

UNIVERSITE MOULOU D MAAMERI DE TIZI-OUZOU
FACULTE DU GENIE DE LA CONSTRUCTION
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE



MEMOIRE DE FIN DE CYCLE DE MASTER

OPTION: ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT

ATELIER: ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE ET EFFICACITE ENERGETIQUE

POLE D'ECHANGE MULTIMODAL

A BEJAIA



Elaboré par :

-CHIKHI Laetitia

-HARANI Souad

Encadré par:

M. DEHMOUS M'hand



Session juin 2017

Université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou

Faculté du Génie de la Construction

Département d'Architecture

**OPTION : ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT
ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE ET EFFICACITE ENERGITIQUE**

Mémoire de Master en Architecture

Intitulé : Pôle d'échange multimodal

Site : Zone industrialo-portuaire à BEJAIA

Présenté par :

- CHIKHI Laetitia
- HARANI Souad

Enseignants :

M. DEHMOUS M'hand

Session Juin 2017

Remerciements

On dit souvent que le trajet est aussi important que la destination. Ces cinq années nous ont permis de bien comprendre la signification de cette phrase toute simple. Ce parcours en effet, ne s'est pas réalisé sans défis et sans soulever de nombreuses questions pour lesquelles les réponses nécessitent de longues heures de travail.

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

*Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à notre promoteur **M.DEHMOUS M'HAND** de nous avoir suivi ; guidé et orienté jusqu'à l'aboutissement de ce travail ainsi que pour sa gentillesse, sa compréhension et le temps qu'il nous a consacré.*

Nous tenons aussi à exprimer nos remerciements aux membres du jury qui nous ont fait l'honneur d'évaluer notre travail

Nous tenons également à exprimer notre profonde gratitude envers tous les enseignants de notre département d'architecture qui nous ont aidé et enseigné durant notre cursus universitaire, ainsi qu'à tout le personnel des archives, de la bibliothèque et le personnel administratif pour leur gentillesse et leur soutien.

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

Merci à vous tous.

Dédicaces

Je rends grâce à Dieu tout puissant de m'avoir accordé la force et le courage durant toutes ces années et particulièrement cette dernière année afin de mener ce travail à bien et d'arriver au terme de mon cursus universitaire au sein du département d'architecture.

Je dédie ce mémoire à :

· Mes parents :

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

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

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous.

*Mes frères **Farid** et **Ahmed**, ma chère sœur **Nabila** qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance et de courage.*

*A mon très cher binôme **Laety** avec qui j'ai partagé les meilleurs moments durant tout mon cursus.*

*A mes chers amis **zorka, Cy, Nany, Sarah, Mimi, Sussu, Delayla, Imene, katia Yacine Sag, Yacine Mzg, Karim, Younes, Lakhfif, Mohand, Guani Et Bien Sur Mouniïir***

*Et enfin un grand remerciement à ses deux merveilleuses personnes qui ont toujours été là pour moi **Tinus et Hakim**.*

Souad

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail en premier lieu à mes chers parents qui ont œuvré depuis ma tendre enfance, pour ma réussite, de par leur amour, leur soutien inconditionnel, tous les sacrifices consentis pour mon instruction et mon bien être. Pour toute votre assistance et votre présence, dans ma vie, pour votre patience et votre générosité, recevez à travers ce travail l'expression de mes sentiments les plus sincères et de mon éternelle gratitude. Puisse le tout puissant vous donner santé, bonheur et longue vie afin que je puisse vous combler à mon tour.

A la mémoire de mon grand-père «Jeddi azizen», qui a été pour moi un modèle d'honnêteté et de bonté et une source de courage et de persévérance. Les souvenirs des moments partagés avec toi, resteront à jamais ancrés dans mon esprit et dans mon cœur. J'aurai tant aimé que tu sois présent pour me voir réussir. Repose en paix Jeddi azizen.

A mon adorable grand-mère «Mamma», qui m'a accompagnée depuis ma naissance telle une deuxième maman par sa tendresse, sa douceur, son altruisme et son immense bonté.

A mes frère et sœurs Celia, Lisa, Sarah, Idir et ma cousine Zahia qui n'ont cessé d'être là pour moi tout au long de mon cursus. Merci pour votre soutien et vos encouragements.

A mes chers cousins, cousines, oncles et tantes.

A ma binôme et amie depuis cinq ans Souad, avec qui j'ai partagé les joies et les peines des études en architecture. Merci pour ta patience et ton soutien.

A mes amis Lydouche, Moonette, Massilva, Lydy, Zorkati, Tinus, Tita, Sarah, Doudou, Younes, Hsissen, Yacine, Omar, Rabah et Fafy pour leur soutien, leur réconfort et leur amitié qui a concouru à me faire avancer avec sourire. ☺

A mes camarades du box, « les fofolles de bio », à Sussu (ma jumelle spirituelle), ma Mimi, Nany (s.a.r.), Cyria (Bisounours), Delilah,, Imene et Bina. Mon seul regret est de ne pas vous avoir connues plus tôt. Merci d'avoir contribué à égayer mes journées et mes nuits à l'habitat et pour les nombreux délires et bêtises partagés avec vous toutes.

A tous ceux qui me sont chers et que j'ai omis de citer.

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

Laetitia

TABLEAU DES MATIERES

Remerciements	
Dédicace	
Tableau Des Matières	
Tableau De Figures	
Résumé.....	1
Chapitre Introductif.....	2
Introduction générale.....	3
Problématique générale.....	3
Hypothèses.....	4
Objectifs.....	4
Méthodologie d’approche et structure du mémoire.....	5
 CHAPITRE I : Etude des sites global et réduit du projet	
I. L’échelle du site global.....	6
I.1. Présentation de la ville de Bejaia.....	6
I.1.1. Lecture diachronique.....	7
I.1.2. Lecture urbaine.....	10
I.1.2.1. Présentation du territoire géophysique de Bejaia.....	10
I.1.2.2. Accessibilité et équipements de desserte.....	10
I.1.2.3. Tissus urbains de la ville de Bejaia.....	12
I.1.2.4. Le système viaire.....	13
I.1.2.5. Les nœuds.....	14
I.1.2.6. Les places.....	15
I.1.3. Lecture paysagère et environnementale.....	16
I.1.3.1. Paysages.....	16
I.1.3.2. Biodiversité.....	17
I.1.4.3. Lecture paysagère sur la façade maritime.....	18
I.1.4. Lecture climatologique.....	19
I.1.4.1. La température.....	20
I.1.4.2. Pluviométrie.....	20
I.1.4.3. Humidité relative.....	20
I.1.4.4. Les vents.....	21

I.1.4.5. Diagramme solaire.....	21
I.1.4.6. Le Diagramme bioclimatique de Givoni.....	21
I.1.5. Synthèse	22
I.2. Etude du site réduit.....	22
I.2.1. Présentation du site « Un espace entre ville et mer ».....	22
I.2.1.1. Choix du site d'intervention.....	22
I.2.1.2.Situation.....	24
I.2.1.3. Délimitations.....	25
I.2.1.4. Eléments de repère.....	25
I.2.1.5. Accessibilité.....	26
I.2.1.6. Forme et dimensions.....	26
I.2.2. Étude bioclimatique du site d'intervention.....	26
I.2.2.1. Étude des vents.....	26
I.2.2.2. Ensoleillement.....	27
Conclusion	
Recommandations du PDAU	
Problématique spécifique	

CHAPITRE II : Approche thématique

II. Approche thématique « Transport et Tourisme ».....	30
II.1. Choix du thème.....	30
II.2. Le Transport.....	30
II.2.1. Les modes de transport.....	30
II.2.2. La multimodalité.....	30
II.2.2. La gare.....	31
II.2.3. Le pôle d'échange multimodal.....	31
II.2.4. Généralités sur la voie ferrée.....	32
II.2.4.1. Qu'est qu'une voie ferrée ?.....	33
II.2.4.2. De quoi est-elle constituée ?.....	33
II.2.4.3. L'écartement des voies	33
II.2.4.4. L'aiguillage	34
II.2.4.5. Recommandations pour la conception des gares	35
II.3. Le Tourisme.....	35

II.3.2. Différentes formes du tourisme.....	35
II.4. Analyse des exemples.....	36
II.4.1. Casa-port, nouvelle gare de Casablanca, Maroc.....	36
II.4.1.1. Présentation.....	36
II.4.1.2. Caractéristiques architecturales de la Casa-port.....	36
II.4.1.3. Organisation spatiale.....	37
II.4.1.4. Programme surfacique de la gare.....	39
II.4.1.5. Structure et matériaux	39
II.4.2. La nouvelle gare TGV «Montpellier Sud de France».....	40
II.4.2.1. Présentation.....	40
II.4.2.2. Fonctionnalité et organisation spatiale.....	41
II.4.2.3. Gare à la conception soucieuse de l'environnement.....	43
II.4.3. La jetée d'Alexandra et la gare maritime Iberville	44
II.4.3.1. Présentation	44
II.4.3.2. Objectifs du projet.....	45
II.4.3.3. Caractéristiques architecturales.....	45
II.4.3.3. Structure et matériaux.....	47
II.4.3.4. Programme surfacique	47
II.4.4. La gare maritime de Salerne.....	48
II.4.4.1. Présentation.....	48
II.4.4.2. Caractéristiques architecturales	48
II.4.4.2. Fonctionnalité et organisation spatiale.....	48
II.4.4.3. Structure et matériaux	51
Conclusion	51

CHAPITRE III : Architecture et création du projet

III. Architecture et création du projet	52
III.1. Synthèse des approches contextuelle, thématique et bioclimatique.....	52
III.1.1. Synthèse contextuelle.....	52
III.1.2. Synthèse thématique (Concepts tirés des différents exemples analysés).....	52
III.1.3. Synthèse bioclimatique	53
III.2. Répartition fonctionnelle.....	53
III.2.1. Les fonctions principales du projet.....	54
III.2.1.1. La fonction connexion.....	54

III.2.1.2. La fonction accueil et information.....	54
III.2.1.3. La fonction service.....	54
III.2.1.4. La fonction échange.....	54
III.3. Programme prévisionnel.....	54
III.4. Processus conceptuel « De l'idée à la forme ».....	55
III.4.1. Idéation.....	55
III.4.2. Conceptualisation.....	55
III.4.2.1. Liée au contexte.....	55
III.4.2.2. Liée au thème.....	56
III.4.2.3. Liée à l'idée fédératrice.....	56
III.4.3. Matérialisation	56
III.4.3.1. Genèse du projet.....	56
III.4.4. Description du projet	61
III.4.4.1. Répartition spatiale.....	62
III.4.4.2. L'accessibilité	63
III.4.4.3. Les espaces extérieurs.....	64
III.4.4.3. Description des façades	66
III.4.5. Programme surfacique	67
III.5. Choix du système structurel et des matériaux	69
III.5.1. L'ossature	69
III.5.1.1. Poteaux en H	69
III.5.1.2. Poutres alvéolaires en I.....	60
III.5.1.3. Plancher réversible (chauffant / rafraichissant).....	70
III.5.2. Le mur rideau	71
III.5.2.1. Le double vitrage.....	71
III.5.2.2. Vitrage à isolation renforcée.....	71
III.5.3. Le bois.....	72
III.5.3.1. Couverture en panneaux sandwich	72
Conclusion	72

CHAPITRE IV. Procédés bioclimatiques et efficacité énergétique du projet

IV. Procédés bioclimatiques et efficacité énergétique.....	73
IV.1. Généralités.....	73

IV.1.1. Les principes de l'architecture bioclimatique	73
IV.1.1.1. Solaire passif.....	73
IV.1.1.2. Solaire actif	75
IV.2. Solutions bioclimatiques passives.....	76
IV.2.1. Confort d'été.....	76
IV.2.1.1. La ventilation naturelle par effet thermosiphon.....	76
IV.2.1.2. Protections solaires (brises soleil et persiennes orientables).....	80
IV.2.2. Confort d'hiver.....	82
IV.2.2.1. La serre bioclimatique.....	83
IV.3. Solutions bioclimatiques actives.....	83
IV.3.1. Panneaux solaires thermiques	85
IV.3.2. Plancher réversible (chauffant-rafraichissant).....	85
IV.3.3. Panneaux solaires photovoltaïques.....	87
IV.4. Renforcement de la stratégie bioclimatique par l'apport de nouvelles technologies....	88
IV.4.1. Les matériaux à changement de phase	89
IV.4.2. Le vitrage à changement de phase	89
IV.4.2.3. Ses avantages.....	90
IV.4.3. Le verre thermo-chromique.....	91
Conclusion.....	91
Conclusion générale.....	92
Bibliographie	

TABLEAU DE FIGURES

Figure 1 Carte illustrant la situation de Bejaia en Algérie. -----	6
Figure 2 Carte illustrant la situation de la ville de Bejaia dans la wilaya.	
Source : PDAU de la ville de Bejaia. -----	7
Figure 3 Epoque phénicienne. -----	7
Figure 4 Epoque romaine. -----	7
Figure 5 Epoque hammadite -----	8
Figure 6 Epoque espagnole. -----	8
Figure 7 Epoque turque. -----	8
Figure 8 Epoque coloniale. -----	8
Figure 9 Franchissement des limites (1871-1890). -----	9
Figure 10 Epoque poste colonial 1996-nos jours -----	9
Figure 11 Carte géographique montrant la topographie de Bejaia. -----	10
Figure 12 Relief de Bejaia. -----	10
Figure 13 Carte illustrant l'accessibilité de la ville. -----	10
Figure 14 Port de Bejaia. -----	11
Figure 15 Aéroport de Bejaia. -----	11
Figure 16 Gare ferroviaire de Bejaia. -----	11
Figure 17 Carte représentant les infrastructures de transport de la ville. -----	12
Figure 18: Carte représentant les différents tissus urbains. -----	12
Figure 19 Carte représentant le système viaire de la ville. -----	13
Figure 20 Carte représentant les nœuds les plus importants. -----	14
Figure 21 Carte représentant les places. -----	15
Figure 22 Illustrant les paysages de la ville -----	16
Figure 23: L'anse des aiguades. -----	16
Figure 24 Plage de Melbou . -----	16
Figure 25 Mont Gouraya. -----	17
Figure 26 Le Cap Bouak. -----	17
Figure 27 Vue sur le port de Bejaia. -----	17
Figure 28 Zone industrielle de la ville. -----	17
Figure 29 Euphorbe. -----	18
Figure 30 Singe magot. -----	18
Figure 31 façade maritime de la ville de Bejaia. -----	18
Figure 32 Étages bioclimatiques d'Algérie. -----	19
Figure 33 Tableau des températures moyennes mensuelles de Bejaia (2004/2015). -----	19
Figure 34 Précipitations moyennes 2005-2014. -----	19
Figure 35 Tableau des cumuls mensuels des précipitations à Bejaia au cours de la période 2005-2014. -----	19
Figure 36 Tableau des humidités relatives moyennes mensuelles de Bejaia (2004/2015). -----	20
Figure 37 valeurs mensuelles des vents de la ville de Bejaia (2005/2014). -----	20
Figure 38 Carte des directions des vents de la ville de Bejaia. -----	20
Figure 39 Rose des vents de la région de Bejaia -----	20

Figure 40	Diagramme solaire de la ville de Bejaia.	21
Figure 41	Diagramme de Givoni pour la ville de bejaia 2005/2014	21
Figure 42	Interprétation du tableau de Givoni	22
Figure 43	Port de Bejaia.	24
Figure 44	Gare ferroviaire de Bejaia.	24
Figure 45	Zone industrielle de la ville.	24
Figure 46	Carte montrant le site d'intervention dans son quartier.	25
Figure 47	Carte désignant les délimitations du site.	25
Figure 48	Carte des éléments de repère.	25
Figure 49	Carte des axes viaires.	26
Figure 50	Forme et dimensions du site.	26
Figure 51	Carte illustrant la protection naturelle des vents du site d'intervention.	26
Figure 52	Image illustrant les traits de coupes des monts de bejaia	27
Figure 53	Coupe « BB » illustrant les directions des vents dans la zone d'intervention.	27
Figure 54	Coupe « AA » illustrant les directions des vents dans la zone d'intervention.	27
Figure 55	Ensemble des figures de l'enseillement	28
Figure 56	Différents modes de transports	31
Figure 57	Gare ferroviaire à Liège, Belgique	32
Figure 58	Aérogare de Nice, France.	32
Figure 59	Terminal multimodal du Havre, source : France. http://www.usinenouvelle.com/article/la-plate-forme-multimodale-du-havre-dans-l-impasse.N371342	32
Figure 60	Gare Saint-Jérôme, Québec, Canada.	32
Figure 61	Constitution d'une voie ferrée.	33
Figure 62	Constitution de l'infrastructure d'une voie ferrée.	33
Figure 63	Constitution de la superstructure d'une voie ferrée.	34
Figure 64	Profil transversal d'une ligne à double voie.	34
Figure 65	Aiguillage	35
Figure 66	La gare Casa port, Maroc.	37
Figure 67	Situation de la gare de Casa port Maroc.	37
Figure 68	Puits de lumière de la gare de Casa port Maroc.	37
Figure 69	Façades transparentes.	37
Figure 70	Le moucharabieh contemporain.	37
Figure 71	Esplanade de 4000m ² .	37
Figure 72	Coupe montrant les différents niveaux de la gar .	38
Figure 73	Composantes de la gare.	38
Figure 74	Aménagement extérieur de la gare.	39
Figure 75	Programme qualitatif et quantitatif de la gare.	39
Figure 76	Les éléments métalliques de la couverture.	39
Figure 77	Moucharabieh contemporain.	40
Figure 78	Couverture de la halle hypostyle du bâtiment voyageur.	40
Figure 79	La nouvelle gare TGV «Montpellier Sud de France.	40
Figure 80	Situation de la gare dans l'agglomération de Montpellier.	40
Figure 81	La nouvelle gare TGV «Montpellier Sud de France.	41
Figure 82	Coupe transversale sur les voies ferrées.	41
Figure 83	Espaces de services extérieurs de la gare.	41

Figure 84 Coupe longitudinale sur la gare.	42
Figure 85 La toiture ajourée de la gare.	42
Figure 86 Les ondulations de la toiture.	42
Figure 87 Intérieur de la gare.	43
Figure 88 Vue extérieure de la gare.	43
Figure 89 Percements de la toiture.	43
Figure 90 Fonctionnement de la phytoépuration.	44
Figure 91 Vue aérienne sue la gare Iberville.	44
Figure 92 Situation de la gare dans son quartier.	44
Figure 93 Image 3D illustrant le projet.	44
Figure 94 Accès direct des navires à la gare.	45
Figure 95 Espaces de stationnement.	45
Figure 96 Parc vert.	46
Figure 97 Esplanade paysagère.	46
Figure 98 La tour signalétique.	46
Figure 99 Esapaces de consommation.	46
Figure 100: Espaces d'attente et de détente.	46
Figure 101 Structure du projet.	47
Figure 102 : Façades transparentes.	47
Figure 103 Terrasses aménagées.	47
Figure 104 Illustration de la répartition spatiale de la gare maritime.	47
Figure 105 Programme fonctionnel de la gare	48
Figure 106 Les différents bâtiments de la gare.	48
Figure 107 Situation de la gare dans son quartier.	48
Figure 108 Situation da la ville de Salerne.	48
Figure 109 La gare de Salerne et la cote Amalfitaine.	49
Figure 110 Gare de Salerne la nuit.	49
Figure 111 Vue panoramique sur la coté amalfitaine à partir de la gare.	49
Figure 112 Rampes d'accès.	49
Figure 113 Gare de Salerne	49
Figure 114 Plan du sous-sol	50
Figure 115 Plan du Rez-de-chaussée.	50
Figure 116 Plan du 1 ^{er} étage.	50
Figure 117 Image illustrant la structure de la gare.	51
Figure 118 Tours d'étaieiment.	51
Figure 119 Intérieur de la gare.	51
Figure 120 Tours d'étaieiment.	51
Figure 121 Image montrant le toit en céramique de la gare	51
Figure 122 Vue d'ensemble sur le projet	61
Figure 123 Vue sur le projet à partir de la rue Ben Boulaid	61
Figure 124 gare ferroviaire	62
Figure 125 Gare maritime	62
Figure 126 Batiment voyageur	62
Figure 127 Batiment administratif	63
Figure 128 L'entité hebergement	63

Figure 129	Acces principal du batiment administratif-----	64
Figure 130	Accès sous prtique -----	64
Figure 131	Accè du batiment administratif -----	64
Figure 132	Dépose bus -----	64
Figure 133	Dépose taxis -----	65
Figure 134	Les rails-----	65
Figure 135	Parking commun-----	65
Figure 136	Façade nord -----	66
Figure 137	Façade sud -----	66
Figure 138	Poteau métallique en H -----	69
Figure 139	Protection contre le feu et la corrosion -----	69
Figure 140	Poutre métallique alvéolaire -----	70
Figure 141	Assemblage poteau-poutre -----	70
Figure 142	Composition du plancher réversible -----	71
Figure 143	Assemblage poteau-poutre-plancher réversible -----	71
Figure 144	Vitrage à isolation renforcée-----	71
Figure 145	Brise soleil orientable en bois -----	72
Figure 146	Panneau sandwich pour toiture -----	72
Figure 147	Stratégie d'hiver-----	74
Figure 148	Stratégie d'été -----	75
Figure 149	Exposition des différentes façades en hiver. -----	75
Figure 150	Exposition des différentes façades en été.-----	75
Figure 151	Stratégies d'hiver et d'été. -----	76
Figure 152	Stratégie d'hiver. -----	76
Figure 153	Stratégie d'été. -----	76
Figure 154	Fonctionnement des modules solaires photovoltaïques. -----	77
Figure 155	Fonctionnement des capteurs solaires thermiques. -----	77
Figure 156	Plan illustrant l'ensemble des procédés bioclimatiques adoptés dans notre projet-----	77
Figure 157	Plan montrant la ventilation naturelle à l'intérieur du bâtiment-----	78
Figure 158	Fonctionnement de la tour des vents -----	78
Figure 159	La tour à vents dans notre projet-----	79
Figure 160	Coupe illustrant la ventilation naturelle grâce à la tour des vents -----	79
Figure 161	Illustration du fonctionnement du puits provençal-----	79
Figure 162	Les portiques capteurs-----	80
Figure 163	Coupe illustrant la ventilation grâce au puits provençal -----	80
Figure 164	Coupe globale illustrant la ventilation naturelle -----	81
Figure 165	Persiennes orientables -----	81
Figure 166	Persiennes orientables verticales-----	82
Figure 167	Coupe illustrant les protections solaires horizontales et verticales -----	82
Figure 168	Diagramme solaire (12 mai à 13h) -----	83
Figure 169	Schéma de calcul du brise soleil -----	83
Figure 170	Fonctionnement de la serre-----	84
Figure 171	Les serres bioclimatiques dans notre projet -----	84
Figure 172	Schéma illustrant le chauffage naturel par effet de serre -----	85
Figure 173	Schéma illustrant les différentes couches thermiques de l'air dans la serre. -----	86

Figure 174 Schéma illustrant le brassage des couches thermiques de l'air grâce au destratificateur	86
Figure 175 Plancher chauffant	87
Figure 176 Planchers rafraichissant	87
Figure 177 Fonctionnement des capteurs solaires avec le plancher réversible	87
Figure 178 Coupe illustrant les planchers réversibles alimentés par des panneaux solaires thermiques	88
Figure 179 Schéma illustrant les planchers réversibles alimentés par des panneaux solaires thermiques	88
Figure 180 Fonctionnement du panneau solaire photovoltaïque	89
Figure 181 Panneaux solaires photovoltaïques sur les abris quais	89
Figure 182 MCP organique (paraffine)	90
Figure 183 MCP inorganique (sel hydraté)	90
Figure 184 Fonctionnement du vitrage à changement de phase en été	91
Figure 185 Fonctionnement du vitrage à changement de phase en hiver	91
Figure 186 Exemple des MCP	92
Figure 187 Exemple de bâtiment avec matériaux a changement de phase	92
Figure 188 Différentes couches du verre thermochrome	93

RESUME

Le transport, une des plus importantes activités humaines, représente un catalyseur puissant du développement urbain. En effet un réseau de transports bien structuré, contribue à améliorer l'accessibilité des villes et à renforcer leurs attractivités.

Suite à l'établissement d'un état des lieux du secteur du transport en Algérie, nous avons constaté que la qualité des réseaux de transport ferroviaire et maritime est en dégradation chronique dans la plupart des villes du pays notamment à Bejaia ou ils constituent une entrave au développement urbain. Cela se manifeste essentiellement dans les infrastructures qui ponctuent leurs lignes de dessertes. Vétusté, insalubrité, abandon et déclin, telles sont les images que ces équipements procurent à l'image de la ville. En effet, en plus du fait qu'elles soient conçues sans le moindre souci des considérations bioclimatiques et énergétiques, les gares à Béjaia sont dépourvues de toutes les commodités de confort ainsi que d'une stratégie spécifique d'articulation entre les différentes infrastructures de transport.

Dans notre présent travail, nous avons fait en sorte d'apporter notre contribution d'architectes à la solution de cette nuée de problématiques qui touchent au secteur des transports, notamment celui des rails et de la mer. Nous avons adopté une démarche avec des objectifs maitrisables et réalistes. Le projet qui a été donc imaginé et conçu par nos soins contribuera à mettre à la portée des voyageurs des infrastructures d'accueil adaptées aussi bien par leur fonction, leur intégration au milieu urbain que par leur consommation énergétique. C'est un véritable pôle d'échanges multimodal intégré dans une dynamique basée sur les préoccupations environnementales.

En somme, ce projet incitera les voyageurs à se réappropriier les transports maritime et ferroviaire trop longtemps laissés au second plan derrière le transport routier.

Mots clés : Environnement, architecture bioclimatique, efficacité énergétique, transport ferroviaire, transport maritime, gares, Bejaia.

Introduction générale

Le système de transport est constitué d'un ensemble de moyens dont la finalité fondamentale est de satisfaire un besoin de déplacement ou plus généralement de communication entre des lieux géographiques distincts. Sa fonction principale est d'assurer la connexion et la cohésion des entités spatiales. Il représente une des plus importantes activités humaines et il est indispensable pour l'économie et le développement des pays. Son rôle devient primordial dans l'organisation des villes, il oriente l'habitat et toutes les autres activités humaines. D'une manière générale, « Outre les fonctions économiques et sociales que remplit aujourd'hui une gare, elle est une véritable ville dans la ville, qui a désormais son mot à dire dans le domaine de l'évolution urbaine, mais aussi dans la promotion d'une qualité architecturale qui s'appuie sur les progrès techniques les plus récents »¹.

Algérie, après l'indépendance, les activités de transport ont pendant longtemps continué à être organisées dans le cadre de la législation et de la réglementation héritées de la période coloniale. Actuellement, le développement socio-économique est accompagné d'une évolution adéquate et conséquente des infrastructures et des moyens de transport. Si l'offre quantitative en termes de moyens de transport arrive tant bien que mal à satisfaire les besoins des usagers, la qualité de celui-ci est en dégradation chronique dans la plupart des villes du pays. Bejaia est l'un de ces exemples lamentables qui, en dépit de leur position stratégique dans le territoire national, souffrent d'une grande déficience dans le secteur des transports de plus en plus ressentie par la population. L'une des raisons particulières de cette carence demeure le manque drastique d'infrastructures d'accueil.

Néanmoins, durant la dernière décennie, la situation du secteur du transport a amené l'Etat à mettre en place un dispositif organisationnel visant un meilleur encadrement de l'activité, et à se doter d'un instrument juridique de rééquilibrage du territoire (Schéma National d'Aménagement du Territoire). De ce fait, les différents réseaux de transport (terrestre : routier et ferroviaire, maritime et aérien) connaissent une véritable mutation. De nombreux projets ont été réalisés ou sont en cours de réalisation² dans le but d'améliorer l'efficacité du secteur du transport, sa performance, sa compétence et sa contribution au développement et la facilitation de la mobilité. Toutefois, les transports ferroviaires et maritimes des personnes

¹ Mémoire magister en architecture, Mr SAFIR Mohand ou Said, « le patrimoine ferroviaire du XIXème et XXème siècle en Algérie : identification et valorisation », année 2011.

² Entrée en service officielle de la ligne de train à grande vitesse Tizi Ouzou – Alger le 15 Avril 2017, ouverture officielle de la ligne ferroviaire Saida – Sidi-Bel Abbès le 6 Avril 2017 et autres.

et des marchandises sont en baisse depuis longtemps et ce, en dépit de la volonté affichée des pouvoirs publics de les développer et de les réhabiliter. La solution de facilité qu'est la route l'a toujours emporté sur le rail et la promesse de développer ce dernier.

Les infrastructures d'accueil ponctuant les réseaux ferroviaires et maritimes sont mal structurées, ne facilitent pas le déplacement car mal interconnectées. Sans compter le fait qu'elles se résument à des bâtiments vétustes et énergivores. D'où la nécessité de repenser à la modernisation de leur architecture par une typologie et une configuration nouvelles grâce auxquelles seront favorisés les concepts d'accueil, d'accessibilité et d'aspect de sûreté. Aussi, l'amélioration de leur efficacité énergétique reste un objectif majeur. Il faudra imaginer et réaliser des équipements à énergie positive en optimisant la qualité des services offerts dans le respect des exigences du développement durable, réduisant ainsi les impacts environnementaux des transports ferroviaire et maritime. Des bâtiments fonctionnels, attractifs et à bas profil énergétique, seront les objectifs phares de notre démarche.

Problématique générale

Les réseaux ferroviaires et maritimes de la ville de Béjaïa ainsi que leurs équipements d'accueil ont pendant longtemps été laissés au second rang des préoccupations des pouvoirs publics, les efforts consentis pour l'amélioration de leur efficacité et leur restructuration restent insuffisants. En pratique, c'est un constat qui s'exprime par une nuée d'irrégularités et de défaillances comme l'absence de cohésion entre un point d'accueil et un autre, la difficulté de répondre au problème de surconsommation énergétique grâce notamment à des solutions passives garantissant le confort thermique tout en réduisant les impacts négatifs sur l'environnement et en s'intégrant par la même occasion dans une dynamique générale de développement durable.

En somme, ces bâtiments conçus sans le moindre souci des considérations bioclimatiques énergétiques, sont souvent mal intégrés dans la trame urbaine et ne suivent aucune logique permettant de les mettre en relation afin de faciliter aux usagers les déplacements et de répondre à leurs exigences de confort.

En ce sens, notre réflexion nous a conduites à poser les questionnements suivants :

- Comment remédier à la déficience en matière de transport ferroviaire et maritime dont souffre la ville de Bejaïa et comment réconcilier les voyageurs avec ces modes de transport ?

- Comment allons-nous procéder afin d'assurer la fluidité de circulation et la cohésion entre les différentes gares, et par conséquent offrir aux usagers les conditions d'accessibilité, de mobilité et de communication qui puissent répondre à leurs attentes ?
- Quelle sera la démarche à suivre afin d'intégrer les considérations bioclimatiques et de ce fait améliorer l'efficacité énergétique de ces bâtiments tout en y garantissant l'ambiance thermique la plus confortable qui soit ?
- Quelles sont les actions techniques et les procédés architecturaux à opérer pour réduire les consommations énergétiques et ainsi l'impact sur l'environnement ?

Hypothèses

Pour entamer les travaux, nous avons émis les hypothèses de départ suivantes :

- La désappropriation des transports ferroviaire et maritime par les citoyens et les opérateurs économiques pourrait être justifié par le manque d'infrastructures d'accueil ou à leur insalubrité et par conséquent à leur incapacité d'assurer sécurité, confort et qualité de services. Il nous faudra donc agir sur l'ensemble de ces aspects pour aboutir à une œuvre architecturale de qualité ;
- La rupture fonctionnelle se manifestant entre un point d'accueil et un autre est possiblement causée par l'absence d'éléments articulateurs favorisant la fluidité, l'accessibilité et la continuité. L'imagination de notre projet d'architecture devrait donc s'étendre au-delà des limites de la parcelle d'intervention ;
- La transition des infrastructures vers un système énergétique soutenable nous permettra de réduire leur impact sur l'environnement tout en offrant aux usagers les besoins en confort qu'ils attendent.

Objectifs

Dans le travail que nous nous apprêtons à réaliser, il sera fixé un certain nombre d'objectifs, il s'agira pour nous :

- D'inciter les voyageurs à se réapproprier les transports maritime et ferroviaire trop longtemps laissés au second plan derrière le transport routier ;
- De mettre à la portée du public des infrastructures d'accueil adéquates aussi bien dans leur fonction que dans leur intégration urbaine, aux dimensions de pôle d'échanges

multimodal, regroupant à la fois une plateforme intermodale, des services et des commerces portant un rôle moteur dans le développement urbain ;

- D'intégrer les infrastructures de transport dans une dynamique basée sur des préoccupations environnementales, en leur insufflant les principes de la conception bioclimatique ;
- De prévoir une source d'énergie active (panneaux photovoltaïques, énergie éolienne...) afin de répondre aux besoins en énergie et d'assurer le confort thermique dans les bâtiments.

Méthodologie d'approche et structure du mémoire

Afin de répondre à notre problématique, aux hypothèses et aux objectifs émis, notre mémoire sera structuré selon deux étapes distinctes :

La première sera théorique et analytique. Elle sera constitué d'un chapitre introductif, d'une approche contextuelle afin de se familiariser avec le site et d'en tirer les principales potentialités et carences, suivie d'une approche thématique qui consiste en la compréhension des différents concepts et notions clés liés à notre recherche, elle découle d'une recherche bibliographique sur les infrastructures ferroviaires et portuaires bioclimatiques et d'une analyse d'exemples qui nous permettra d'en tirer les programmes fonctionnels ainsi que les différents principes de l'architecture bioclimatique qui nous orienteront dans notre processus de conception.

La deuxième comprend l'approche architecturale ainsi que les aspects et solutions bioclimatiques et énergétiques.

Enfin une conclusion générale, à travers laquelle nous essayerons de montrer les différentes recommandations proposées, et dans laquelle nous confirmerons ou infirmerons les hypothèses posées précédemment.

CHAPITRE I

Etude des sites global et
réduit du projet

I. L'échelle du site global

L'architecture doit être principalement une émanation directe de son contexte afin d'éviter d'aboutir à des projets sans âme, sans identité et sans caractère car la compréhension du site et du contexte dans le processus de conception architecturale revête une importance majeure.

I.1. Présentation de la ville de Bejaia

- **Choix de la ville d'intervention**

Notre choix s'est porté sur la ville de Bejaia qui renferme des potentialités naturelles, économiques et touristiques ainsi que des vestiges historiques. Elle dispose également d'équipements et d'infrastructures d'envergure à savoir le port, l'aéroport, l'université. Au-delà de ses richesses, Bejaia a été durant plusieurs siècles le lieu de brassage de différentes races, civilisations et cultures.

- **Délimitations naturelles**

Sur le plan géographique, le territoire de la Wilaya de Bejaia est délimité au Nord par la mer méditerranéenne, ce qui la dote d'environ 100 km de côte. Au Sud, elle est limitée par les massifs des Bibans, à l'Est par les massifs des Babors, et à l'Ouest par la chaîne montagneuse du Djurdjura. Le territoire se trouve ainsi enserré entre des massifs montagneux d'envergure.

- **Situation à l'échelle nationale**

La ville de Bejaia est une ville côtière située dans la partie médiane de l'Algérie dans la région de la Kabylie, à une distance d'environ 230km à l'est de la capitale. Elle est bordée au Nord par la mer méditerranéenne, limitée à l'Est par Jijel, à l'Ouest par Tizi-Ouzou et Bouira et au Sud par Sétif



Figure 1 Carte illustrant la situation de Bejaia en Algérie.
Source <http://w0.fast-meteo.com/locationmaps/Bejaia.8.gif>

- **Situation à l'échelle régionale**

Bejaia s'étend sur une superficie de 3261.26 km². Elle est délimitée par: La mer méditerranéenne au Nord, la commune de Toudja au Nord-ouest, la commune de Tala Hamza au Sud et au Sud-ouest, la commune d'Oued Ghir au Sud et au Sud-est, la commune de Boukhlifa au Sud.



