



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Amar Telidji- Laghouat

FACULTÉ : FACULTÉ DE GENIE CIVIL ET ARCHITECTURE

DÉPARTEMENT : ARCHITECTURE

MÉMOIRE DE MASTER

Présenté par : HOUICHITI KHIRA

**DOMAINE : ARCHITECTURE ET URBANISME ET METIER DE LA
VILLE**

FILIERE : ARCHITECTURE

OPTION : ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT ET TECHNOLOGIE

Thème

**CONCEPTION D'UNE GARE FERROVIAIRE DURABLE DANS LA
VILLE DE DJELFA
(ETUDE DE L'IMPACT DE L'ORIENTATION ET L'OUVERTURE DES
FENETRES SUR LA QUALITE D'AIR)**

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
Mr: Bencheikh.A	MAA	Président
Mme: Baali Saida	MAA	Examineur I
Mr: Tabai Brahim	MCB	Rapporteur

Promotion : Septembre -2020



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



UNIVERSITE AMAR THELIDJI- LAGHOUCAT

FACULTE : FACULTE D'ARCHITECTURE ET DE GENIE CIVIL

DEPARTEMENT : DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

RESUME DE MEMOIRE DE MASTER

Domaine : Architecture, Urbanisme et Métiers de la ville

Filière : Architecture

Option : Architecture et Environnement et Technologie

Thème : conception d'une gare ferroviaire durable dans la ville de Djelfa et étude de l'impact de l'orientation et l'ouverture des fenêtres sur la qualité d'air

Présenté par : **HOUICHITI KHIRA**

Encadré par : Mr. tabi Brahim

Résumé :

En Algérie, La forte urbanisation qu'ont connue les villes, nécessitent le développement des réseaux de transports collectifs, accessibles au plus grand nombre de voyageurs, la gare ferroviaire est à la fois un formidable outil pour une stratégie territoriale Structurée, pour développer et de garantir la qualité du service de déplacement.

A travers cette travail nous avons essayé de concevoir une gare ferroviaires durable répond aux besoins de l'environnement urbain de la ville de Djelfa , qui est caractérisée par un climat froid et semi-aride , cela suivant une méthode conceptuelle environnementale, qui s'est basée sur une étude thématique et analytique, pour se familiariser avec le sujet, puis une étude contextuelle et programmatique afin de définir le programme en fonction des exigences du contexte, avant de passer à la partie conceptuelle du projet pour mettre en exergue la démarche environnementale dans le but d'assurer d'exprimer dans tous ses aspects de la notion du bien-être et de confort du voyageur ; tout en veillant à répondre aux exigences d'une gare ferroviaire durable qui assurer des Ambiances intérieures confortables et saines (confort thermique, visuel, acoustique, respiratoire et olfactif). Et enfin, de simuler numériquement les conditions de la bonne qualité d'air et le confort thermique au sein de l'espace choisi comme cas d'étude avant et après l'application des systèmes passifs.

Mots clés : durable, la gare ferroviaire, Djelfa, climat froid et semi -aride, bien-être, qualité d'air, confort thermique.



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



جامعة عمار ثليجي - الأغواط

كلية/معهد : الهندسة المدنية و الهندسة المعمارية
قسم: الهندسة المعمارية

ملخص مذكرة الماستر

الميدان: هندسة العمارة وتخطيط المدن وتداولات المدينة

الشعبة: هندسة معمارية

التخصص: هندسة معمارية معمارية و بيئة و تكنولوجيا

عنوان المذكرة: تصميم محطة سكك حديدية مستدامة بمدينة الجلفة ودراسة تأثير توجيه وفتح النوافذ على

نوعية الهواء

تقديم الطالب: حويشيتي خيرة

الأستاذ المؤطر: تابعي إبراهيم

ملخص المذكرة:

يتطلب التحضر القوي الذي شهدته المدن الجزائرية تطوير على مستوى شبكات النقل العام، التي يمكن لأكثر عدد من الركاب الوصول إليها، تعد محطة السكك الحديدية أحسن أداة لاستراتيجية إقليمية منظمة، لتطوير وضمان جودة خدمة السفر.

