur d'entreprise.	49
Figure II.28 : laboratoire de la recherche scientifique.....	50
Figure II.29 : laboratoire de la recherche technologique.....	50
Figure II.30 : hall technologique	51
Figure II.31 : laboratoire de recherche	51
Figure II.32 : hall technologique	51
Figure II.33: les espaces dans un centre de recherche selon les fonctions.	51
Figure II.34 : salon d'exposition	52
Figure II.35: la station F (ex halle Freyssinet)	53
Figure II.36 :vue aérienne de la station F	53
Figure II.37 : La Halle Freyssinet, en 1932.....	53
Figure II.38 : plan de masse de la station F.....	54
Figure II.39 : la circulation dans le projet	54
Figure II.40 : les entités de la station F.....	54
Figure II.41 : l'espace intérieur de la zone de Share de la station F.....	55
Figure II.42 : espace de travail de la zone create de la station.....	55
Figure II.43 : zone Chill de la station.....	55
Figure II.44 : plan de RDC de la station F.	56

Figure II.45 : une perspective du Tech Lab.....	56
Figure II.46 :l'Anticafé de la station F	56
Figure II.47 : Espace French Tech Central	57
Figure II.48 : la boardroom de la station F.....	57
Figure II.49 : des salles de réunion.....	57
Figure II.50 : un espace de rencontre	57
Figure II.51 : un espace de travail partagé	57
Figure II.52 : auditorium de la station F.....	57
Figure II.53 : vue sur l'espace Bienvenue.....	58
Figure II.54 : Plan de masse	58
Figure II.55 : conception et composition du projet	59
Figure II.56 : coupe schématique représentant le fonctionnement des espaces.....	59
Figure II.57 : Plan du RDC	60
Figure II.58 : plan du deuxième étage.....	60
Figure II.60 : l'amphithéâtre du projet.	61
Figure II.59 : Laboratoire de recherche du projet.....	61
Figure II.61 : espace accueil et exposition.	61
Figure II.64 : façade du projet.....	61
Figure II.63 : façade nord de projet.....	61
Figure II.62 : restaurant de projet.....	61
Figure II.65 : coupe schématique représentant la ventilation naturelle dans le projet.	62
Figure II.68 : Des cellules photovoltaïques sur les brises soleil de la façade sud.	62
Figure II.67 : coupe schématique de la façade sud.....	62
Figure II.66 : coupe schématique de la façade nord.....	62
Figure II.69 : toit végétalisée du projet.	62
Figure II.70 : centre de convention de Kuala Lumpur.	63
Figure II.71 : l'entrée principale de centre	63
Figure II.72 : plan de situation de centre.....	63
Figure II.73 : Plan du RDC	64
Figure II.75 : salle d'exposition	64
Figure II.74 : plan de hall d'exposition 4 et 5	64
Figure II.77 : salle de conférence	65
Figure II.78 : salle d'exposition.....	65
Figure II.76 : salle plénière.....	65
Figure II.80 : façade sud.....	65

Figure II.79 : façade nord.....	65
Figure II.81: Identification des fonctions de base du projet.....	65
Figure III.1 : synthèse bioclimatique.....	70
Figure III.2 : concept de l'engrenage	71
Figure III.3 : Les différentes roues de système d'engrenage.....	72
Figure III.4 : matérialisation des roues dans le projet selon ses entités et leurs fonctions.	72
Figure III.5 : Schéma de principe.....	73
Figure III.6 : matérialisation des lignes directrices	73
Figure III.7 : Vue sur le socle urbain.....	74
Figure III.8 : Alignement et recul.....	74
Figure III.9 : implantation des trois entités du projet.	74
Figure III.10 : création de deux failles.	74
Figure III.11 : Engrenage avec couronne	75
Figure III.12 : vue sur le socle articulateur.....	75
Figure III.13 : fragmentation des entités du centre de recherche	75
Figure III.14 : articulation entre chaque deux entité	75
Figure III.15 : Première ébauche à l'échelle 1/500	76
Figure III.16 : Deuxième ébauche à l'échelle 1/500	76
Figure III.17 : troisième ébauche à l'échelle 1/200	77
Figure III.18 : quatrième ébauche à l'échelle 1/200.....	77
Figure III.19 : vue sur le projet.....	78
Figure III.20 : vue sur l'ensemble du projet.....	78
Figure III.21 : accès piéton principale vers le projet.....	79
Figure III.23: accès piéton de l'esplanade de la BNA.....	79
Figure III.22 : accès mécanique vers le sous-sol	79
Figure III.24 : façade principale du projet.....	80
Figure III.25 : façade postérieur donnnt sur la place carée	80
Figure III.27 : plan du 1er étage du socle urbain.....	81
Figure III.26 : plan du RDC du socle urbain.....	81
Figure III.28 : plan du socle articulateur.	82
Figure III.29 : plan du R+3 de l'entité recherche et expérimentation..	83
Figure III.30 : plan du R+4 de l'entité recherche et expérimentation.	83
Figure III.31: plan de RDC de la plateforme marketing.....	84
Figure III.32 : plan du R+3 de la plateforme marketing.....	84
Figure III.33 : plan du R+4 de la platefomre marketiing	85

Figure III.34 : plan du R+5 de la plateforme marketing	85
Figure III.35 : coupe schématique de l'incubateur.....	86
Figure III.36 : plan du RDC de l'incubateur.....	86
Figure III.37: plan du 1 ^{er} étage.....	86
Figure III.38 : plan du R+ 5 de l'entité incubateur.....	87
Figure III.39 : plan du R+ 8 de l'entité incubateur.....	87
Figure III.40 : les différentes parties d'un pieux.	93
Figure III.41 : drainage du voile périphérique.....	93
Figure III.42 : poutres alvéolaires	94
Figure III.43 : détail du plancher collaborant.....	94
Figure III.44 : structure de la villa Méditerranée.	95
Figure IV.1 : implantation des entités du projet selon la carte bioclimatique du site d'intervention.....	98
Figure IV.2: Ventilation naturelle	99
Figure IV.3: effet venturi créée entre deux immeubles.....	99
Figure IV.4 : effet trou sous immeuble.	100
Figure IV.5 : intégration de la végétation dans le projet source : auteurs	100
Figure IV.6 : l'éclairage naturel dans le projet.....	100
Figure IV.7 : système de récupération des eaux pluviales au niveau du projet coupe C-C.....	101
Figure IV.8 : façade double peau vitrée	104
Figure IV.9 : zoom sur le fonctionnement de la double peau vitrée en hiver. s.....	104
Figure IV.10: zoom sur le fonctionnement de la double peau vitrée en été	104
Figure IV.11 : zoom sur la double toiture ventilée en été.	105
Figure IV.12 : principe des brises de mer.....	105
Figure IV.13 : ventilation naturelle transversale	106
Figure IV.14: zoom sur la ventilation traversante coupe A-A.	106
Figure IV.15 : ventilation traversante de la plateforme marketing.....	106
Figure IV.16 : capteur a air. Source : auteurs.....	107
Figure IV.17 : captage de l'air par des capteurs a air coupe A-A	107
Figure IV.18: zoom sur le masque architectural coupe A-A.....	107
Figure IV.19 : panneau hybride.....	108
Figure IV.20 : zoom sur le plancher chauffant coupe A-A	108
Figure IV.21 : vitrage peu émissif.....	111
Figure IV.22 : principe de fonctionnement du chauffage par rayonnement solaire direct	111
Figure IV.23 : mur trombe en MCP	112
Figure IV.24 : zoom sur le principe de fonctionnement d'un mur trombe en MCP en hiver coupe B-B.	112

Figure IV.25 : zoom sur le principe de fonctionnement d'un mur trombe en MCP coupe B-B en été ...	113
Figure IV.26 : zoom sur la ventilation de l'entité incubateur coupe B-B	113
Figure IV.27: zoom sur le brise soleil de l'entité incubateur coupe B-B.....	114
Figure IV.28 : fondation thermoactive intégré dans un pieux.....	114
Figure IV.29: zoom sur les pieux thermoactifs en hiver Coupe B-B	115
Figure IV.30 : zoom sur les pieux thermoactifs en été Coupe B-B.....	115
Figure IV.31 : plancher chauffant rafraichissant.....	115
Figure IV.32 : déstratificateur d'air	116
Figure IV.33 : zoom sur le déstratificateur d'air coupe B-B.....	116
Figure IV.34 : principe du puits canadien/provençal.	119
Figure IV.35 : zoom sur le principe de fonctionnement d'un puit canadien e hiver coupe D-D.....	119
Figure IV.36: zoom sur le principe de fonctionnement d'un puit canadien coupe D-D.....	120
Figure IV.37 : tour à vent traditionnel.	120
Figure IV.38 : zoom sur le puit de lumière coupe D-D.....	120
Figure IV.39: système de ventilation naturelle assistée.	121
Figure IV.40: extracteur d'air MAXYVENT	121
Figure IV.41: zoom sur le système de la ventilation naturel hybride coupe D-D.	121
Figure IV.42 : ascenseur économe en énergie.....	124
Figure IV.43: ascenseur a réinjection de courant.	124
Figure IV.44: une installation de cogénération a petite échelle.	124
Figure IV.45 : isolant aérogel.....	125
Figure IV.47: fonctionnement du vitrage isolant en hiver	126
Figure IV.46: fonctionnement du vitrage isolant en été.....	126
Figure IV.48 : panneaux Energain.	127
Figure IV.49: brique en béton cellulaire	127



Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau I.1 : historique du Hamma.....	7
Tableau I.2 : Moyennes mensuelles des températures moyennes maximales et minimales d'Alger	8
Tableau I.3 : Cumul mensuel de précipitations Alger.....	9
Tableau I.4 : Les humidités relatives moyennes maximales et minimales d'Alger	9
Tableau I.5 : tableaux des vitesses des vents.....	10
Tableau I.6 : durée mensuelle d'insolation (en Heures).....	11
Tableau I.7 : moyennes mensuels des températures et humidités relatives.....	13
Tableau I.8 : Interprétation du diagramme de Givoni du quartier d'el Hamma.	14
Tableau I.9 : Les axes longitudinaux du Hamma.	17
Tableau I.10 : Les axes transversaux du Hamma.	18
Tableau I.11 : tableau de recommandations bioclimatiques.....	26
Tableau I.12 : impacts négatifs en phase d'exploitation.	30
Tableau I.13 : impacts négatifs en phase d'exploitation	30
Tableau I.14 : plan de gestions environnemental.	32
Tableau II.2 : programme prévisionnel	66
Tableau III.1 : Synthèse de contexte	69
Tableau III.2 : Synthèse microclimatique	70
Tableau III.3:Concept opérationnels	72
Tableau III.4 : escapes du RDC et du 1 ^{er} niveau de l'entité recherche et expérimentation.....	81
Tableau III.5 : escapes du socle articulateur de l'entité recherche et expérimentation.	82
Tableau III.6 : escapes des sous-entités de l'entité recherche et expérimentation.	83
Tableau III.7 : escapes du RDC et du 1 ^{er} niveau de l'entité plateforme marketing	84
Tableau III.8 : escapes du R+4 et R+5 l'entité plateforme marketing	85
Tableau III.9 : escapes du RDC et du 1 ^{er} niveau de l'entité plateforme marketing.....	86
Tableau III.10 : escapes de l'incubateur du R+3 jusqu'au dernier étage	87
Tableau III.11 : programme surfacique du projet.....	91