Figure 2 Carte illustrant la situation de la ville de Bejaia dans la wilaya.

Source : PDAU de la ville de Bejaia.

I.1.1. Lecture diachronique

Des civilisations prospères et de moindre importance se sont succédées depuis les périodes les plus reculées de l'histoire. Elles ont laissé chacune une empreinte s'ajoutant au contexte déjà construits ou annulant ce dernier.

- **Epoque phénicienne (4ème siècle av-JC)**

Caractérisée par :

- L'établissement d'un comptoir commercial.
- La construction d'un port dans son emplacement actuel.

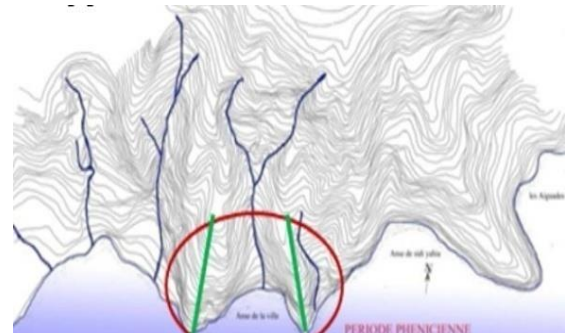
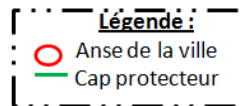


Figure 3 Epoque phénicienne.

Source J-Royer/ Auteurs



- **Epoque romaine (Saldae) 33 Av-JC**

Cette période est marquée par:

- L'aménagement d'un port au pied de la Casbah.
- Le tracé d'une enceinte suivant le Cardio et le Decumanus, ce qui donne naissance à 4 portes (Sarrasine, Fouka, Gouraya et la 4ème porte).

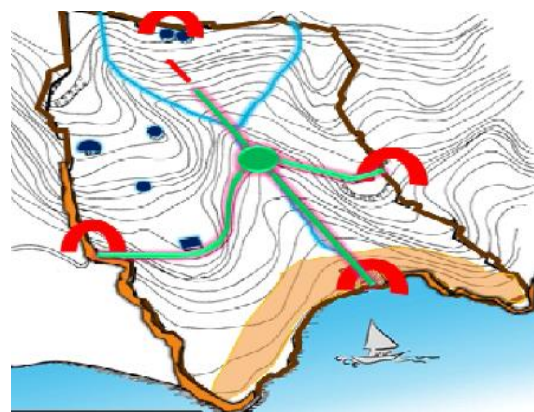


Figure 4 Epoque romaine.

Source J-Royer/ Auteurs



- **Epoque Hammadide (Anaceria) 1067-1152**

Cette période est marquée par:

-L'implantation de nouvelles portes urbaines liées deux à deux par 3 parcours.

-La croissance de la ville est conditionnée au Nord par le relief montagneux.

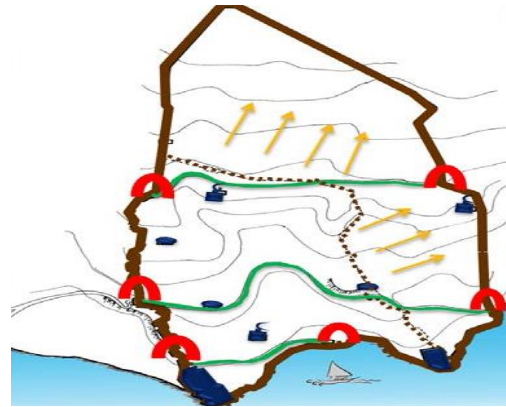
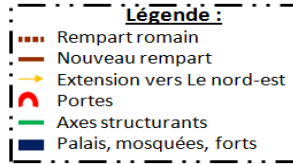


Figure 5 Epoque hammadite
Source J-Royer/ Auteurs.

- **Epoque espagnole (Bougia) 1509-1556**

La ville connût une véritable décadence, néanmoins elle garde ses activités portuaire et militaire.

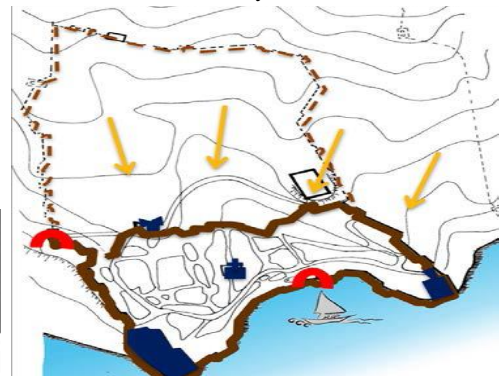
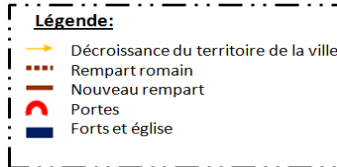


Figure 6 Epoque espagnole.
Source J-Royer/ Auteurs

- **Epoque turque (Médina) 1556-1833:**

Cette période est marquée par:

-L'occupation de l'enceinte espagnole.

-La mise en place d'une structure d'échange et de rencontre (places, marchés)

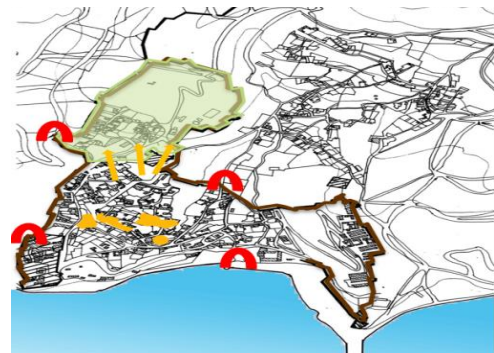
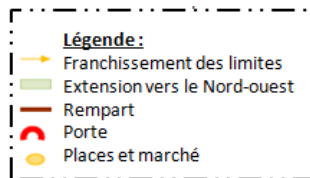


Figure 7 Epoque turque.
Source J-Royer/ Auteurs

- **Epoque coloniale 1833-1962**

Intervention intra-muros (1833-1871) :

Période d'appropriation et de réinterprétation des lieux, caractérisée par la restructuration du tissu urbain.

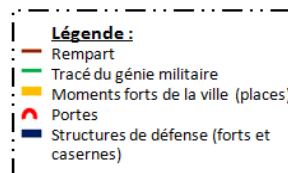


Figure 8 Epoque coloniale.
Source J-Royer/ Auteurs

Intervention extra muros (1971-1962)

La ville a connu une densification et une extension vers l'Ouest et vers le Nord suivant deux axes de croissance (axe de la Soummam et l'axe du vieillard).

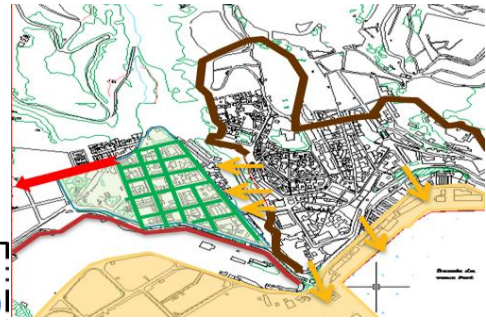
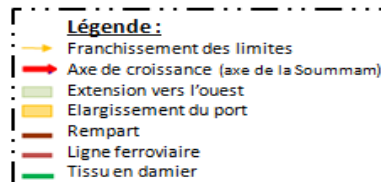


Figure 9 Franchissement des limites (1871-1890).

Source APC de Bejaia/Auteurs

- **Epoque postcoloniale (1962 - à nos jours)**

Après l'indépendance l'intensité de l'exode rurale fait jaillir des zones anarchiques d'habitats spontanés, afin de résoudre la crise du logement, des politiques de zoning sont dès lors entreprises, d'où l'apparition d'une rupture morphologique entre les tissus de la ville

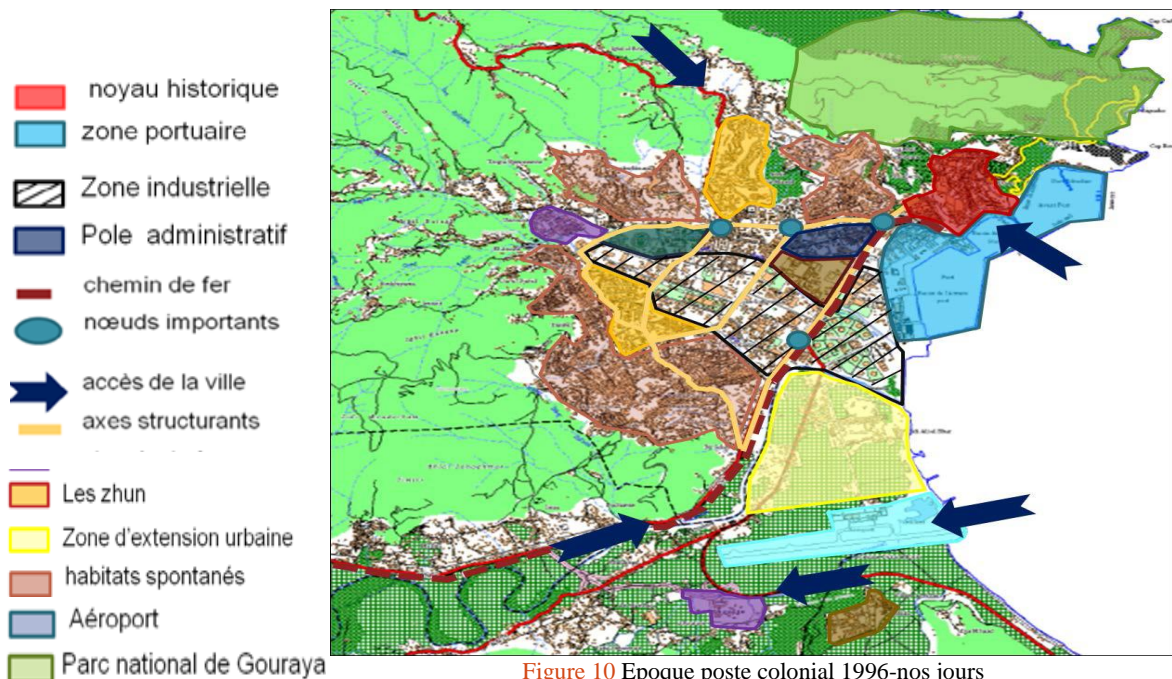


Figure 10 Epoque post coloniale 1996-nos jours

Source PDAU de Bejaia intercommunale 2009/Auteurs

Bejaia est une ville née de la mer et qui a vécu en parfaite symbiose avec elle durant de nombreux siècles, jusqu'à ce que l'activité portuaire dresse en elle-même une limite franche entre la ville et la mer qui la jouxte.

Le processus de formation et les transformations de la ville ont souvent été guidés par les éléments naturels du site (la mer, la montagne et la plaine), cloisonnée par ces derniers, la ville offre de moins en moins d'espace et s'est vu dépasser ses limites urbaines le long du flanc de la montagne et sur les piedmonts qui longent la plaine.

I.1.2. Lecture urbaine

I.1.2.1. Présentation du territoire géophysique de Bejaia

Le territoire de Bejaia s'étend sur une superficie de 322 348ha.

Il se compose de 03 zones bien distinctes dont 60% de la surface est occupée par la montagne (massifs du Djurdjura, des Bibans et des Babors), 30 % de plaines et 10 % de collines.

L'ensemble offre au visiteur venant de la mer l'image d'un amphithéâtre presque parfait construit dans l'eau qui va du site de la casbah jusqu'au fort Abd El Kader.

On distingue deux parties morphologiques :

- **Partie haute** : relief accidenté.
- **Partie basse** : relativement plate.

La ville jouit d'un fort potentiel paysager. La richesse morphologique de ses reliefs lui confère des paysages montagneux et maritimes des plus pittoresques.

C'est ce contexte territorial formé d'une part par la courbe tellienne et la vallée de la Soummam et d'autre part par la bande maritime et la plaine côtière qui, en se combinant avec un riche contexte historique, a vu la naissance puis le développement de la ville de Bejaia.

I.1.2.2. Accessibilité et équipements de desserte

La ville de Bejaia est desservie par des réseaux routier et ferroviaire, ainsi que par des équipements tels qu'un aéroport, une gare routière et une gare maritime, nécessaire au bon fonctionnement de cette dernière

Ce réseau routier est défini par des parcours territoriaux pérenne à travers l'histoire et ayant comme moteur principal, le relief ;



Figure 11 Carte géographique montrant la topographie de Bejaia.

Source http://www.algeriesite.com/net/html/ville/aimages-ville_de_Bejaia_vue_du_ciel.htm

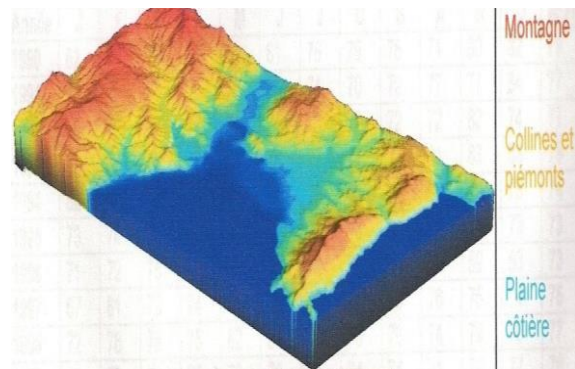


Figure 12 Relief de Bejaia.

Source [//www.algeriesite.com/net/html/ville/aimages-ville_de_Bejaia_vue_du_ciel.htm](http://www.algeriesite.com/net/html/ville/aimages-ville_de_Bejaia_vue_du_ciel.htm)



Légende: routes nationales — chemin de fer
Accès de la ville — port — aéroport

Figure 13 Carte illustrant l'accessibilité de la ville.

Source PDAU de la ville Bejaia

La RN 24 reliant Bejaia à Alger route côtière qui reprend un ancien chemin phénicien ;

La RN 12 reliant Bejaia à Alger passant par Tizi Ouzou sur 133km ;

La RN 26 reliant Bejaia avec Mehdellah rejoignant la RN 05 menant vers Alger en passant par Bouira et vers Sétif par Bordj Bouriridj. Reprise d'un ancien parcours romain, limité par le piémont du Djurdjura et Oued Soummam sur 99km.

La RN 09 reliant Bejaia à Sétif le long de la côte Est jusqu'à Souk-El- Thenine où elle rejoint la RN43 qui la longe la mer méditerranéenne jusqu'à Jijel. Reprise d'un ancien parcours français creusé dans la falaise sur 111km³.

- **Par voie maritime**

La wilaya possède un port qui ne cesse d'être modernisé, on y trouve le port marchand, le vieux port et le port pétrolier, il représente un des grands atouts du développement économique de la wilaya.



Figure 14 Port de Bejaia.

Source : <https://www.tsa-algerie.com/-port-de-bejaia->

- **Par voie aérienne**

La wilaya est dotée d'un aéroport international qu'on peut considérer comme le meilleur atout qui permet et qui facilite le développement du tourisme



Figure 15 Aéroport de Bejaia.

Source <http://www.appartbejaia.com/index.php>

- **Par voie ferroviaire**

La wilaya de Bejaia est reliée au réseau national au niveau de Béni Mansour grâce à une voie ferrée qui s'étend sur 90 km et qui est équipée par 09 gares et 04 haltes.



Figure 16 Gare ferroviaire de Bejaia.

Source <http://mapio.net/pic/p-39386/>

³ Source : <http://slideplayer.fr/slide/1165797/>

- Carte des transports

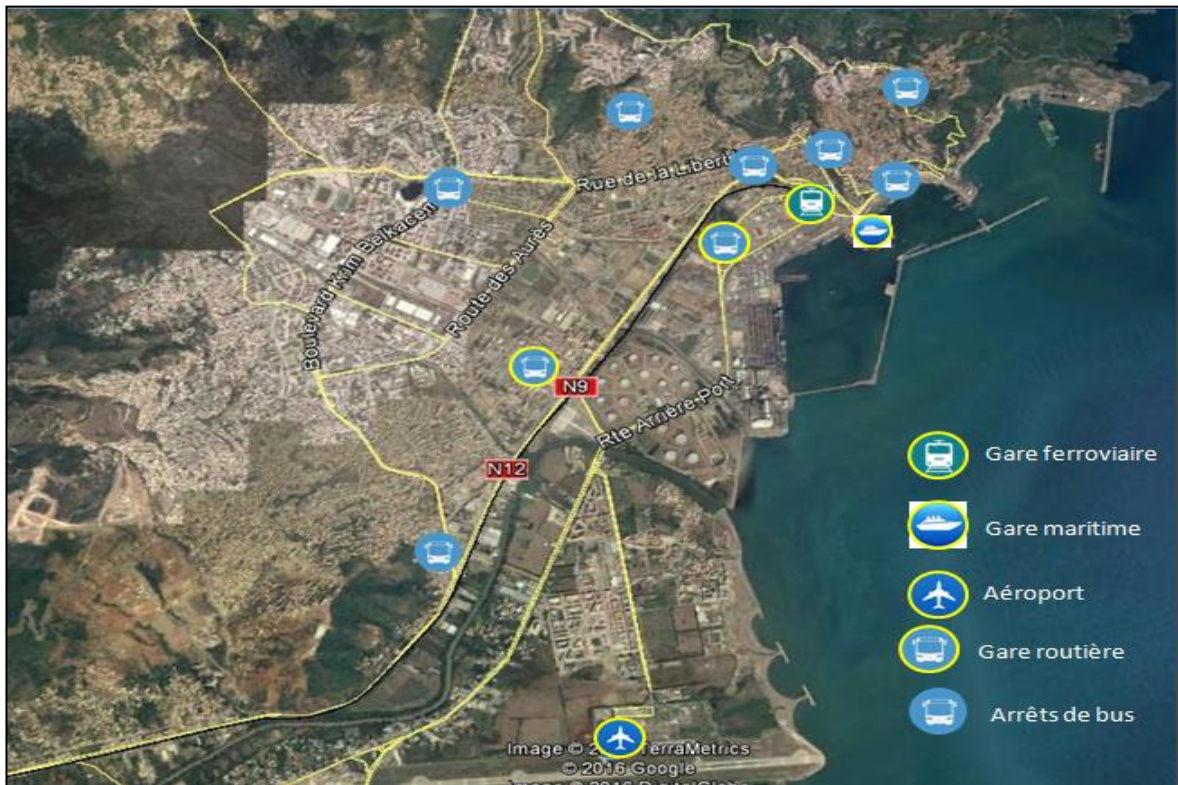


Figure 17 Carte représentant les infrastructures de transport de la ville.
Source : Google earth / Auteurs

I.1.2.3. Tissus urbains de la ville de Bejaia

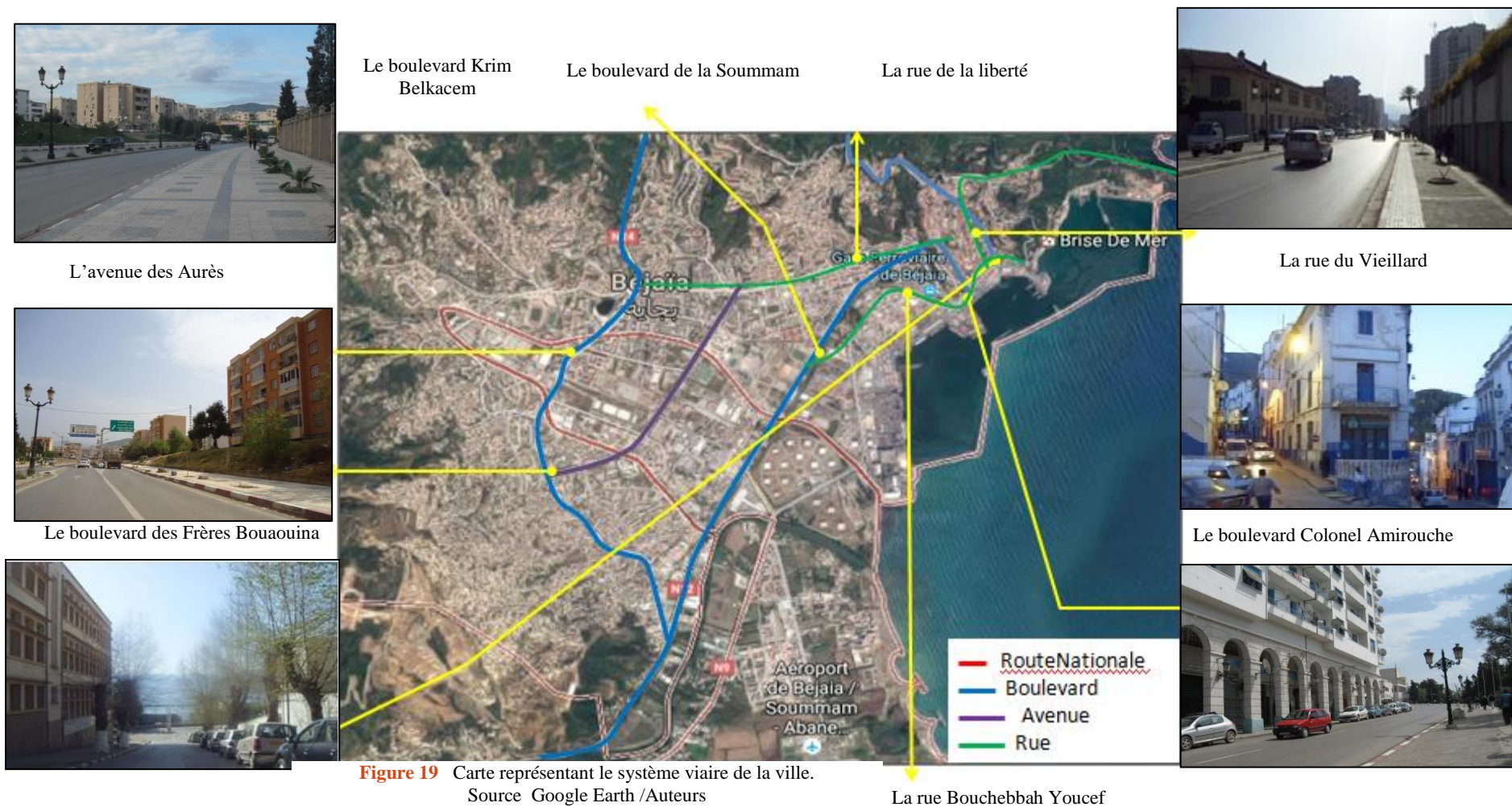
La diversité des tissus de la ville engendre la pluralité des typologies architecturales et des formes urbaines.



Figure 18: Carte représentant les différents tissus urbains.
Source: PDAU de la ville de Bejaia/ Auteurs.

I.1.2.4. Le système viaire

Les voies les plus structurantes de la ville sont:



I.1.2.5. Les nœuds



Rond-point Aamriw.



Place de l'Arsenal.



Rond-point Daouadji.

Rond point Lumumba-Gueydon.



Place de la Marine.



Rond point du front de mer



Rond point de la Soummam.

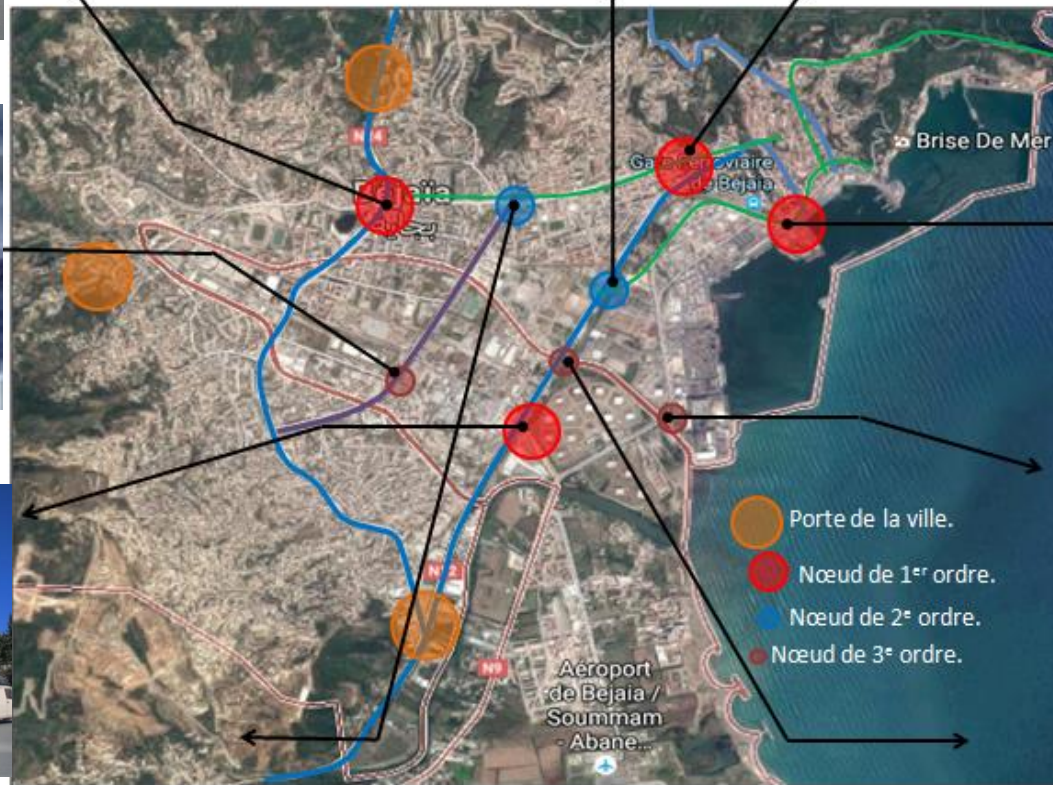
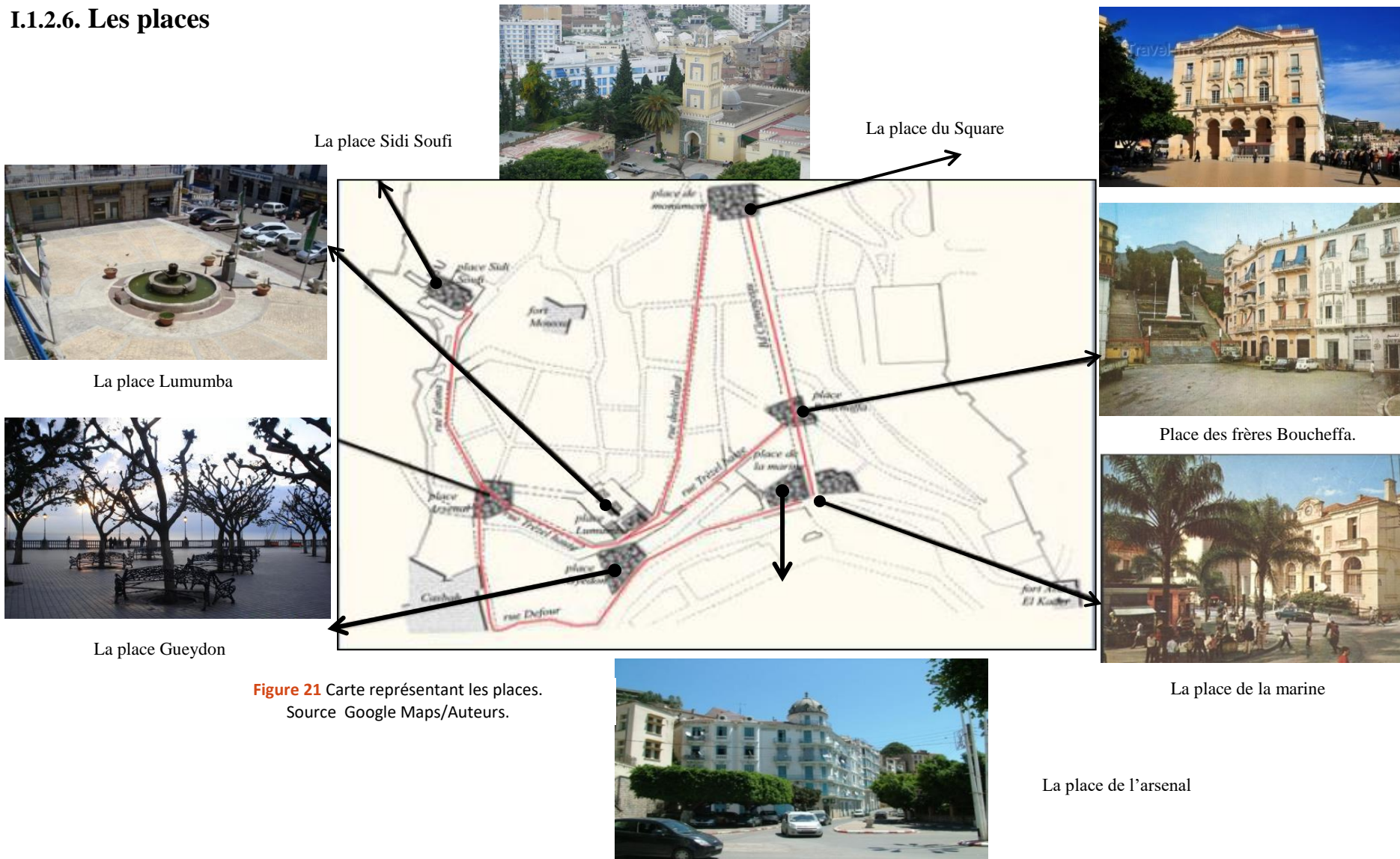


Figure 20 Carte représentant les nœuds les plus importants.
Source : Google Earth/ Auteurs

I.1.2.6. Les places



I.1.3. Lecture paysagère et environnementale

I.1.3.1. Paysages

La stratification des différentes époques et la richesse de la composition naturelle du site

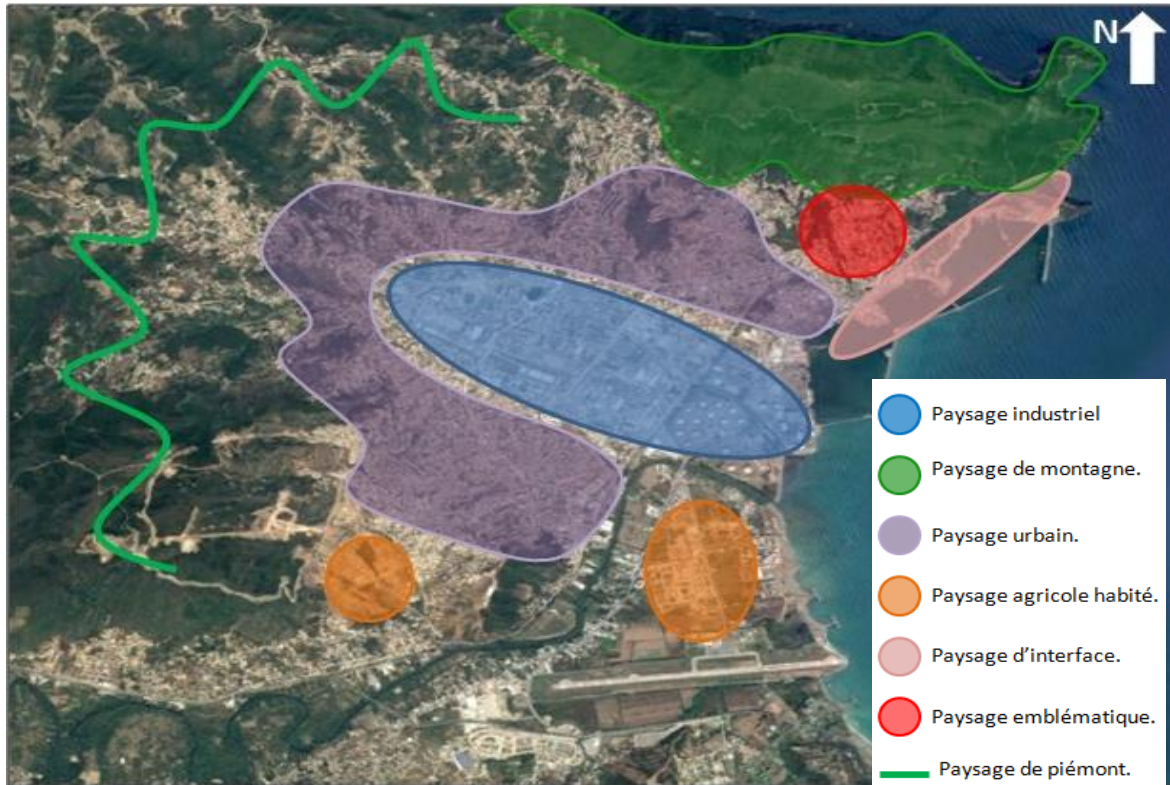


Figure 22 Illustrant les paysages de la ville
Source Google Earth/Auteurs

- **Paysage naturel**

Le territoire de Béjaia réunit un ensemble de sites naturels dotés d'une haute valeur paysagère, tels que le mont Gouraya, le cap Carbon, les Aiguades, le pic des Singes, Les cascades Kefrida, le site sauvage de la côte ouest ainsi que d'un nombre important de lacs et de plages de sable fin.



Figure 24 Plage de Melbou .
Source : Google image.



Figure 23: L'anse des aiguades.
Source <https://www.vinyculture.com/12-choses-a-voir-5-a-faire-a-bejaia/>



Figure 25 Mont Gouraya.

Source : <https://fr.pinterest.com/pin/510806782712037211/>



Figure 26 Le Cap Bouak.

Source : <http://arabs.travel/t74288.html>

- **Paysage d'interface**

L'interface ville/mer de Bejaia est munie d'un port et d'une zone d'arrière port qui ceinture la zone portuaire.



Figure 27 Vue sur le port de Bejaia.

Source : auteurs.

- **Paysage industriel**

La zone industrielle au cœur de la ville constitue une sorte d'obstacle pour l'extension urbaine, affectant aussi l'équilibre écologique et environnemental de celle-ci.

I.1.3.2. Biodiversité

Le littoral de la ville de Bejaia renferme un

riche patrimoine naturel, il abrite une biodiversité marine et terrestre importante, il est ainsi muni d'un parc national (parc national de Gouraya) caractérisé par:

- 2080 ha pour un linéaire côtier de 10.6 km ;
- 300 espèces, rares ou communes, (il renferme la plus belle et unique station à Euphorbe (espèces très menacées) ;



Figure 28 Zone industrielle de la ville.

Source http://www.vitamedz.org/zone-industrielle-de-bejaia/Photos_670_35638_6_1.html

- 90 espèces d'algues marines ;
- Il abrite une faune terrestre et marine très diversifiée parmi laquelle: 26 espèces de mammifères tels que le singe magot, le porc-épic, la genette, le lapin de garenne... Une multitude de sites pittoresques caractérise la zone, citons:
 - Le pic des singes à 430 m d'altitude ;
 - Le fort de Gouraya au niveau du point culminant ;
 - Le tombeau de Lalla Gouraya ;
 - L'anse des aiguades ;
 - Cap Carbon avec son phare qui le domine à quelques 200 m ;
 - Les grottes plus ou moins importantes. [...] ⁴



Figure 29 Euphorbe.

Source <http://lespetitesherbes.unblog.fr/des-sorties-decouverte-de-la-flore-sauvage/>



Figure 30 Singe magot.

Source <http://www.algerie-monde.com/photos/bejaia/pic-des-singes/>

I.1.4.3. Lecture paysagère sur la façade maritime



Figure 31 façade maritime de la ville de Bejaia.

Source : Google image/Auteurs.

Premier plan: Interface, immeuble du XIXe ainsi que les bâtisses de la zone portuaire.

Plan intermédiaire: Constructions plus au moins imposantes incluant le noyau historique et la zone industrielle.

Arrière-plan: Paysage de montagne.

Façade maritime plus au moins structurée et équilibrée entre bâti et éléments naturels. Ces derniers lui inculquent une forte imagibilité et une importante valeur paysagère. Mais

⁴ Les données citées ci-dessus ont été extraites de « L'Atlas du littoral algérien » qui est un document à caractère scientifique et pédagogique réalisé par l'Agence Spatiale Algérienne.

l'interface maritime qui comporte aussi les bâtisses vétustes des zones portuaire et industrielle voit son image ternie.