قد حاولنا من خلال هذا العمل تصميم محطة سكك حديدية مستدامة تلبى احتياجات البيئة العمرانية لمدينة الجلفة التي تتميز بمناخ

بارد وشبه قاحل، يتبع منهج مفاهيمي بيئي، استند إلى دراسة موضوعية وتحليلية، للتعرف على الموضوع، ثم دراسة سياقية وبرنامجية

من أجل تحديد البرنامج وفقا لمتطلبات السياق، قبل الانتقال إلى الجزء المفاهيمي من المشروع لتسليط الضوء على النهج البيئي من

أجل ضمان التعبير عن مفهوم رفاه المسافر وراحته من جميع جوانبه؛ مع ضمان تلبية متطلبات محطة السكك الحديدية المستدامة التي

تضمن أجواء داخلية مريحة وصحية (راحة حرارية وبصرية وصوتية وتنفسية وحسية). وأخيرا، لمحاكاة رقميا ظروف نوعية الهواء

الجيدة والراحة الحرارية داخل الفضاء الذي تم اختياره كدراسة حالة قبل وبعد تطبيق النظم الغير نشطة.

الكلمات المفتاحية: المستدامة، محطة السكك الحديدية، الجلفة، والمناخ البارد وشبه القاحلة، والرفاه، ونوعية الهواء، والراحة

الحرارية.



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



UNIVERSITE AMAR THELIDJI- LAGHOUAT

FACULTE : FACULE D'ARCHITECTURE ET DE GENIE CIVIL

DEPARTEMENT: DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

ABSTRACT OF MASTER MEMORY

DOMAIN : Architecture, Urbanisme et Métiers de la ville

SECTOR : Architecture

SPECIALITY : Architecture et Environnement et Technologie

Theme: Design of A Sustainable Railway Station in The City of Djelfa And Study of The Impact Of Orientation And Opening Of Windows On Air Quality

Presented by: HOUICHITI KHIRA

Supervised by: Mr. tabi Brahim

Abstract:


In Algeria, the strong urbanization experienced by cities, require the development of public transport networks, accessible to the largest number of passengers, the railway station is both a formidable tool for a structured territorial strategy, to develop and guarantee the quality of the travel service.

Through this work we have tried to design a sustainable railway station meets the needs of the urban environment of the city of Djelfa, which is characterized by a cold and semi-arid climate, following an environmental conceptual method, which was based on a thematic and analytical study, to familiarize itself with the subject, then a contextual and programmatic study in order to define the program according to the requirements of the context. , before moving on to the conceptual part of the project to highlight the environmental approach in order to ensure that the concept of the well-being and comfort of the traveller is expressed in all its aspects; while ensuring that the requirements of a sustainable railway station are met that ensure comfortable and healthy indoor atmospheres (thermal, visual, acoustic, respiratory and olfactory comfort). And finally, to digitally simulate the conditions of good air quality and thermal comfort within the space chosen as a case study before and after the application of passive systems.

Keywords: sustainable, railway station, Djelfa, cold and semi-arid climate, well-being, air quality, thermal comfort.




Remerciement



Nous tenons tout d'abord à remercier Allah le tout puissant,
qui a nous

donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

La première personne que nous tenons à remercier notre
encadreur



Mr. TABAI Brahim, pour l'orientation, la confiance, la
Patience qui a constitué un apport considérable sans lequel ce
travail n'aurait pas pu être mené au bon port.

Nous remercions aussi les membres de jury **Mr.BENCHIKH
Abderazak – Mme.BAALI** Saida qui accepté évaluer notre
travail.



Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à tous les

Professeurs qui nous ont enseigné et qui par leurs
compétences nous

ont soutenu dans la poursuite de nos études.

A nos familles et nos amis qui par leurs prières et leurs


Encouragements, on a pu surmonter tous les obstacles.




DEDICACES

Tout d'abord je tiens à remercier et dédier ce mémoire à :

A mon inestimable père : son souvenir reste à jamais
gravé dans ma mémoire .paix à son âme




Ma première école, à ma très chère mon adorable mère
pour le courage et le sacrifice qu'elle a consentis pendant
la durée de mes études en lui souhaitant une longue vie
pleine de joie et de santé



Aux fleurs de ma vie mes très chère sœurs et frères qui
m'ont toujours écouté, aidé, encouragé et soutenus
moralement et physiquement de près et de loin avec
amour et tendresse pendant tous mes études

Mes dédicaces à vous mes oncles, tantes , cousins, cousines,
nièces et neveux



Aussi à mes amies inséparables qui m'ont toujours encouragé,
aidé et conseillé :

Meriem , Wiaam , Lina , Manina

A tous mes amis qui mon aidé et conseillé de près et de loin.