Bibliographie

Bibliographie

- **LIEBARD Alain et DE HERDE André.** Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, Le moniteur, Paris : observer, 2005.
- **JACQUES FERRIER**, architecture durable, éditions du pavillon l'arsenal,2009.
- Alain Garnier**, « Le bâtiment à énergie positive : Comment maîtriser l'énergie dans le bâtiment ? »
- Annabi M., Mokhtari A., Hafrad T-A.**, 2006, « Estimation des performances énergétiques du bâtiment dans le contexte maghrébin » in revue des Energies Renouvelables, Vol 9, N° 2, Alger
- **Lionel Münch** « Démarche d'efficacité énergétique » Ed, broché, 2016
- Candas V** « Confort thermique », Technique de l'ingénieur, traité du génie énergétique BE 9 085, France. 1998
- Manfred Hegger & al**, « Construction et énergie architecture et développement durable », Presses polytechnique et universitaires romandes, Lausanne, Suisse.
- Oliva J-P., Courgey S** « La conception bioclimatique des maisons confortables et économes en neuf et en réhabilitation », Ed Terre Vivante, France, 2006
- Patrick LEROUX**, « Guide de l'écoconstruction », l'Agence Régionale de l'Environnement en Lorraine, 2006
- **KEZADRI Cheballah**, mémoire de master, option : architecture et environnements, Ecole d'Arts et des métiers, 2017.
- GHEZAL Abdelwahab**, analyse urbaine du quartier du Hamma, école polytechnique d'architecture et d'urbanisme.
- **DIBLASIO BROCHARD. L**, le développement durable: enjeux de définition et de mesurabilité, mémoire de la maîtrise en science politique, université du QUÉBEC À MONTRÉAL, [en ligne] JUIN 2011. Disponible sur : <https://archipel.uqam.ca/4046/1/M12097.pdf>
- **BOUYAHIAOUI Boucif**, mémoire de fin d'étude, option architecture et environnement, 2017.
- **ZERMOUT R**, Utilisation de l'énergie géothermique de surface pour la climatisation dans le bâtiment, Mémoire de magister. université Mouloud Mammerie de Tizi Ouzou, 2011.
- **Cours / séminaire/ conférence**
- Chabi Mohammed, « thermique du bâtiment » notes de cours la ventilation naturelle dans l'architecture, Master 2, département d'architecture de Tizi Ouzou ,Algérie
- Mr AIT kaci, Tizi Ouzou, janvier 2019.

• **Autres documents**

- Article de TA TERRE, c'est quoi le développement durable.
- Article de LA FONDA n°237, les 17 objectifs de développement durable,2018.
- Le confort thermique, article de Batitherme SA.
- Guide de l'hébergement touristique durable par le département NORD.
- Energies renouvelables et énergies fossiles, article de SVT College IC Espalion, 2012.
- Panneau solaire : Comment être le plus efficace possible ? article de ECOOBJECTIFS, 2016.
- pourquoi la biomasse ? article de FONDATION, 2019.
- Le logement décent comprend désormais l'efficacité énergétique
- Article de Gilles Toulemonde, in KNOWLLENCE, Nova 2003.
- Les Méfaits de la Technologie, par Messages Célestes - 8 avril 2016.
- Guide de Noov.LR. synersud. 2014.
- les étapes de l'innovation, article de EcoBourgogne.
- Albert f, Bernasconi m et Gaynor L, Les incubateurs : émergence d'une nouvelle industrie, rapport de recherche.Ed. Céram Sophia Antipolis, Paris, 2002.
- manuel de définitions et de concepts clés en RDT&I par DDTI, Alger, 2013.

• **Organismes**

- Bibliothèque nationale d'Alger
- CNERU (Centre National d'Etude et de Réalisations Urbaines)
- Office national de météorologie, ALGER DAR-EL-BEIDA.

• **Sites webs**

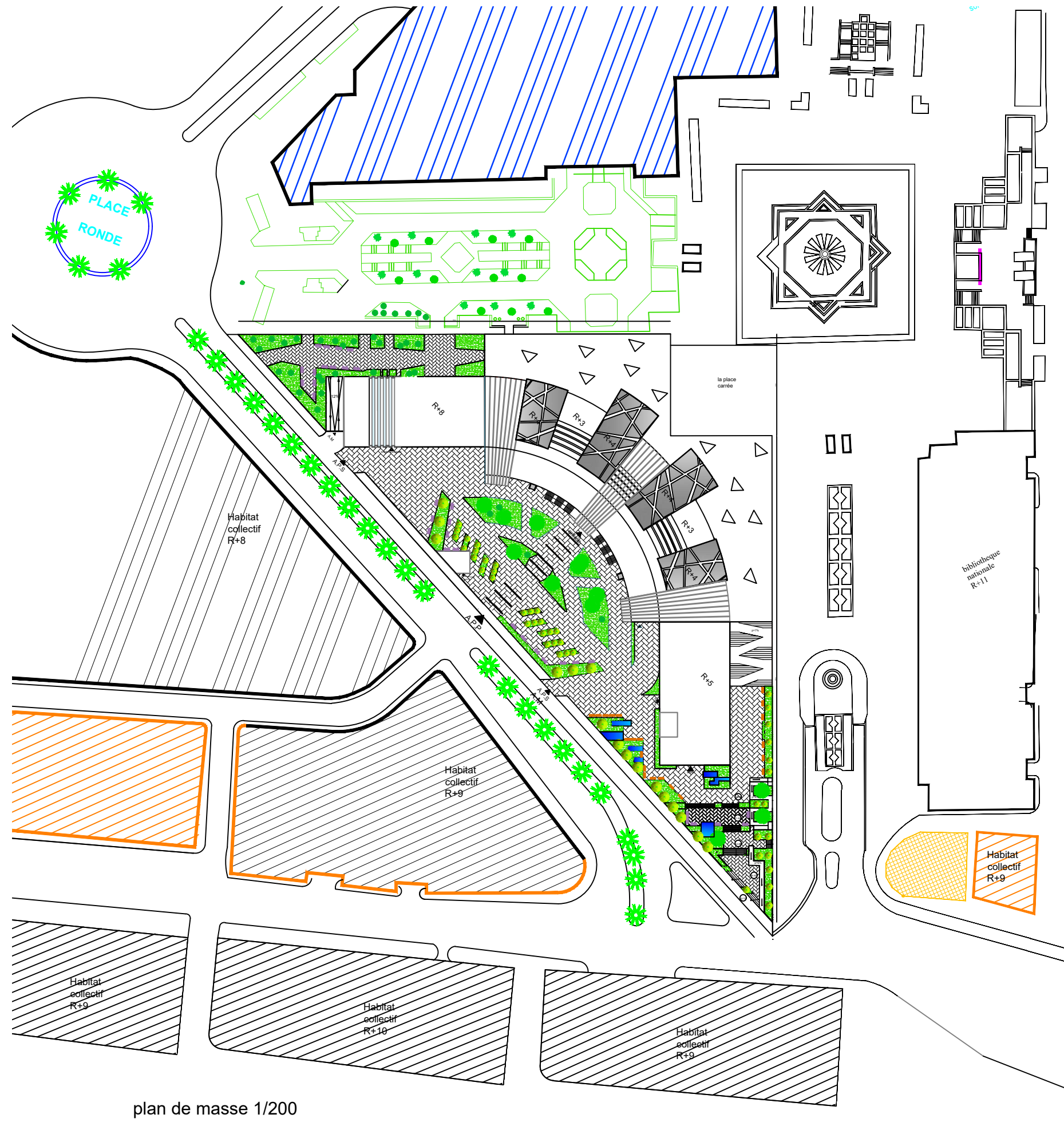
- www.wikipedia.com
- www.google.fr
- www.googlemap.com
- www.pinterest.fr
- sunEarthtools.com
- www.cnerib.com
- www.apprue.com

- www.cder.com

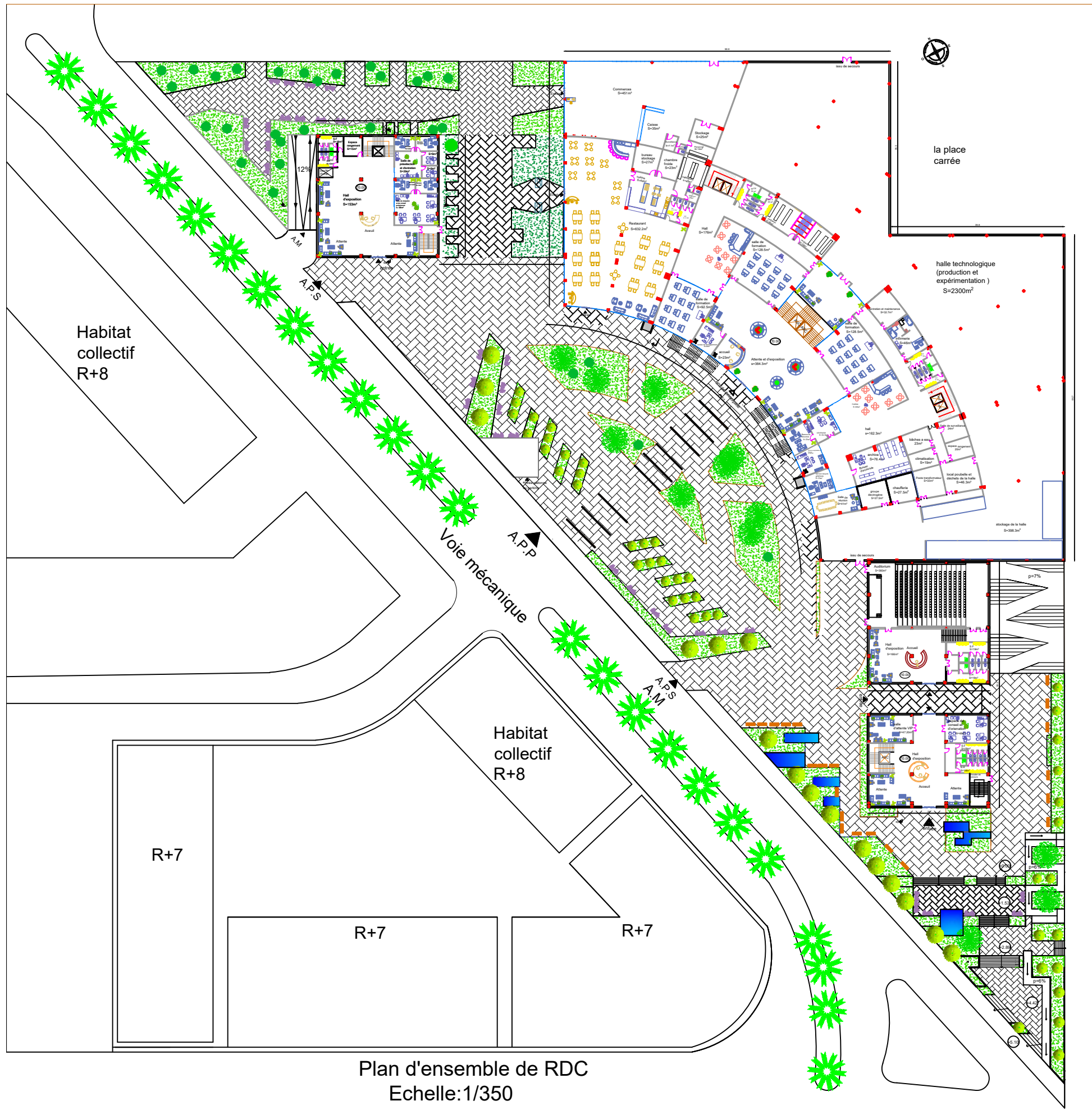
- <http://serero.com>

- www.wikiArquitectura.com

-www.archdaily.com.