I.1.4. Lecture climatologique

La région de Bejaia se situe dans la région subhumide, entre deux régions humides.

I.1.4.1. La température

La ville bénéficie du climat méditerranéen, caractérisé par un été chaud et sec, et un hiver doux et humide, avec une **température moyenne annuelle de 18.75°C**.

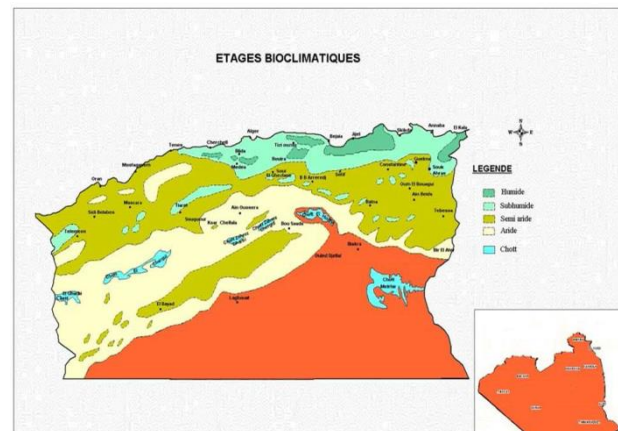


Figure 32 Étages bioclimatiques d'Algérie.

Source Agence nationale d'aménagement du territoire.

La zone montagneuse connaît des gelées fréquentes, tout le long de la saison hivernale.

Mois/T	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
T min	7.39	7.53	9.23	11.59	14.5	17.71	20.94	21.31	19.25	16.56	12.15	8.62
T max	16.83	16.8	18.82	21.19	23.74	26.93	29.91	30.58	28.31	26.31	21.48	17.67

Figure 33 Tableau des températures moyennes mensuelles de Bejaia (2004/2015).

Source ONM de Bejaia.

I.1.4.2. Pluviométrie

La moyenne des précipitations, pour la wilaya est de 830.57 mm de pluie par an pour la période 2005-2014, d'où l'existence d'un réseau hydrographique important. La saison des pluies va de décembre à mars.

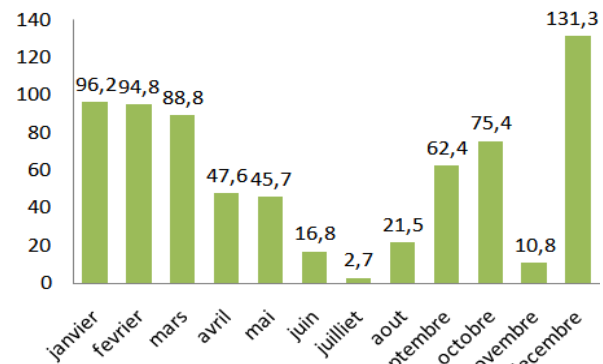


Figure 34 Précipitations moyennes 2005-2014.

Source Station météorologique de Bejaia.

	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Précipitations moy-2005/2014 (mm)	96.2	94.8	88.8	47.6	45.7	16.8	2.7	21.5	62.4	75.4	10.8	131.3

Figure 35 Tableau des cumuls mensuels des précipitations à Bejaia au cours de la période 2005-2014.

Source : ONM de Bejaia.

I.1.4.3. Humidité relative

L'humidité relative pour une région est dictée par plusieurs facteurs: **les précipitations, la végétation, le type du sol, le régime des vents et l'ensoleillement.**

Le taux moyen de l'humidité relative de la ville de Bejaia est très élevé. Elle est de **77,7%** pour la période (2005-2014)

	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
H min	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6
H max	53	51.5	55.1	55.8	58.5	57.1	55.1	55.2	53.6	53.3	53	54.2

Figure 36 Tableau des humidités relatives moyennes mensuelles de Bejaia (2004/2015).
Source : ONM de Bejaia.

I.1.4.4. Les vents

Les caractéristiques des vents d'une région sont déterminées par plusieurs facteurs :

- La distribution globale d'une région saisonnière de la pression de l'air.
- La rotation de la terre et la topographie de la région et ce qui l'entoure.
- La variation journalière dans l'échauffement des terres et mers.

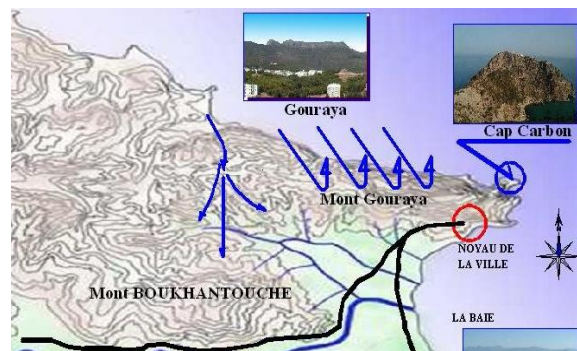


Figure 38 Carte des directions des vents de la ville de Bejaia.
Source ONM de Bejaia.

Fréquence par direction (%)

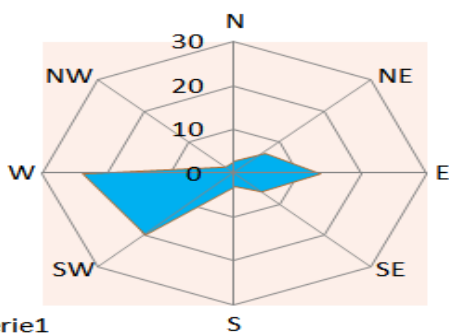


Figure 39 Rose des vents de la région de Bejaia
Source ONM de Bejaia.

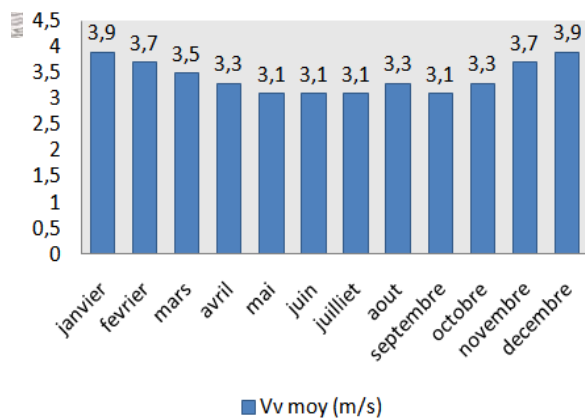


Figure 37 valeurs mensuelles des vents de la ville de Bejaia (2005/2014).
Source ONM de Bejaia.

Pour la ville de Bejaia, les vents dominants soufflent par :

- **L'ouest et Sud-Ouest ;**
- **Le Nord-Est ;**

Le mont Guouraya qui s'élève à plus de 670m d'altitude protège la ville des vents du nord. Malgré cela, l'air marin reste fréquent tout le long de la côte.

I.1.4.5. Diagramme solaire

Le 21 décembre, le soleil se lève au nord-est et se couche au nord-ouest, il atteint sa hauteur maximale de 30° à midi. De ce fait, les rayons solaires pénètrent les bâtiments de façon étendue et profonde. Les façades orientées sud sont les plus exposées au soleil.

→ Possibilité de bénéficier des rayons solaires grâce à de grandes baies vitrées orientées sud.

Le 20 mars, le soleil atteint une hauteur maximale de 50° à midi, il se lève à l'est et se couche à l'ouest.

- Le 21 juin, le soleil se lève au sud-est et se couche au sud-ouest, il atteint une hauteur de 75° à midi, les façades sud, est et ouest sont fortement irradiées.

→ Prévoir des protections solaires horizontales et verticales.

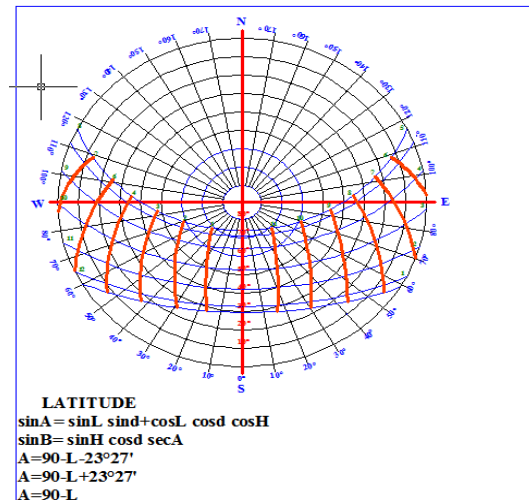


Figure 40 Diagramme solaire de la ville de Bejaia. Source ONM de Bejaia/Auteurs

I.1.4.6. Le Diagramme bioclimatique de Givoni

Le diagramme bioclimatique du bâtiment est un outil d'aide à la décision globale du projet bioclimatique permettant d'établir le degré de nécessité de mise en œuvre de grandes options telles que l'inertie thermique, la ventilation généralisée, le refroidissement évaporatif, puis le chauffage ou la climatisation.⁵

Tableau d'évolution de température moyenne en C° de Béjaia 2004/2015

	Jan	Feb	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	MOY
Température min °C	7.39	7.53	9.23	11.59	14.5	17.71	20.94	21.31	19.25	16.56	12.15	8.62	14.31
Humidité max %	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6
Température max °C	16.83	16.8	18.32	21.12	23.74	26.93	29.91	30.53	28.31	26.1	21.48	17.67	23.15
Humidité min %	53	51.4	55.1	55.8	58.2	57.1	55.1	55.2	55.6	53.3	53	54.2	54.78

Localisation	
LONGITUDE	5°
LATITUDE	36°
ALTITUDE	De 0m-625m

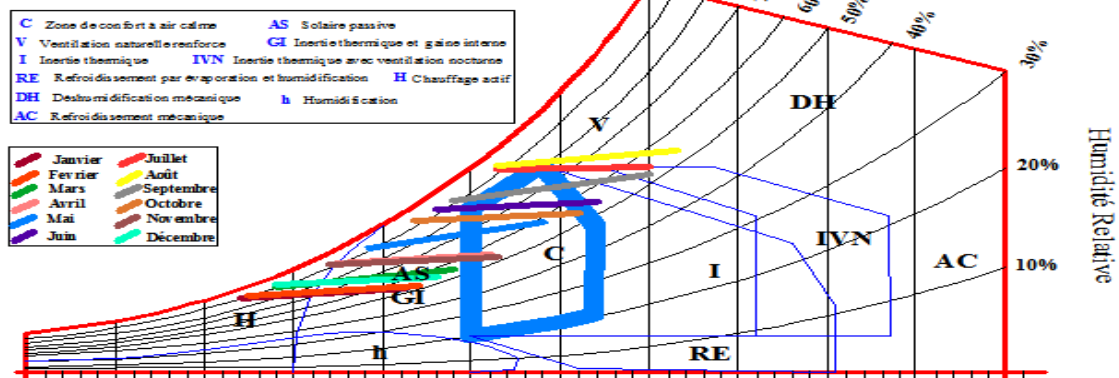


Figure 41 Diagramme de Givoni pour la ville de bejaia 2005/2014 Source ONM de Bejaia/Auteurs

⁵ Baruch GIVONI, « L'homme, le climat et l'Architecture », traduction Jean-Louis IZARD ; Editions du Moniteur, Paris, 1978.

D'après le diagramme de Givoni on distingue trois zones différentes

Zone	Période	Recommandations	Interprétation
Sous-Chauffe	La totalité de : Décembre, Janvier, Février. -La majeure partie de Novembre. -Une partie du mois de Mars, Avril et Mai	-Chauffage actif -Solaire passif -Inertie thermique et gains internes	L'utilisation de l'énergie solaire passive. -Larges surfaces vitrées orienté sud pour profiter d'un apport solaire maximal. -Utiliser des matériaux à forte inertie thermique (pierre, terre...etc.), pour assurer un long déphasage (8h), associé à une isolation extérieure pour un stockage maximal des apports passifs
Confort	-La majeure partie de : Mai, Avril, Octobre et Novembre -Une partie de Juin et Septembre	Ventilation naturelle Inertie thermique	Le confort dans cette zone est obtenue naturellement de ce fait on favorise la ventilation naturelle,
Surchauffe	- La totalité de : Juillet et Août - La majeure partie de Juin et septembre	-Ventilation naturelle renforcée -Inertie thermique et gains internes -Ventilation nocturne -Ventilation par	Assurer une ventilation naturelle, en canalisant les vents frais d'été (les brises marines)

Figure 42 Interprétation du tableau de Givoni

Source : Auteur

L'analyse climatique de la ville de Bejaia fait apparaitre, comme pour l'ensemble des villes côtières un taux d'humidité élevé, ce qui fait de ceci un élément climatique très important à prendre en considération dans la conception du projet par le biais de solutions qui privilégient la ventilation.

- Le plus grand atout de la ville réside dans sa **protection naturelle face aux vents du Nord**, et de sa mer orientée vers le Sud, bénéficiant ainsi d'une **exposition optimale au soleil**.

I.1.5. Synthèse

L'analyse du site global nous a permis de tirer la conclusion suivante :

Potentialités

Naturelles

- Ville à la croisée de divers éléments naturels: La mer, la montagne, les rivières, les cours d'eau et les piémonts.
- Potentiel paysager remarquable.
- Protection naturelle face aux vents du Nord.

Historiques

- La ville renferme plusieurs vestiges culturels et monuments historiques, témoins de son passé multiculturel fastueux tels que le fort Casbah, fort Abdelkader, fort Gouraya.

Économiques

- La ville de Béjaïa possède une des activités les plus importantes du pays, de part son activité portuaire, aéroportuaire et industrielle.
- Importance du réseau de communication.

Touristiques

- La ville de Béjaïa se trouve dans une région touristique des plus importantes, qui possède un patrimoine naturel et historique très riche.

Carences

- Les manques et les retards de la ville dans la notion d'ouverture, d'accueil et d'attractivité.
- Rupture morphologique entre les différents tissus urbains.
- Absence d'articulation entre la mer et la ville.
- La situation défavorable de la zone industrielle, au cœur de la ville, ce qui affecte l'équilibre écologique et environnemental de la ville.
- **Manque d'infrastructures de transport multimodal qui favoriserait le tourisme et faciliterait les déplacements.**
- **Rupture ville-mer : La zone portuaire, ceinturée par la zone de l'arrière port, dresse une limite franche entre la ville et la mer qui la jouxte**

I.2. Etude du site réduit

I.2.1. Présentation du site « Un espace entre ville et mer »

I.2.1.1. Choix du site d'intervention

Bejaia est accessible par air, par mer, par terre et par rail, mais elle reste extrêmement sous-équipée en termes d'infrastructures d'accueil de qualité. Cette carence avérée est grave car elle handicape la région en réduisant son attractivité touristique. Les quelques infrastructures qui existent sont vieilles de plus d'un siècle et mal-intégrées. Bejaia est ainsi prise en étau entre un réseau routier dont le seuil de saturation est largement dépassé et des réseaux ferroviaire et maritime qui peinent à prendre le relais.⁶

⁶Les données citées ci-dessus ont été extraites du rapport du PDAU de Bejaia 2011.

La gare maritime de Béjaïa est un simple hangar vide, dépourvu des commodités de base où les passagers souffrent le martyr avant d'être libéré.

On ne peut pas en dire mieux de la gare ferroviaire qui se résume à un vieux bâtiment centenaire qui ne satisfait pas les exigences des usagers et qui est dépourvu de toute Commodité.

Sans compter l'imposant fossé fonctionnel entre les différentes infrastructures de transport.

Le développement des activités portuaire et industrielle au niveau de la zone industrialo-portuaire, a induit l'accumulation d'entrepôts, ce qui a engendré avec le temps la formation d'une **barrière physique entre la ville et la mer à travers du bâti vétuste qui date de plus d'un siècle.**



Figure 43 Port de Bejaia.

Source : <https://www.tsa-algerie.com/-port-de-bejaia->



Figure 44 Gare ferroviaire de Bejaia.

Source <http://mapio.net/pic/p-39386/>



Figure 45 Zone industrielle de la ville.

Source http://www.vitamedz.org/zone-industrielle-de-bejaia/Photos_670_35638_6_1.html

D'où la nécessité d'un point intermodal permettant la **rencontre de ces différents modes** en liant le port à la gare ferroviaire et concédant à cette dernière de mieux participer à la dynamique de distribution des flux émanant du port, de la gare routière et de l'aéroport. **Le pôle d'échange multimodal** constituera **l'épine dorsale de développement** de la polarité de Bejaia qui étouffe aujourd'hui. **C'est dans ce contexte que le choix du site d'intervention s'est fait.**

I.2.1.2. Situation

Notre site d'intervention se situe dans la zone portuaire de la ville, il comporte l'assiette occupée par le port et celle de la gare ferroviaire se trouvant à sa proximité.

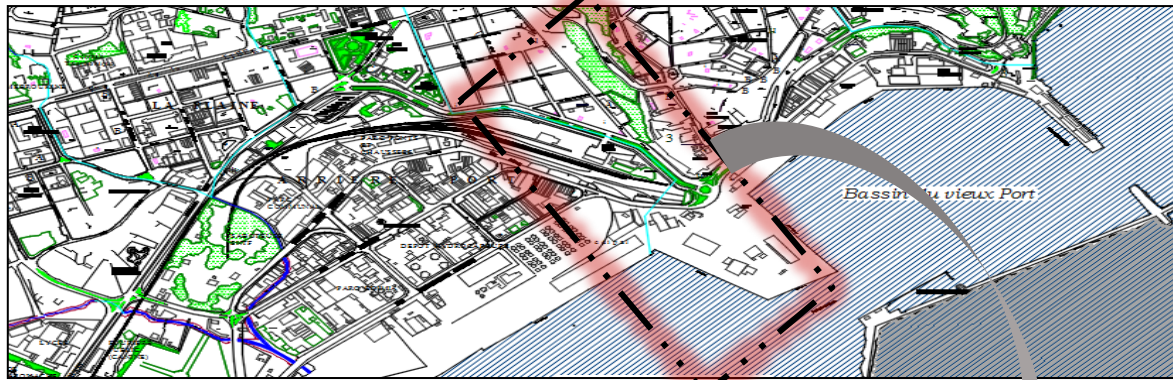


Figure 46 Carte montrant le site d'intervention dans son quartier.
Source : PDAU de Béjaia / Auteurs

I.2.1.3. Délimitations

Le site est délimité au Nord par l'Avenue Mustapha Ben Boulaid, au Sud par la mer, à l'Est par la Casbah et à l'Ouest par la zone de l'arrière port constituant principalement des dépôts.

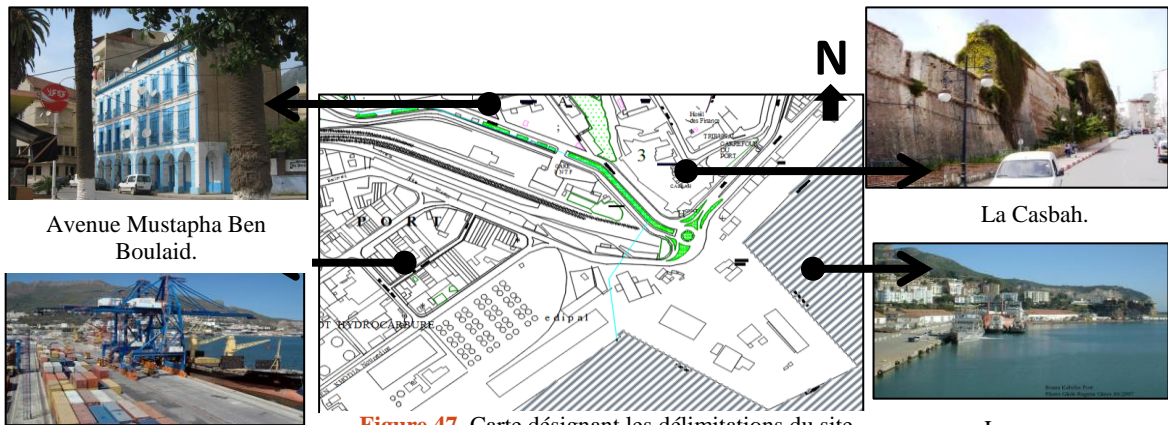


Figure 47 Carte désignant les délimitations du site.
Source : PDAU Béjaia.

I.2.1.4. Eléments de repère

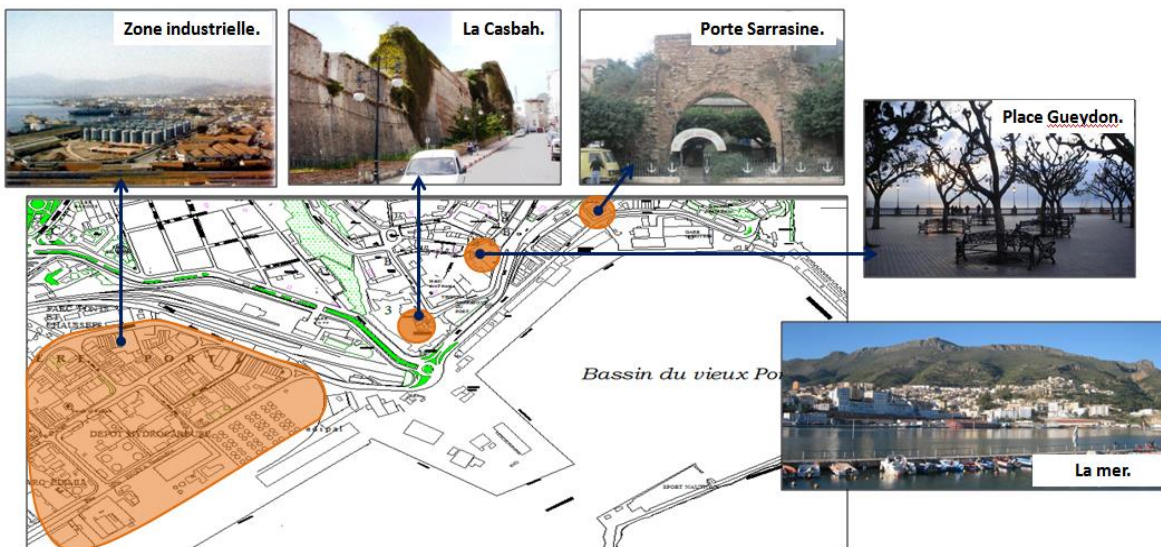


Figure 48 Carte des éléments de repère.
Source : PDAU Béjaia + traitement auteurs.

I.2.1.5. Accessibilité

L'assiette d'intervention est bien desservie en matière de réseaux viaire accessible par: les rue Ben Boulaid , Ben Khoudja Norredine, rampe du port ainsi que par voie maritime.

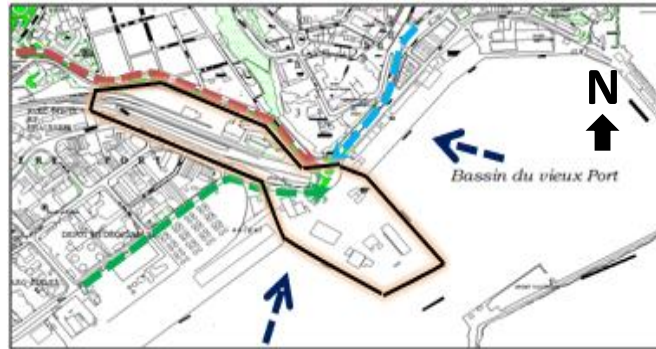


Figure 49 Carte des axes viaires.
Source : PDAU de Béjaia/ Auteurs.

I.2.1.6. Forme et dimensions

L'assiette d'intervention fait en moyenne 94946.88 m²

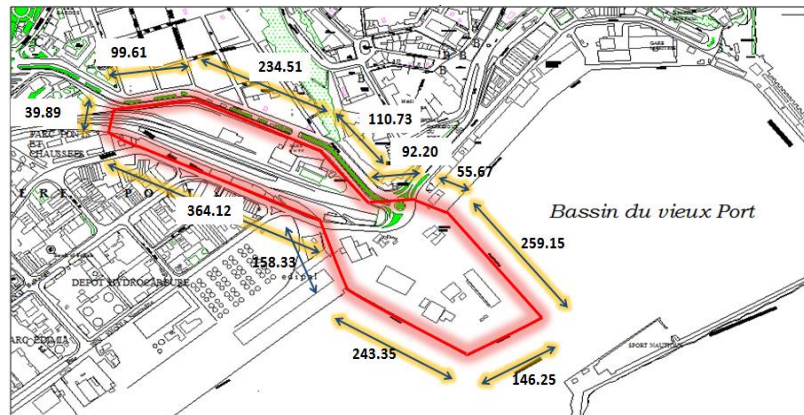


Figure 50 Forme et dimensions du site.
Source : PDAU Béjaia /Auteurs

I.2.2. Étude bioclimatique du site d'intervention

I.2.2.1. Étude des vents

Se trouvant en bord de mer, le site est exposé aux:

- Brises marines de l'est ;
- Il est protégé des vents du sud-ouest par le massif des Babors, des vents du nord par le Mont Gouraya et partiellement protégé des vents de l'ouest par le mont Sidi Boudrahem.



Figure 51 Carte illustrant la protection naturelle des vents du site d'intervention.
Source Google Earth /Auteurs.

Ces coupes ci-dessous montrent la protection naturelle de notre site d'intervention contre les vents dominants du Nord et Sud-Ouest, et son exposition aux brises marines à l'Est

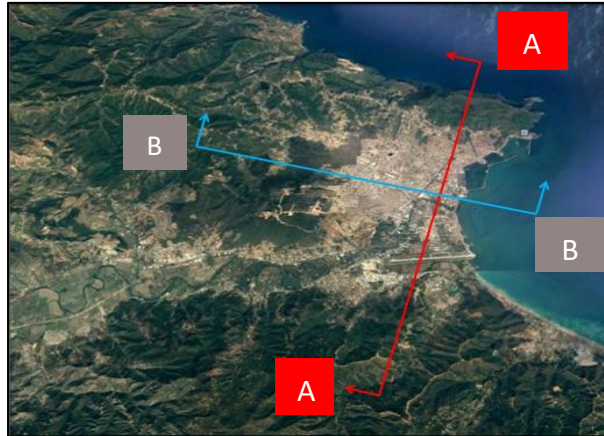


Figure 52 Image illustrant les traits de coupes des monts de bejaia
Source Google earth/Auteurs

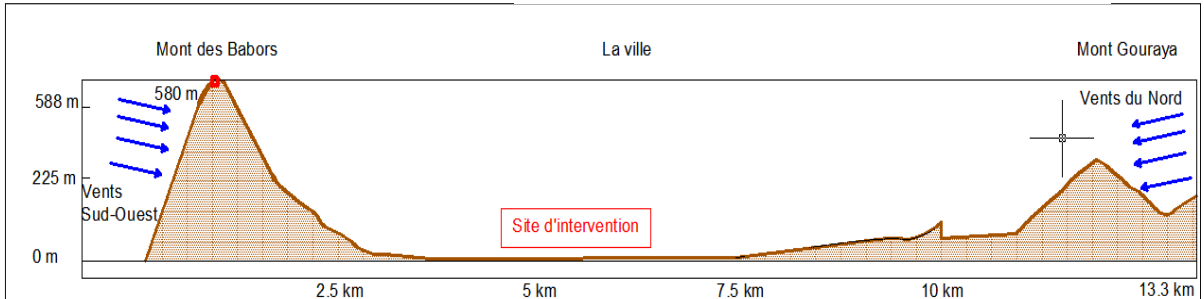


Figure 54 Coupe « AA » illustrant les directions des vents dans la zone d'intervention.
Source Google earth/Auteurs

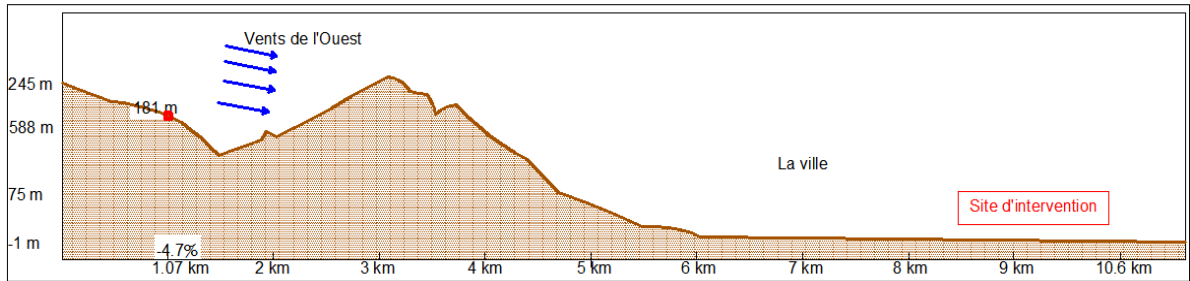
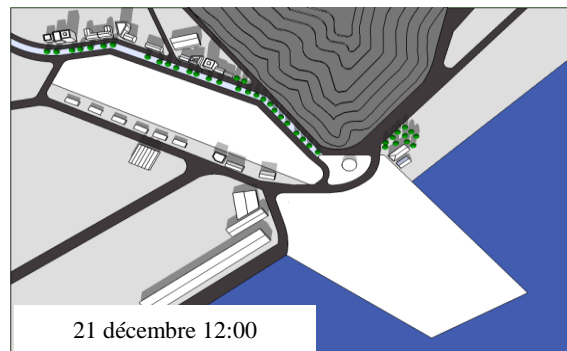


Figure 53 Coupe « BB » illustrant les directions des vents dans la zone d'intervention.
Source Google earth/Auteurs

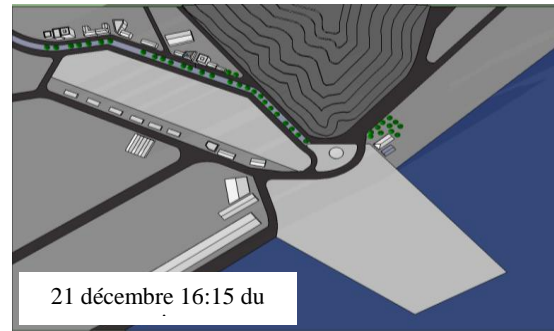
I.2.2.2. Ensoleillement

Solstice d'hiver: 21 décembre

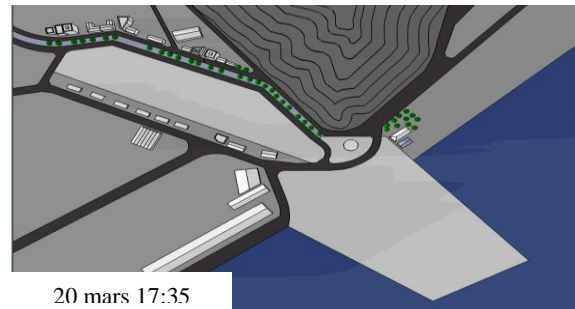
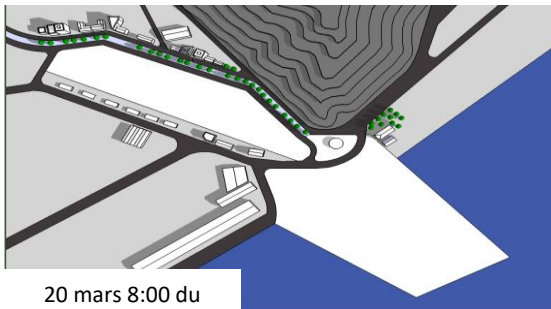


Le site est bien ensoleillé durant cette journée.

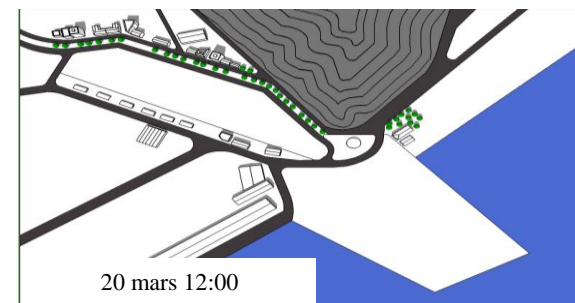
- Il conviendrait d'exploiter l'exposition du site au soleil grâce à des dispositifs passifs et actifs afin de réduire la consommation énergétique du chauffage en hiver.



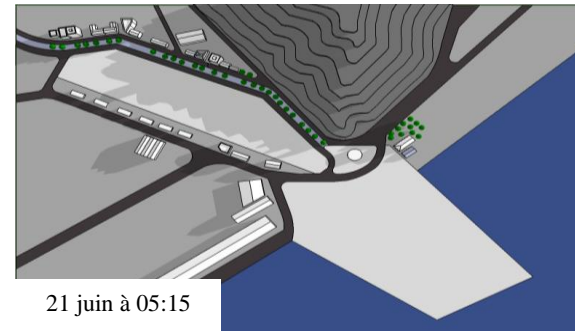
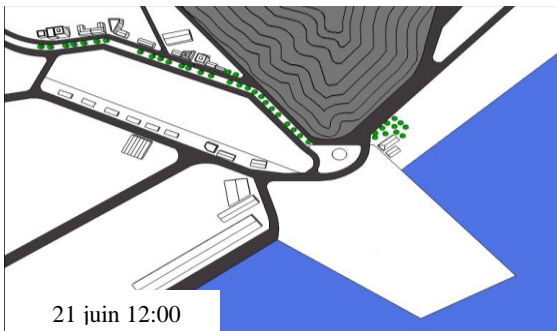
Equinoxe: 20 mars



Le site est bien ensoleillé le matin et à midi.
Il est partiellement ombragé en fin d'après midi.



Solstice d'été: 21 juin



En début de matin, la partie nord est ombragée mais le site reste bien ensoleillé le reste de la journée.

- Envisager des protections contre le soleil d'été sur les façades est, ouest et sud.

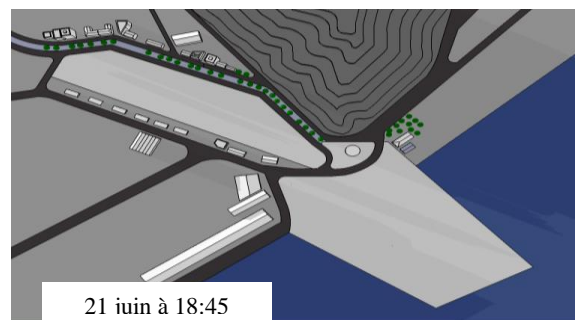


Figure 55 Ensemble des figures de l'ensoleillement
Source ONM de Bejaia/Auteurs

Conclusion

Potentialités

- Présences d'éléments historiques
- Ouverture du site sur la mer ;
- Une bonne accessibilité ;
- Présences des perspectives paysagères ;
- La position stratégique dans la ville ;
- Le site assure l'articulation entre la ville et la mer ;
- Présence de deux infrastructures de transport importantes.

Carences

- L'existence d'une barrière physique engendrée par la zone industrielle qui sépare la ville et la mer ;
- Réseaux de transport mal structurés.
- La zone présente un tissu vétuste ;
- Marginalisation du potentiel touristique.
- Présence des activités portuaires dans un site historique ;
- Une zone industrielle polluante et à haut risque (positionnée au cœur de la ville).

Recommandations du PDAU

- Déplacement de la gare maritime actuelle, après restructuration de la mole de la casbah ;
- Récupération de son emplacement pour y aménager une gare maritime ;
- Déplacement du port marchand vers la nouvelle digue proposée, qui sera en contact avec la zone industrielle ;
- Le vieux port de Bejaia, sera réaménagé en port de plaisance dans la même continuité que le tronçon de la brise de mer ;
- Création d'un nouveau port de pêche ;
- Extension du port.

Problématique spécifique :

Comment peut-on intervenir pour remédier au problème de la rupture ville/mer de manière à interconnecter les deux infrastructures de transport (ferroviaire et maritime) et promouvoir le potentiel touristique ?

CHAPITRE II.

Approche thématique

II. Approche thématique « Transport et Tourisme »

Le thème est un élément vital pour l'architecture, il n'est donc pas possible de commencer une conception architecturale sans avoir une connaissance et un maximum d'informations sur le sujet sur lequel on doit se baser, puisque la création n'émerger jamais du néant, mais c'est plutôt une continuité d'idées raffinées à travers le temps.