Tableau des matières :

I.	INTRODUCTION GENERALE	1
II.	PROBLEMATIQUE GENERALE	2
III.	HYPOTHESES	3
IV.	L'OBJECTIF	3
V.	DEMARCHE METHODOLOGIQUE	3
VI.	OUTILS DE RECHERCHE	4
VII.	STRUCTURE DU MEMOIRE.....	4
I.	CHAPITRE THEMATIQUE.....	7
I.1	INTRODUCTION	7
I.2	VOLET 1 : ARCHITECTURE ET DURABILIT	7
I.2.1	les notions liees a l'architecture durable	7
I.2.1.1	developpement durable	7
I.2.1.1.1	definition	7
I.2.1.1.2	importance du developpement durable en architecture	7
I.2.1.2	Architecture durable	8
I.2.1.2.1	Définition	8
I.2.1.2.2	L'objectif de l'architecture durable	8
I.2.2	strategies de l'architecture durable	9
I.2.3	les zones froids et semi-arides	13
I.2.3.1	Définition de climat froid et semi arides	13
I.2.3.2	Construire en climat froid et semi-aride	13
I.2.4	Synthèse	15
I.3	VOLET2 : TRANSPORT FERROVIAIRE ET GARE FERROVIAIRE	15
I.3.1	Définition du transport	16
I.3.2	Classification de transport	16
I.3.3	Transport ferroviaire.....	16
I.3.3.1	Définition	16
I.3.3.2	Transport ferroviaire en Algérie	17
I.3.3.3	L'état de chemin de fer en Algérie	17
I.3.3.4	Etat de transport ferroviaire à Djelfa	19
I.3.4	Gare ferroviaire	20
I.3.4.1	Définition	20
I.3.4.2	L'histoire des gares ferroviaire	20
I.3.4.3	Les composants du gares ferroviaires	22

I.3.4.4	Les échelles de la gare	24
I.3.4.5	De compositions spatiales d'une gare :	25
I.3.4.6	synthese	27
I.3.5	CONCLUSTION	28
II.	CHAPITRE ANALYTIQUE	30
II.1	introduction	30
II.2	EXEMPLE 01 : GARE NAPOLI AFRAGOLA	30
II.2.1	Motivation du choix de l'exemple	30
II.2.2	Fiche technique	30
II.2.3	Situation et accessibilité	30
II.2.4	Lecture et analyse de plan de masse	31
II.2.5	Lecture et analyse des plans	32
II.2.6	Lecture et analyse des façades	35
II.2.7	Lecture et analyse des systèmes constructifs	36
II.2.8	Aspects liés à la durabilité	36
II.3	EXEMPLE 02 : la nouvelle gare TGV de Tanger Maroc.....	37
II.3.1	Motivation du choix de l'exemple	37
II.3.2	Fiche technique	37
II.3.3	Situation et accessibilité	37
II.3.4	Gènes de projet	38
II.3.5	Lecture et analyse de plan de masse	39
II.3.6	Lecture et analyse des plans	41
II.3.7	Lecture et analyse des façades	43
II.3.8	Lecture et analyse des systèmes constructifs	44
II.3.9	Aspects liés à la durabilité	44
II.4	EXEMPLE 03 : LA GARE DE Liège Guillemins	45
II.4.1	Motivation du choix de l'exemple	45
II.4.2	Fiche technique	45
II.4.3	Situation et accessibilité	45
II.4.4	Lecture et analyse de plan de masse	46
II.4.5	Lecture et analyse des plans	47
II.4.6	Lecture et analyse des façades	50

II.4.7	Lecture et analyse des systèmes constructifs	50
II.5	EXEMPLE 04 : LA GARE DE Newport	51
II.5.1	Motivation du choix de l'exemple	51
II.5.2	Fiche technique	51
II.5.3	Situation et accessibilité	51
II.5.4	Lecture et analyse de plan de masse	52
II.5.5	Lecture et analyse des plans	53
II.5.6	Lecture et analyse des façades	53
II.5.7	Lecture et analyse des systèmes constructifs	54
II.5.8	Aspects liés à la durabilité	54
II.6	Synthèse de chapitre	55
III.	CHAPITRE CONTEXTIEL...	58
III.1	Introduction	58
III.2	VOLET 01 : ETUDE DE LA VILLE DE DJELFA.....	58
III.2.1	Présentation générale de la ville Djelfa	58
III.2.1.1	Situation géographique et astronomique	58
III.2.1.2	Accessibilité de la wilaya	58
III.2.2	Aperçu historique de la ville Djelfa	59
III.2.3	Les données climatiques	59
III.3	VOLET 02 : Analyse de site.....	63
III.3.1	Motivation de choix de site	63
III.3.2	Situation de site	63
III.3.3	Presentation du terrain	64
III.3.3.1	Accessibilité de site	64
III.3.3.2	Les limité du terrain	64
III.3.3.3	Dimensions et morphologie du terrain	64
III.3.3.4	Topographie	65
III.3.4	Etude climatique	65
III.4	Synthèse	66
IV.	CHAPITRE PROGRAMATIQUE.....	68
IV.1	Introduction	68
IV.2	Principes d'élaboration du programme d'une gare ferroviaires	68
III.5	Programme de base d'une gare ferroviaire	69
III.6	Les Fonctions d'une gare ferroviaire	69
IV.3	PROGRAMME QUALITATIF	70