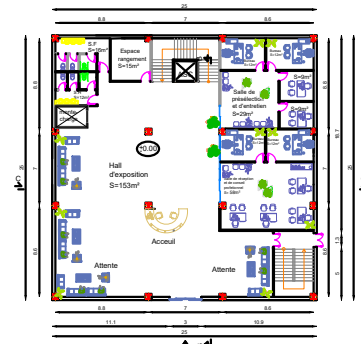
plan de masse 1/200



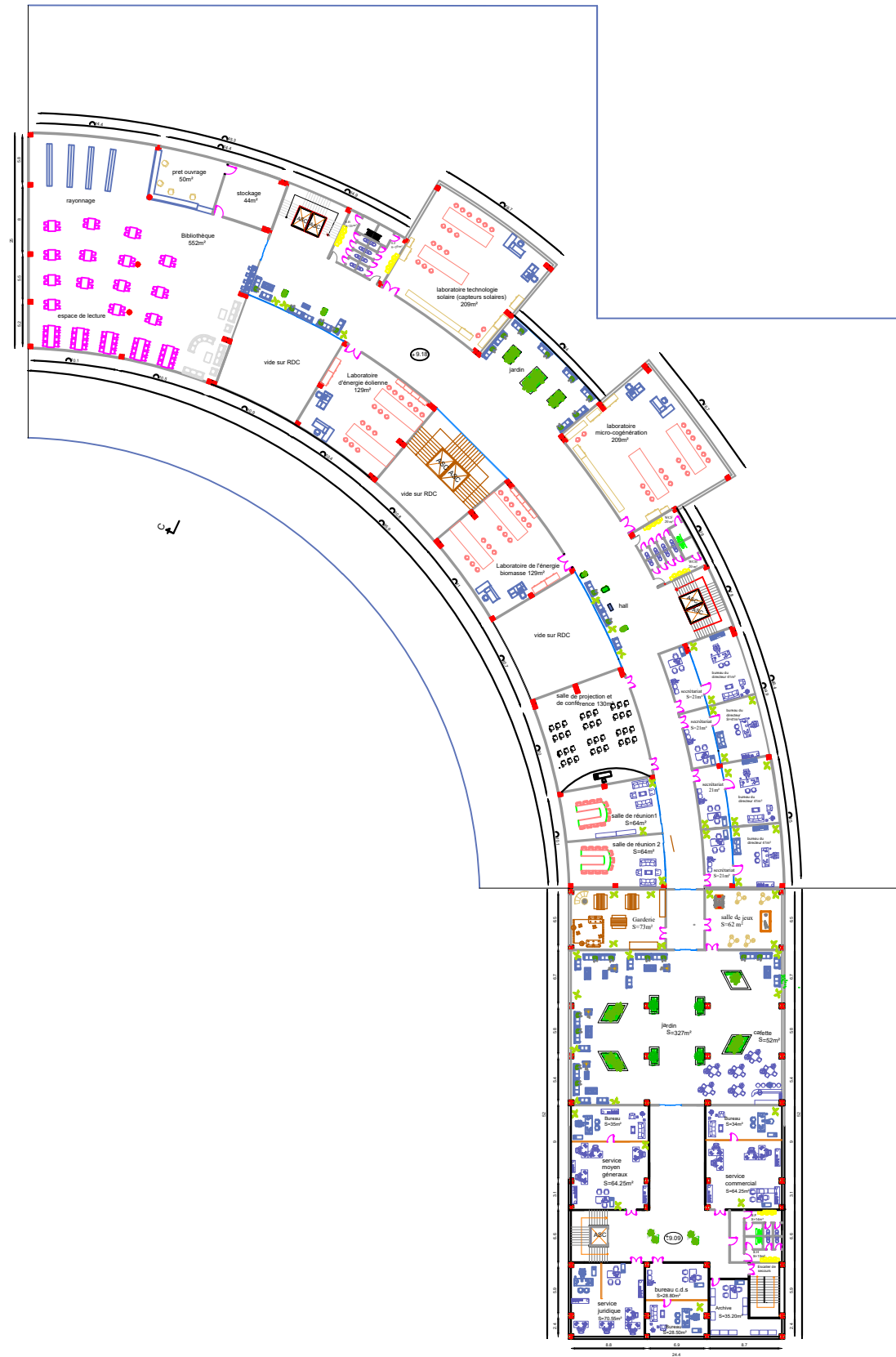
Plan d'ensemble de RDC
Echelle: 1/350



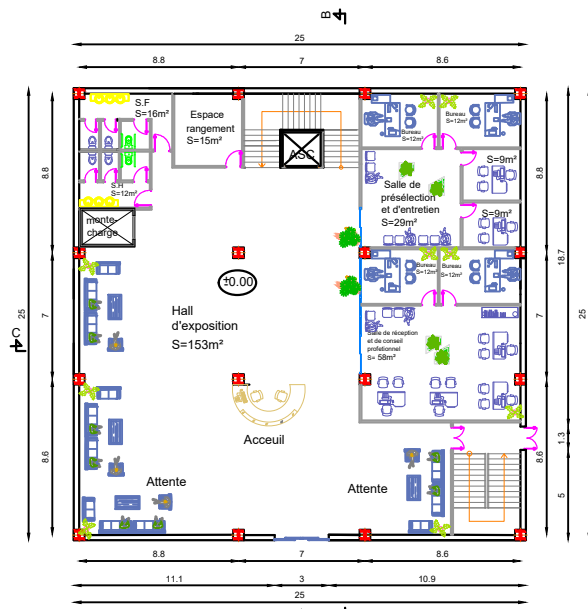
Plan R+3 du centre de recherche



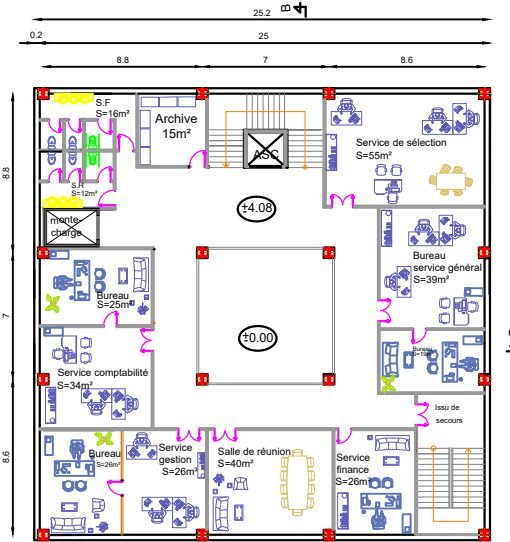
Plan de RDC



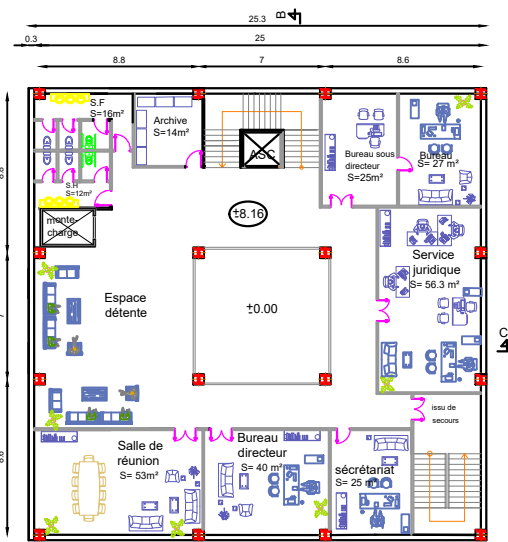
Plan de l'ensemble de R+2



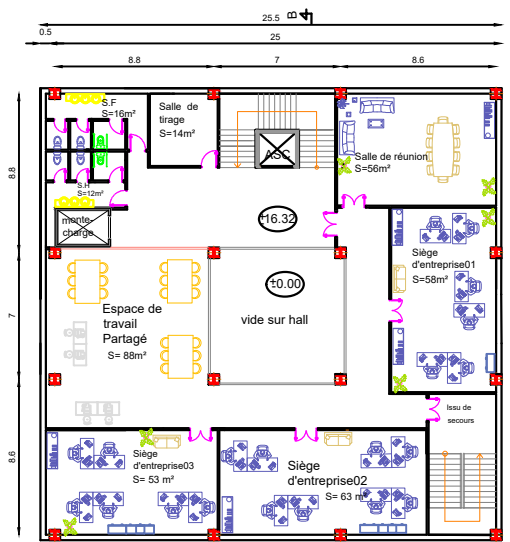
▲ 4
Plan de RDC de l'incubateur d'entreprise



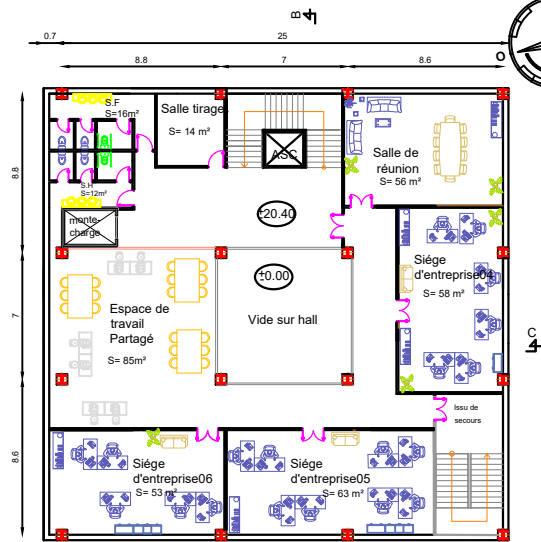
▲ 4
Plan de R+1 de l'incubateur d'entreprise