« Si en architecture l'analyse constitue la lecture et la projection, le thème en serait le langage, c'est à dire, une forme d'expression codifiée mais suffisamment claire pour établir la communication ⁷ ».

Thématiser un objet architectural c'est éviter à toute création formelle de tomber dans l'impasse de la banalité en n'obéissant qu'à des besoins fonctionnels ou esthétique. Ainsi, il s'agit d'élaborer un socle de données, déterminant le principe, l'évolution, les besoins du thème, ainsi que les activités qui s'y déroulent et les types d'espace qui s'y adaptent.

II.1. Choix du thème

II.2. Le Transport

Action ou manière de transporter, de porter d'un lieu à un autre.⁸

Action de déplacer (quelqu'un, quelque chose) sur une certaine distance par des moyens appropriés (modes de transport).

II.2.1. Les modes de transport

Un mode de transport, ou moyen de transport est une forme particulière de transport qui se distingue principalement par le véhicule utilisé, et par conséquent par l'infrastructure qu'il met en œuvre. Les modes de transport incluent les transports, Lorsque plusieurs modes de transport sont associés pour concourir à la réalisation d'une opération de transport, c'est le terme multimodalité qui est utilisé.

II.2.2. La multimodalité

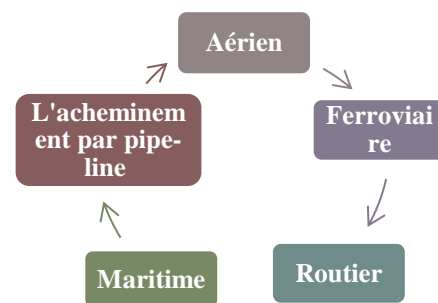


Figure 56 Différents modes de transports
Source Auteurs

⁷ OM UNGERS « architecture comme thème » moniteur 1983.

⁸ « Dictionnaire Larousse »

C'est la possibilité d'utiliser alternativement plusieurs modes de transport sur une même liaison. Elle est aussi appelée intermodalité alternative. Le but de la mise en place de la multimodalité est bien d'accroître la performance globale des modes de transport, notamment des transports en commun.

II.2.2. La gare

Une gare, dans un réseau de transport en commun, est un lieu destiné à la montée et à la descente des voyageurs. Elle se distingue généralement d'un simple arrêt par son envergure et ses équipements.



Figure 57 Gare ferroviaire à Liège, Belgique
Source : <https://www.neoparking.com/liege/parking->



Figure 58 Aérogare de Nice, France.
Source : <http://www.deplacementspros.com/Aeroport-de-Nice-un-coupe-file-pour-la-securite-du-Terminal->

II.2.3. Le pôle d'échange multimodal

Un « pôle d'échanges » est un lieu où différents **réseaux de transport** sont **interconnectés**. Il s'agit donc d'un **espace urbain** spécialement aménagé pour **associer** les **différents modes de transport** de voyageurs et favoriser la pratique de **l'intermodalité**.

Les pôles d'échanges ne sont pas simplement des lieux de transit, ils sont aussi des lieux d'accès privilégié à toutes les autres composantes du service indispensables à la réalisation du voyage (information multimodale, vente de titres...). Ils sont également des lieux de vie où peuvent se développer des activités connexes (restauration rapide, presse, petites réparations, informations ville..) qui contribuent à agrémenter le déplacement et à faciliter la gestion du temps d'attente.



Figure 59 Terminal multimodal du Havre, source : France.<http://www.usinenouvelle.com/article/la-plate-forme-multimodale-du-havre-dans-l-impasse.N371342>



Figure 60 Gare Saint-Jérôme, Québec, Canada.
Source : <https://topolocal.ca/2014/09/17/11-photos-100-saint-jerome-plus/>

II.2.4. Généralités sur la voie ferrée

II.2.4.1. Qu'est qu'une voie ferrée ?

Une voie ferrée est un chemin de roulement pour les convois ferroviaires, constitué d'une ou plusieurs files de rails dont l'écartement est maintenu par une fixation sur des traverses, reposant sur du ballast. Une voie en impasse se termine par un heurtoir.

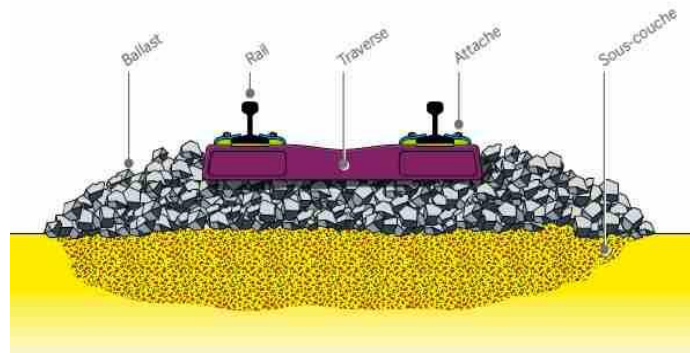


Figure 61 Constitution d'une voie ferrée.

Source : Fichier PDF « Mieux comprendre la voie ferrée »

II.2.4.2. De quoi est-elle constituée ?

La voie ferrée est constituée de deux parties distinctes: l'infrastructure et la superstructure.

- **L'infrastructure:** comporte l'ouvrage en terre, les ouvrages d'art, les galeries souterraines et les tranchées.
- **La superstructure:** est constituée du: ballast, des traverses et attaches et des rails.

- **L'infrastructure**

L'infrastructure des voies est une couche

Imperméable posée sur un lit compact d'agrégat. Elle remplit plusieurs fonctions.

Elle sert à:

- Absorber la charge exercée par les trains à travers le ballast ;
- Créer une surface imperméable pour éviter l'infiltration d'eau ;

Empêcher les particules fines du sol de remonter dans le ballast, ce qui lui enlèverait sa souplesse. L'infrastructure est légèrement inclinée pour permettre un bon écoulement de l'eau. Elle est en outre complétée d'un système de drainage, posé tout le long des voies, qui permet d'évacuer l'eau recueillie.

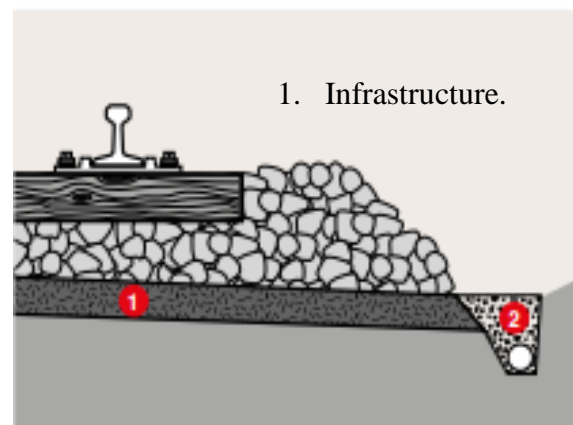


Figure 62 Constitution de l'infrastructure d'une voie ferrée.

Source : Fichier PDF : Mieux comprendre la voie ferrée.

- **La superstructure**

1. Les rails

Les rails supportent le poids du train et le guident. Ils sont fabriqués par laminage: on presse de l'acier en fusion pour lui donner la forme voulue.

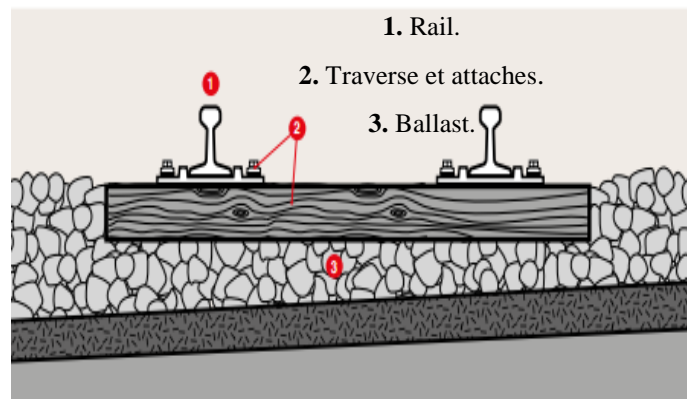


Figure 63 Constitution de la superstructure d'une voie ferrée.
Source : Fichier PDF : Mieux comprendre la voie ferrée.

2. Les traverses et attaches

Les traverses maintiennent le bon écartement entre les deux rails tout le long de la voie. Elles peuvent être fabriquées en bois, en béton ou en acier. Elles servent également à transférer au ballast la pression exercée par le poids du train. Les rails sont fixés aux traverses par les attaches.

3. Le ballast

Les pierres concassées sur lesquelles sont posées les traverses constituent le ballast. Son rôle est de maintenir la voie ferrée en place en résistant aux efforts gigantesques générés par les rails et traverses lors des variations de température. Il permet également de transmettre au sol la force exercée par le poids du train.

II.2.4.3. L'écartement des voies

L'écartement le plus répandu dans le monde (60% des chemins de fer) est de 1435 mm. C'est celui que l'on qualifie de «normal». Un écartement supérieur est appelé voie large et un écartement inférieur, voie étroite. L'écartement mesuré entre les rails peut fortement varier selon le pays ou la compagnie.

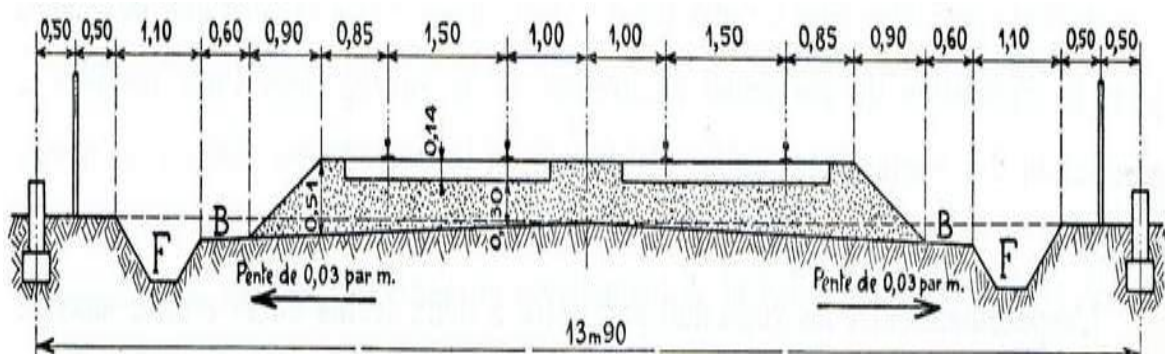


Figure 64 Profil transversal d'une ligne à double voie.

Source : Site internet :

http://www.tassignon.be/trains/cecf/tomeIII_I/C_E_C_F_III_I.htm#_<H2>CHAPITRE_II_Généralités

II.2.3.4. L'aiguillage

Mécanisme ingénieux mis en place pour permettre à un train de bifurquer d'une voie à une autre malgré la rigidité des rails.

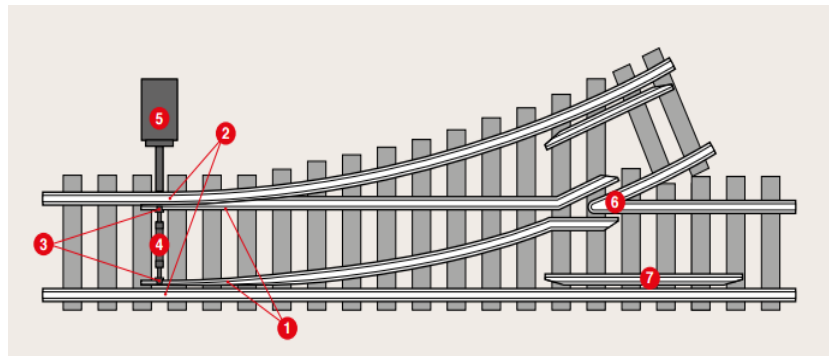


Figure 65 Aiguillage

Source : Fichier PDF : Mieux comprendre la voie ferrée.

1. **L'aiguille** : L'aiguille est l'élément le plus important d'un aiguillage: c'est la partie flexible qui vient se plaquer contre le rail de la voie directe pour dévier le train sur une autre voie.
2. **La contre-aiguille** : est la partie fixe du rail, sur laquelle l'aiguille vient buter.
3. **Le verrou** : ou griffe d'aiguille maintient l'aiguille en place dans la position ouverte ou fermée.
4. **La tringle** : est la tige qui actionne l'aiguillage et qui maintient le bon écartement entre les aiguilles.
5. **Le moteur d'actionnement** : fait bouger la tringle et les aiguilles.
6. **Le cœur de croisement** : est la partie où les rails se croisent. Le contre-rail sert à guider et à assurer l'essieu durant le franchissement du croisement.

II.2.4.5. Recommandations pour la conception des gares

- **Intermodalité** : Les gares doivent se situer dans une dynamique intermodale pour constituer un vrai maillage du territoire. La position de la gare doit être dictée par la facilité des correspondances avec d'autres modes de transport, individuels ou collectifs. La gare est bien l'espace que l'on parcourt à pied d'un quai à un autre mode de transport.
- **Stationnement** : L'accès aux gares périphériques se fera en grande partie en voiture, qui assure aujourd'hui 85% des déplacements en moyenne et grande couronne.
- **Insertion urbaine** : L'espace de transport est un espace urbain nécessaire à la requalification des quartiers desservis. Il doit favoriser des articulations urbaines, être un ferment de composition urbaine et non un objet ignoré et strictement utilitaire. Les gares doivent contribuer à créer des pôles de vie ancrant une diversité d'activités et de fonctions urbaines.

- **Quartier** : Les gares doivent être étroitement intégrées à leur quartier, en réduisant les coupures ferroviaires ou autres à leurs abords. Lieux d'identification et d'intensification urbaine, elles doivent être pensées en étroite relation avec la trame viaire remaillée, les espaces publics, l'accessibilité des différents autres modes de déplacement, les équipements et les commerces voisins, l'habitat et les activités, la possibilité de facilement se repérer.
- **Accès** : Les accès aux stations souterraines devraient être si possible multiples, ne serait-ce que pour des raisons de sécurité. Ils doivent être pensés à partir de la surface et pas seulement à partir des contraintes du sous-sol. Ils doivent découler de la spécificité de chaque gare et de sa situation urbaine.
- **Qualité architecturale** : La conception des gares doit intégrer dès l'origine des dimensions qualitatives et pas seulement strictement quantitatives ou fonctionnelles : qualité des ambiances, des volumes, articulation des différents espaces et leurs transitions, lumière naturelle, fluidité, etc. Ceci est le gage de la perception positive par le public de ces nouveaux réseaux.

II.3. Le Tourisme

Action de voyager, de visiter un site pour son plaisir.

Ensemble des activités, des techniques mises en œuvre pour les voyages et les séjours d'agrément.

Le tourisme désigne à la fois une migration, le fait de voyager, pour son plaisir hors de son espace du quotidien, des lieux de vie habituels, et d'y résider de façon temporaire, mais aussi un secteur économique qui comprend l'ensemble des activités liées à la satisfaction et aux déplacements des touristes.⁹

II.3.2. Différentes formes du tourisme

Les formes du tourisme sont nombreuses, elles peuvent être regroupées en fonction de différents éléments:

- **Regroupement en fonction des motivations**

Le tourisme d'agrément, le tourisme d'affaire, le tourisme de santé (thermalisme, thalassothérapie), le tourisme religieux, le tourisme sportif et le tourisme culturel.

⁹ « Dictionnaire Larousse »

- **Regroupement en fonction de la destination**

Dans cette catégorie, on trouve : Le tourisme balnéaire (tourisme bleu), le tourisme de campagne ou rural, le tourisme de montagne, le tourisme saharien et le tourisme urbain.

II.4. Analyse des exemples

II.4.1. Casa-port, nouvelle gare de Casablanca, Maroc

II.4.1.1. Présentation

Pôle d'échange multimodal qui allie modernité et architecture traditionnelle. Elle se situe face à l'entrée du port de Casablanca, à l'articulation entre la Médina, le quartier Art Déco et les nouveaux développements du centre-ville.



Figure 66 La gare Casa port, Maroc.
Source : Fichier PDF CASA PORT, nouvelle gare de Casa Blanca, Maroc.

Casa-port, résultat d'une modernisation fructueuse :

Sa conception adopte un concept moderne qui la positionne en tant qu'espace communautaire pour le grand public. Il s'agit d'en faire un véritable centre de vie, d'un lieu d'échanges et de rencontres,

Marqué par :

- Un emplacement stratégique au cœur des agglomérations ;
- Des espaces commerciaux modernes et fonctionnels ;
- Une accessibilité clientèle facile.



Figure 67 Situation de la gare de Casa port Maroc.
Source : Google Earth.

II.4.1.2. Caractéristiques architecturales de la Casa-port

La gare s'étend sur une surface couverte d'environ 33 500 m².

Elle a été construite selon un concept original alliant modernité et identité architecturale marocaine témoigné par ces particularités architecturales :

- Une ossature mixte béton/charpente, abritée par une couverture métallique, percée de puits de lumière contribuant à offrir une ambiance agréable et apaisante au hall.

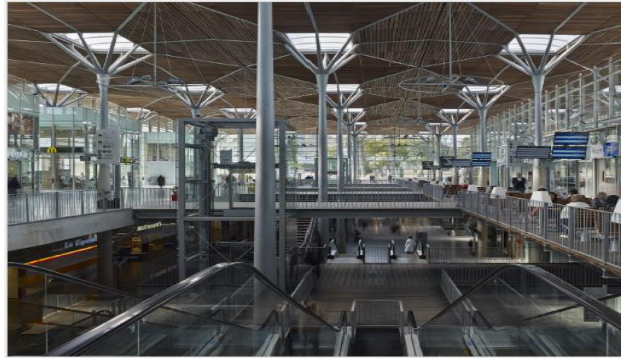


Figure 68 Puits de lumière de la gare de Casa port Maroc.
Source : Fichier PDF CASA PORT, nouvelle gare de Casa Blanca, Maroc.

- Des façades transparentes, qui facilitent la bonne compréhension des espaces, et contribuent à minimiser le stress du voyageur pressé.

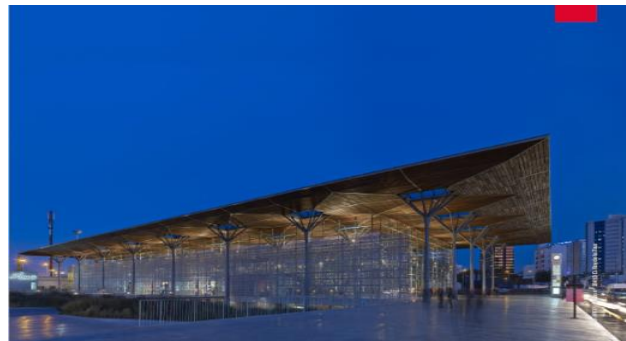


Figure 69 Façades transparentes.
Source : Fichier PDF CASA PORT, nouvelle gare de Casa Blanca, Maroc.

- Le moucharabieh contemporain, côté ouest, qui atténue les rayons du soleil, tout en laissant passer une lumière tamisée.



Figure 70 Le moucharabieh contemporain.
Source : Fichier PDF CASA PORT, nouvelle gare de Casa Blanca, Maroc.

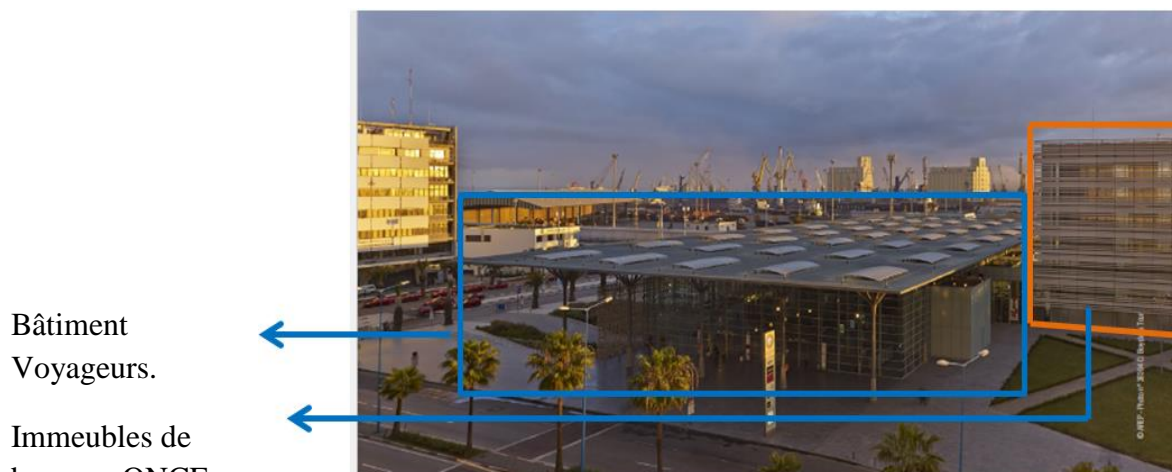
- Une esplanade de 4000 m²

Figure 71 Esplanade de 4000m².
Source : Fichier PDF CASA PORT, nouvelle gare de Casa Blanca, Maroc.



II.4.1.3. Organisation spatiale

La gare regroupe trois espaces aux fonctions complémentaires : un bâtiment voyageurs, un parc de stationnement souterrain, et un immeuble administratif situé parallèlement aux quais.



Bâtiment
Voyageurs.

Immeubles de
bureaux ONCF

Figure 73 Composantes de la gare.
Source : Fichier PDF CASA PORT, nouvelle gare de Casa Blanca, Maroc.

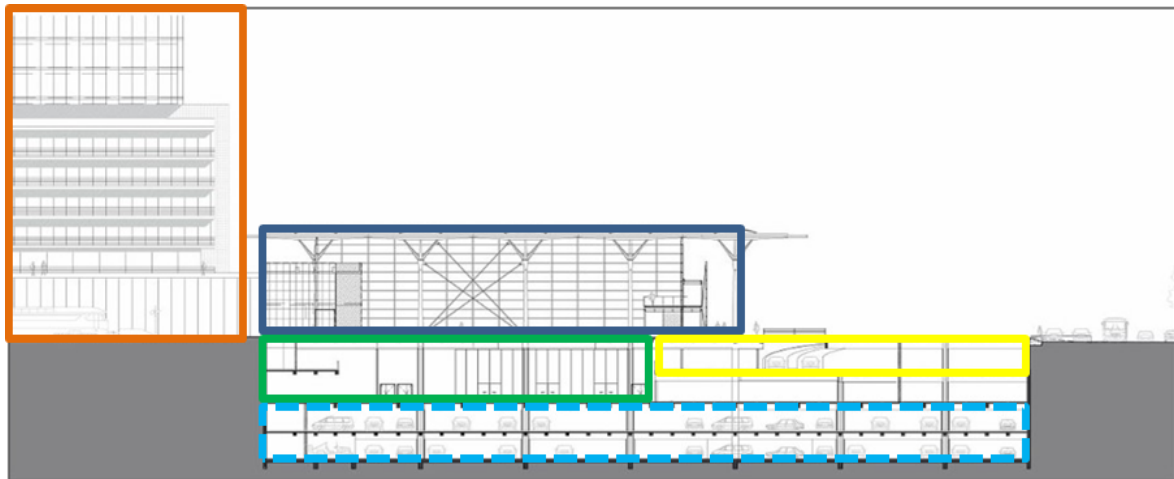






Figure 72 Coupe montrant les différents niveaux de la gare .
Source : Fichier PDF CASA PORT, nouvelle gare de Casa Blanca, Maroc.

 Rez-de chaussée d'une surface couverte de 7 000 m² constitué d'un hall voyageurs, des guichets et des espaces de commerces, offrant de multiples services.

 Un entresol au niveau -1/2, abritant une dépose rapide (voitures et taxis) et des locaux commerciaux sur 500 m².

 Un 1^{er} sous-sol aménagé en galerie commerçante sur environ 8 400 m² dont 2 300 m² consacrés à la restauration rapide.

 Un 2^{ème} sous-sol aménagé en parking d'une capacité de 480 places. Il se développe sous le parvis et sous le bâtiment voyageur, ce qui permet des liaisons verticales directes entre stationnement et accès aux trains.

La gare est aussi dotée d'

- Equipements et installations pratiques de dernière génération : affichage électronique des horaires des trains, bancs d’attentes, vidéosurveillance, détection d’incendies.
- Une esplanade d’environ 4 000 m².
- Cinq quais abritant des abris modernes constitués de toile tendue

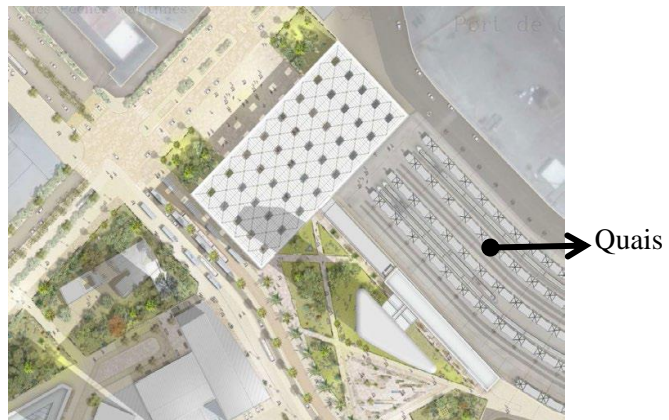


Figure 74 Aménagement extérieur de la gare.
Source : Fichier PDF CASA PORT, nouvelle gare de Casa Blanca, Maroc.

II.4.1.4. Programme surfacique de la gare

	Niveaux	Espaces	Surfaces
Bâtiment voyageurs	Rez-de chaussée	-Hall voyageurs. -Guichets. -Espaces de commerces.	7000 m ²
	Entresol au niveau -1/2	-Dépose rapide (voitures et taxis) -Locaux commerciaux.	500m ²
	1er sous-sol	-Galerie commerçante: 6100m ² . -Restauration rapide :2300m ² .	8400m ²
Bâtiment bureaux	2em et 3em sous-sol	Parking: 480 places	15500m ²
	6 étages	Bureaux	3500m ²
Espaces extérieurs		Esplanade	4000m ²
		5 quais	

Figure 75 Programme qualitatif et quantitatif de la gare.
Source : Fichier PDF CASA PORT, nouvelle gare de Casa Blanca, Maroc.

II.4.1.5. Structure et matériaux

L’architecture de la halle hypostyle se caractérise par une grande couverture de bois et d’acier, soutenue par de fines colonnes qui se séparent en huit branches pour encadrer une ouverture dans la toiture. Les piles supportant la couverture sont constituées de béton clair puis se prolongent par un fut en acier et par une pièce moulée en fonte d’aluminium qui soutient les huit branches du «chapiteau».

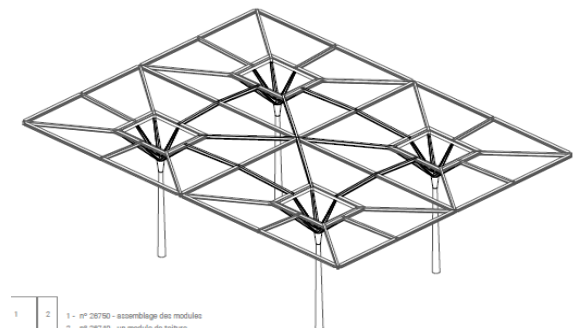


Figure 76 Les éléments métalliques de la couverture.
Source : Fichier PDF CASA PORT, nouvelle gare de Casa Blanca, Maroc.

Les façades sont en vitrage clair transparent, montés sur des menuiseries métalliques en acier.

Le moucharabieh est en fibre de béton.

Figure 77 Moucharabieh contemporain.

Source : Fichier PDF CASA PORT, nouvelle gare de Casa Blanca, Maroc.

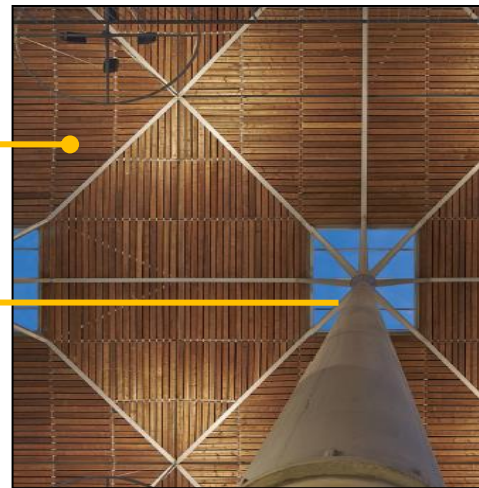


Figure 78 Couverture de la halle hypostyle du bâtiment voyageur.

Source : Fichier PDF CASA PORT, nouvelle gare de Casa Blanca, Maroc.

Bois

Acier



II.4.2. La nouvelle gare TGV «Montpellier Sud de France»

II.4.2.1. Présentation

La construction de ce pôle d'échange multimodal fait partie du grand projet urbain « OZ Nature Urbaine » de l'agglomération de Montpellier. Il se situe à quelques kilomètres de l'aéroport, au sud-est du centre-ville (La Mogère-Pont Trinquat) de la commune de Montpellier.

Sa réalisation a fait l'objet d'un contrat de partenariat public privé et attribué à un groupement piloté par Icade Promotion.

Elle se situe sur la nouvelle ligne à grande vitesse du contournement Nîmes–Montpellier, qui devrait être prolongée jusqu'à Perpignan et Barcelone.



Figure 79 La nouvelle gare TGV «Montpellier Sud de France».

Source : Dossier de presse du 24 juillet 2014.

— Le site dans l'Agglomération de Montpellier —

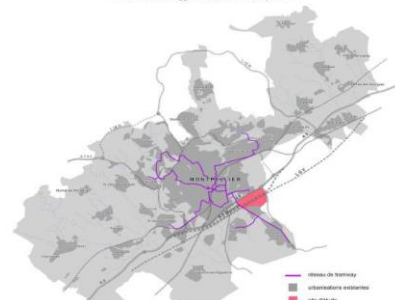


Figure 80 Situation de la gare dans l'agglomération de Montpellier.

Source : Dossier de presse du 24 juillet 2014.

II.4.2.2. Fonctionnalité et organisation spatiale

Le bâtiment sera organisé en un seul bloc rectangulaire, conçu comme un pont qui enjambrera les huit voies ferrées qui traverseront la gare.

Avec une surface de 10 000 m², la gare comprendra un bâtiment voyageur de 3500 m².

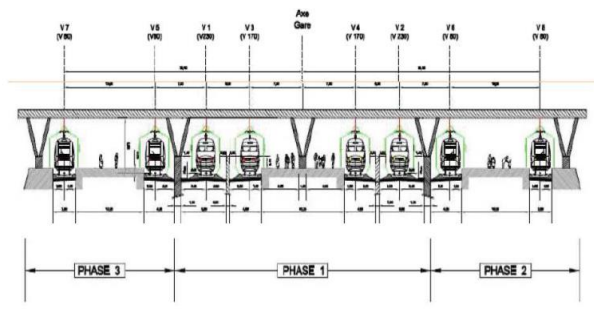
La gare disposera :

- De parcs de stationnement pour véhicules particuliers de part et d'autre des quais.
- De dessertes tramway, d'une gare routière pour autocars.
- De parcs deux roues et deux roues motorisés.
- De voies dédiées aux taxis.
- Parc de stationnement pour véhicules particuliers et deux roues.



Figure 81 La nouvelle gare TGV «Montpellier Sud de France».

Source : Dossier de presse du 24 juillet 2014.



Profil en travers et phasage du projet

Figure 82 Coupe transversale sur les voies ferrées.

Source : Dossier de presse du 24 juillet 2014.



Figure 83 Espaces de services extérieurs de la gare.

Source : Dossier de presse du 24 juillet 2014.

A. Le bâtiment voyageur

Grande halle de 11 m de haut et d'une surface de 3500 m², il regroupera d'un côté:

- Les espaces de services aux voyageurs ;
- Les services d'accompagnements au voyage ;
- Les locaux d'exploitation de la gare ;

Et d'un autre coté une terrasse offrant une vue sur les voies.

- L'ensemble de l'équipement sera aménagé en totale accessibilité à toutes les personnes atteintes d'un handicap.
- La couverture perforée du bâtiment se déploie bien au-delà des limites de la gare : au sud pour couvrir les accès et le seuil de la gare, à l'ouest pour accueillir les voyageurs du tramway, à l'est pour couvrir les quais.

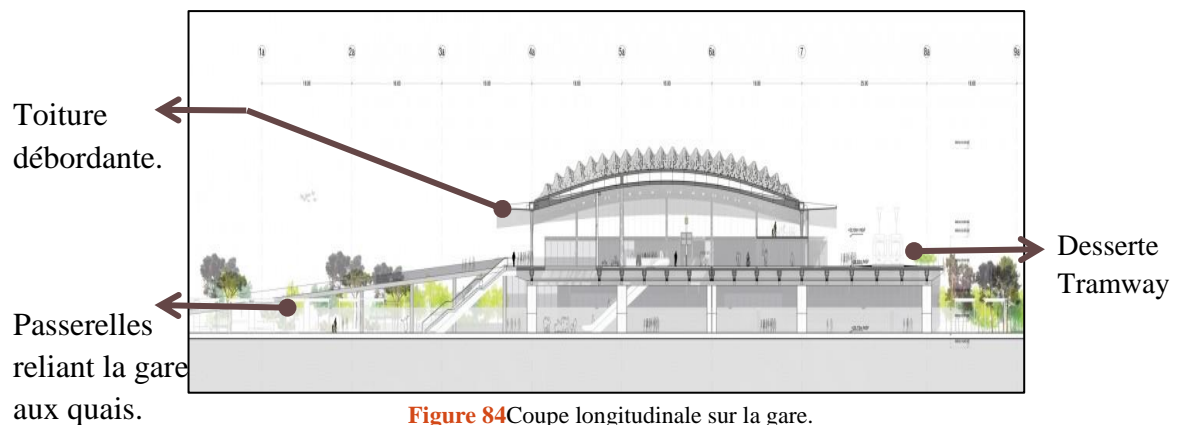


Figure 84 Coupe longitudinale sur la gare.
Source : Dossier de presse du 24 juillet 2014.

B. Structure et couverture

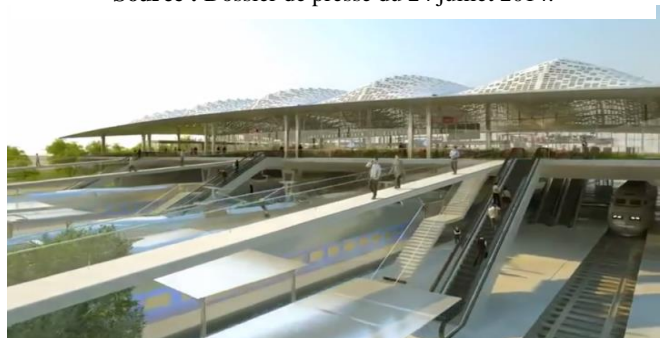
La toiture ajourée permet de filtrer la lumière dans la grande halle, elle est ondulée dans un sens et plissée dans l'autre et est faite de béton fibré à ultra-haute performances (BFUP).



Figure 85 La toiture ajourée de la gare.
Source : Dossier de presse du 24 juillet 2014.

Les ondulations permettront de détourner les vents dominants tout en

Figure 86 Les ondulations de la toiture.
Source : Dossier de presse du 24 juillet 2014.



favorisant la ventilation naturelle de la gare.

Les plis donneront de la résistance à la structure, comme les nervures d'une feuille.

Le béton fibré à ultra-haute performances est aussi résistant que l'acier, il est utilisé à la fois pour la couverture et pour la structure.



Figure 87 Intérieur de la gare.

Source : Dossier de presse du 24 juillet 2014.

II.4.2.3. Gare à la conception soucieuse de l'environnement

ICADE a souhaité orienter sa stratégie de conception environnementale suivant 3 thèmes primordiaux, à savoir :

- **Le confort et les ambiances « les qualités poly-sensorielles des espaces »**

Le projet est conçu comme un volume simple capable d'adoucir les conditions externes, permettant une protection accrue des phénomènes externes.

Afin de maîtriser les conditions d'ambiance internes, un traitement spécial a été consacré à la toiture.