IV.4	LES OBJECTIFS A ATTEINDRE	72
IV.5	PROGRAMME QUANTITATIF DU PROJET	73
IV.5.1	Le programme quantitatif des exemples	73
IV.5.2	Organigramme fonctionnelle	74
IV.5.3	Les différents circuits	74
IV.5.3.1	Circuit de voyageur (départ)	74
III.6.1.1	Circuit de voyageur (arrivée)	75
III.6.1.2	Circuit personnelle	75
IV.5.3.2	Circuit de visiteur	76
IV.5.4	Le programme proposé	76
V.	CHAPITRE CONCEPTUEL.....	82
V.1	Introduction	82
V.2	VOLET 1: ETUDE ARCHITECTURALE	82
V.2.1	Les concepts projectifs (lies à l'architecture)	82
V.2.2	Les concepts lies à la durabilité	82
V.2.3	La genèse de projet	84
V.2.3.1	L'idée inspiration	84
V.2.3.2	Les étapes de la genèse du projet	85
V.2.4	Conception des espaces extérieurs	88
V.2.5	Présentation du plan de masse	91
V.2.6	Affectation des entités	91
V.2.7	Description et présentation des plans	92
V.2.8	LES COUPES	97
V.2.9	Conception des façades	98
V.2.10	Aspects Environnementaux Traités au Niveau des plans intérieurs	101
V.2.11	Synthèse	105
V.3	VOLET 2 : ETUDE TECHNIQUE.....	106
V.3.1	SYSTEME CONSTRUCTIF	106
V.3.2	LE GROS ŒUVRE	107
V.3.2.1	L'infrastructure	107
V.3.2.2	La superstructure.....	108
V.3.3	LES SECONDS OEUVRES	110
V.3.4	CORPS D'ETAT SECONDAIRE	114
V.3.4.1	Escaliers mécaniques	114
V.3.4.2	Les ascenseurs	114

V.3.4.3	La climatisation	115
V.3.4.4	Ventilation	115
V.3.4.5	Electricité	115
V.3.4.6	L'éclairage	115
V.3.4.7	Les panneaux d'affichages	116
V.3.4.8	Confort acoustique	116
V.3.4.9	Gestion d'énergie	116
V.3.4.10	Système de sécurité	117
V.3.4.11	Gestion d'eau	118
V.3.4.12	Gestion des déchets	119
VI.	CHAPITRE DE SUMILATION ET DURABILITE.....	122
VI.1	Introduction	122
VI.2	problematique	123
VI.3	hypothese	123
VI.4	objectifs	124
VI.5	methodologie de recherche	124
VI.6	les outils de recherche	124
VI.7	VOLET 01 : ASPECT THEORIQUE	125
VI.7.1	Définition de la qualité d'air	125
VI.7.2	Les sources de pollution	125
VI.7.3	La qualité d'air dans les gares ferroviaire	126
VI.7.3.1	Source des contaminants dans l'air intérieur dans la gare ferroviaire	126
VI.7.4	Les effets sur la santé d'une mauvaise qualité de l'air intérieur	128
VI.7.5	Différents paramètres de la qualité d'air intérieur	128
VI.7.7	Critères d'évaluation de la qualité de l'air intérieur	130
VI.7.8	Les normes recommandées dans la qualité de l'air	131
VI.7.9	Améliorer le renouvellement d'air	132
VI.7.9.1	Stratégie passive pour le mouvement de l'air (ventilation naturelle)	133
VI.7.9.1.1	Le fonctionnement ventilation naturelle	134
VI.7.9.1.2	Avantages de la ventilation naturelle	134
VI.7.9.1.3	Types de ventilation naturelle	134
VI.7.9.1.4	Quelque cavité utilisée en ventilation naturelle	137
VI.7.9.2	Stratégie hybride pour le mouvement de l'air	137
VI.7.9.3	Différentes cavités utilisées en ventilation naturelle dans notre projet	138
VI.8	VOLET 01 : Aspect expérimentale	140