▲ 4
Plan de R+2 de l'incubateur d'entreprise

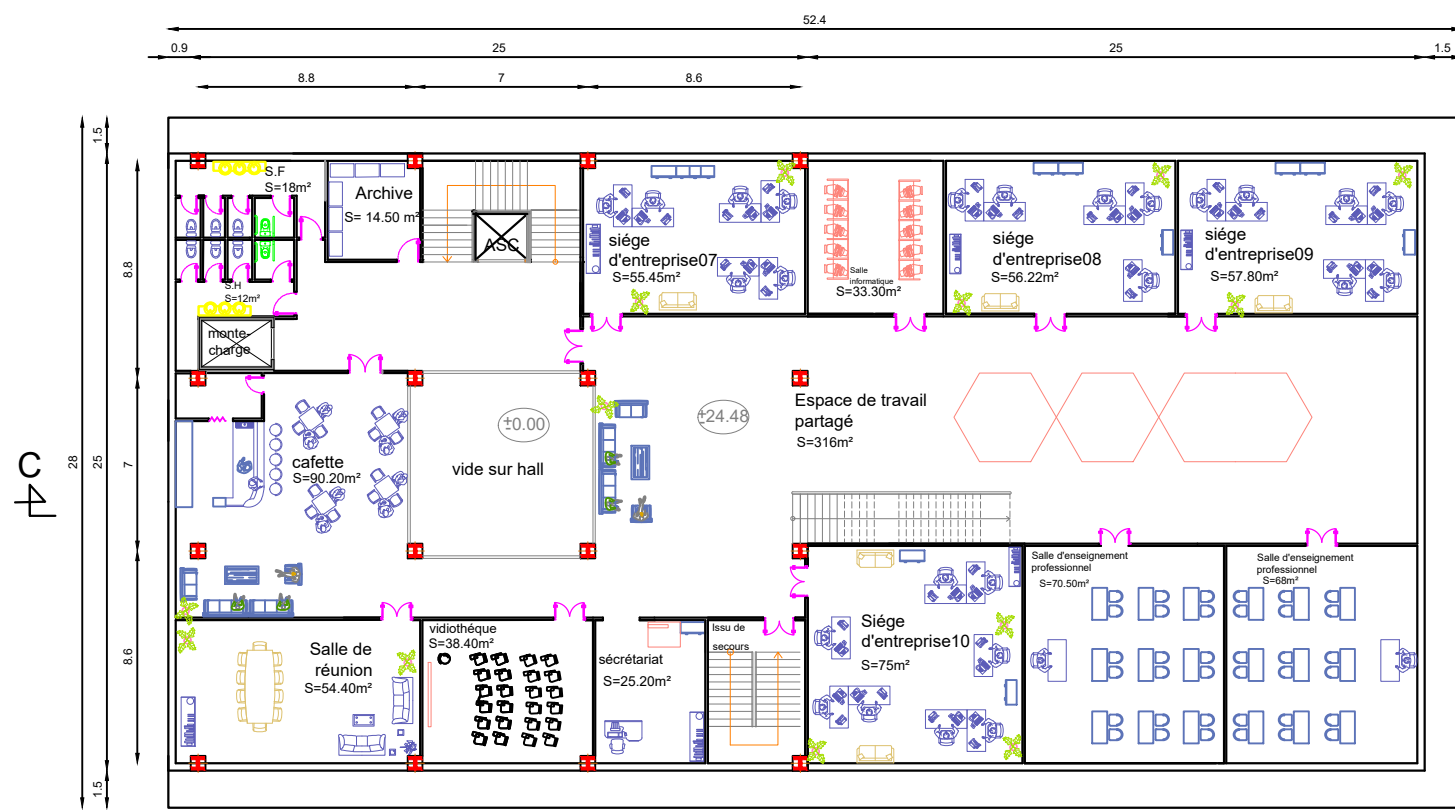


▲ 4
Plan de R+3 de l'incubateur d'entreprise

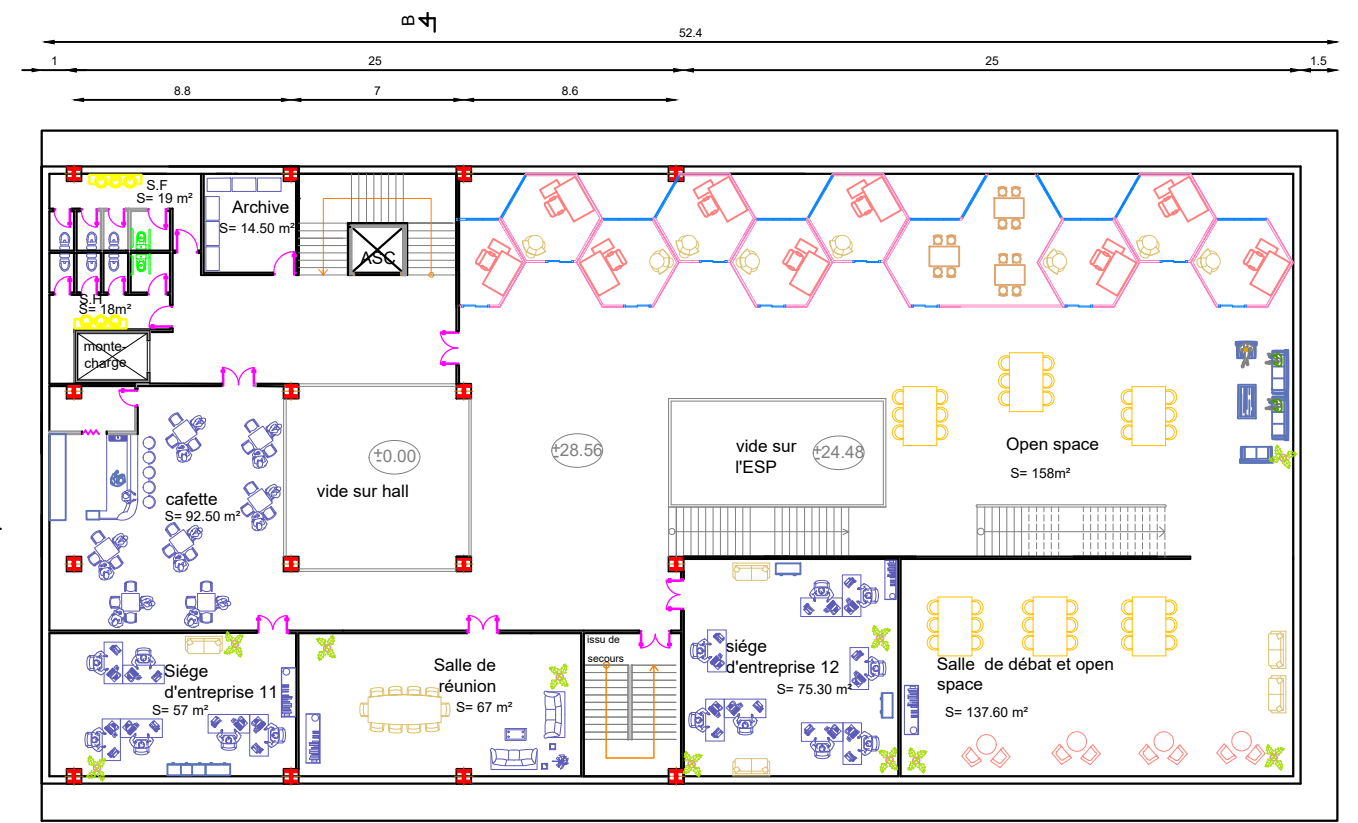


▲ 4
Plan de R+4 de l'incubateur d'entreprise



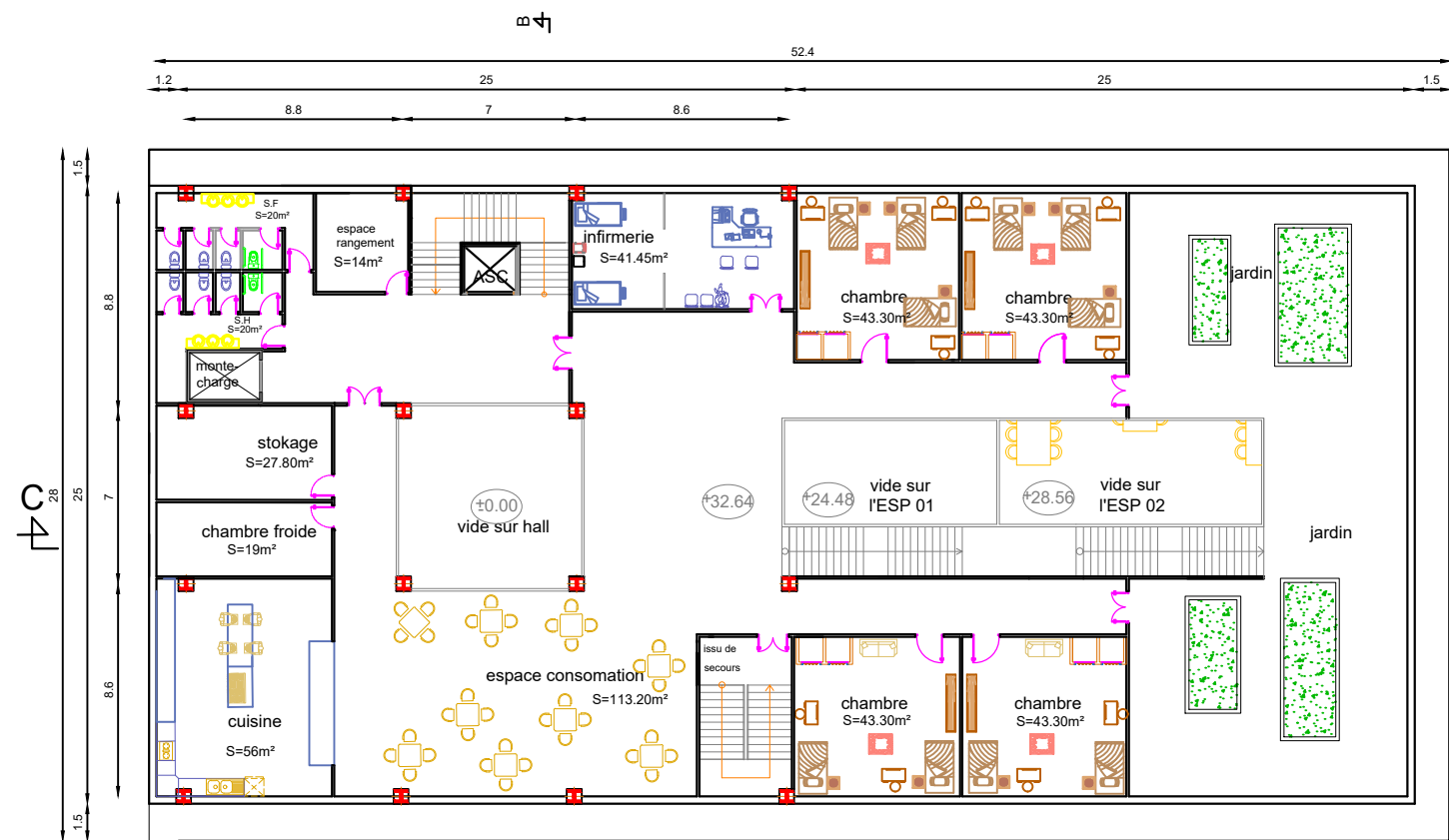


Plan de R+5 de l'incubateur d'entreprise

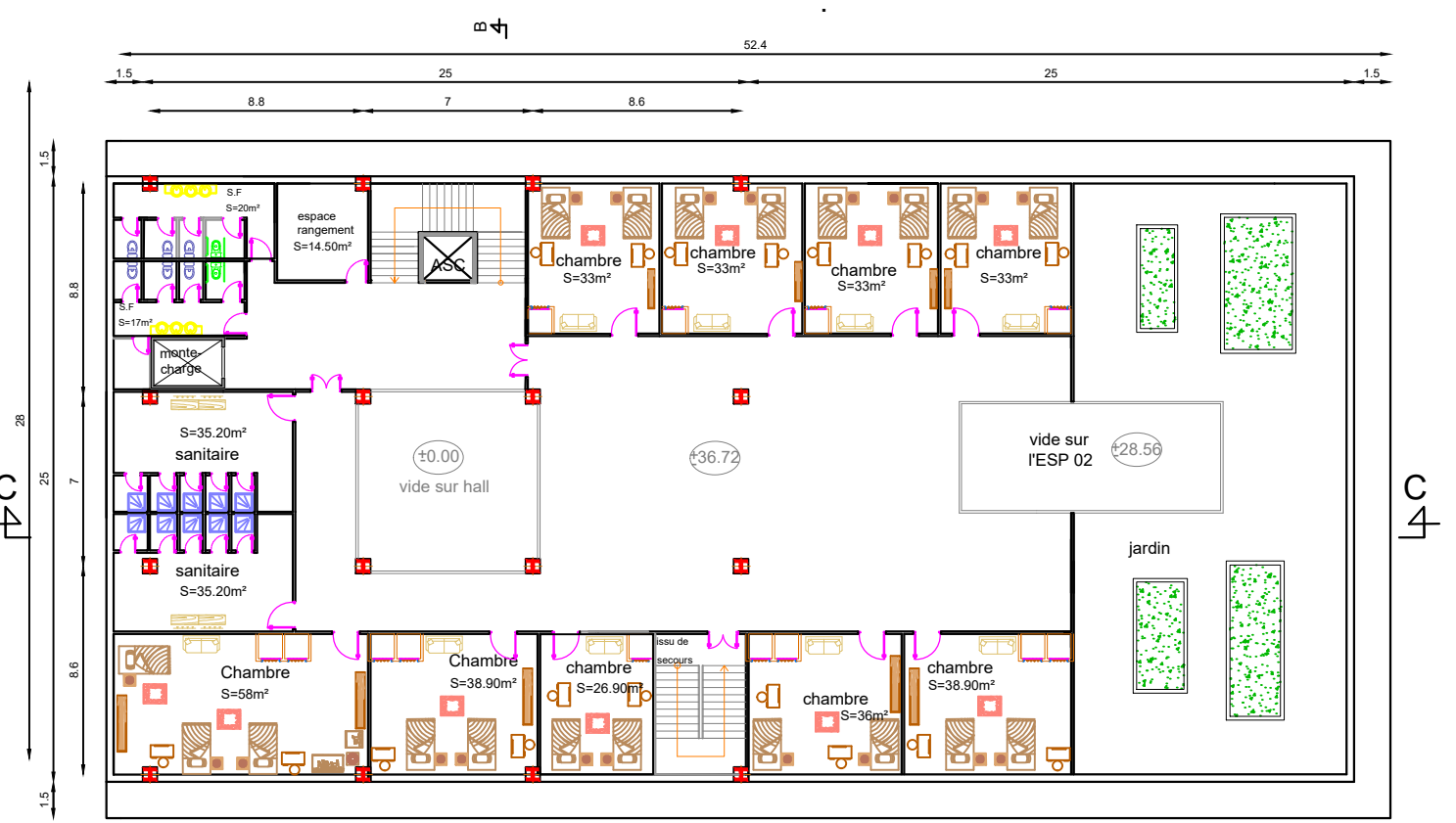