Le percement de la toiture a été étudié afin de laisser entrer suffisamment de lumière, d'avoir une approche sur la ventilation naturelle et le confort d'été, et de tirer parti des effets de stratification thermique de l'air.



Figure 88 Vue extérieure de la gare.

Source : Dossier de presse du 24 juillet 2014.



Figure 89 Percements de la toiture.

Source : Dossier de presse du 24 juillet 2014.

- **La gestion de l'énergie**

Mise en œuvre d'un écosystème énergétique.

Utilisation d'un système de production d'énergie renouvelable. Avec un système de récupération des eaux pluviales et de gestion des épisodes orageux, ainsi que de phytoépuration.

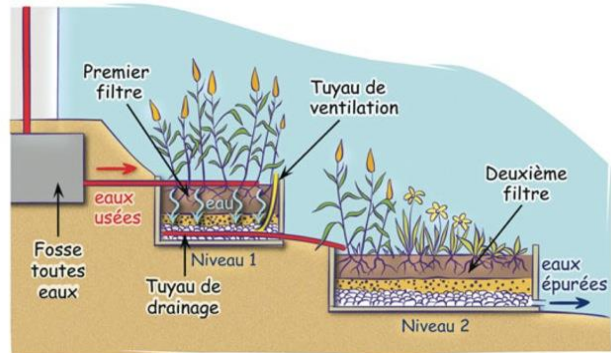


Figure 90 Fonctionnement de la phytoépuration.
Source : Dossier de presse du 24 juillet 2014.

II.4.3. La jetée d'Alexandra et la gare maritime Iberville

II.4.3.1. Présentation

La gare maritime Iberville et la jetée Alexandra, se situent au cœur du Vieux-Port de Montréal, sur la berge nord du fleuve Saint-Laurent.



Figure 91 Vue aérienne sur la gare Iberville.
Source : Ficher PDF Vision jetée Alexandra

Elles accueillent depuis des décennies les navires de croisière visitant Montréal, malgré des investissements de maintien importants, ces infrastructures, présentaient des signes marqués de vieillissement qui compromettaient leur efficacité.

D'où la nécessité de réhabiliter ces deux infrastructures.

Le concept retenu permettra de mieux intégrer la jetée et la gare dans le tissu urbain du Vieux-Montréal et d'améliorer l'accès au fleuve, en dégagant et

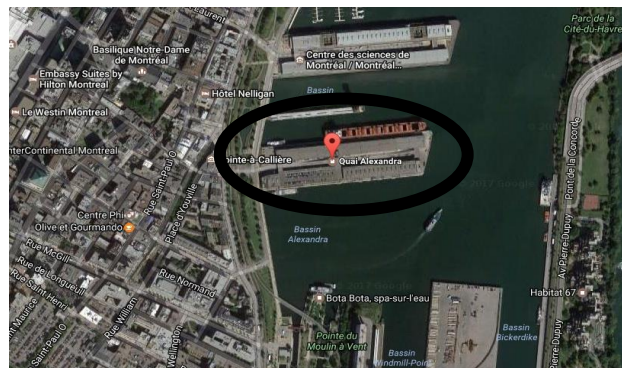


Figure 92 Situation de la gare dans son quartier.
Source : Google Earth.

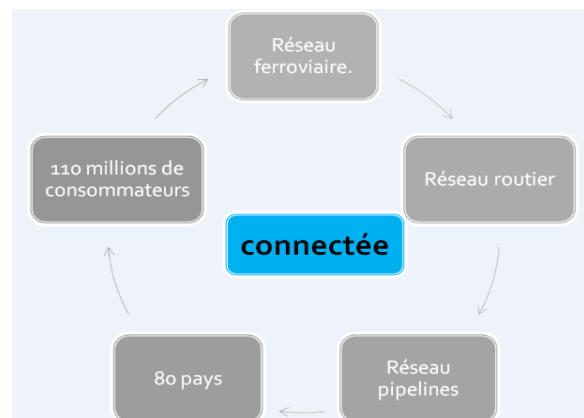


Figure 93 Image 3D illustrant le projet.
Source : Ficher PDF Vision jetée Alexandra.

abaissant un bout de la jetée vers le fleuve, tout en y intégrant diverses mesures durables.

II.4.3.2. Objectifs du projet

- Cette réhabilitation permettra de connecter cette gare a plusieurs réseaux tels que ;
- Confirmer la vocation première de la gare maritime et de la jetée Alexandra ;
- Mieux intégrer la jetée au tissu urbain du Vieux-Montréal, tout en offrant à la population un meilleur accès au fleuve ;
- Déployer une signature architecturale maritime au cœur de la ville ;
- Entraîner des retombées économiques favorables pour Montréal et la région.



II.4.3.3. Caractéristiques architecturales

Accès direct du navire à la gare maritime afin de faciliter l'embarquement et le débarquement ainsi que le traitement des bagages.



Figure 94 Accès direct des navires à la gare.
Source: Fichier PDF Vision jetée Alexandra.



Optimisation du stationnement pour étendre l'espace public



Figure 95 Espaces de stationnement.
Source : Fichier PDF Vision jetée Alexandra.



Extension du parc linéaire du Vieux-Port sur le quai, un toit vert accessible au public.



Figure 96 Parc vert.

Source : Fichier PDF Vision jetée Alexandra.



Esplanade paysagée aménagée sur le toit permettra aux visiteurs de marcher sur la rivière.



Figure 97 Esplanade paysagère.

Source : Fichier PDF Vision jetée Alexandra.



La tour signalétique a l'image d'un phare, elle sera le point de repère du port et du fleuve. Elle servira de lieu d'observation et permettra aux visiteurs de découvrir la métropole à partir du fleuve. Sa structure fait allusion au riche passé industriel du port.



Figure 98 La tour signalétique.

Source : Fichier PDF Vision jetée Alexandra

Des espaces modernes pour des opérations optimales (billetterie, téléaffichage, accueil, attente, restauration).



Figure 99 Espaces de consommation.

Source: Fichier PDF Vision jetée Alexandra.

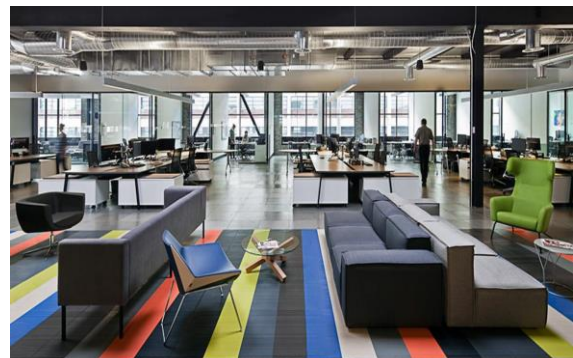


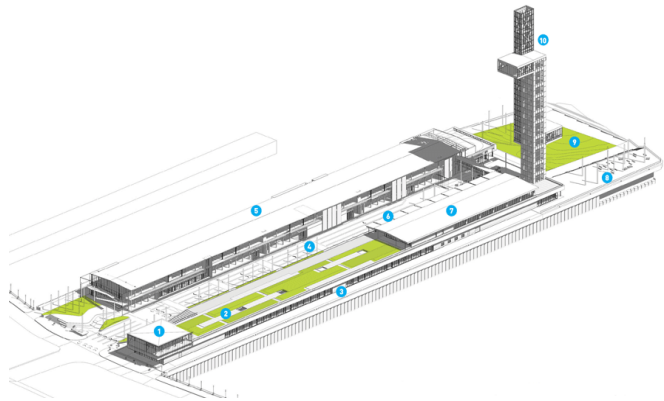
Figure 100: Espaces d'attente et de détente.

Source : Fichier PDF Vision jetée Alexandra.

II.4.3.3. Structure et matériaux :

La structure se présente sous forme d'un empilement de blocs de Tetris.

Figure 101 Structure du projet.
Source: Fichier PDF Vision jetée Alexandra



Les façades sont transparentes pour rendre les espaces plus compréhensibles.

Figure 102 : Façades transparentes.
Source: Fichier PDF Vision jetée Alexandra.



Les terrasses sont revêtues de bois et la construction du quai sera en acier.

Figure 103 Terrasses aménagées.
Source: Fichier PDF Vision jetée Alexandra.



II.4.3.4. Programme surfacique

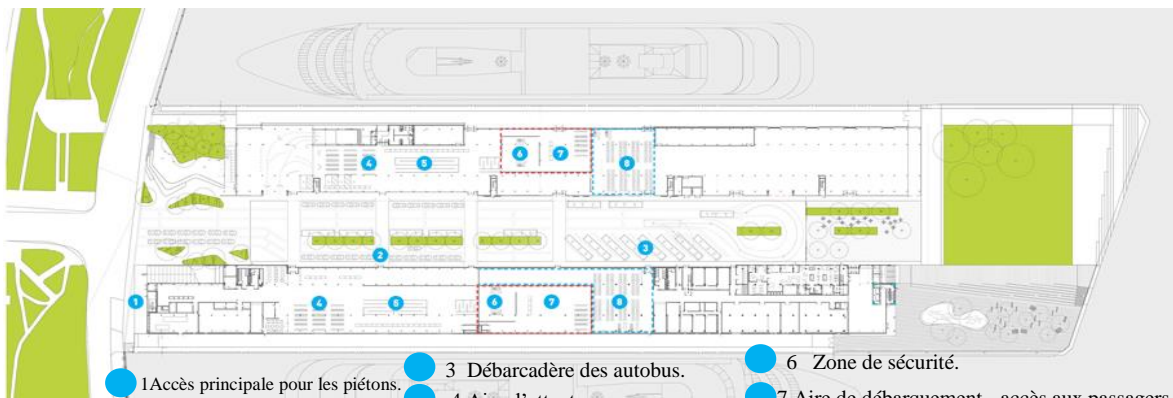


Figure 104 Illustration de la répartition spatiale de la gare maritime.
Source : Fichier PDF Vision jetée Alexandra.

La surface totale de la gare est de 38000 m².

	Niveaux	Espaces	Surface
Bâtiment 1	Rez-de chaussée	-Hall d'accueil des passagers: 3000m ² . -Stationnement : 400 places.	4500m ²
Bâtiment 2	Rez- de-chaussée	-Salle d'accueil des passagers: 3400m ² -Restauration /Café	4000m ²
	1 ^{er} étage	Espace de services connexes 1500m ² Espace d'exposition 460m ²	1960m ²
La tour		Administration/Bureaux: 100m de hauteur	
Espaces extérieurs	Terrasse	Promenade :3400m ² Surface végétale : 2000m ²	5400m ²
		Esplanade abaissé vers le fleuve	

Figure 105 Programme fonctionnel de la gare
Source : Fichier PDF Vision jetée Alexandra /Auteurs.

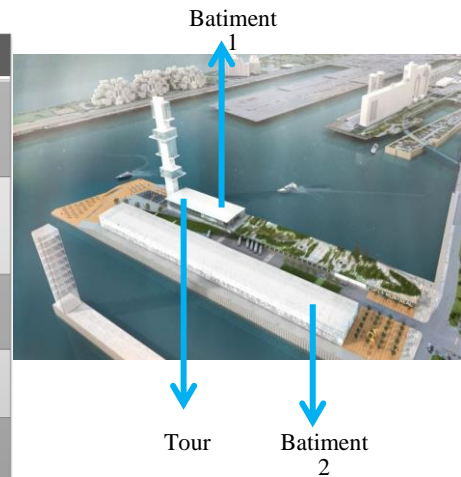


Figure 106 Les différents bâtiments de la gare.
Source : Fichier PDF Vision jetée Alexandra /Auteurs.

II.4.4. La gare maritime de Salerne

II.4.4.1. Présentation

L'une des dernières œuvres de Zaha Hadid, la gare se situe dans le port de Salerne, au sud de Naples, en Italie. Sa réalisation s'inscrit dans un vaste projet de réaménagement de la zone portuaire de Salerne, elle a été conçue pour faciliter le mouvement des ferries et navires de croisières qui le traversent. Ainsi que pour doter la ville d'une forte identité visuelle et d'une esthétique flatteuse.



Figure 107 Situation de la gare dans son quartier.
Source : Google Earth + Traitement Auteurs.

II.4.4.2. Caractéristiques architecturales

La gare se situe dans le secteur consacré au port commercial et touristique. Elle offre depuis ses terrasses et fenêtres, des vues panoramiques spectaculaires sur: la Côte Amalfitaine et le Golfe de Salerne.



Figure 108 Situation da la ville de Salerne.
Source : Google Earth.

De nuit, l'éclairage artificiel transforme la gare maritime en phare pour le port.

Sa forme asymétrique inspirée de l'huitre, se compose d'une coque rigide qui protège du soleil et abrite des espaces intérieurs fluides et confortables définis par des lignes ondulantes.

Construite en béton, portée par des lignes pures et des murs inclinés, la gare semble flotter de légèreté.

Les courbes fluides contribuent à faire de l'édifice un élément de médiation entre terre et mer.

Un système de rampes permet une circulation fluide.



Figure 109 La gare de Salerne et la cote Amalfitaine.
Source : Google images.



Figure 111 Vue panoramique sur la coté amalfitaine à partir de la gare.
Source : Google images



Figure 110 Gare de Salerne la nuit.
Source : <http://www.archdaily.com/786203/salerno-maritime-terminal-zaha-hadid-architects>



Figure 113 Gare de Salerne
Source : <http://www.archdaily.com/786203/salerno-maritime-terminal-zaha-hadid-architects>



Figure 112 Rampes d'accès.
Source : <http://www.archdaily.com/786203/salerno-maritime-terminal-zaha-hadid-architects>

II.4.4.2. Fonctionnalité et organisation spatiale

D'une surface totale de 4600m², la station de 14m de hauteur est répartie sur trois étages dont un sous-sol.

- **Le sous-sol comprend**

0: Rampe d'accès. **1:** Tapis roulant à bagages. **2:** Contrôle de bagages. **3:** Local technique. **4:** Quai d'amarrage. **5:** Sanitaires.

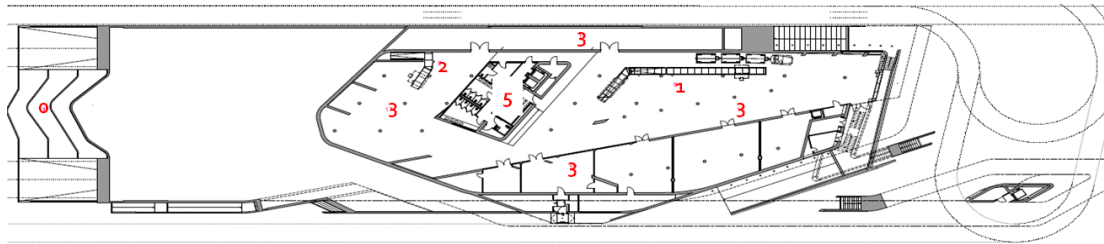


Figure 114 Plan du sous-sol
Source : Site internet www.archdaily.com

- **Le rez-de-chaussée comprend**

0: Rampe d'accès. **2:** Contrôle de bagages. **4:** Quai d'amarrage. **5:** Sanitaires. **6:** Entrée. **7:** Contrôle. **8:** Rampe de départ. **9:** Salon d'attente. **10:** Douane. **11:** Rampe d'arrivées. **12:** Billetterie. **13:** Informations. **14:** Bar. **15:** Stockage. **16:** Ascenseur.

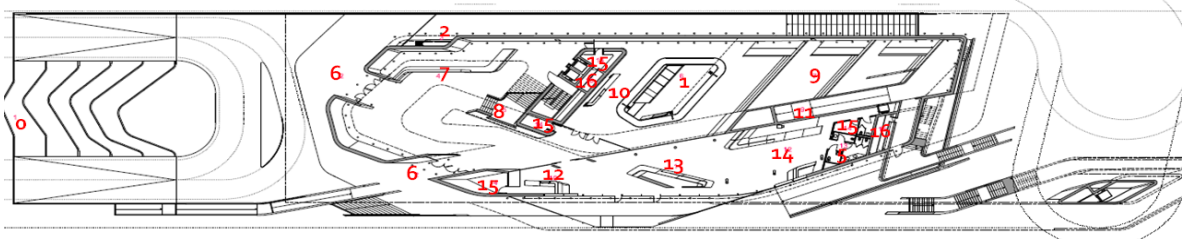


Figure 115 Plan du Rez-de-chaussée.
Source : Site internet www.archdaily.com

- **Le 1^{er} étage comprend**

0: Rampe d'accès. **4:** Quai d'amarrage. **5:** Sanitaires. **8:** Rampe de départs. **9:** Salon d'attente. **11:** Rampe d'arrivées. **15:** Stockage. **16:** Ascenseur. **17:** Hall des arrivées. **18:** Hall des départs. **19:** Contrôle des passeports. **20:** Pont d'embarquement. **21:** Bureaux. **22:** Infirmerie. **23:** Salle de contrôle.

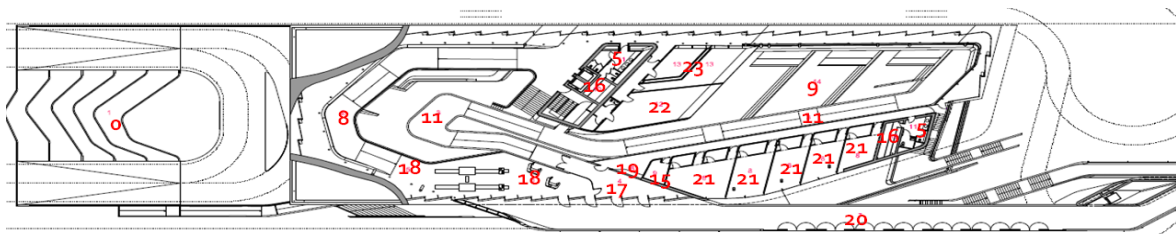


Figure 116 Plan du 1^{er} étage.
Source : Site internet www.archdaily.com

II.4.4.3. Structure et matériaux :

L'édifice est caractérisé par une structure particulière de poutres en béton de plus de 60cm d'épaisseur, ce qui a permis d'assurer les résultats de sécurité et d'esthétique requises par la conception complexe de la structure.

Les murs inclinés sont aussi en béton.

Pendant la construction, un système d'étalement étudié a été mis en place afin de s'adapter aux différentes géométries imposées par le projet.



Figure 117 Image illustrant la structure de la gare.
Source : Site internet www.archdaily.com



Figure119 Intérieur de la gare.
Source : Site internet www.archdaily.com



Figure 118 Tours d'étalement.
Source : Site internet www.archdaily.com



Figure 120 Tours d'étalement.
Source : Site internet www.archdaily.com

Le toit est fait en béton puis recouvert de tuiles en céramique.

Figure 121 Image montrant le toit en céramique de la gare
Source : Site internet www.archdaily.com



Conclusion

Les exemples analysés ci-dessus, nous ont étayés dans l'extraction des concepts architecturaux assurant le bon fonctionnement d'une infrastructure de transport ainsi que pour l'élaboration d'un programme prévisionnel des espaces nécessaires.

CHAPITRE III.

Architecture et création
du projet

III. Architecture et création du projet

« En effet l'acte architectural n'est pas un geste vide ou gratuit, il doit être plein d'idées, fondé et réfléchi, fruit d'un long processus d'élaboration et de mise en forme de l'idée »¹⁰.

L'approche architecturale constitue l'avant dernière phase de l'élaboration du projet, elle se base sur des idées fortes capables de mettre en interaction, le site d'intervention le programme, les références stylistiques liées au thème, ainsi que les exigences de confort. Contexte, thème (programme) et solutions bioclimatiques, l'interaction de ces trois paramètres aboutit à des concepts qui nous permettront la formalisation d'un projet cohérent.

« L'une des préoccupations premières des concepteurs des gares est en effet de rendre supportable, pour le voyageur, une rupture au sein de son parcours »¹¹

III.1. Synthèse des approches contextuelle, thématique et bioclimatique

III.1.1. Synthèse contextuelle

- Bonne accessibilité (par air, par mer et par terre) ;
- Rupture entre les diverses infrastructures de transport ;
- La zone industrielle crée une rupture morphologique et fonctionnelle entre la ville et la mer ;
- Potentiel paysager et touristique important ;
- Façade maritime ternie par la vétusté des bâtiments des zones industrielle et portuaire ;
- Situation stratégique du site d'intervention dans la ville ;
- Le carrefour du front de mer est mal défini et n'est pas matérialisé.

III.1.2. Synthèse thématique (Concepts tirés des différents exemples analysés)

- Volumes simples et faciles d'accès ;
- Façades transparentes créant des espaces baignés de lumière naturelle ;
- Configurations spatiales simples facilitant l'orientation et la compréhension ;
- Espaces clairs et lisibles ;
- Circulation facile ;

¹⁰ BOUDON Manuel, de conception architecturale.

¹¹ Mémoire magister en architecture, Mr SAFIR Mohand ou Said, « le patrimoine ferroviaire du XIXème et XXème siècle en Algérie : identification et valorisation », année 2011

- Espaces réservés aux services voyageurs (bâtiment voyageurs) séparés de ceux réservés à l'administration ;
- Forte relation fonctionnelle entre les quais ou ponts d'embarquements et le bâtiment voyageurs ;
- Sécurité privilégiée ;
- Connexion avec la ville et avec les autres modes de transport (multimodalité) ;
- Parcs de stationnement aux capacités importantes ;
- Espaces extérieurs aménagés pour favoriser l'échange et la convivialité ;
- Attention particulière consacrée aux qualités poly sensorielles des usagers (conforts).

III.1.3. Synthèse bioclimatique

- Exposition aux brises marines ;
 - Possibilité de les exploiter pour la ventilation naturelle ;
- Taux d'humidité assez important ;
 - Nécessité d'avoir une bonne ventilation ;
- Bon ensoleillement pratiquement toute l'année. Les façades Est, Ouest et Sud ainsi que la toiture sont fortement irradiées en été ;
 - Prévoir des protections solaires ;
 - Captation et canalisation des rayons solaires pour le chauffage et l'éclairage naturel par des moyens passifs ;
 - Exploitation active des ressources solaires pour produire de l'énergie ;
 - Réglage et contrôle du chauffage et de la ventilation grâce à des systèmes munis de minuteries ;

III.2. Répartition fonctionnelle

La gare multimodale est un lieu vers lequel convergent ou se connectent différents modes de transport. Notre équipement en abrite plusieurs à savoir : train, bus, taxi, bateau. C'est un espace de transit à l'organisation spatiale particulière.

Il est destiné à :

- Assurer le transit des voyageurs allant d'un mode de transport à un autre ;
- Accueillir les services annexes au transport.

Il est aussi un espace de communication, de pratique et d'interaction sociale.

La gare multimodale est soumise à la problématique de dynamique de fréquentation, les usagers sont généralement pressés, mais il arrive souvent que ces derniers disposent d'un temps d'attente assez long, dans ce cas, la gare doit remplir le rôle d'un espace de vie afin de rendre les temps d'attente agréables.

III.2.1. Les fonctions principales du projet

III.2.1.1. La fonction connexion

- Elle considère le phénomène des différents flux en gare, c'est la connexion des différents modes de transport (mode routier, mode ferroviaire...).

III.2.1.2. La fonction accueil et information

Elle assure le contact entre le visiteur et l'équipement, la transition entre l'extérieur et l'intérieur. Elle comporte plusieurs activités qui permettent au visiteur le découlement d'une somme importante d'activités : orienter, renseigner, contrôler...

III.2.1.3. La fonction service

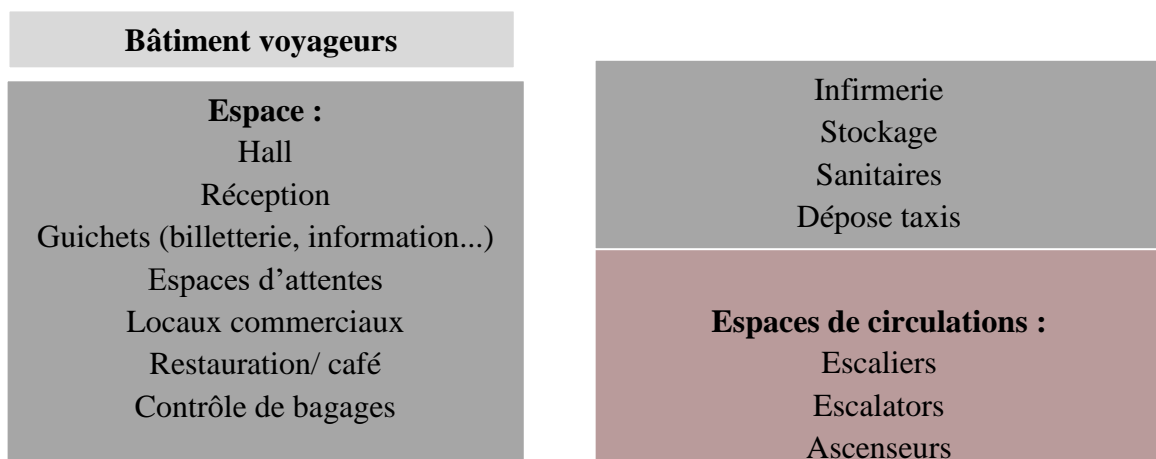
Elle prend en charge les comportements et les besoins des usagers, elle comprend :

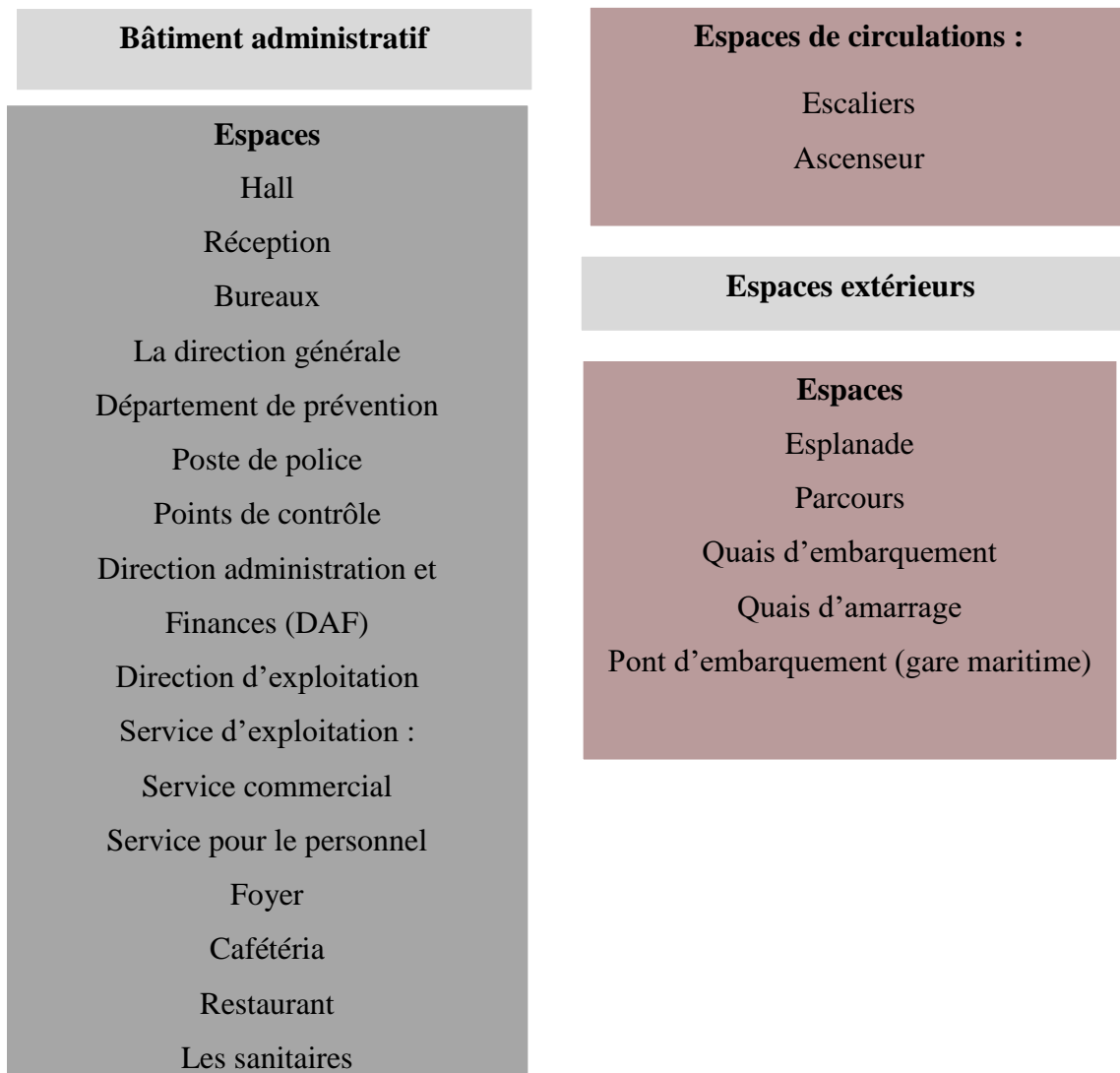
- **Les services d'aide aux voyageurs** : ce sont des services liés directement au transport (accueil, information,...)
- **Les services annexes** : ne sont pas forcément liés au transport, mais facilitent le séjour du voyageur pendant son passage, et lui assurent un certain degré de confort à savoir commerce, hébergement, consommation...

III.2.1.4. La fonction échange

Elle comportera les activités commerciales, dans notre projet on aura des boutiques et des magasins, qui créeront un lieu d'échange et de dynamique urbaine.

III.3. Programme prévisionnel





III.4. Processus conceptuel « De l'idée à la forme »

III.4.1. Idéation

Le transport évoque le voyage qui peut être défini comme le mouvement temporel dans l'espace, ce qui nous mène vers le choix du concept physique et philosophique du « continuum espace-temps » comme idée fédératrice du projet et de laquelle nous puiserons des concepts à utiliser dans notre conception.

Transport → voyage → mouvement temporel dans l'espace

« Continuum Espace-temps »

Représentation mathématique de l'espace et du temps comme deux notions indissociables et s'influençant l'une l'autre. Peut être représenté par une boucle spatio-temporelle.

III.4.2. Conceptualisation

III.4.2.1. Liée au contexte

- Ouverture ;
- Seuil : Moment de transition entre l'espace public et semi public, qui est marqué par un recule au niveau de l'entrée principale (publics) ;
- Réconciliation ville/mer et voyageur /transport ferroviaire et maritime ;
- Interconnexion gare ferroviaire /gare maritime ;
- Percées visuelles.

III.4.2.2. Liée au thème

- Mouvement et dynamisme : Le transport, la mobilité véhiculent l'idée du mouvement que nous allons interpréter dans la composition volumétrique du projet ;
- Les parcours ;
- La fragmentation ;
- Simplicité et sobriété du volume ;
- Clarté et lisibilité des espaces ;
- Articulation et connexion (avec la ville et avec d'autres modes de transports).

III.4.2.3. Liée à l'idée fédératrice

- Mouvement ;
- Direction ;
- Croisement ;
- Découverte et exploration ;
- Légèreté.
- Evolution

III.4.3. Matérialisation

III.4.3.1. Genèse du projet

Etape 1. Les grandes lignes directrices du projet.

Ensemble de lignes virtuelles adaptées dans le but d'organiser, diviser, délimiter et composer la zone d'intervention.

Notre idée s'appuie sur la proposition de 2 axes thématiques assurant l'articulation entre l'assiette ferroviaire et celle de la gare maritime, et supprimant la rupture entre le centre urbain et la mer.

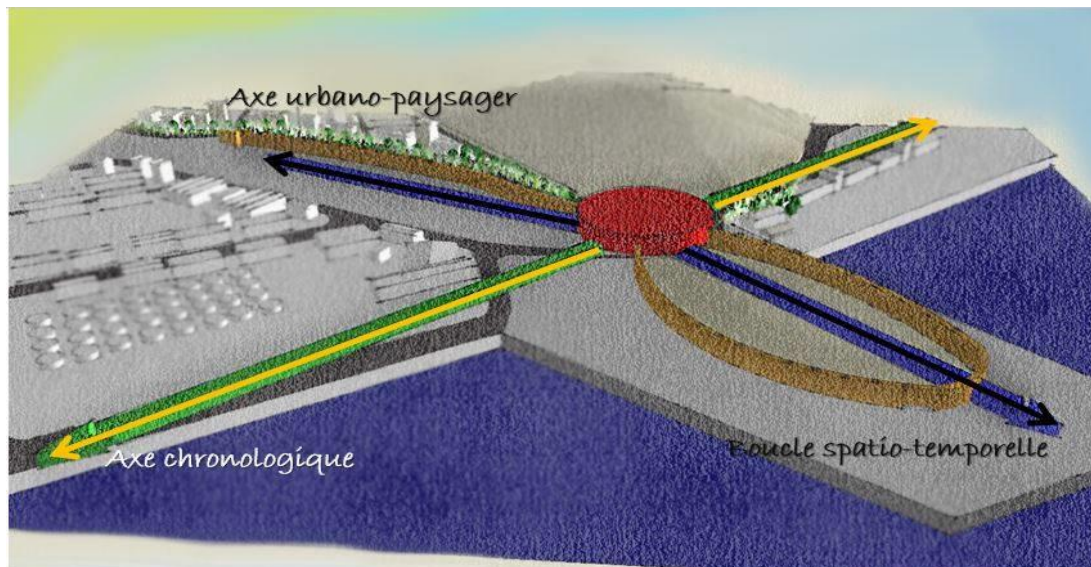
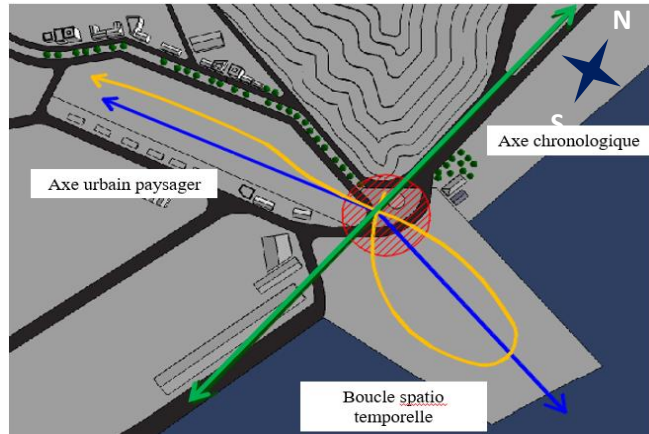
Axe urbain et paysager : articule la ville avec la mer.

Axe chronologique : Relie deux entités du quartier appartenant à deux époques différentes à savoir la casbah et la zone industrielle à proximité de l'assiette d'intervention.

Boucle spatio-temporelle : Issue de l'idée fédératrice (l'espace-temps), elle relie les deux assiettes, celle de la gare ferroviaire et celle de la gare maritime et suit l'axe urbain.

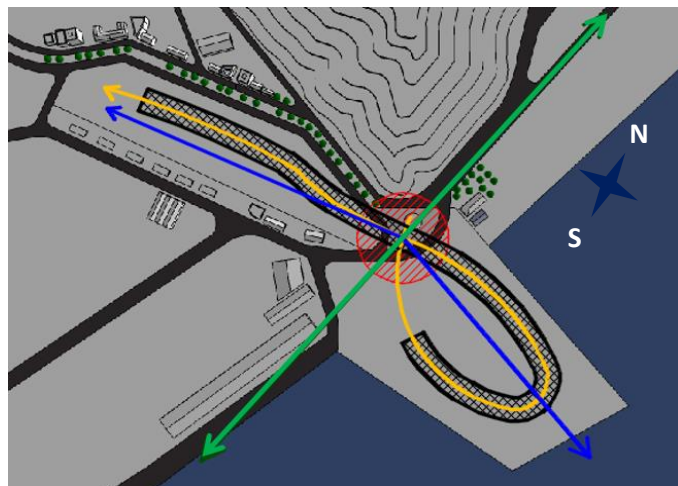
Ces axes se croisent au niveau du carrefour du front de mer.

Glissement du rond-point à l'intérieur du projet afin d'assurer la connectivité avec l'environnement immédiat et créer un espace d'échange et de mixité.