VI.8.1	Les différents aspects de confort respiratoire dans notre projet	140
VI.8.2	Présentation de l'espace étude	141
VI.8.3	Les paramètres de simulation	141
VI.8.4	Période de simulation	141
VI.8.5	Cas initial	142
VI.8.5.1	Cas de ventilation par ouverture des fenêtres	142
VI.8.5.2	Cas avec ventilation naturelle par tirage thermique	145
VI.8.6	Cas amélioré	148
VI.9	SYNTHÈSE	150
VIII.	CONCLUSION GENERALE	151

LISTE DE FIGURES

CHAPITRE THEMATIQUE

Figure 1: organigramme de classification de transport	16
Figure 2: carte représente l'horizon du réseau ferroviaire a fin 2015.....	17
Figure 3: la line de Djelfa - Laghouat	19
Figure 4 : gare ferroviaire de Kenitra	20
Figure 5: la gares terminus	21
Figure 6 : gare RO-RO	22
Figure 7 : gare combinées RO-RO -terminus	22
Figure 8 : chemin de fer	23
Figure 9 : halte périurbaine	24
Figure 10: halte rurale source	24

CHAPITRE ANALYTIQUE

Figure 11: gare ferroviaire Napoli Afragola	30
Figure 12 : accessibilité de la gare ferroviaire Napoli Afragola	31
Figure 13:situation de la gare ferroviaire Napoli Afragola.....	31
Figure 14: plan de masse de la gare ferroviaire Napoli Afragola	31
Figure 15: gare de Napoli Afragola	32
Figure 16:plan RDC	32
Figure 17: plan 1 ^{er} étage	33
Figure 18: quais de la gare Afragola	33
Figure 19:plan 2eme étage.....	34
Figure 20: plan 3eme étage.....	34
Figure 21: atrium de la gare Afragola	35
Figure 22:façade de la gare Napoli Afragola	35
Figure 23: grande entré de la gare Napoli Afragola	35
Figure 24 : toiture de la gare Napoli Afragola	35
Figure 25: hall de la gare Napoli Afragola	36
Figure 26: système structurelle de la gare Napoli afragola.....	36
Figure 27: vue sur la toiture de hall de la gare de Napoli	36
Figure 28: la nouvelle gare TGV de Tanger Maroc	37
Figure 29: situation de la nouvelle gare TGV de Tanger.....	37
Figure 30: accessibilité de la gare de Tanger	38

Figure 31: gènes de la nouvelle gare tgv de Tanger	38
Figure 32: plan de masse de la nouvelle gare TGV de Tanger	39
Figure 33: les composent de projet de la nouvelle gare L.G.V	39
Figure 34: les espaces publics extérieurs de la nouvelle gare LGV de Tanger	40
Figure 35: les flux automobiles de la nouvelle gare LGV de Tanger	40
Figure 36: la nouvelle gare LGV de Tanger	40
Figure 37: plan RDC de la nouvelle gare de Tanger	41
Figure 38: organisation de flux de voyageurs	41
Figure 39: plan d'etage de la nouvelle gare lgv de tanger.....	42
Figure 40: organisation de flux de voyageurs à l'étage.....	42
Figure 41: coups de la nouvelle gare LGV de Tanger	43
Figure 42: le jardin de la nouvelle gare LGV de Tanger	43
Figure 43: façade principale de la gare.....	43
Figure 44:systeme constrictifs de la gare de Tanger	44
Figure 45: coupe 1 représente les stratèges de la durabilité façade nord-est, sud-ouest.....	44
Figure 46:coup 2 représente les stratèges de la durabilité	44
Figure 47: la gare de liège Guillemin	45
Figure 48: situation de la gare liège Guillemins.....	45
Figure 49: accessibilité de la gare liège Guillemin.....	45
Figure 50:plan de masse de la gare liège Guillemin.....	46
Figure 51: les quais de la gare Liège Guillemin.....	46
Figure 52: circulation mécanique de la gare liège Guillemin	46
Figure 53: coupe.....	47
Figure 54: la gare liège Guillemin.....	47
Figure 55: défèrent entité au niveau de grand galerie	47
Figure 56:plans de niveau grande galerie	48
Figure 57: défèrent entité au niveau des quais	48
Figure 58: plan de niveau des quais	48
Figure 59:plan de parking niveau 2.....	49
Figure 60: plateforme routière	49
Figure 61: plan niveau passerelles-plateforme routière-balcon	49
Figure 62: façade de la gare de liège	50
Figure 63: façade principale de la gare de liège.....	50
Figure 64: la structure de la gare de liège	50
Figure 65: structure de la gare de liège.....	50
Figure 66: la gare ferroviaire de Newport	51
Figure 67: situation de la gare de Newport	51