Plan de R+6 de l'incubateur d'entreprise

Plans de l'entité incubateur d'entreprise

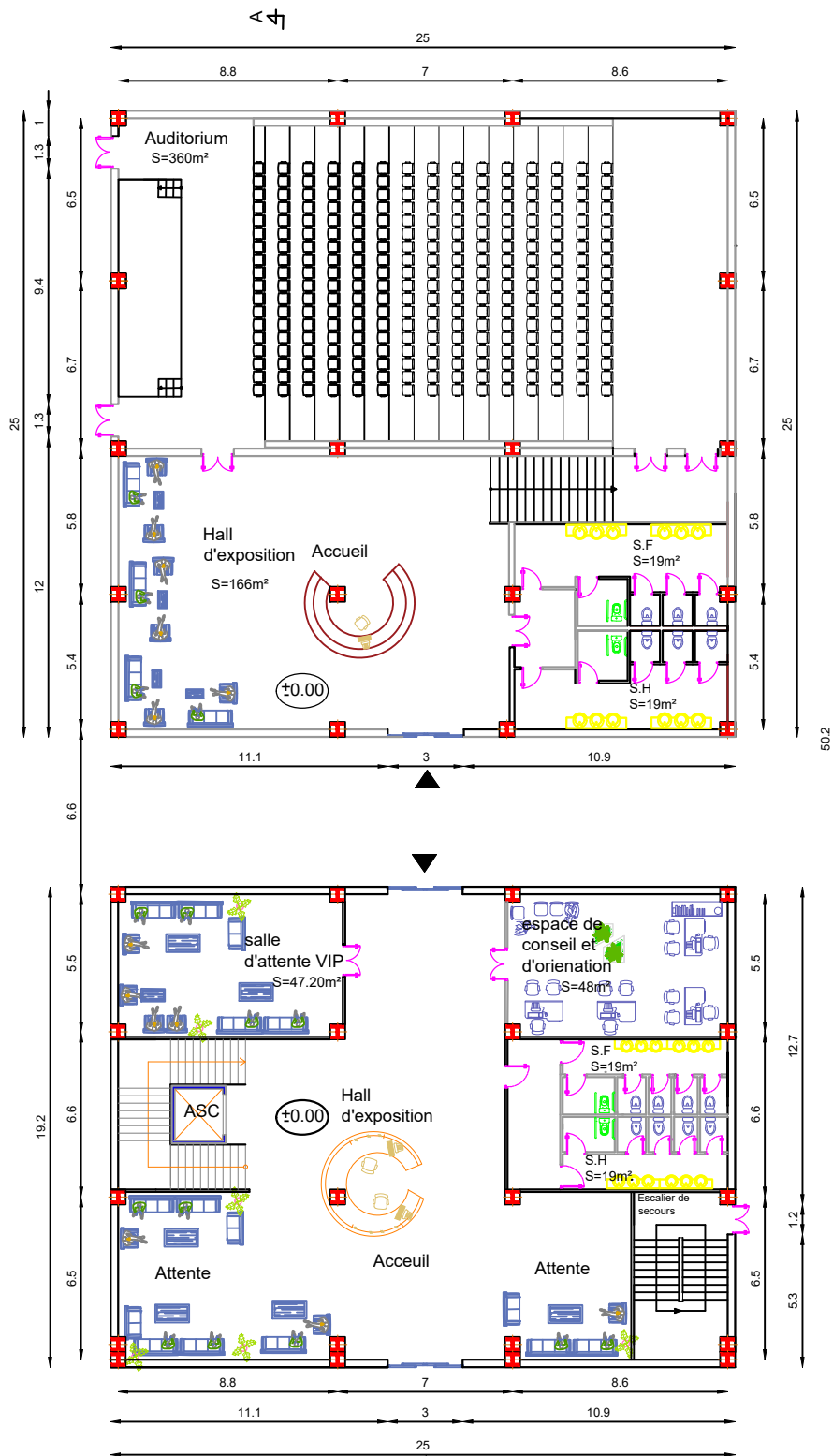


Plan de R+7 de l'incubateur d'entreprise

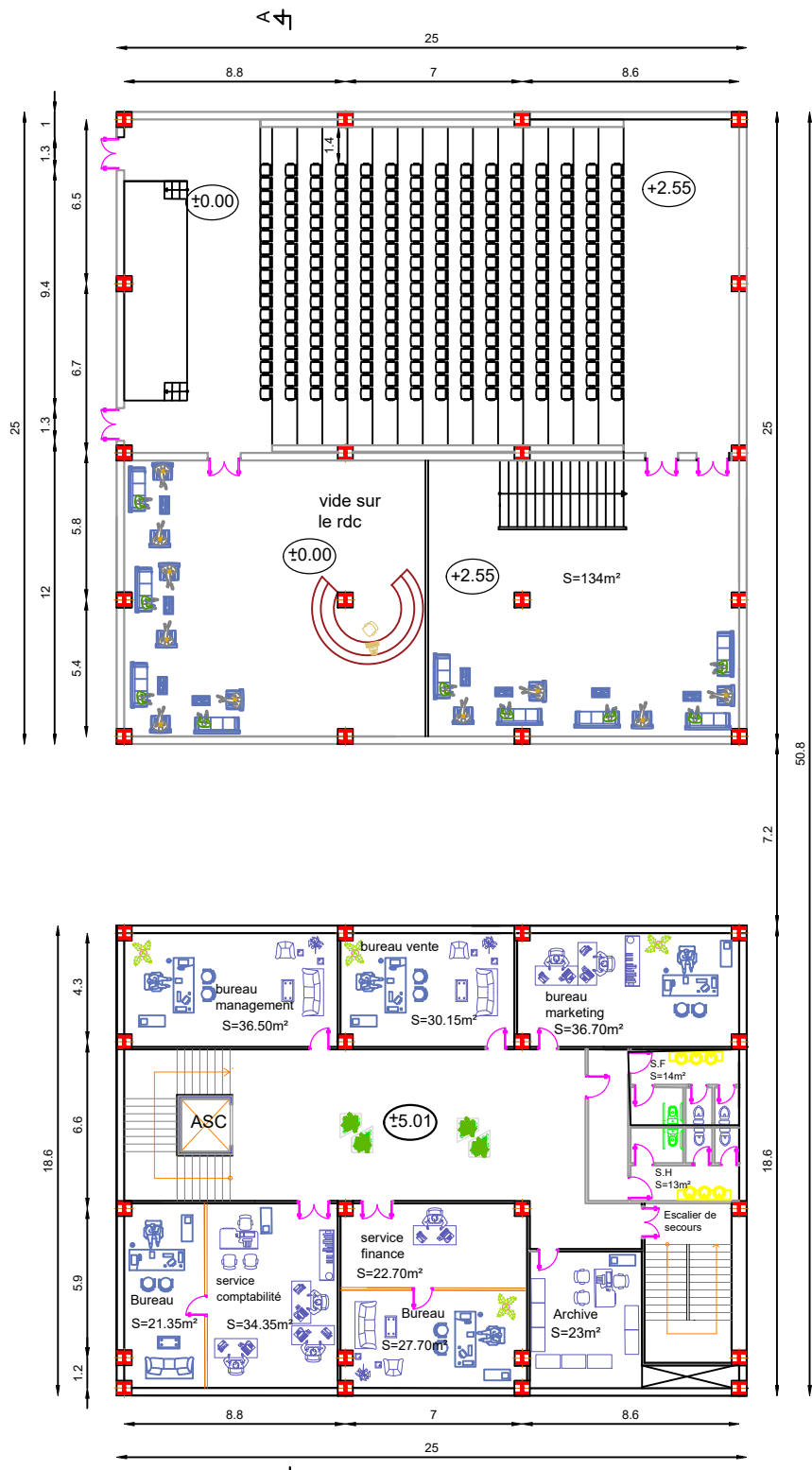


Plan de R+8 de l'incubateur d'entreprise

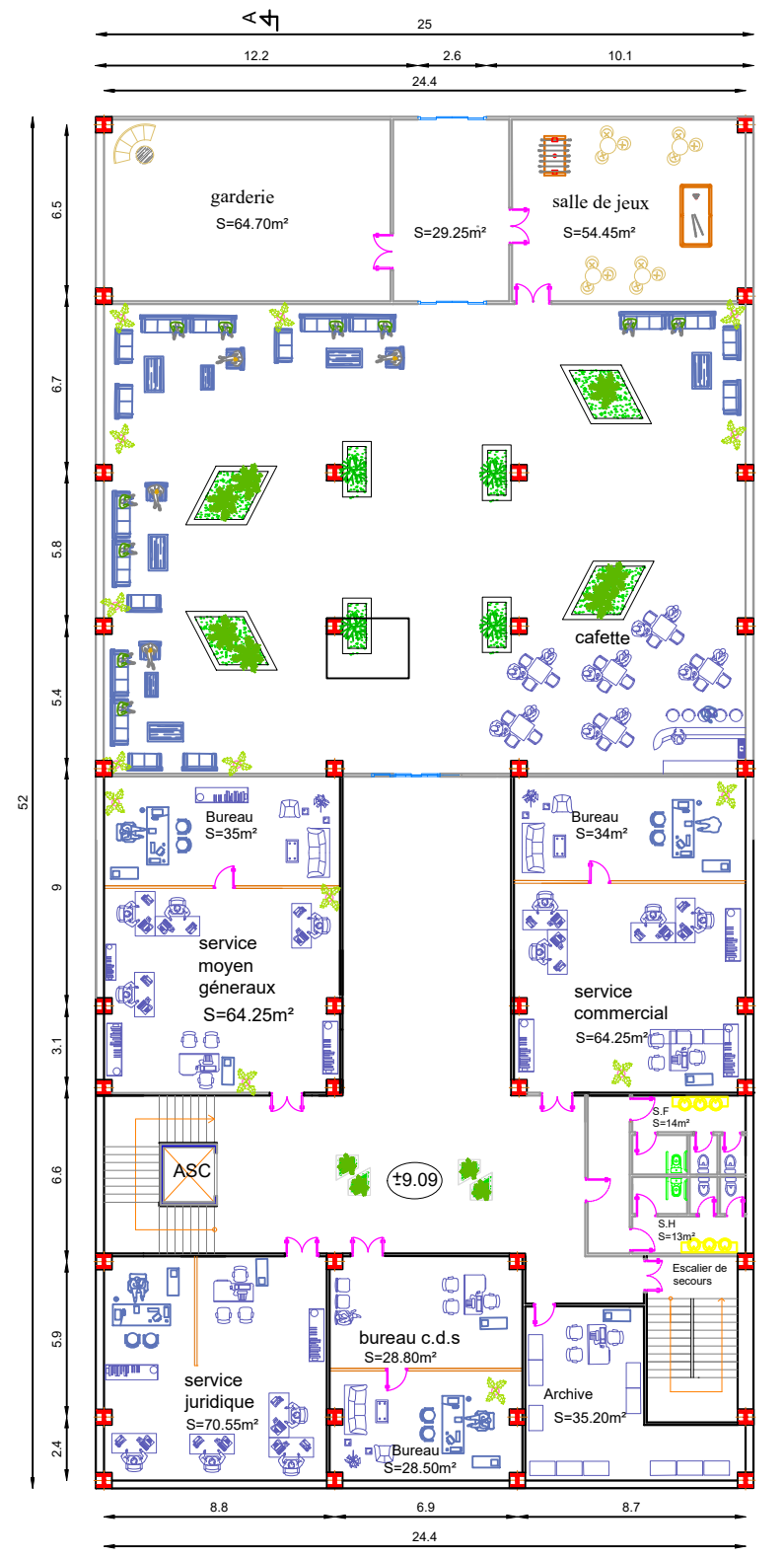
Plans de l'entité incubateur d'entreprise