Etape 2. Compacité et dynamisme

Matérialisation de la boucle par un volume compact.



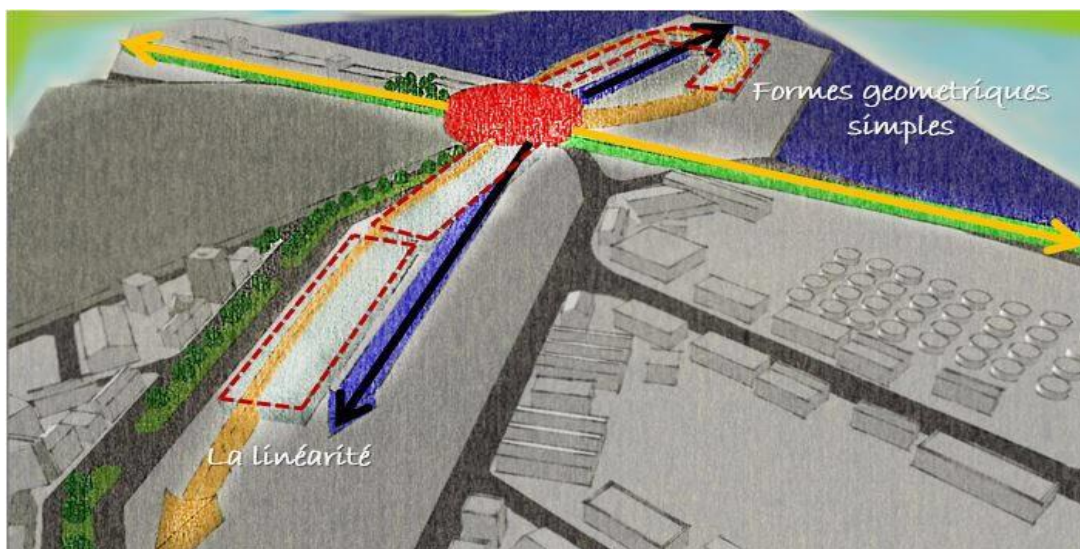


Etape 3. Linéarité et formes géométriques simples

Alignement par rapport aux voies et aux limites du terrain afin d'assurer une bonne lecture urbaine du projet en terme de conception visuelle et fonctionnelle.

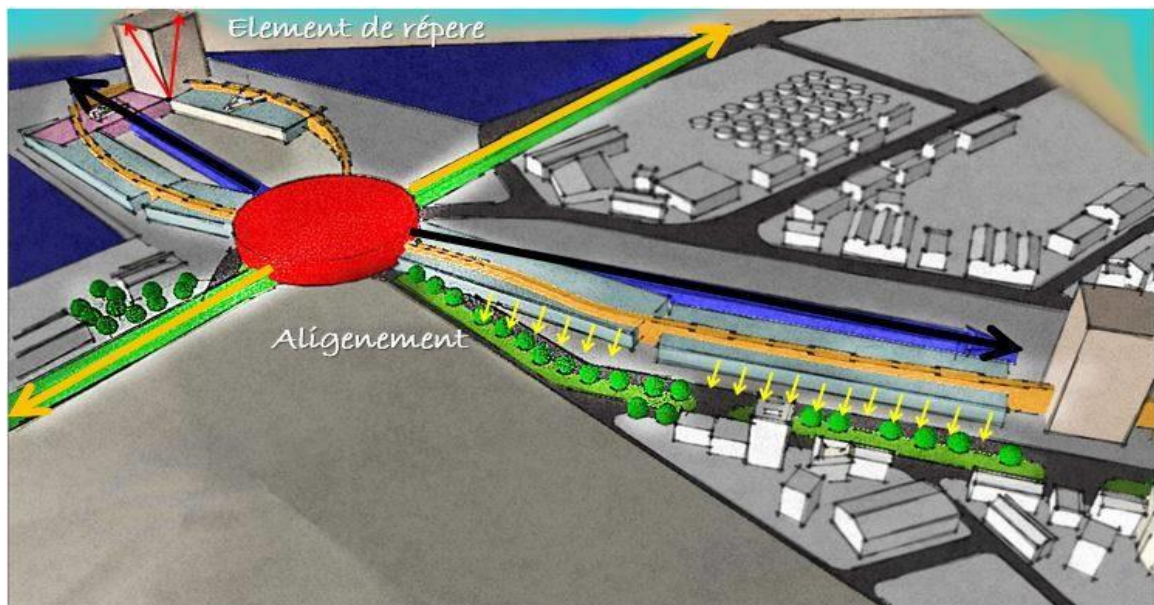
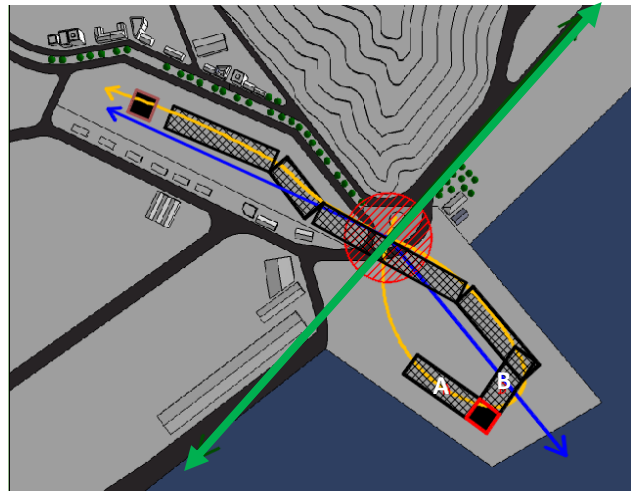
C'est ainsi que nous projetons des parallélépipèdes, qui à la fois

matérialisent l'axe urbain et paysager et répondent au concept de linéarité, ces volumes formeront les bâtiments voyageurs et seront orientés le long de l'axe Est-Ouest (orientation privilégiée en conception bioclimatique).



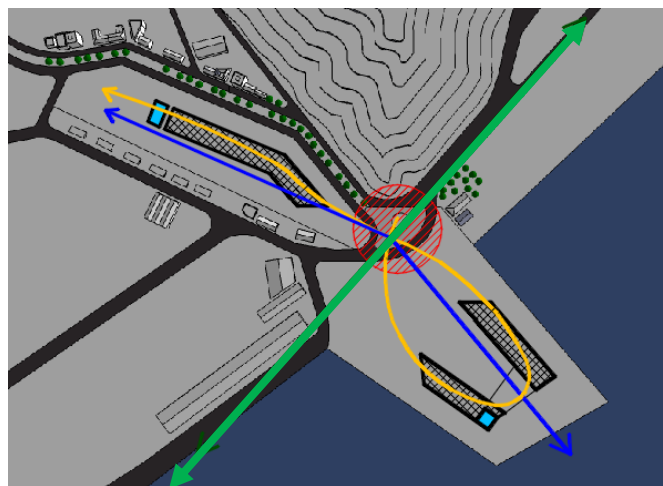
Etape 4. De l'articulation horizontale à l'émergence verticale

Le croisement des deux parallélépipèdes « A » et « B » donne naissance à un élément de repère qui sera matérialisé par une tour signalétique qui jouera le rôle d'un phare et permettra de profiter des vues panoramiques sur la mer et la ville. Matérialisation de l'aboutissement de l'axe directionnel du volume par l'élément d'appel du projet qui abritera la fonction d'hébergement.

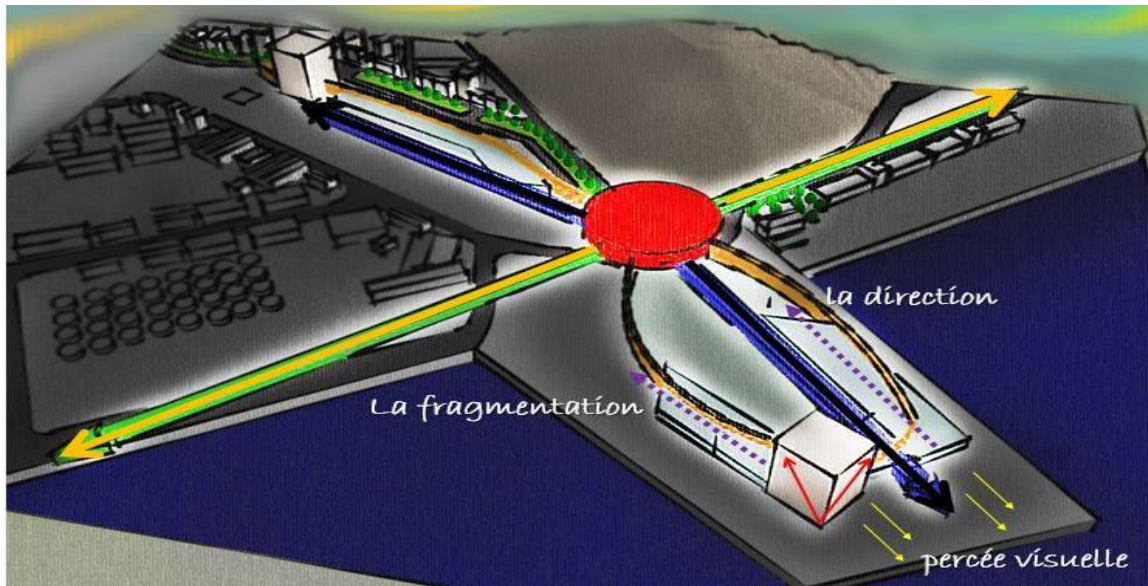


Etape 5. Fracture et fragmentation

La fragmentation du volume afin de rompre la monotonie due à sa longueur qui est suffisamment importante. Cette fracture à 45 degrés donne naissance à deux points qui rappellent la direction en référence à l'idée fédératrice.

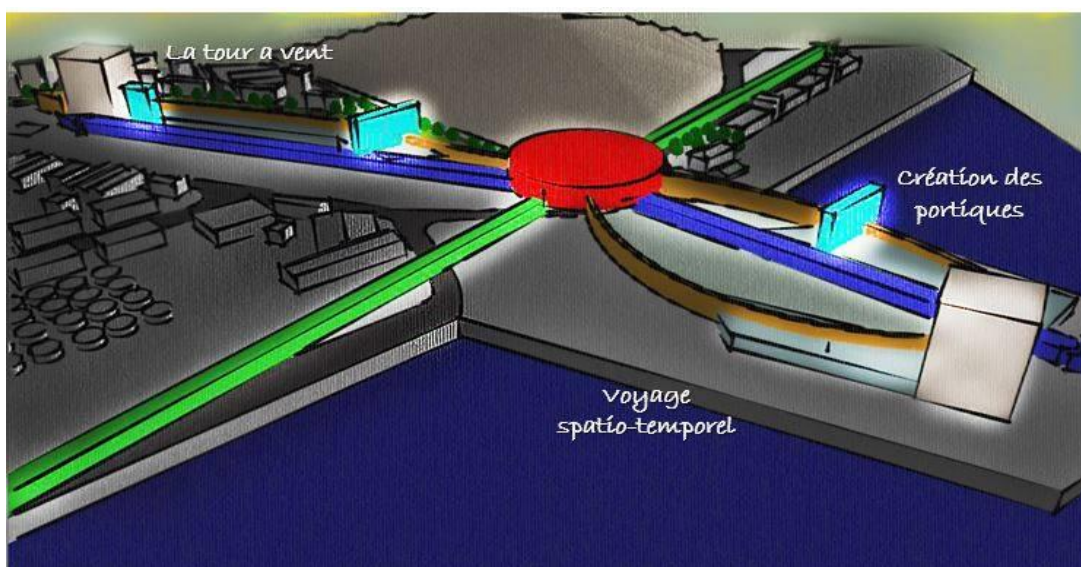


Evider le « volume B » afin de créer une percée visuelle vers l'esplanade suivant l'axe paysager, cette esplanade matérialisera le quai Est.



Etape 6. Evolution et ponctuation par des volumes additionnels

Création de portiques symbolisant l'entrée et la sortie d'un voyage spatio-temporel ainsi qu'un élément vertical qui prendra la forme d'une tour à vent et qui assurera avec les portiques la ventilation naturelle.



III.4.4. Description du projet

La composition volumétrique de notre projet suit une logique à l'attrait philosophique dictée par notre idée fédératrice qui se rapporte aux deux notions indissociables de l'espace et du temps que nous avons choisi de matérialiser par une boucle spatio-temporelle. En effet le volume évolue selon un décroissement de hauteur, celui-ci débute à partir d'un point haut et s'abaisse à mesure qu'il parcourt les limites de la jetée jusqu'à atteindre le niveau du sol lorsqu'il franchit une sorte de portique qui rappelle un élément urbain et historique (porte sarrasine). Ce mouvement donne au volume l'allusion de s'éteindre après avoir traversé une porte spatio-temporelle. Il renaît de l'autre côté d'un second portique sur la parcelle ferroviaire avec un accroissement de hauteur jusqu'à ce qu'il atteigne sa hauteur maximale en aboutissant à un élément vertical.



Figure 122 Vue d'ensemble sur le projet
Source : Auteurs

Notre projet s'exprime dans un esprit contemporain en dialogue avec son contexte immédiat et se singularise avec des volumes sobres et épurés.



Figure 123 Vue sur le projet à partir de la rue Ben Boulaid
Source : Auteurs

Il est divisé en deux grands fragments qui comprendront d'une part la gare ferroviaire et ses équipements annexes et d'autre part la gare maritime. Ces deux fragments seront articulés par une passerelle qui enjambera le carrefour du front de mer.



Figure 124 gare ferroviaire
Source : Auteurs

Figure 125 Gare maritime
Source : Auteurs



III.4.4.1. Répartition spatiale

- **L'entité ferroviaire** : se compose d'

Un bâtiment voyageur : il constitue une portion importante dans le projet de par sa particularité de regrouper plusieurs fonctions urbaines ainsi que le flux qu'il reçoit. Il se développe en 3 niveaux. Le rez-de-chaussée est percé de 2 entrées, l'une d'entre elles donne sur la ville et l'autre, sur les quais des trains. Il abrite les fonctions d'accueil et d'information, les guichets de vente de billets ainsi que les billetteries automatiques, un espace réservé au personnel mais aussi des magasins, des espaces de consommation, des espaces



Figure 126 Bâtiment voyageur
Source : Auteurs

d'attente et de détente, des escalators, des escaliers et des ascenseurs permettent d'accéder aux niveaux supérieurs ainsi que des locaux techniques.

- Le niveau R+½ comporte les autres services du transport, des magasins, des espaces de détente et d'attente ainsi que des espaces de consommation.
- Le niveau R+1 comporte le poste d'aiguillage, des locaux informatiques, des magasins ainsi que des espaces de consommation et de détente.

Un bâtiment administratif : qui abritera la direction des transports ferroviaires de Bejaia, Il se développe en R+1 et comporte des bureaux, des salles de réunion et des espaces de consommation et de détente.



Figure 127 Batiment administratif
Source : Auteurs

L'entité hébergement : La tour

est un élément de repère, le choix de la verticalité est fait dans le but d'affirmer la notion de repère et d'identification mais aussi de contrebalancer l'effet d'horizontalité engendré par les deux autres bâtiments qui forment l'entité ferroviaire.

Haute de 11 étages, elle comporte au rez-de-chaussée la fonction accueil et information, des bureaux, une salle de réunion, un

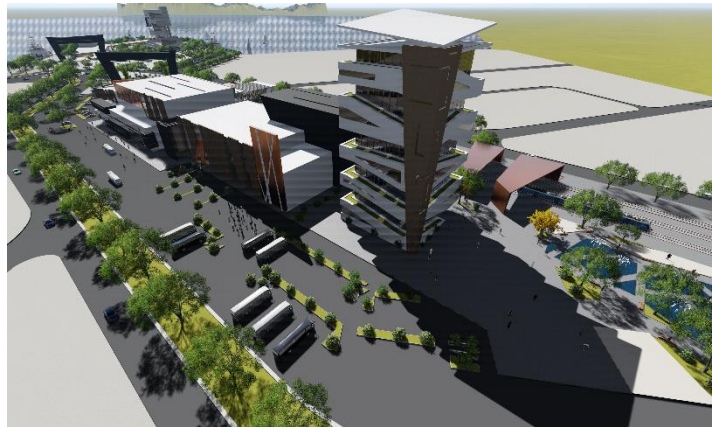


Figure 128 L'entité hebergement
Source : Auteurs

espace d'attente et de détente ainsi qu'une salle de consommation. Aux étages elle comporte différentes types chambres.

III.4.4.2. L'accessibilité

Les accès principaux : les trois bâtiments sont chacun accessibles par deux accès l'un donnant sur la ville, et l'autre sur les quais. Le bâtiment voyageur comporte un troisième accès faisant face à celui du bâtiment voyageur de la gare maritime.



Figure 129 Accès principal du bâtiment administratif
Source : Auteurs

Figure 130 Accès sous portique
Source : Auteurs



Figure 131 Accès du bâtiment administratif
Source : Auteurs

Les accès mécaniques : La gare dispose aussi d'accès à d'autres modes de transport tels que les bus et les taxis.



Figure 132 Dépose bus
Source : Auteurs



Figure 133 Dépose taxis
Source : Auteurs

III.4.4.3. Les espaces extérieurs

La gare est dotée de trois voies ferrées réservées au transport des passagers. Elles sont alternées de quatre quais abrités, reliés entre eux par des passerelles et munis d'équipements et d'installations pratiques : panneaux d'affichage électronique des horaires des trains, des bancs d'attentes, vidéosurveillance, détection d'incendies.

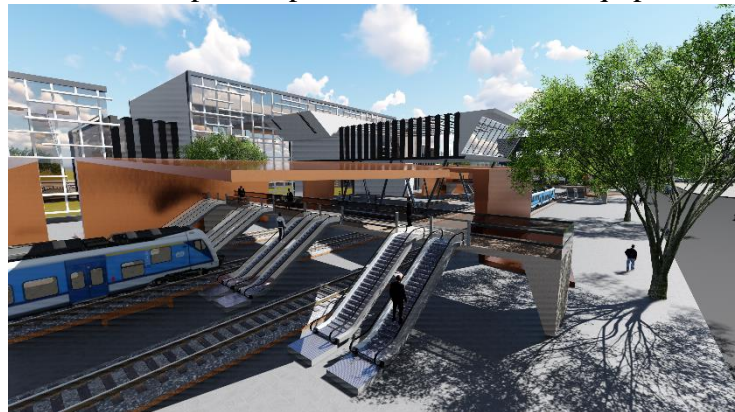


Figure 134 Les rails
Source : Auteurs

Elle est fonctionnellement reliée à la gare maritime par une passerelle qui enjambe le carrefour du front de mer et l'est aussi par le prolongement du tapis urbain à l'intérieur des deux gares. De plus, elle comporte une station de bus et de taxis créant ainsi la multimodalité.

Des espaces extérieurs ponctués par des plans verts, des plans d'eau servant à rafraichir l'air



Figure 135 Parking commun
Source : Auteurs

ainsi que des placettes aménagées de telle sorte à rendre agréable les temps d'attente et à favoriser la mixité sociale.

III.4.4.4. Description des façades

Le projet se développe de façon linéaire sur l'axe est-ouest, ce qui produit deux grandes façades orientées nord et sud.

Façade nord

Façade donnant sur la ville, elle montre un jeu de plein et de vide entre le vitrage à changement de phase et des bouts de parois opaques en bois.

Entrée au bâtiment voyageur marquée par l'extrusion d'un volume horizontal bas.

Entrée au bâtiment administratif marquée par un cadre saillant en métal.

Les serres sont protégées du soleil par des lamelles orientables en bois.

Disposition de deux éléments à l'aspect cuivré afin de rappeler le caractère industriel du site.

Façade sud

Façade donnant sur les quais, elle est quasi transparente afin de profiter des apports gratuits du soleil, et créer des espaces conviviaux baignés de lumière naturelle (exigence de la thématique des gares). Elle est protégée grâce à des persiennes en bois et des lamelles végétalisées.

Couleurs

La couleur blanche est la plus abondante, elle occupe la majorité des surfaces du projet, choisie pour sa capacité à réfléchir les rayons solaires (fort albédo).

Elle est associée à d'autres couleurs douces qui s'accordent bien entre elles telles que le beige, des nuances de gris et de marron pour apporter de l'harmonie et du raffinement au style contemporain du projet.



Figure 136 Façade nord
Source : Auteurs



Figure 137 Façade sud
Source : Auteurs

III.4.5. Programme surfacique

PROGRAMME QUALITATIF ET QUANTITATIF			
Entité	Niveau	Espace	Surface
Bâtiment voyageurs	RDC	-Sas d'entrée	176.82 m ²
		-Accueil et information	/
		-Espace réservé au personnel	79.30 m ²
		-Contrôle de bagages	
		-3 Billetteries	59.46 m ²
		-Poste de police	24.58 m ²
		-Consigne de bagages	34.14 m ²
		-Objets trouvés	19.66 m ²
		-4 Boutiques	37.30 m ²
		-Superette	64.10 m ²
		-Restaurant	198.30 m ²
		-Espace de consommation restaurant	267.41 m ²
		-Bar-Cafète	105.18 m ²
		-Espace de consommation cafète	197.68 m ²
		-Espaces d'attente et de détente	526.51 m ²
		-Espace de lecture	115.54 m ²
		-4 Sanitaires femmes	124.81 m ²
		-4 Sanitaires hommes	126.45 m ²
	R+1/2	-Mezzanine	353.44 m ²
		-Infirmierie	71.64 m ²
		-Agence de voyages	43.40 m ²
		-Restauration rapide	158 m ²
		-3 Espaces de détente	379.44 m ²
		-3 Boutiques	132.51 m ²
		-Sanitaires femmes	23.57 m ²
	-Sanitaires hommes	23.93 m ²	
	R+1	- Mezzanine	353.44 m ²
		-Poste d'aiguillage	801.41 m ²
		-2 Salles informatiques	120.81 m ²
		-3 Boutiques	228.54 m ²
		-Bureau	44.39 m ²
		-Stockage	26.89 m ²
		-Espace de détente	163 m ²
-Cafeteria		98.87 m ²	
-Sanitaires hommes		23.93 m ²	
-Sanitaires femmes		23.57 m ²	

Bâtiment administratif	RDC	-Accueil et information	
		-8 Bureaux	325.47 m ²
		-Salle de réunion	210 m ²
		-Salle de consommation	131 m ²
		-Sanitaires femmes	48.67 m ²
		-Sanitaires hommes	48.67 m ²
		-Espace de détente	202.42
Entité d'hébergement	R+1	-10 Bureaux	429.26 m ²
		-Salle de réunion	224.79 m ²
		-Salle de stockage	53.63 m ²
		-Salle de tirage	40 m ²
		-Salle d'archives	52.96 m ²
		-Sanitaires femmes	48.67 m ²
		-Sanitaires hommes	48.67 m ²
Entité d'hébergement	RDC	-Accueil et réception	
		-2 Bureaux	88.24 m ²
		-Salle de réunion	63.65 m ²
		-Restaurant	113.62 m ²
		-Salle de consommation	190.57 m ²
		-Sanitaires femmes	31.68 m ²
		-Sanitaires hommes	32.28 m ²
		-Terrasse	178.53 m ²
	R+1 –	-Bureau	18.83 m ²
	R+11	-5 Chambres simples	86.75 m ²
	-5 Chambres doubles	188.18 m ²	
	-Cafète	180.42 m ²	
	-Sanitaires femmes	31.68 m ²	
	-Sanitaires hommes	32.28 m ²	



Dossier Graphique



RENDUS

III.5. Choix du système structurel et des matériaux

III.5.1. L'ossature

Notre choix constructif s'est porté sur la structure métallique, en raison de son aspect industriel qui rappelle celui du site d'intervention, ainsi que pour les avantages qu'elle porte pour les exigences fonctionnelles d'un projet tel que le nôtre parmi lesquels nous citons :

- L'acier est un matériau 100 % recyclable et durable ;
- La préfabrication en atelier des éléments constructifs en acier réduit au strict minimum les nuisances de chantier.
- En plus de sa légèreté, l'ossature métallique permet des portées importantes, ce qui garantit flexibilité et liberté architecturale ;
- L'épaisseur des murs est réduite ;
- Elle peut être assemblée avec divers matériaux et offre ainsi de multiples possibilités quand à l'apparence extérieure (bardages et toiture) ;
- Facilité de montage et de démontage, ce qui engendre des délais d'exécution réduits.

III.5.1.1. Poteaux en H

Notre choix s'est porté sur des poteaux tubulaires en forme de H en raison de la grande résistance qu'ils offrent. Ils seront protégés contre le feu par des panneaux coupe-feu en plâtre. Etant à proximité de la mer, le taux d'humidité est assez élevé, de ce fait notre ossature métallique est exposée à un risque de corrosion. Pour cela nous proposons :

- Des peintures à base de bitume ou de goudron.
- Peinture antirouille à base d'huile de lin.

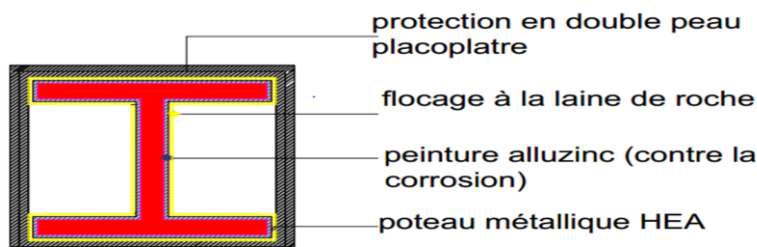


Figure 139 Protection contre le feu et la corrosion

Source : <http://www.lemoniteur.fr/articles/protger-l-acier-contre-la-corrosion-258703>



Figure 138 Poteau métallique en H

Source : <http://www.construction.ossatures/Acier.html>

III.5.1.2. Poutres alvéolaires en I

Cette solution autorise de grands plateaux libres sur une distance pouvant aller jusqu'à 18 mètres et permet le passage dans l'âme de la poutre, à travers les alvéoles, de conduits divers.

Figure 140 Poutre métallique alvéolaire

Source : Fichier PDF «Bonnes pratiques pour la construction de structures en acier»

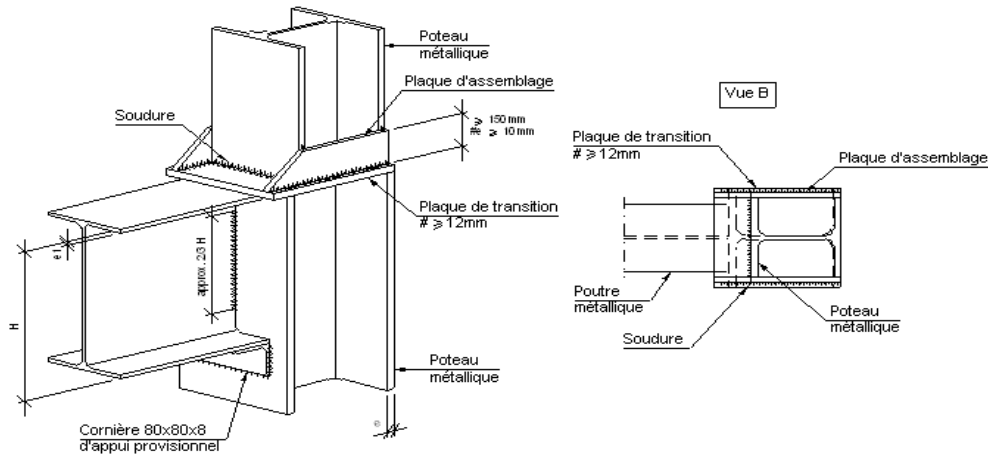
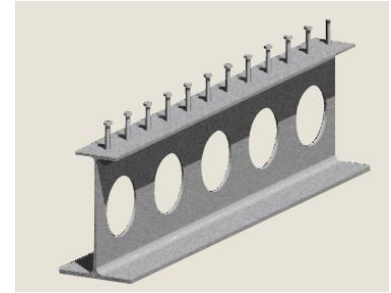


Figure 141 Assemblage poteau-poutre

Source :

http://www.constructalia.com/francais/rehabiliter_avec_lacier/v_techniques_daccrochage_sur_lexistant#.WTYa2-vyjIU

III.5.1.3. Plancher réversible (chauffant / rafraichissant)

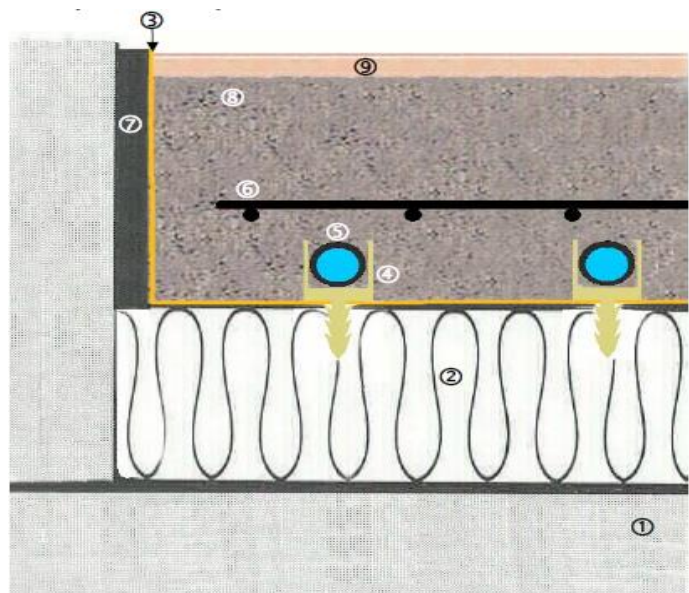
Nous avons opté pour ce type de plancher pour le confort thermique qu'il procure de façon homogène en toutes saisons.

Il consiste principalement en un réseau de tubes noyés dans une dalle d'enrobage et véhiculant une eau dont la température varie selon les besoins et l'usage.

- **Les tubes**

La plupart des tubes sont fabriqués en polyéthylène réticulé (PER). D'autres matériaux tels que le polybutène, le polypropylène ou le cuivre sont aussi parfois mis en œuvre.

- **La dalle d'enrobage**



① Dalle porteuse
② Isolant horizontal
③ Film de protection
④ Elément de fixation
⑤ Tube PER

⑥ Treillis soudé
⑦ Isolant périphérique
⑧ Dalle d'enrobage
⑨ Revêtement

Elle est constituée de béton et d'adjuvant. Cet adjuvant fluidifiant améliore l'enrobage des tubes et augmente la résistance mécanique de la dalle.

- **Treillis anti-retrait**

Il est destiné à éviter la formation des fissures provoquées par le retrait du béton pendant sa prise et son durcissement.

- **L'isolant périphérique**

Il permet de désolidariser la dalle flottante des structures verticales du bâtiment et de limiter les déperditions par les bords.

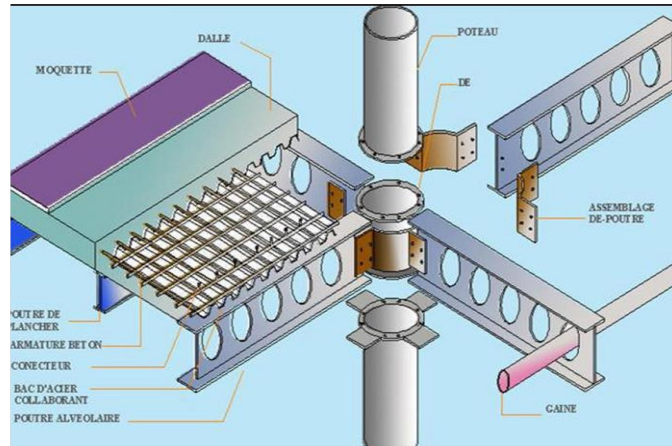


Figure 142 Composition du plancher réversible
Source : Plancher chauffant rafraichissant

Figure 143 Assemblage poteau-poutre-plancher réversible
Source : <http://detailsconstructifs.cype.fr>

III.5.2. Le mur rideau

Nous avons utilisé les murs rideaux à double vitrage afin de produire des espaces baignés de lumière naturelle.

Le mur-rideau est un mur de façade légère, qui assure la fermeture mais ne participe pas à la stabilité du bâtiment. Il se caractérise comme suit :

- Il est fixé sur la face externe de l'ossature porteuse du bâtiment (ou squelette).
- Son poids propre et la pression du vent sont transmis à l'ossature par l'intermédiaire d'attaches.
- Il est formé d'éléments raccordés entre eux par des joints. On réalise ainsi une surface murale continue, aussi grande qu'on le désire.

III.5.2.1. Le double vitrage

Un double vitrage est une paroi vitrée constituée de deux vitres séparées par une épaisseur d'air immobile, dite « lame d'air ». Une variante, le vitrage à isolation renforcée, est rendue encore plus performante par l'ajout d'un traitement isolant sur une (ou plusieurs) des faces intérieures du double vitrage.

III.5.2.2. Vitrage à isolation renforcée

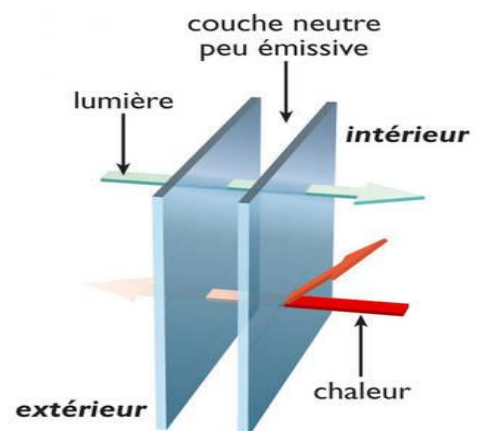


Figure 144 Vitrage à isolation renforcée
Source : <http://www.savoirs.essonne.fr/thematiques/la-terre/environnement/habitat-comment-diminuer-la-facture-denergie/>

Un vitrage à isolation renforcée (VIR) est pourvu d'un traitement qui s'oppose au rayonnement infrarouge et forme une barrière thermique, sans constituer un obstacle trop important à la lumière visible. Un VIR empêche donc la chaleur de sortir l'hiver, et de rentrer en été.

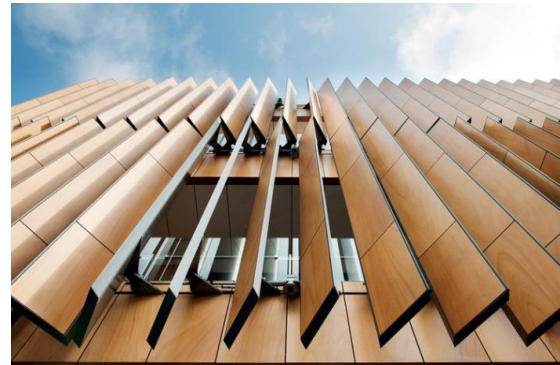
Le traitement consiste en une fine couche transparente, de métal ou d'oxydes métalliques (argent notamment), déposée sur l'une (ou plusieurs) des faces intérieures du double vitrage.

III.5.3. Le bois

Nous avons utilisé le bois, matériau naturel et biodégradable pour les cloisons intérieures ainsi que pour persiennes orientables et les brises soleil.

Figure 145 Brise soleil orientable en bois

Source <https://archzine.fr/lifestyle/architecture/les-systemes-brise-soleil/>



III.5.3.1. Couverture en panneaux sandwich

La toiture de notre projet est faite de panneaux sandwich isolants constitués d'une couche de matériau isolant (mousse polyuréthane) entre deux plaques de matériau profilé (acier).

Ce complexe est composé de matériaux durables et recyclables et permet d'obtenir de très bonnes performances thermiques. Il est léger, robuste,

économique, facile de montage par emboîtement, et offre diverses qualités de résistance des matériaux, isolation thermique, étanchéité, résistance au feu, isolation phonique et d'esthétique architecturale.

Conclusion

A travers notre démarche nous avons essayé de mettre en avant nos connaissances et nos aptitudes dans le domaine de l'architecture et de la conception pour la concrétisation et la formalisation d'un projet qui répond à la problématique posée.

Nous espérons avoir répondu aux objectifs que l'on s'est assignés et que notre projet contemporain aura un impact positif sur le quartier.