Figure 68:accessibilité de la gare de Newport	51
Figure 69:plan de masse de la gare de Newport.....	52
Figure 70: volume de la gare de Newport.....	52
Figure 71: plan de 1er étage de la gare de Newport	53
Figure 72: plan de rdc de la gare de Newport	53
Figure 73: coupe 1	53
Figure 74: structure de la gare de Newport.....	54
Figure 75: coupe 2.....	54

CHAPITRE CONTEXTUEL

Figure 76: situation de la ville Djelfa	58
Figure 77: accessibilité territoriale de la ville de Djelfa	58
Figure 78:la ville de Djelfa en 1868.....	59
Figure 79: la ville de Djelfa en 1974	59
Figure 80: la ville de Djelfa en 1883	59
Figure 81:carte climatique de l'Algérie	60
Figure 82:graphe représente la température de la ville pour l'année 2019.....	60
Figure 83:graphe représente l'humidité de la ville de Djelfa.	60
Figure 84:précepitation de la pluie de la ville de Djelfa. En 2019	61
Figure 85: graphe représente la chute de neige mensuelle moyenne mesurée en eau.	61
Figure 86:rose des ventsde la ville de djelfa pour lanné 2018	61
Figure 87: Heures de clarté et crépuscule de la ville de Djelfa en 2019.....	62
Figure 88:Lever du soleil et coucher du soleil avec crépuscule de la ville de Djelfa en 2019.....	62
Figure 89: Le diagramme stéréographique de la région de Djelfa par mois.	62
Figure 90:situation de la gare ferroviaire par rapport de la ville de Djelfa	63
Figure 91: accessibilité de projet.....	64
Figure 92: les limites de terrain.....	64
Figure 93: dimension du terrain	65
Figure 94:coupe 2.....	65
Figure 95: coupe 1	65
Figure 96: étude climatique de terrain	65

CHAPITRE PROGRAMATIQUE

Figure 97: organigramme représente les fonctions d'une gare ferroviaire	70
Figure 98: hall d'accueil de Gare Portugal Porto.....	70
Figure 99: les quais de la gare liégé guillemin.....	71
Figure 100: commerce de la nouvelle gare lgv de Tanger	71
Figure 101: panneau d'information de la gare liégé guillemin	72

Figure 102: parking de la gare liège guillemin	72
Figure 103: organigramme fonctionnel	74
Figure 104: organigramme représente le circuit de voyageur de de départ	75
Figure 105: organigramme représente le circuit de voyageur d'arrivé	75
Figure 106: organigramme de circuit de personelle	76
Figure 107: organigramme de circuit de visiteurs	76

CHAPITRE ARCHITECTURAL

Figure 127:le son de bruit	84
Figure 128: le bruit de contact roue-rail	84
Figure 129:inspiration de la forme du projet.....	85
Figure 130: les donné de site.....	85
Figure 131:implantation de la masse bâti	86
Figure 132:transformation de de la forme de base	86
Figure 133: transformation de la forme de 1er courbe	86
Figure 134: transformation de la forme de 2er courbe	86
Figure 135:l'imploration de la forme sur le terrain.....	87
Figure 136:l'ajout des atriums	87
Figure 137: traitement Skyline	88
Figure 138: vue sur les parkings du projet	88
Figure 139: parking pour les taxis	88
Figure 140: vue sur les parcours	89
Figure 141:vue sue les espaces de détente	89
Figure 142: vue sur les lacs d'eau	89
Figure 143: vue sur les lacs d'eau	89
Figure 144: vue sur la cafétéria	90
Figure 145: vue sur la cafétéria	90
Figure 146: vue sur les quais et les voies ferre	90
Figure 147: vue sur les quais et les voies ferre	90
Figure 148: parking de location du voitures	90
Figure 149: plan de masse	91
Figure 150: principe de disposition des entités dans rdc	91
Figure 151: principe de disposition des entités dans le 2eme étage	92
Figure 152: principe de disposition des entités dans le 1er étage	92
Figure 153: plan de RDC	93
Figure 154: plan de 1er étage	94