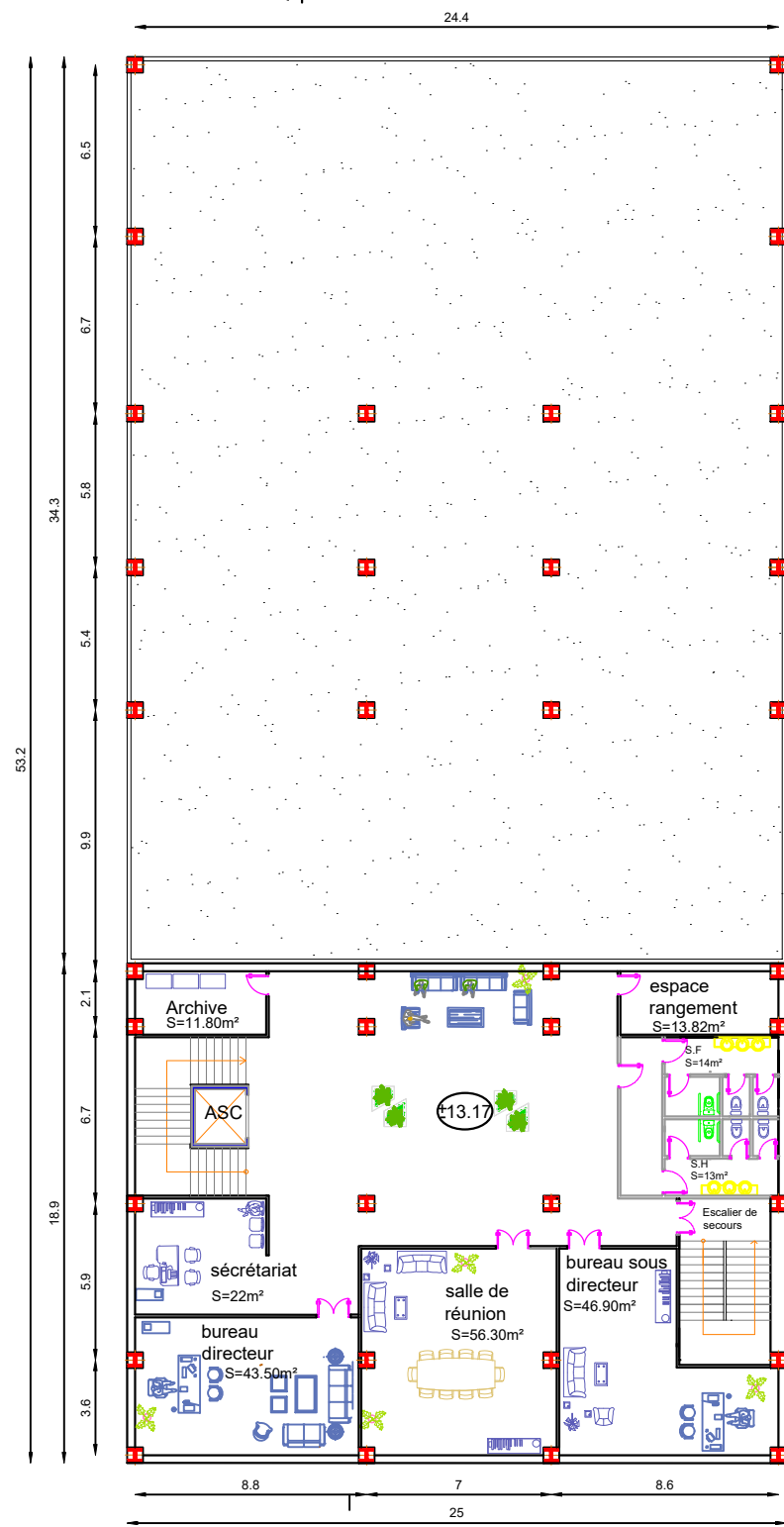
Plan de RDC de la plateforme marketing



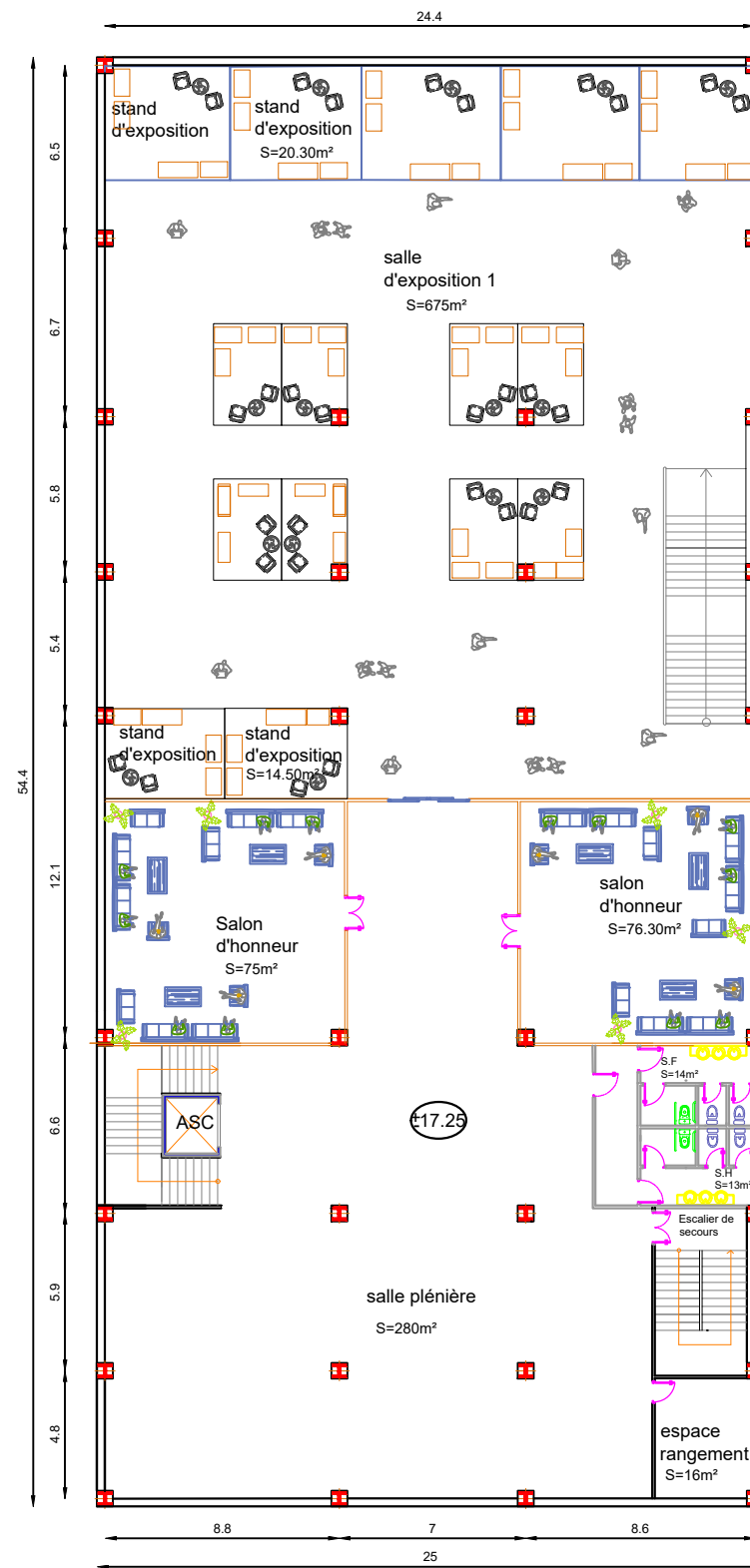
Plan de R+1 de la plateforme marketing



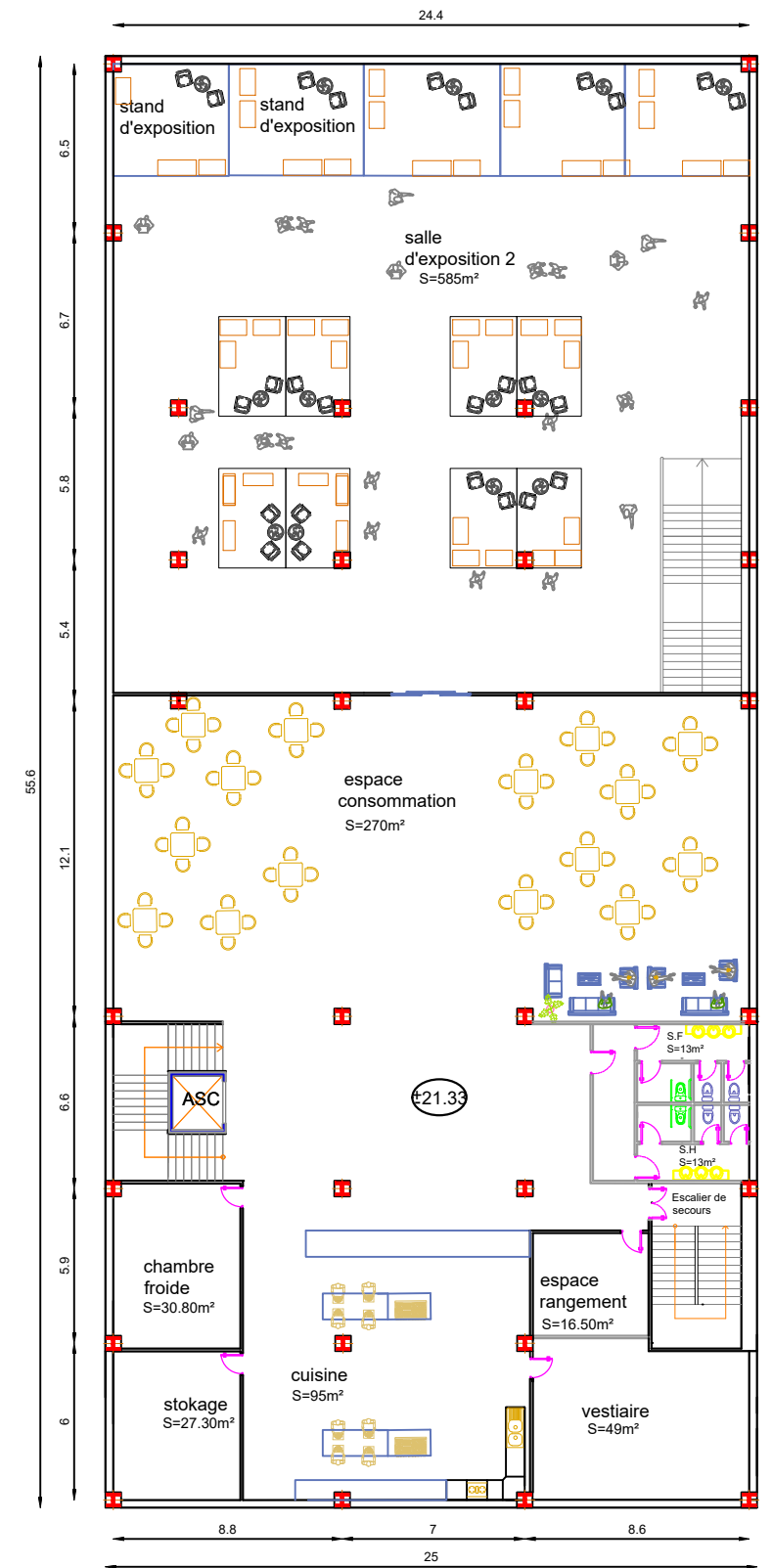
Plan de R+2 de la plateforme marketing