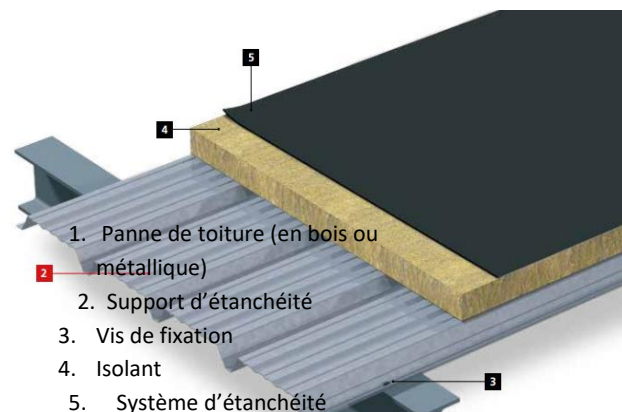


Figure 146 Panneau sandwich pour toiture

Source : Fichier PDF «Couverture isolante panneaux sandwich»

CHAPITRE IV.

Procédés bioclimatique et efficacité énergétique projet

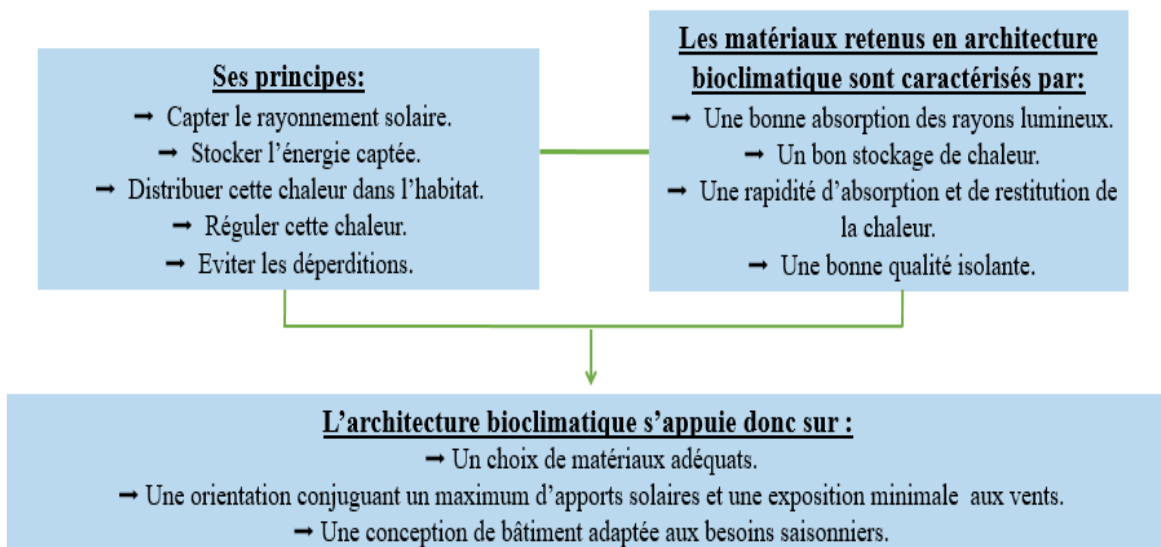
IV. Procédés bioclimatiques et efficacité énergétique

L'architecture bioclimatique est l'art et le savoir-faire de bâtir en alliant respect de l'environnement et confort de l'habitant. Elle a pour objectif d'obtenir des conditions de vie agréables de la manière la plus naturelle possible, en utilisant par exemple les énergies renouvelables disponibles sur le site.

IV.1. Généralités

IV.1.1. Les principes de l'architecture bioclimatique

L'architecture bioclimatique utilise le potentiel local pour recréer un climat intérieur respectant le confort de chacun en s'adaptant aux variations climatologiques du lieu. Elle rétablit l'architecture dans son rapport à l'homme et au climat. C'est pourquoi on ne peut définir une unique typologie de l'architecture bioclimatique : il y en a autant que de climats.



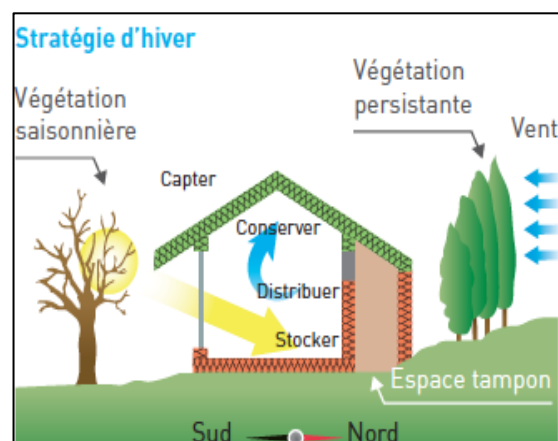
IV.1.1.1. Solaire passif

Il se base sur les trois principes suivants:

- Capturer / se protéger de la chaleur ;
- Transformer, diffuser la chaleur ;
- Conserver la chaleur ou la fraîcheur.

Figure 147 Stratégie d'hiver

Source <http://www.bretagne-energie.fr/nos-missions/>



A. Capter / se protéger de la chaleur

- Dans l'hémisphère nord, **en hiver**, seule la façade Sud reçoit un rayonnement non négligeable. Il convient donc de:

Maximiser la surface vitrée au sud, la lumière du soleil est convertie en chaleur ce qui chauffe le bâtiment de **manière passive et gratuite**.

- **En été**, ce sont la toiture et les façades Est (le matin) et Ouest (le soir) qui sont les plus irradiées. Quant à la façade Sud, elle reste fortement irradiée mais l'angle d'incidence des rayons lumineux est élevé.

Il convient donc de:

Protéger les surfaces vitrées orientées Sud via des **protections solaires horizontales** dimensionnées pour bloquer le rayonnement solaire. Sur les façades Est et Ouest, installer des **protections solaires verticales**, et **augmenter l'opacité des vitrages** ou mettre en place une **végétation caduque**.

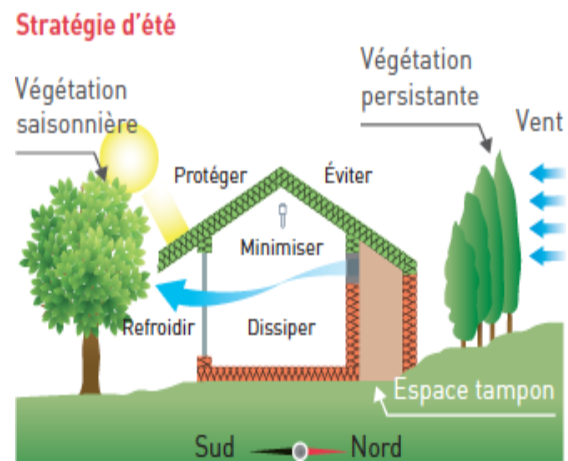


Figure 148 Stratégie d'été

Source : <http://www.bretagne-energie.fr/nos-missions/>

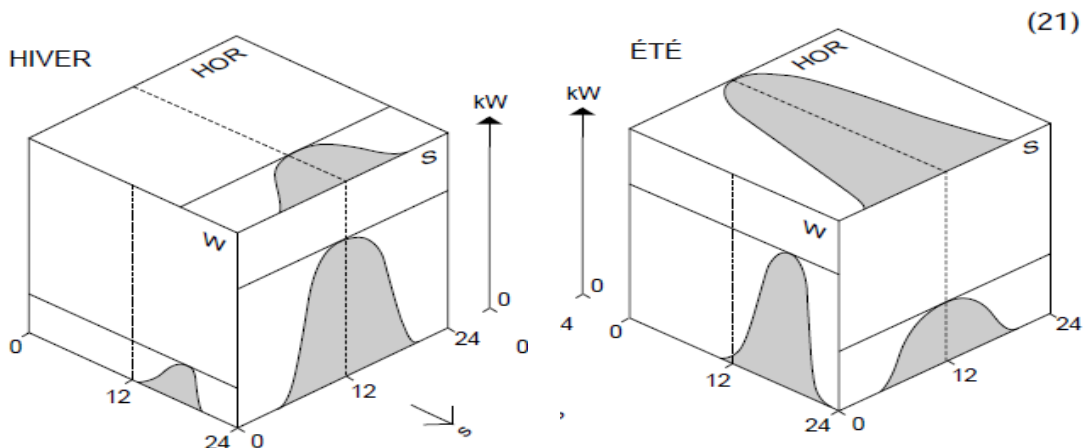


Figure 149 Exposition des différentes façades en hiver. Figure 150 Exposition des différentes façades en été.
Source Cours Mr CHABI

B. Transformer, diffuser la chaleur

La conversion de la lumière en chaleur se fait principalement au niveau du sol. Naturellement, la chaleur a tendance à s'accumuler vers le haut par convection et stratification thermique.

Afin d'éviter le phénomène de stratification, il conviendra de :

- Favoriser les sols foncés.
- Utiliser des teintes variables sur les murs selon la priorité entre la diffusion de lumière et la captation de l'énergie solaire.
- Mettre des teintes claires au plafond.

C. Conserver la chaleur ou la fraîcheur

- En **hiver**, une fois captée et transformée, l'énergie solaire doit être conservée à l'intérieur de la construction et valorisée au moment opportun.
- En **été**, c'est la fraîcheur nocturne, captée via une sur-ventilation, qui doit être stockée dans le bâti afin de limiter les surchauffes pendant le jour.

De manière générale, cette énergie est stockée dans les matériaux lourds de la construction. Afin de maximiser cette inertie, on **privilégiera l'isolation par l'extérieur**.

IV.1.1.2. Solaire actif

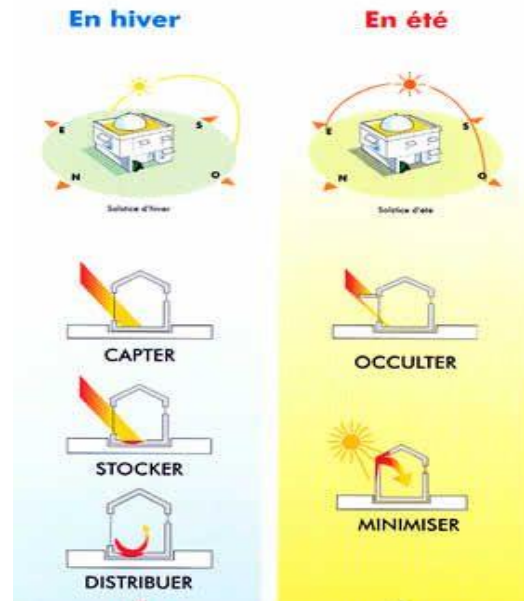


Figure 151 Stratégies d'hiver et d'été.

Source //www.lrt-habitat.com/maison-ossature-bois/conception-bioclimatique/

Stratégie de l'hiver :

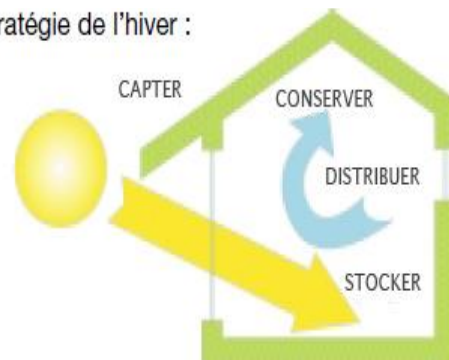


Figure 152 Stratégie d'hiver.

Source <https://www.lrt-habitat.com/maison-ossature-bois/conception-bioclimatique>

Stratégie de l'été :

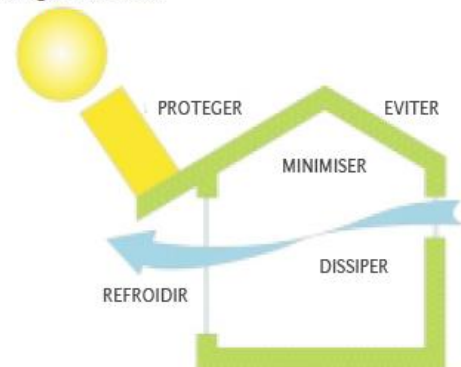


Figure 153 Stratégie d'été.

Source <https://www.lrt-habitat.com/maison-ossature-bois/conception-bioclimatique/>

L'**exploitation active** de l'énergie solaire consiste à se servir de la technologie solaire pour produire directement de l'**électricité** ou de la **chaleur**. Les **modules solaires photovoltaïques** permettent de produire de l'électricité, tandis que les **capteurs solaires thermiques** assurent la préparation d'eau chaude sanitaire ou le chauffage d'appoint.

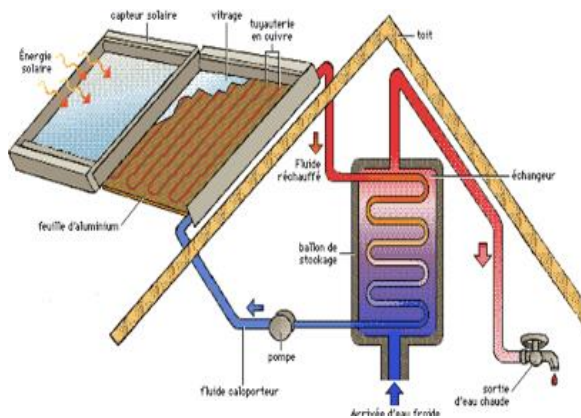


Figure 154 Fonctionnement des modules solaires photovoltaïques.
Source Google images.

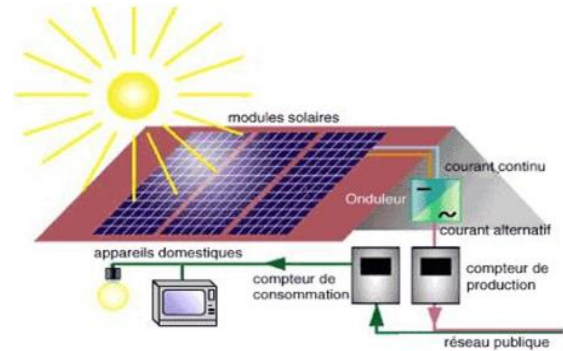


Figure 155 Fonctionnement des capteurs solaires thermiques.
Source Google images.

IV.2. Solutions bioclimatiques passives

IV.2.1. Confort d'été

IV.2.1.1. La ventilation naturelle par effet thermosiphon

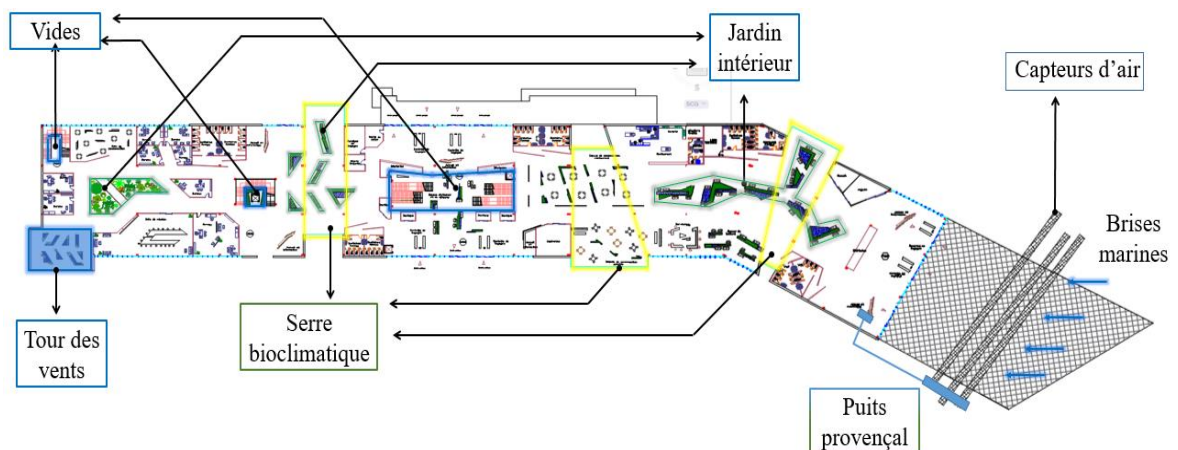


Figure 156 Plan illustrant l'ensemble des procédés bioclimatiques adoptés dans notre projet
Source Auteurs

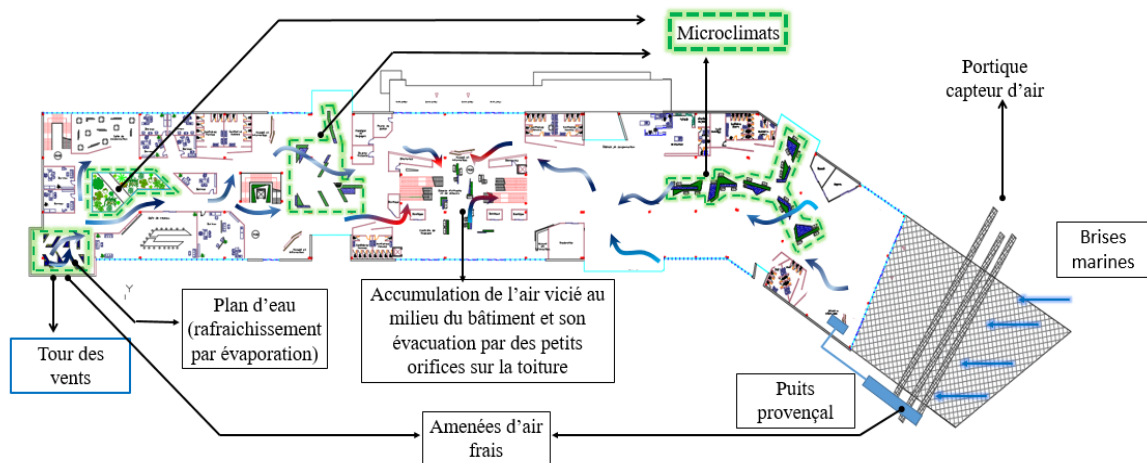


Figure 157 Plan montrant la ventilation naturelle à l'intérieur du bâtiment
Source Auteurs

La ventilation de notre projet est naturellement assurée du côté Est par les brises marines captées en hauteur grâce aux portiques orientés vers la mer, ces dernières sont d'avantage rafraîchies par la géothermie avant d'être diffusées à l'intérieur du bâtiment grâce au puits provençal.

A. La tour des vents

C'est un élément traditionnel d'architecture du Moyen Orient utilisé depuis des siècles afin de rafraîchir les habitations sans autre énergie que le vent.

- **Principe de son fonctionnement**

Le principe des tours est de capter les vents qui circulent au-dessus des toits. Selon le principe de convection l'air frais descend dans la maison alors que l'air réchauffé de l'intérieur est évacué par une autre face. De même, ce courant d'air, passant au-dessus d'un bassin va permettre son évaporation créant ainsi de la fraîcheur alentour.

- **Pertinence du choix**

Etant projeté dans une assiette se situant en zone maritime, notre projet sera exposé aux brises marines. Nous avons ainsi abouti à une tour des vents lors de la formalisation volumétrique du projet nous permettant de tirer profit des brises marines.

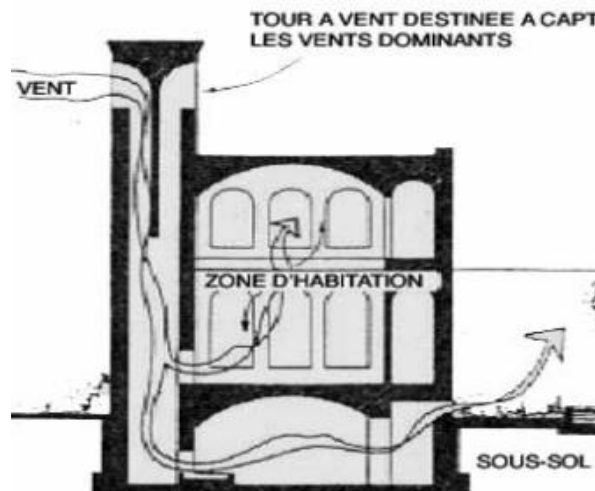


Figure 158 Fonctionnement de la tour des vents
Source Fichier PDF Les tours à vent

- **Application et mise en œuvre dans notre projet**

Figure 159 La tour à vents dans notre projet
Source : Auteurs

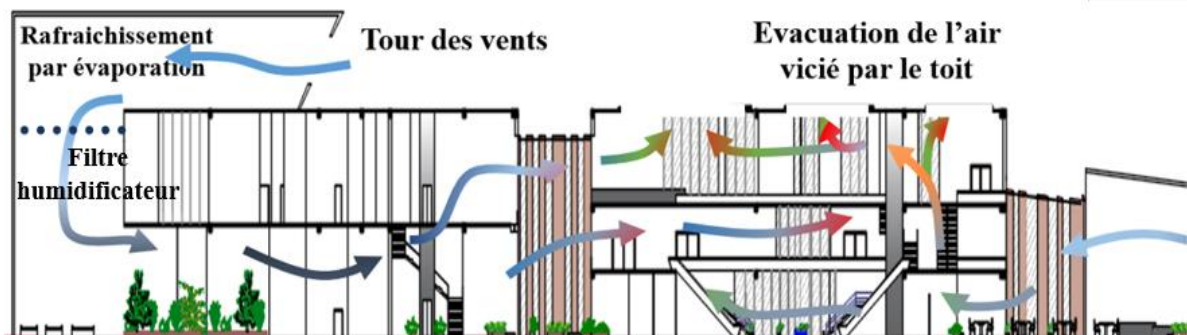
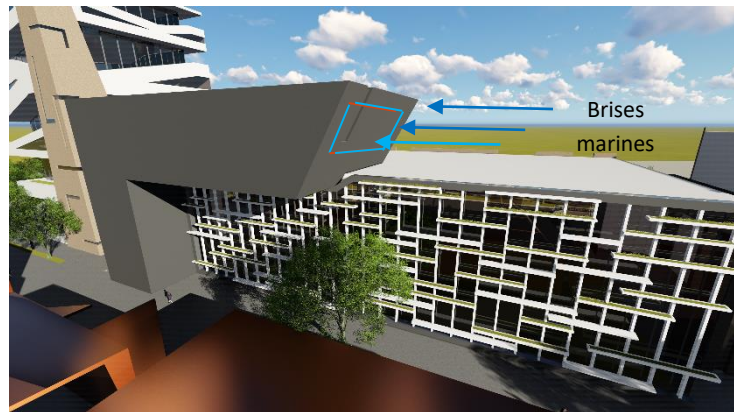


Figure 160 Coupe illustrant la ventilation naturelle grâce à la tour des vents
Source Auteurs

B. Les puits provençal et canadien

Le **puits provençal** est un échangeur géothermique qui assure la fonction de rafraîchissement estival ou hivernal de l'air ventilé. Ce système est aussi parfois appelé **puits canadien** en référence à la fonction de préchauffage hivernal de l'air ventilé.

Le puits provençal donne la possibilité d'exploiter de façon passive la température du sol afin de préchauffer (en hiver) ou rafraîchir (en été) le renouvellement d'air d'un bâtiment.

- **Principe de fonctionnement**

Le puits provençal consiste à faire passer l'air de renouvellement (avant qu'il ne pénètre dans l'habitation) par des tuyaux enterrés dans le sol à une profondeur d'au moins un mètre cinquante.

En hiver, le sol à cette profondeur est plus chaud que la température extérieure, l'air froid est alors préchauffé lors de son passage dans ce circuit sous terrain ;

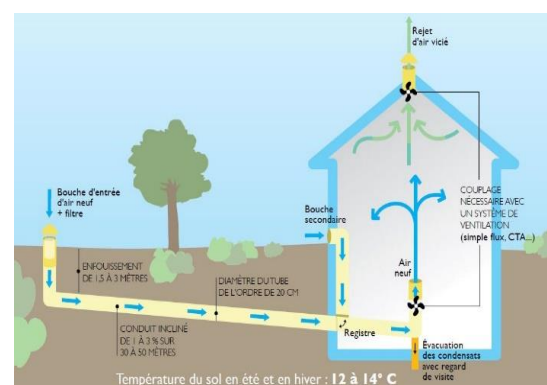


Figure 161 Illustration du fonctionnement du puits provençal

Source <http://www.eole-fr.com/a-propos/principe-puits-canadien/>

En été, c'est l'inverse, le sol est naturellement plus frais que l'air extérieur; celui-ci, lors de son passage dans le puits provençal va se refroidir de façon suffisante.

Le puits provençal exploite cette stabilité en faisant transiter l'air extérieur par un collecteur enterré entre 1,50 et 2 m, suivant une pente de 2 à 3 %. Ce gros tube de \varnothing 20 cm alimente les pièces du bâtiment par un réseau de gaines de distribution.

- **Pertinence du choix**

On a opté pour les puits provençal et canadien comme second système de ventilation pour accompagner la tour des vents en raison de ses nombreux avantages à savoir : Ses économies et performances énergétiques, ses faibles couts en maintenance et sa capacité à fonctionner aussi bien en été qu'en hiver.

- **Application et mise en œuvre dans notre projet**

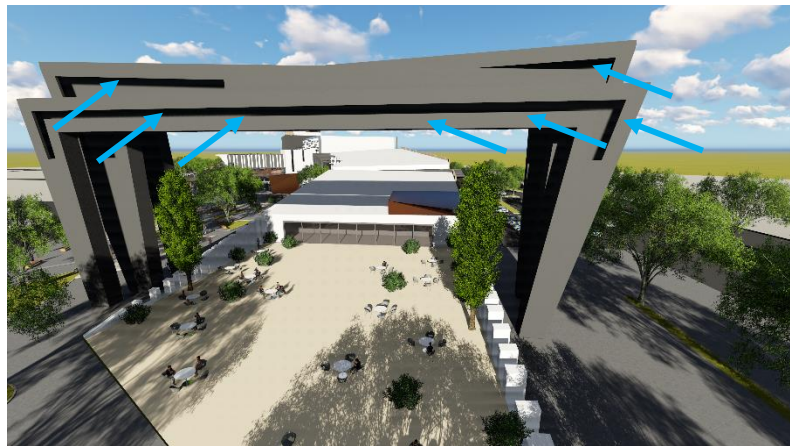


Figure 162 Les portiques capteurs
Source Auteurs

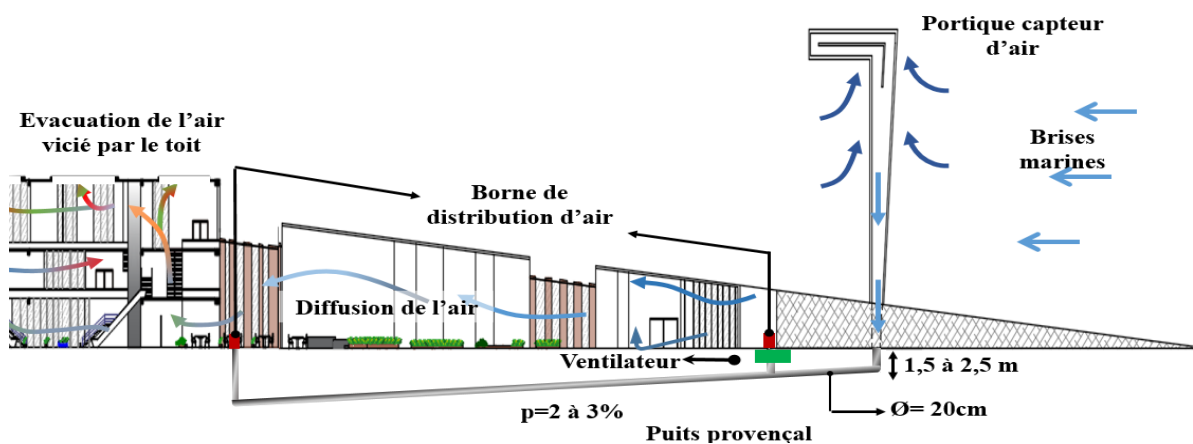


Figure 163 Coupe illustrant la ventilation grâce au puits provençal
Source : Auteurs

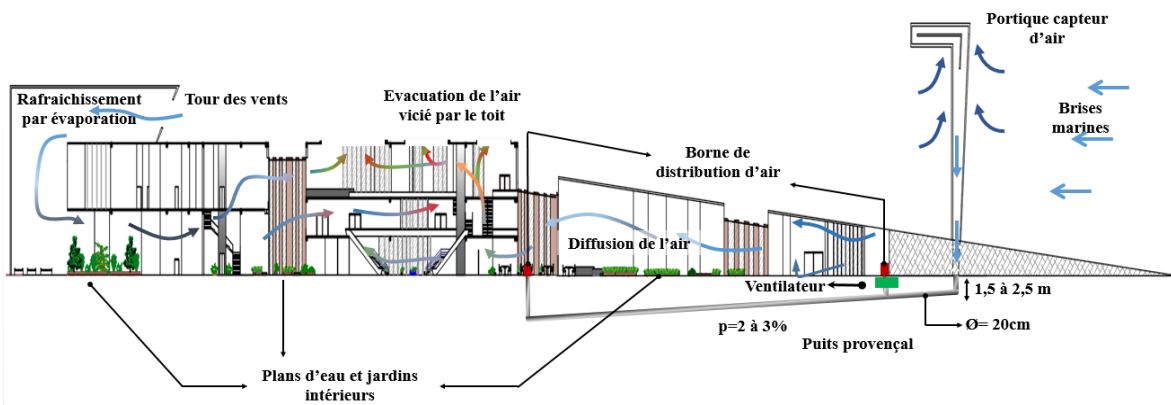


Figure 164 Coupe globale illustrant la ventilation naturelle
Source : Auteurs

IV.2.1.2. Protections solaires (brises soleil et persiennes orientables)

- **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" pour maîtriser la pénétration du rayonnement solaire à l'intérieur des locaux d'habitation ou de travail. Le pare-soleil est le plus souvent ajouré.

- **Brise soleil orientable**

Le brise soleil orientable est réalisé avec des lames qui s'empilent les unes sur les autres lors de son ouverture. Elles sont orientables jusqu'à 90° pour gérer la pénétration de la lumière. Tout comme un volet roulant, le brise soleil orientable permet d'avoir une occultation quasi totale en position fermée.

- **Principe de fonctionnement**

Il permet de protéger tout ou une partie d'une façade, d'un sol (rue, cour intérieure, terrasse...) de l'exposition solaire pour éviter la surchauffe ou l'éblouissement.

Une orientation judicieuse permet de contrôler les apports solaires (chaleur, lumière, rayonnement ultra-violet) selon l'heure ou la saison. En été, le soleil peut être caché, et en hiver il peut pénétrer jusqu'au fond d'une pièce pour mieux l'éclairer et la chauffer.

- **Pertinence du choix**



Figure 165 Persiennes orientables
Source <https://archzine.fr/lifestyle/architecture/les-systemes-brise-soleil/>

Nous avons prévu des brises soleil fixes et orientables dans notre projet afin de protéger les façades qui sont quasiment transparentes (exigence fonctionnelle et thématique). Leur rôle est de gérer la pénétration solaire dans le bâtiment, d'éviter les surchauffes et d'habiller les façades.

- **Application et mise en œuvre dans notre projet**

Figure 166 Persiennes orientables verticales
Source : Auteurs

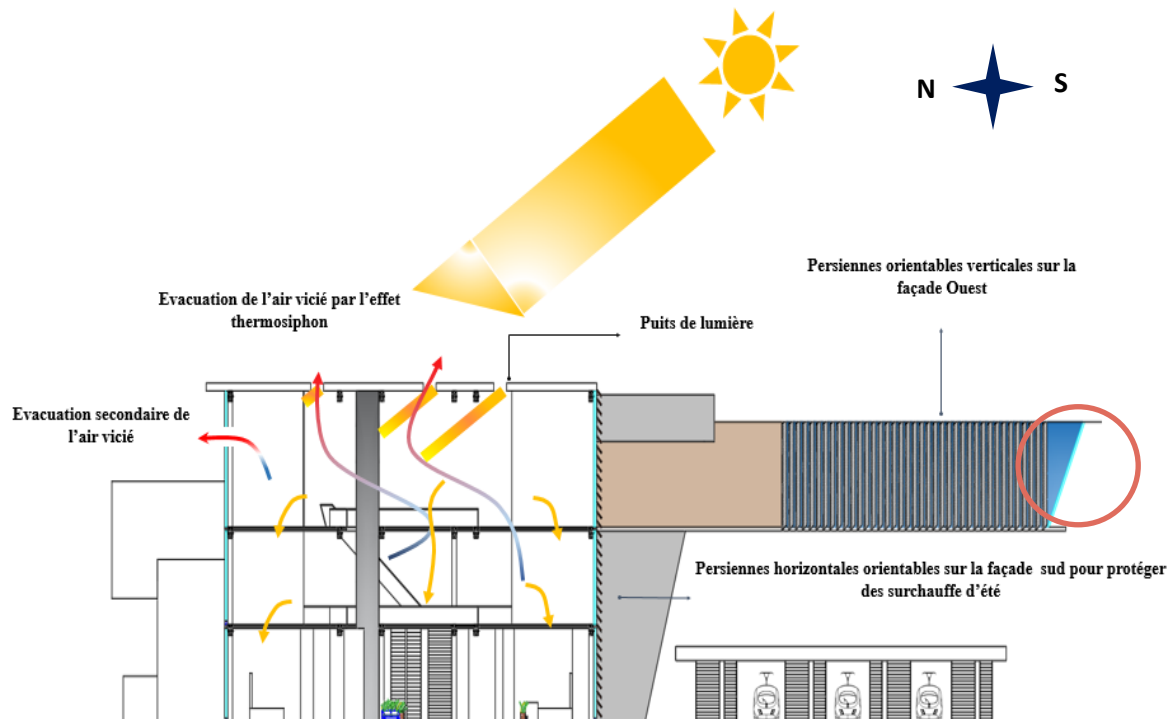
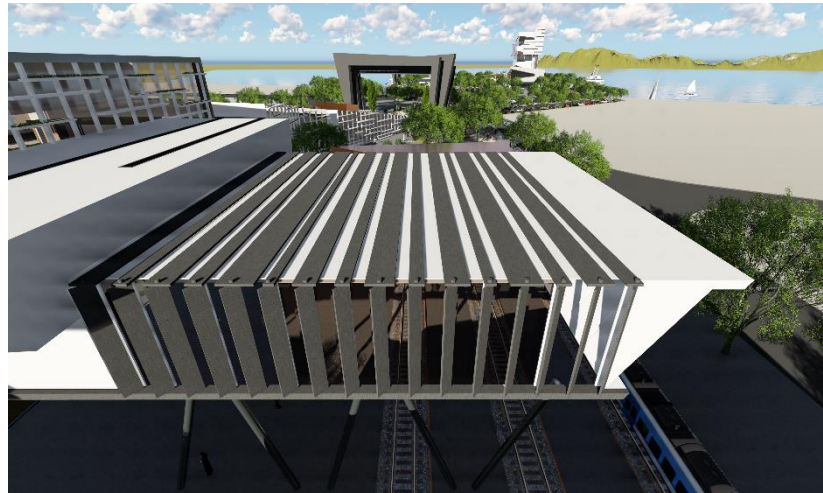


Figure 167 Coupe illustrant les protections solaires horizontales et verticales
Source Auteurs

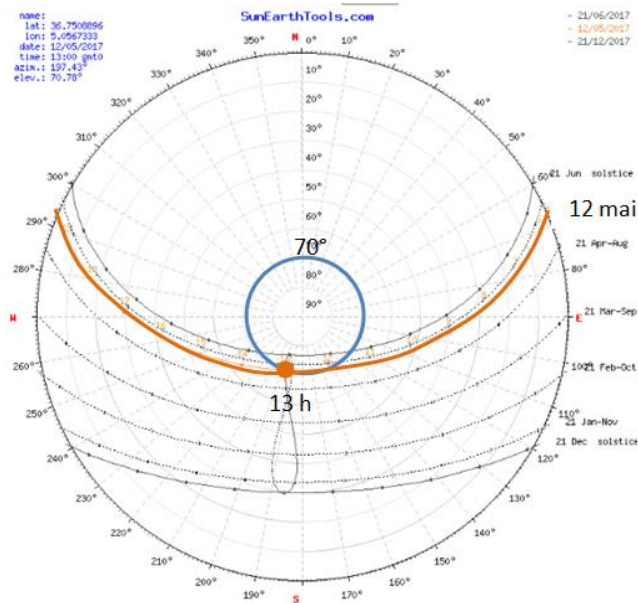


Figure 168 Diagramme solaire (12 mai à 13h)
Source : Auteurs

Calcul de la largeur du brise soleil
D'après le diagramme solaire, la hauteur du soleil le 12 mai à 13h est de 70° . La hauteur de la baie vitrée $B = 5.60$ m. $a = 90^\circ - 70^\circ = 20^\circ$.

$$A = \tan(a) \times B = 0.36 \times 5.40 = 1.94 \text{ m.}$$

Pour optimiser l'occultation solaire, le brise soleil doit avoir 1.94 m de largeur.