Figure 155: plan de 2eme étage	95
Figure 156:circuit de circulation dans rdc	95
Figure 157:ciucuit de circulation dans le 2eme étage	96
Figure 158: circuit de circulation dans 1er étage	96
Figure 159 : les différents circuits de la gare	96
Figure 160: coupe a-a	97
Figure 161: coupe B-B	97
Figure 163: les ondes sonores	97
Figure 165: les Skyline et les courbes appliqué sur traitement les façades	98
Figure 162: traitement inspiré au ondes sonores	98
Figure 164: vue sur le traitement de la façades sud.....	98
Figure 166: vue sur la toiture de la gare	98
Figure 167: les ouvertures de la façades nord	98
Figure 168: entré de parking coté administratif	99
Figure 169: entré de la gare	99
Figure 170: la façade principale	99
Figure 171: la façade postérieure	100
Figure 172:façade est	100
Figure 173:façade ouest	101
Figure 174: vue sur les atriiums de la gare	102
Figure 175: les panneaux photovoltaïques sur la toiture de cafétéria	102
Figure 176: ouvertures de la façades nord de projet	102
Figure 177: ouvertures de la façade sud de projet	102
Figure 178: jardin intérieur	103
Figure 179: vues sur la façade nord et nord-ouest.....	103
Figure 180: vue sur les filtres solaires	104
Figure 181: vue sur le bassin d'eau	104
Figure 182:schéma d'un poteau avec semelle isolé.....	107
Figure 183: plan des axes et des joints	108
Figure 184: La forme du joint de dilatation et couvre joint	108
Figure 185: des poutres métalliques alvéolaires.....	109
Figure 186: plancher collaborant (plancher mixte)	109
Figure 187: charpente métallique dans la gare centrale d 'Utrecht	109
Figure 188: faux plancher en verre.....	110
Figure 189: cloisons amovibles.....	111
Figure 190:cloison fixes en verre	111
Figure 191: détaille de mur a rideaux en verre autonettoyant	111

Figure 192: déférence entre le verre classique et le verre autonettoyant	112
Figure 193: façades double peau	112
Figure 194: détail des semelle anti vibration	113
Figure 195: escalator circulaire	114
Figure 196: ascenseurs panoramique.....	114
Figure 197: système géothermie intègre au sol	115
Figure 198: panneaux d'affichages	116
Figure 199: des panneaux photovoltaïques flexibles	116
Figure 200: brises soleil verticaux	117
Figure 201: brises soleil horizontaux	117
Figure 202: caméra de surveillance	117
Figure 203: extinction automatique a eau (sprinklers)	118
Figure 204: récupération de l'eau pluviale	119
Figure 205: robinets intelligent	119
Figure 206: poubelle intelligente.....	119
SIMULATION ET DURABILITE	
Figure 207: les polluants extérieurs et intérieurs.....	126
Figure 208: schéma représente le renouvellement de l'air	132
Figure 209: fonctionnement de ventilation naturelle	134
Figure 210: action des vents sur le bâtiment	135
Figure 211: effet de tirage thermique dans les bâtiments	135
Figure 212: ventilation traversante.....	136
Figure 213: ventilation par conduit verticaux	136
Figure 214: diagramme schématique de trois types de cavité pour le chauffage passif et la ventilation naturelle	137
Figure 215: vues sur les ouvertures de la gare	138
Figure 216: ventilation par atrium.....	139
Figure 217: vue sur les atriums	139
Figure 218: vue sur la façade double peau	139
Figure 219: les stratégies adoptées pour assurer une bonne qualité d'air a niveaux de plan	140
Figure 220 : Plan schématique qui présente les solutions pour le confort répertoire	140
Figure 221: le hall d'accueil de la gare	141
Figure 222: concentration de co2 au niveau de hall d'accueil (jour d'été 21 juillet)	143
Figure 223: concentration de co2 au niveau de hall d'accueil (jour d'hiver 8 janvier)	143
Figure 224: la température intérieure dans le hall d'accueil en jour d'été (21 juillet)	144
Figure 225: la température intérieure dans le hall d'accueil en jour d'hiver (8 janvier)	145

Figure 226: configuration de l'espace étudié	146
Figure 227: concentration de niveau de polluant (co2) dans le hall d'accueil ventilé par tirage thermique	146
Figure 228: la température intérieure dans le hall d'accueil journée d'été (21juillet) cas de tirage thermique par atriums.....	147
Figure 229: la température intérieure dans le hall d'accueil cas de tirage thermique par atrium par atrium	147
Figure 230:concentration de co2 dans le hall d'accueil cas de ventilation hybride	148
Figure 231: température intérieure dans le hall d'accueil cas de ventilation hybride (8 janvier)	149