Plan de R+3 de la plateforme marketing

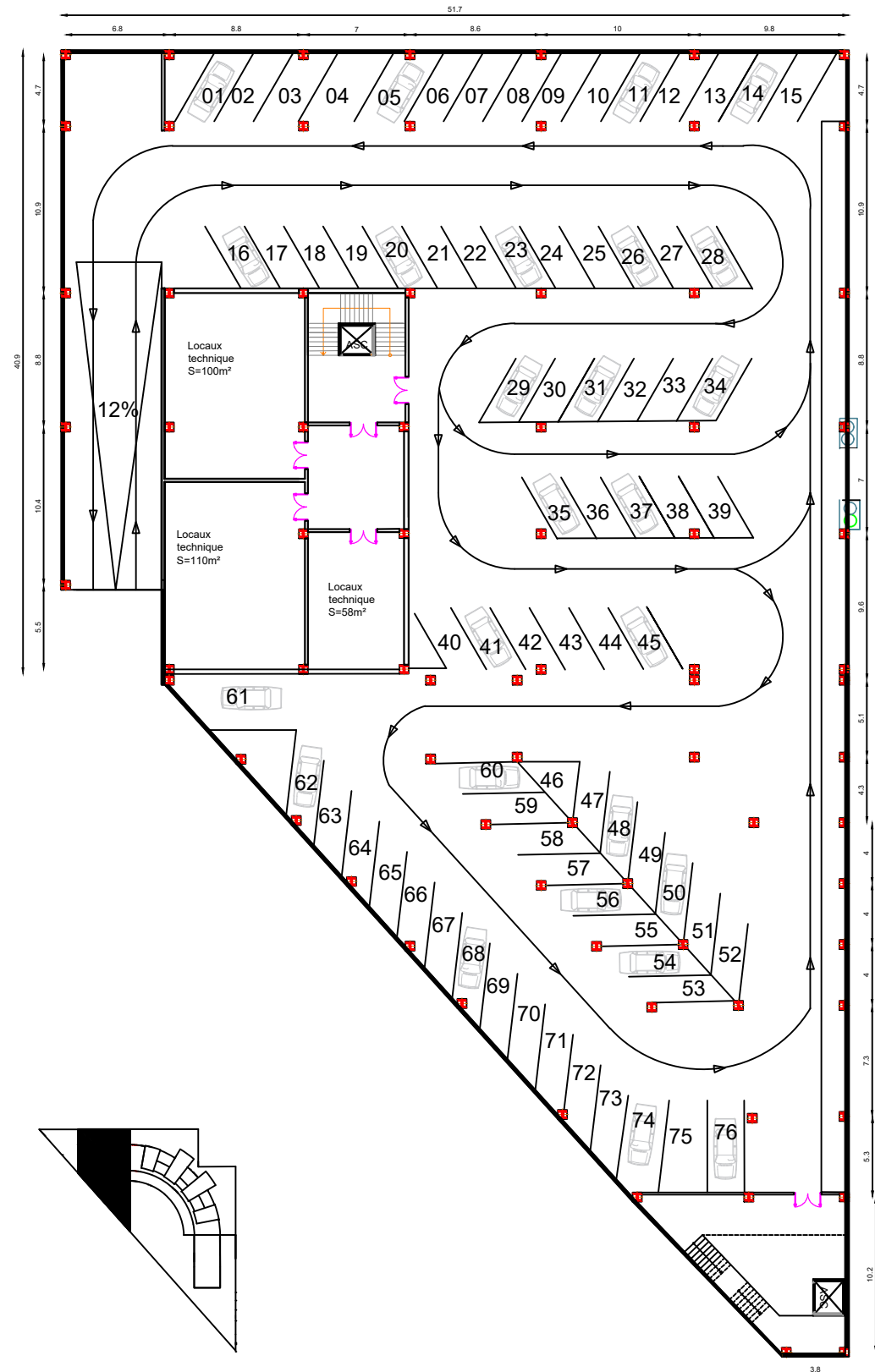


Plan de R+4 de la plateforme marketing

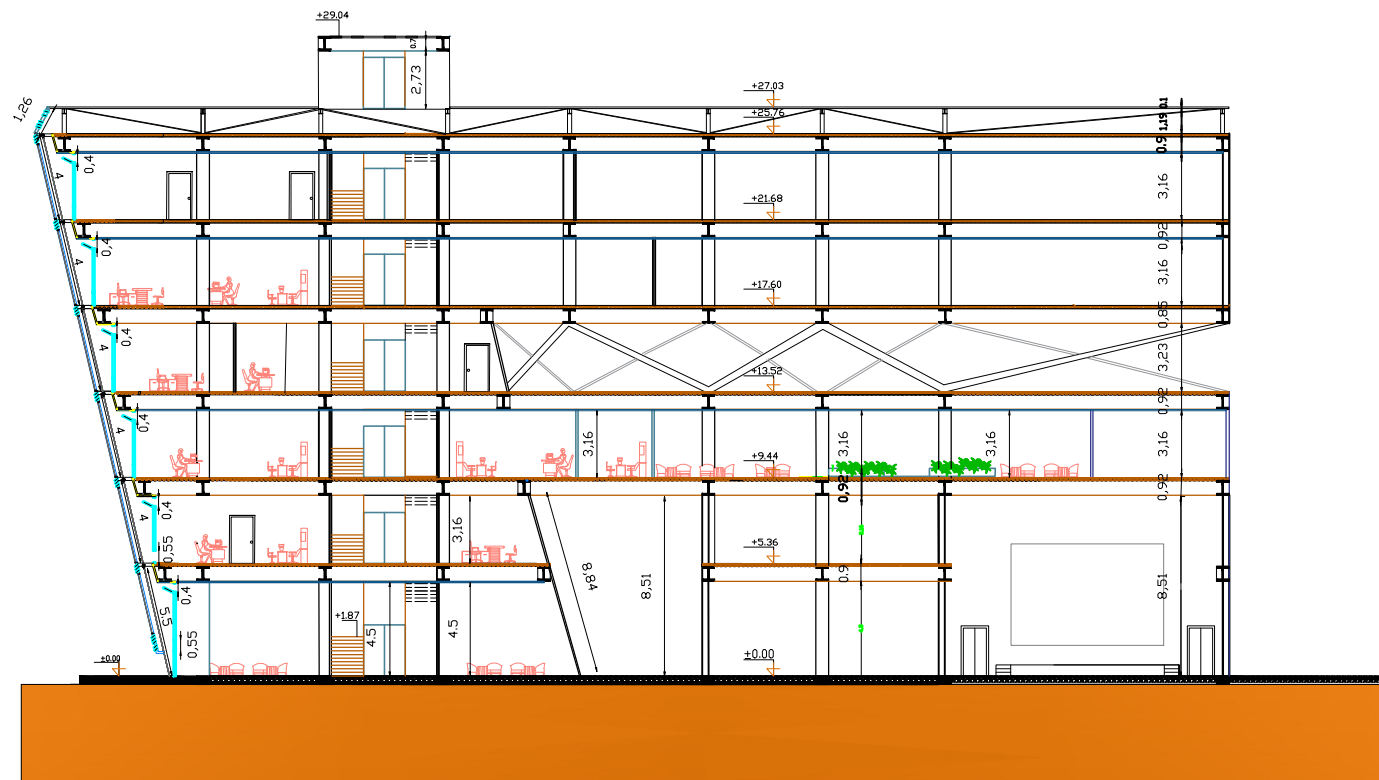


Plan de R+5 de la plateforme marketing