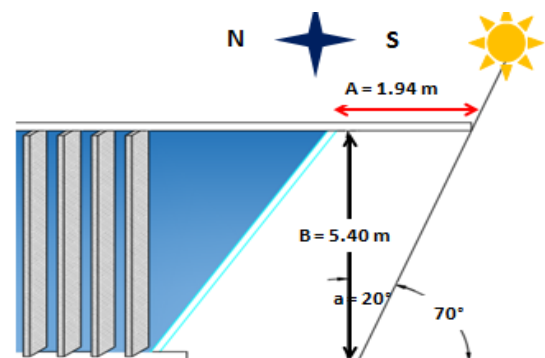


Figure 169 Schéma de calcul du brise soleil
Source : Auteurs

IV.2.2. Confort d'hiver

IV.2.2.1. La serre bioclimatique

La serre bioclimatique ou serre solaire est un volume vitré capteur. Séparée du logement proprement dit par une paroi, elle peut au choix communiquer avec lui par des fenêtres, portes fenêtres, vitrages coulissants...

La serre bioclimatique joue plusieurs rôles dans un bâtiment

- Elle chauffe le bâtiment en hiver.
- Elle permet d'éviter les surchauffes d'été.
- Elle peut devenir une pièce à vivre.
- **Principe de fonctionnement**

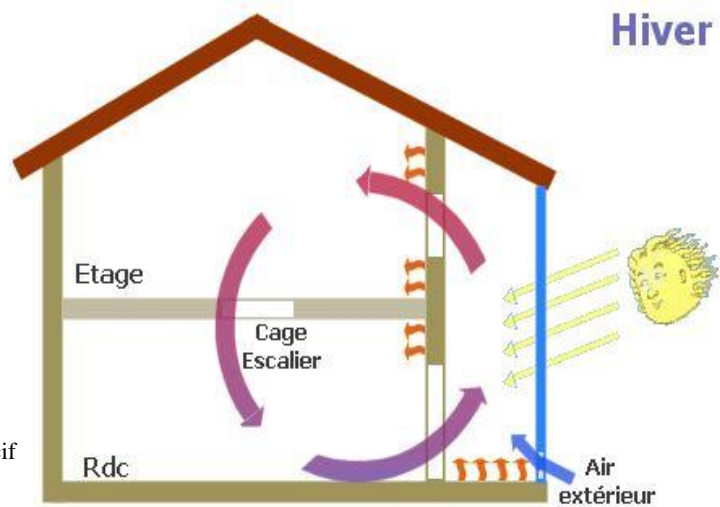
La serre bioclimatique, dite **serre solaire passive**, stocke l'énergie solaire durant la journée pour la restituer la nuit. Elle est isolée pour réduire les pertes thermiques.

Cette serre utilise le climat et l'environnement du lieu de son implantation.

Le chauffage et la climatisation y sont assurés grâce :

- au rayonnement solaire ;
- à la capacité des matériaux à garder la chaleur ;
- à la circulation de l'air.

Figure 170 Fonctionnement de la serre
Source http://www.cobse.fr/techniques_specifiques.html



- **Pertinence du choix**

Notre site d'intervention profite d'un bon ensoleillement durant toute l'année ce qui nous incite à exploiter cette énergie pour le chauffage naturel grâce à la serre bioclimatique. Notre projet en comporte trois, elles sont aménagées en espaces de détente et de consommation.

- **Application et mise en œuvre dans notre projet**

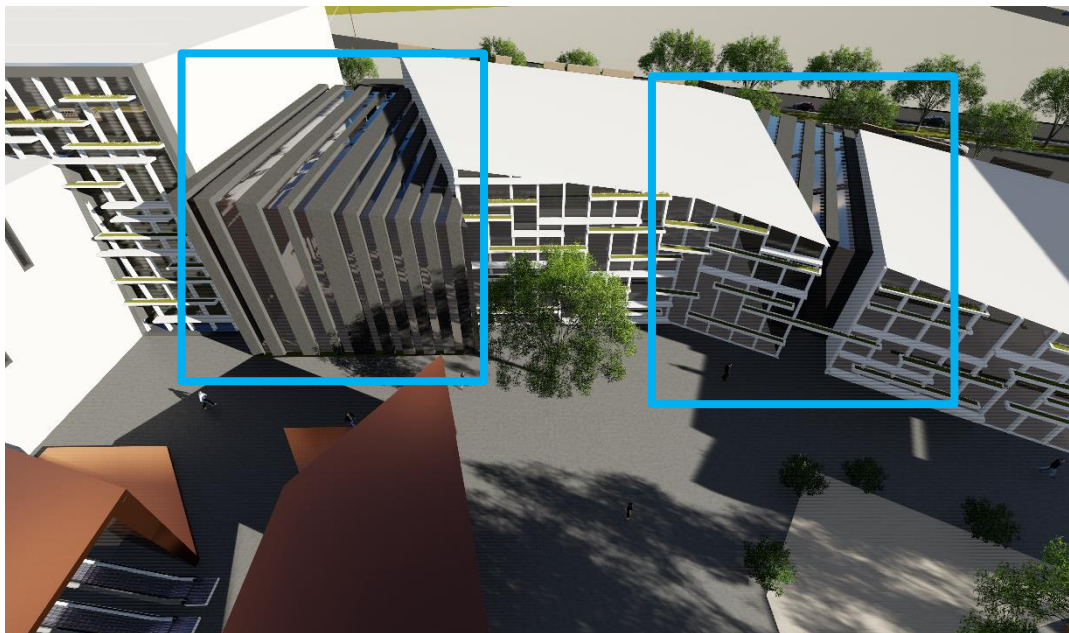


Figure 171 Les serres bioclimatiques dans notre projet
Source : Auteurs

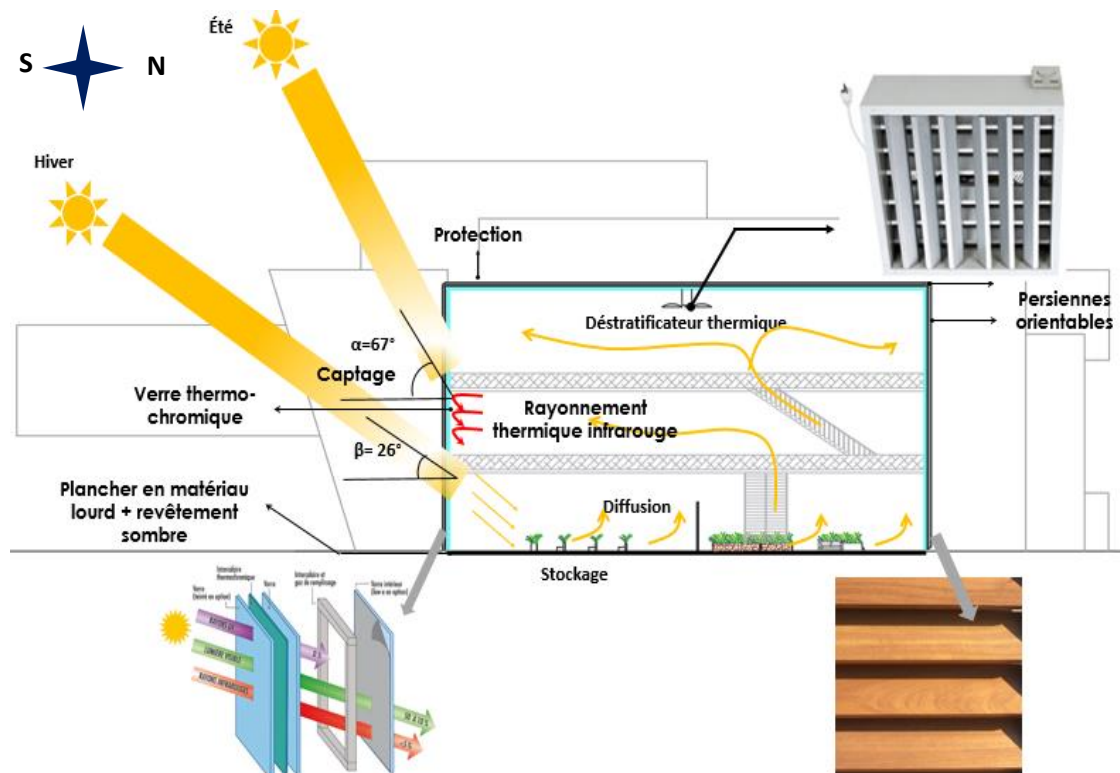


Figure 172 Schéma illustrant le chauffage naturel par effet de serre
Source Auteurs

II.2.2.2. Déstratificateur thermique

Dispositif de brassage d'air utilisé afin de limiter l'écart de température entre le sol et la partie haute des locaux.

• Principe de fonctionnement

Fonctionnement en hiver

Le déstratificateur renvoie vers le sol, l'ensemble de la chaleur produite par toutes les sources de chaleur du local : le chauffage, les appareils d'éclairage, les équipements et les machines, le rayonnement solaire

Fonctionnement en été

Il permet d'économiser l'énergie consommée par la climatisation. Il peut aussi servir à évacuer l'air chaud vers l'extérieur, cela nécessite : d'avoir des ouvertures à hauteur du plafond.

- **Application et mise en œuvre dans notre projet**

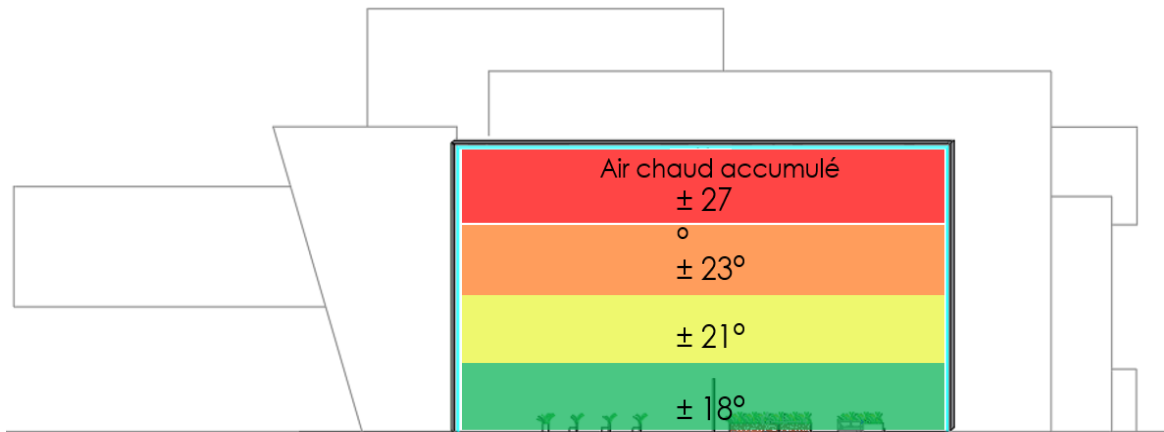


Figure 173 Schéma illustrant les différentes couches thermiques de l'air dans la serre.
Source : Auteurs

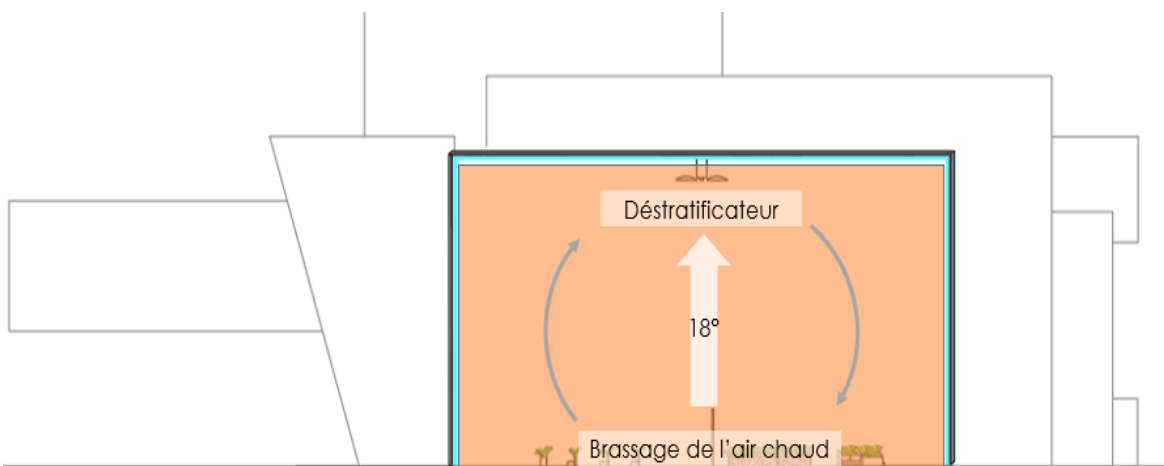


Figure 174 Schéma illustrant le brassage des couches thermiques de l'air grâce au destratificateur
Source : Auteurs

IV.3. Solutions bioclimatiques actives

IV.3.1. Panneaux solaires thermiques

Le panneau solaire thermique est un dispositif récupérant l'énergie de la lumière solaire pour la transformer en chaleur, transmise à un fluide caloporteur, par exemple de l'eau ou de l'air.

Les panneaux thermiques à eau peuvent servir pour chauffer l'eau sanitaire ou comme chauffage d'appoint.

- **Principe de fonctionnement**

Le fluide circule dans un serpentin, peint en noir, éventuellement recouvert d'une surface vitrée et protégé sur les autres faces par un isolant. Le tube où circule le fluide peut également être doublé pour une isolation supplémentaire.

IV.3.2. Plancher réversible (chauffant-rafraichissant)

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

Ce type d'installation de chauffage et de climatisation peut être couplé avec un plafond rafraîchissant qui présente les mêmes avantages pour augmenter encore le confort.

Le plancher chauffant, ayant une température superficielle de sol supérieure à la température ambiante est un émetteur de chaleur.

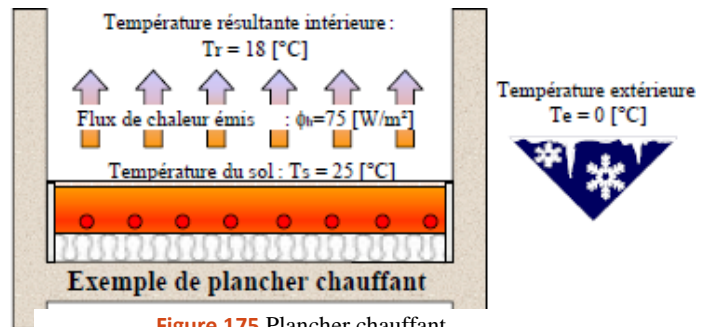


Figure 175 Plancher chauffant

Source : Fichier PDF « Plancher chauffant rafraichissant »

Le plancher rafraîchissant, ayant une température superficielle de sol inférieure à la température ambiante est un absorbeur de chaleur.

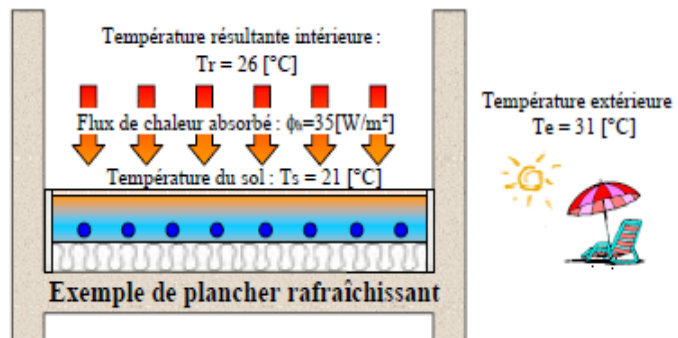


Figure 176 Planchers rafraichissant

Source : Fichier PDF « Plancher chauffant rafraichissant »

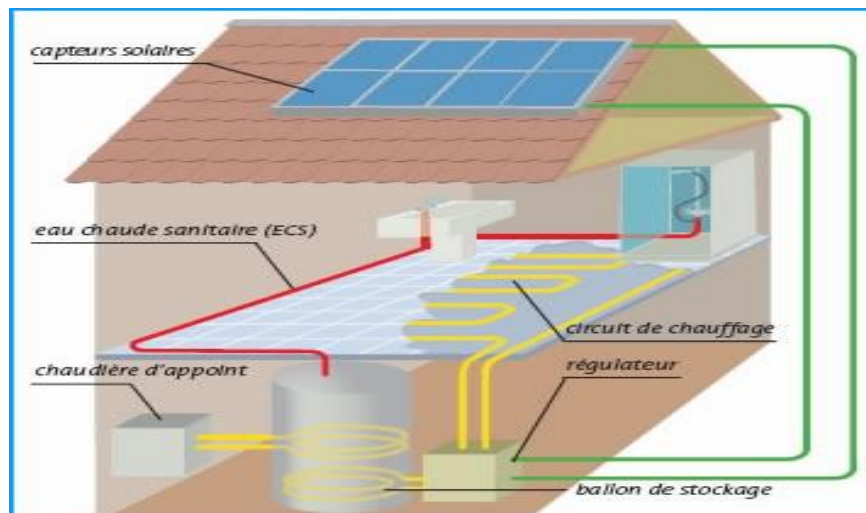


Figure 177 Fonctionnement des capteurs solaires avec le plancher réversible

Source : <http://sites.google.com/site/energiesolairedanslhabitat/1-energie-solaire>

- **Pertinence du choix**

En plus de sa rentabilité, le plancher réversible procure un confort inimitable en diffusant une chaleur ou une fraîcheur agréable de manière homogène dans tout le bâtiment. Il est complètement intégré au plancher, ce qui nous laisse une liberté totale quant à l'agencement des aménagements intérieurs contrairement aux autres solutions de chauffage.

- **Application et mise en œuvre dans notre projet**

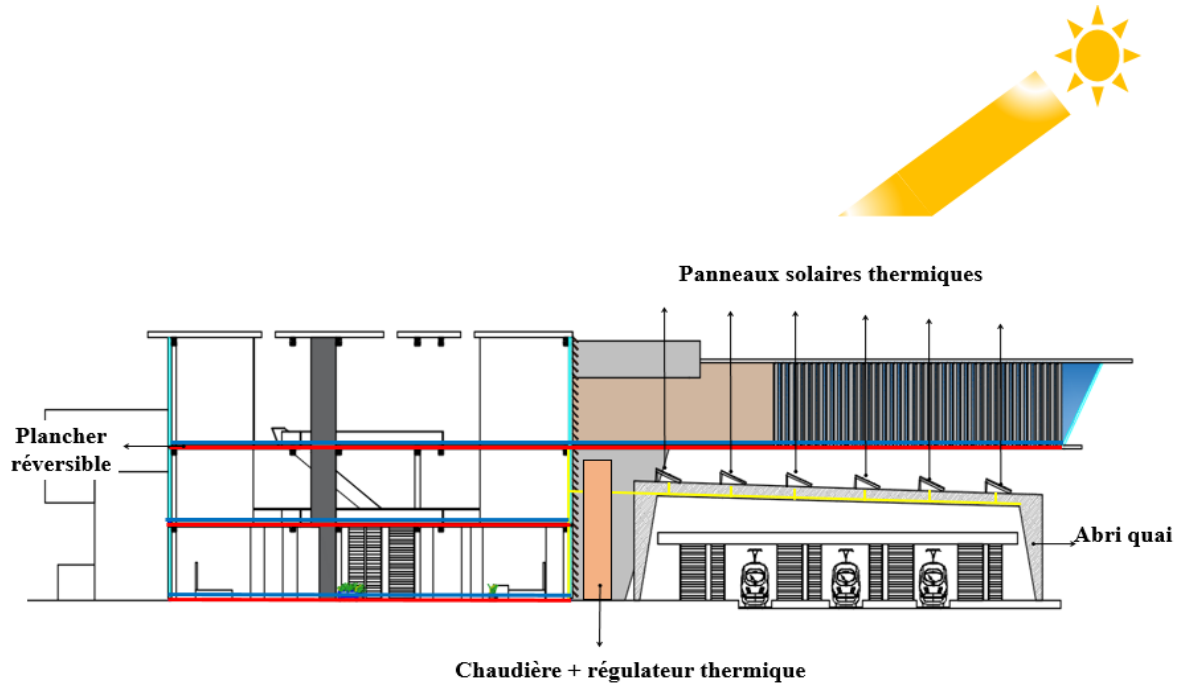


Figure 178 Coupe illustrant les planchers réversibles alimentés par des panneaux solaires thermiques
Source : Auteurs

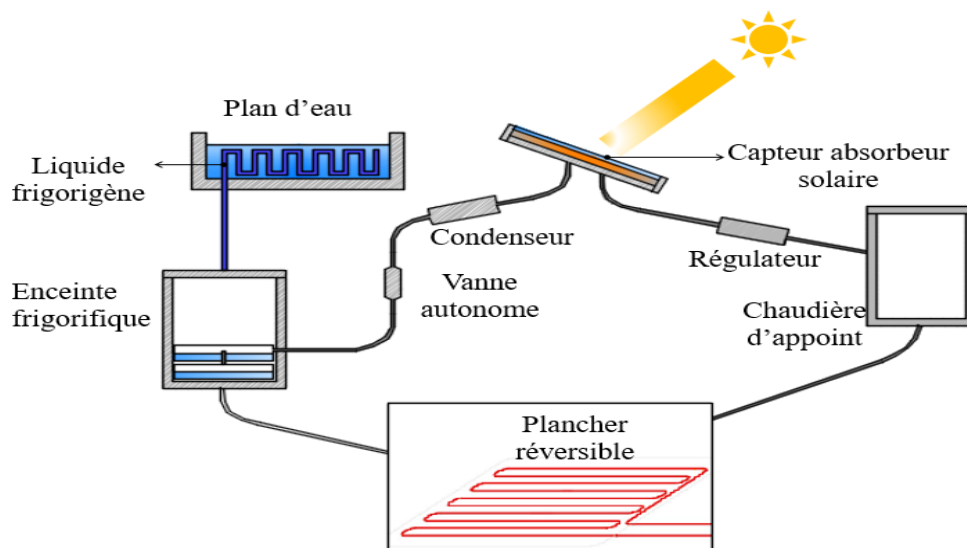


Figure 179 Schéma illustrant les planchers réversibles alimentés par des panneaux solaires thermiques
Source : Auteurs

IV.3.3. Panneaux solaires photovoltaïques

Le panneau solaire photovoltaïque, appelé aussi module photovoltaïque, convertit la lumière en électricité. Il est constitué d'une série de cellules photovoltaïques reliées entre elles électriquement, formées d'un matériau semi-conducteur en deux couches, l'une dopée positivement (P) et l'autre négativement (N).

- **Principe de fonctionnement**

Les cellules photovoltaïques sont des composants électroniques capables de produire de l'électricité à partir de l'énergie solaire, et ceci grâce à l'effet photovoltaïque. Ce phénomène est basé sur le comportement des matériaux semi-conducteurs lorsqu'ils reçoivent un rayonnement solaire. En effet, lorsque les photons de la lumière du soleil rentrent en contact avec ces matériaux particuliers, ils transmettent leur énergie aux électrons des semi-conducteurs qui génèrent alors une tension électrique. Le matériau semi-conducteur le plus massivement employé à l'heure actuelle par les fabricants de modules photovoltaïques demeure le silicium.

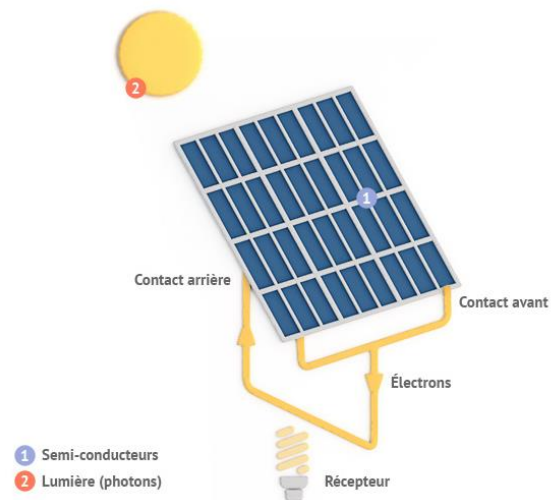


Figure 180 Fonctionnement du panneau solaire photovoltaïque

Source : <http://www.lenergieoutcompris.fr/produire-son-energie/panneaux-solaires-photovoltaïques/comment-ca-marche>

- **Application dans notre projet**



Figure 181 Panneaux solaires photovoltaïques sur les abris quais

Source : Auteurs

IV.4. Renforcement de la stratégie bioclimatique par l'apport de nouvelles technologies

IV.4.1. Les matériaux à changement de phase

Matériau capable de changer d'état physique dans une plage de température restreinte. Cette plage est grossièrement située entre 10 et 80 degrés. Dans cet intervalle de température, le changement de phase prépondérant reste la fusion/solidification. Ils ont pour particularité de pouvoir stocker de l'énergie sous forme de chaleur latente.

- **Mode de fonctionnement**

Les MCP reposent sur l'application d'un principe physique simple. Au-delà d'une certaine température caractéristique de chaque matériau, ils se liquéfient en absorbant la chaleur de l'atmosphère ambiante et la restituent lorsque la température baisse. Cette propriété du matériau est liée à son importante énergie de fusion par unité de volume, plus celle-ci sera grande plus les propriétés de stockage/restitution de la chaleur seront intéressantes.

IV.4.1.1. Les MCP existants

On peut classer le MCP selon leur nature chimique en trois grandes catégories : Organique, Inorganique et Eutectique.



Figure 183 MCP inorganique (sel hydraté)

Source :

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



Figure 182 MCP organique (paraffine)

Source : [http://fr.made-in-](http://fr.made-in-china.com/co_exportchem/product_Wholesale-Fully-Refined-Bulk.html)

[china.com/co_exportchem/product_Wholesale-Fully-Refined-Bulk.html](http://fr.made-in-china.com/co_exportchem/product_Wholesale-Fully-Refined-Bulk.html)

IV.4.2. Le vitrage à changement de phase

Il s'agit d'une fenêtre à double ou triple vitrages, et dont l'une des lames d'air est remplacée par un **matériau à changement de phase** (MCP). Son principe de fonctionnement est simple mais il varie suivant les saisons.

- **Mode de fonctionnement en hiver**

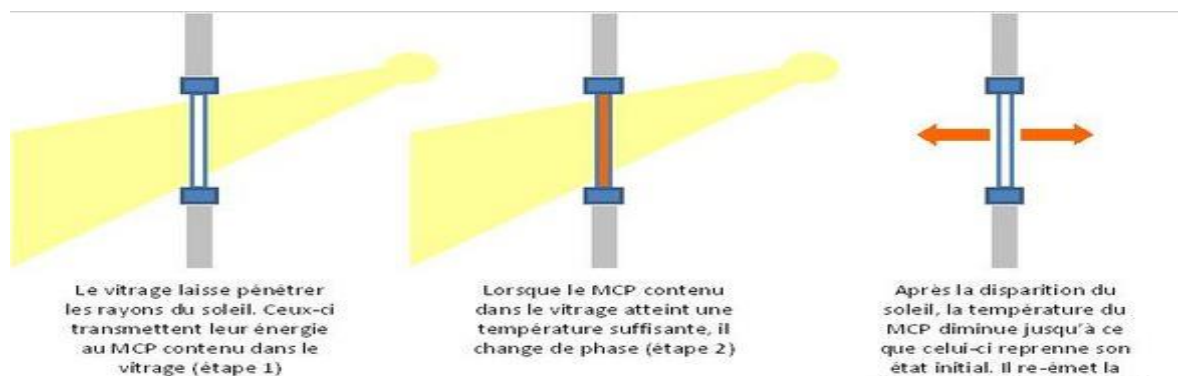


Figure 185 Fonctionnement du vitrage à changement de phase en hiver
 Source : http://ekopedia.osremix.com/Vitrage__C3_A0_changement_de_phase/

- **Mode de fonctionnement en été**



Figure 184 Fonctionnement du vitrage à changement de phase en été
 Source : http://ekopedia.osremix.com/Vitrage__C3_A0_changement_de_phase/

IV.4.2.3. Ses avantages

- Eté
 - Le vitrage permet de réfléchir les rayons du soleil.
 - Il permet d'absorber une partie des surchauffes enregistrées en été. On parle alors d'**écrêtage des températures maximales**.
 - En général, sa faible conductivité thermique et son stockage de la chaleur permettent de réduire de manière significative l'épaisseur des isolants du bâtiment.

- Hiver
 - Le vitrage permet de **stocker la chaleur** du soleil pendant la journée et de la récupérer lorsque la température baisse.



Figure 187 Exemple de bâtiment avec matériaux a changement de phase
<https://www.dezeen.com/2009/09/11/nomiya-temporary-restaurant-by-pascal-grasso/>



Figure 186 Exemple des MCP
 Source : <http://www.maison-passive-nice.fr/135-glassx-crystal-un-vitrage-solaire-hors-du-commun.html/>

IV.4.3. Le verre thermo-chromique.

Un matériau thermochrome, par définition, est un matériau dont les propriétés optiques changent en fonction de la température et ceci de façon réversible ou quasi réversible.

Dans la vie courante, les matériaux thermochromes sont de type organique, comme par exemple les cristaux liquides de type cholestérique ou des molécules formant des pigments appelés 'leuco colorants'.

L'effet thermochrome souhaité pour une application vitrage est le passage réversible d'un état transparent vers un état plutôt sombre ou réfléchissant au-dessus d'une certaine température.

- **Mode de fonctionnement**

Le verre thermochromique change de teinte en fonction de sa température. A moins de 25° Celsius, il se comporte comme un verre clair standard a faible émissivité, entre 25 et 65° Celsius, sa teinte fonce graduellement pour atténuer le gain de chaleur à l'intérieur du bâtiment.

- **Pertinence du choix** Parmi les exigences fonctionnelles de notre projet l'ouverture et la transparence, la quasi-totalité des façades sont vitrées pour cela on a choisi le verre thermochromique comme solution pour assurer un bon confort thermique et visuelle.

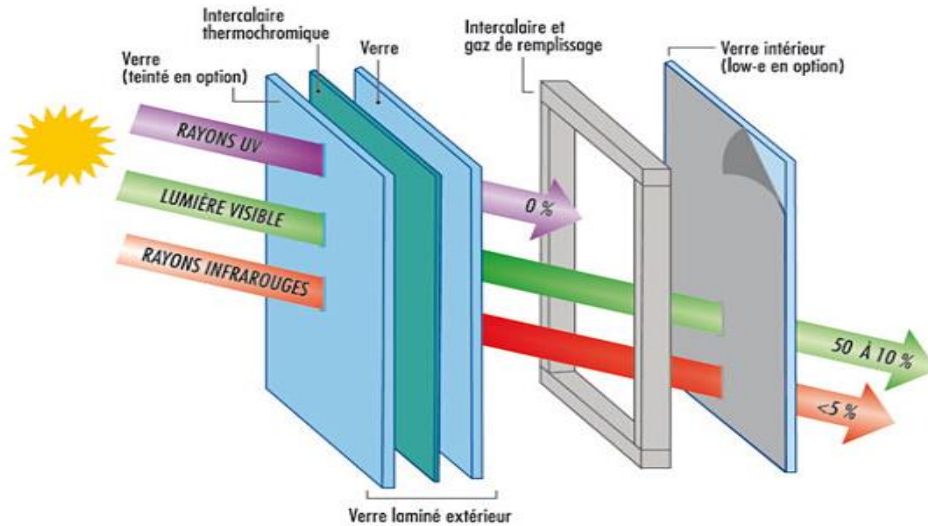


Figure 188 Différentes couches du verre thermochrome

Source <http://www.voirvert.ca/nouvelles/innovation/le-verre-thermochromique-prel-shade>

Conclusion

A travers ce chapitre, et grâce à des procédés architecturaux bioclimatiques et des techniques pour certaines nouvelles, nous espérons avoir apporté des corrections permettant de réduire les consommations et d'améliorer l'efficacité énergétique du projet et d'assurer les confort poly sensoriels des usagers.

Conclusion générale

Nous avons en champ de vision, tout au long de l'élaboration de ce travail, l'objectif principal de concevoir un projet contemporain qui s'inscrive parfaitement dans son contexte environnemental, climatique et urbain avec comme problématiques le malaise des transports ferroviaires et maritimes en général et les pathologies des gares en particulier avaient constitué les questionnements principaux du travail mené durant toute cette année. C'est donc dans le but de prendre en charge cette problématique et ces objectifs que nous avons imaginé et conçu les bâtiments des gares ferroviaire et maritime de Bejaïa, convaincus qu'ils contribueront qualitativement à dynamiser toute une région et particulièrement la ville de Bejaïa et le quartier du port dont l'image est ternie et altérée par des bâtisses vétustes et insalubres.

Notre projet de gares multimodales, en plus des services et commodités liés aux diverses formes de transports auxquels il donne accès, constitue une solution à la problématique posée concernant la rupture fonctionnelle entre les différents réseaux de transports dans la ville de Bejaïa et le reste du pays. Il constitue une opportunité pour le regroupement de plusieurs fonctions urbaines. Nous avons aussi été en mesure de répondre à une problématique non des moindres en l'occurrence la performance énergétique. En effet, une nuée de procédés bioclimatiques passifs et actifs basés sur l'usage des énergies renouvelables et de nouvelles technologies visant à améliorer l'efficacité énergétique et à répondre aux exigences de confort ont été intégrées à l'enveloppe et au cœur.

En somme, le projet d'architecture est en perpétuelle évolution, ce n'est rien d'autre qu'une humble tentative de répondre à des exigences et à des manques concrets, par des problématiques posées en amont, auxquelles nous espérons avoir grandement répondu.

Bibliographie

Ouvrage :

- Les transports et la ville, les réponses possible, Ministère de l'Équipement, des transports et du logement, Ed : Presses de l'école nationale des ponts et chaussées, Paris.
- « La ville de demain » Kenneth POWELL, Ed : SEUIL, Paris, 2000.
- « Gare en mouvement » : Les annales de la recherche urbaine, N° 71, Juin 1996.
- « Méthodes illustrées de création architecturale »CLAIRE et MICHEL DUPLAYEdition
- LE MONITEUR-PARIS 1985.
- Le dictionnaire Larousse
- « Techniques de construction, Construire en Acier »COLLECTION-Edition LE MONITEUR-PARIS 1988.
- « Les éléments des projets de construction .8eme édition »ERNEST NEUFERT–Edition DUNOD.
- Landowski. M., Lemoine .B. Concevoir et construire en acier. Editions Eyrolles Paris.
- Baruch GIVONI, « **L'homme, le climat et l'Architecture** », traduction Jean-Louis IZARD ; Editions du Moniteur, Paris, 1978.

Revue :

- Architecture d'aujourd'hui-370-Mai/Juin2007.
- Architecture d'aujourd'hui-326-Fevrier2000.
- Architecture méditerranéenne-Juin2008-Ed RK0491908743.
- « Les cahiers de l'EPAU », N° 9 / 10 octobre 2001.

Sites Internet :

- [www. google.fr](http://www.google.fr)
- www. arch. web. it
- Encyclopédie encarta 2009.
- <http://www.définition de l'environnement>.
- <http://www.definition de l'environnement naturel.com>.
- <http://www. Guide pratique – PDF>.

Thèses

- Mémoire magister en architecture « le patrimoine ferroviaire du XIXème et XXème siècle en Algérie : identification et valorisation » Mr SAFIR Mohand ou Said.