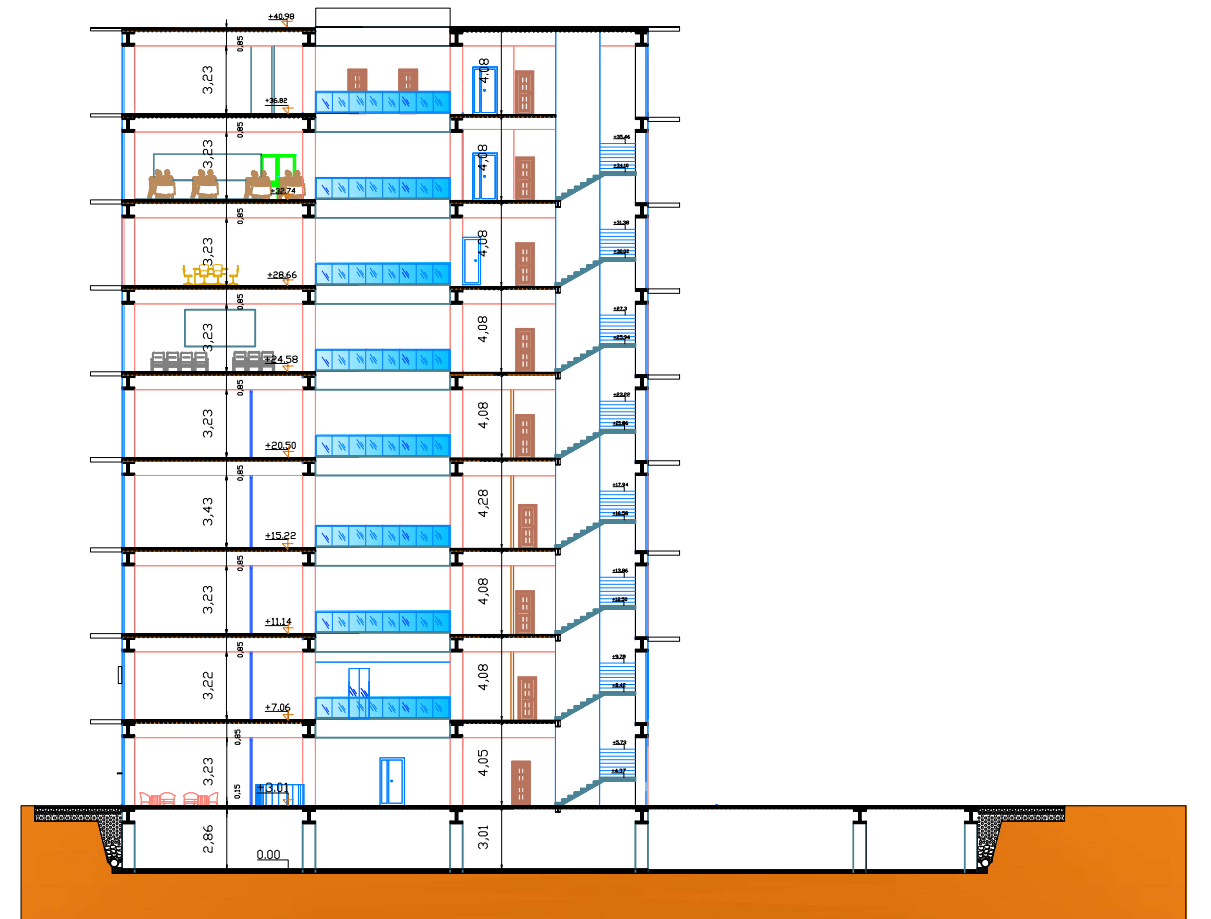
Planche de l'entité plateforme marketing



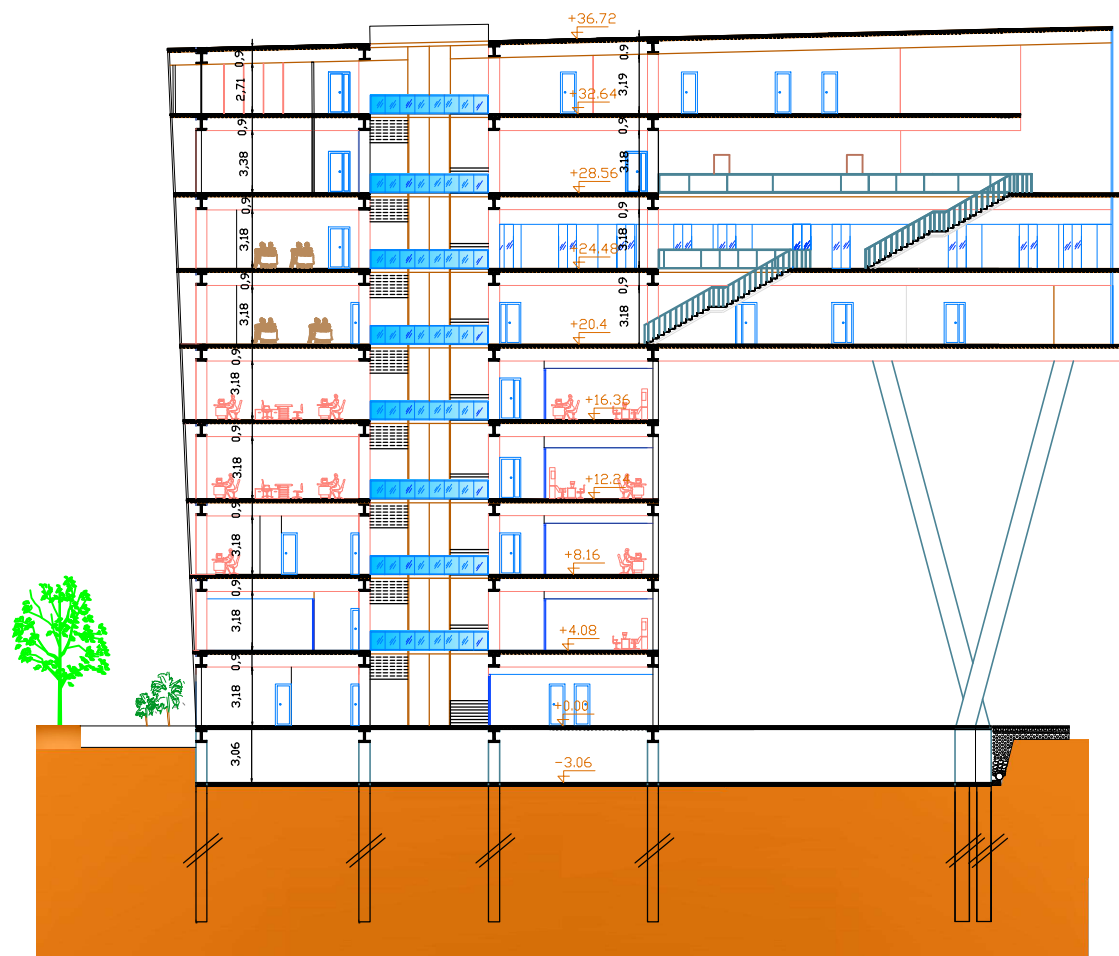
Plan de sous sol



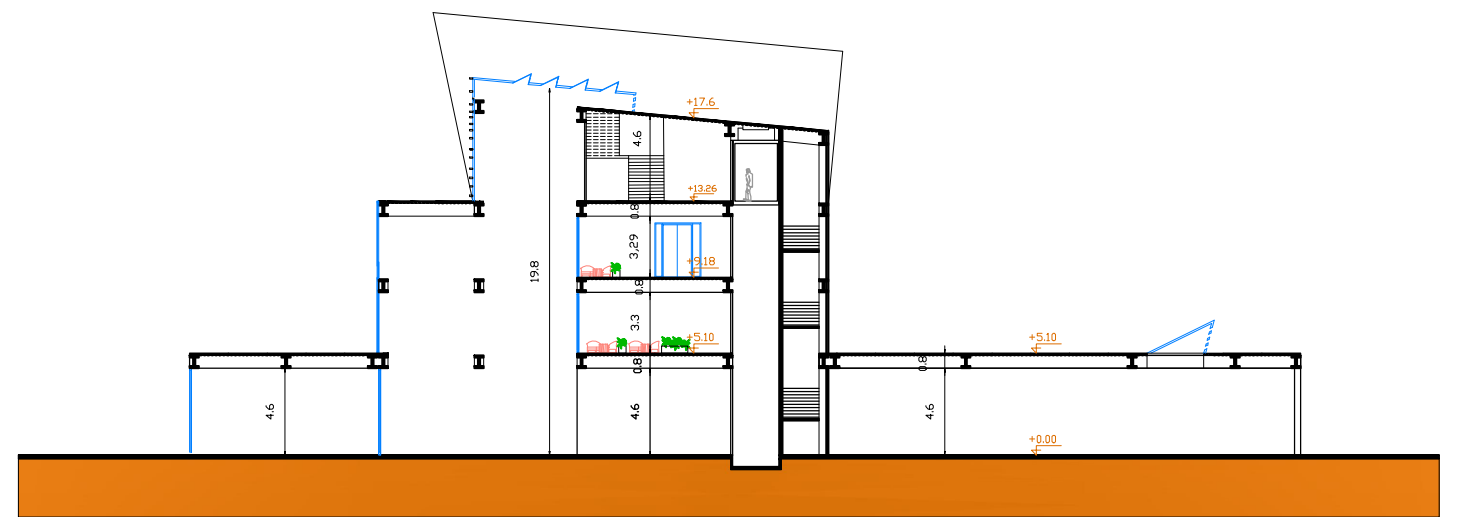
Coupe A-A



Coupe B-B



Coupe C-C



Coupe D-D

Rendus