LISTE DES TABLEAUX :

Tableau 1: état de transport ferroviaire en Algérie	18
Tableau 2: périmètre de réseaux ferroviaire de la line Djelfa - Laghouat	19
Tableau 3: le programme présenté dans l'analyse des exemples	74
Tableau 4: programme proposé	80
Tableau 5: paramètres de la qualité d'aire	129
Tableau 6: débits d'air en m ³ //h occupant en fonction des locaux.....	131
Tableau 2: débits d'air en m ³ //h occupant en fonction des locaux.....	131
Tableau 8: taux de renouvellement d'air dans les bâtiments non résidentiel	132
Tableau 9: configuration de l'espace étude	142

INTRODUCTION GENERALE

I. INTRODUCTION GENERALE :

L'environnement couvre un champ très large dans notre planète, y compris l'ensemble des phénomènes et des interactions qui s'y déploient, c'est-à-dire tout ce qui entoure l'homme, tout simplement notre milieu de vie ; bien que cette position centrale de l'homme soit précisément un objet de controverse dans le champ de l'écologie... Dans le domaine du bâtiment et construction, l'environnement incarné dans la démarche de la qualité environnementale.

Depuis plusieurs décennies, la qualité de l'environnement se dégrade et sa capacité à fournir ses précieux services se réduit. Les activités économiques de l'Homme sur son environnement sont à l'origine de cette dégradation. A cause de ses problèmes environnementaux et ses dégâts, le passage aux actions correctives s'est avéré nécessaire. Les actions préventives à toute éventuelle destruction de notre environnement écologique sont encore plus importantes et commencent notamment par l'enseignement de l'environnement et des actions socio-économiques, dites de développement durable.

Le développement durable est un développement social, économique et politique appliqué à plusieurs domaines, L'architecture comme tous les domaines c'est intégré à ce nouveau concept, ce qui a donné naissance à plusieurs tendances et démarches architecturales, qui se peuvent être réunis sous l'appellation « architecture durable ». Où les concepteurs des bâtiments doivent veiller à minimiser les impacts néfastes de la construction sur l'environnement, minimiser le recours abusif aux ressources non renouvelables en particulier en matière d'énergie et améliorer le bien-être et une qualité de vie meilleure.

Notre monde moderne ne saurait vivre sans consommer l'énergie, mais cette consommation, non maîtrisée, telle que le secteur du bâtiment consomme 45% de toute l'énergie et le secteur résidentiel et tertiaire consomme 34% et représente 23.2% des émissions de CO₂, d'autre part le transport consomme 33 % de l'énergie, et occupe la première place de l'émission de CO₂ par 36%. Donc le transport représente une grande source de pollution atmosphérique.¹

En Algérie, La forte urbanisation qu'ont connue les villes, nécessitent le développement des réseaux de transports collectifs, plus économiques en énergie et moins émissifs en gaz à effet

¹ ADEM (L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie) climat, air et énergie, web édition 2015 page 29

de serre, accessibles au plus grand nombre de Voyageurs et occupant moins d'espace. Cela fait du transport le poumon de la ville.

Parmi les réseaux de transports collectifs, le transport ferroviaire qui a connaît actuellement une remarquable évolution. La gare ferroviaire est un formidable outil pour une stratégie territoriale Structurée.

Djelfa comme toutes les villes d'Algérie souffrent du problème du transport et de circulation, elle possède déjà un réseau ferroviaire, qui. Représente le noyon de la trace ferroviaire nord sud en Algérie.

Notre projet sera une gare ferroviaire durable dans la ville de Djelfa climat semi-aride de froid qui nécessite d'exprimer dans tous ses aspects de la notion du bien-être et de confort du voyageur ; tout en veillant à répondre aux exigences d'une gare ferroviaire et assurant des Ambiances intérieures confortables et saines (confort thermique, visuel, acoustique, respiratoire et olfactif).

La qualité d'aire dans les bâtiments conçus dans les zones à climat froid et semi-aride reste une des préoccupations majeures dont les concepteurs essayent de trouver des solutions passives et économiques tel que les systèmes de ventilation naturelle.

Dans ce travail nous étudions l'impact de l'orientation et l'ouverture de la fenêtre sur la qualité d'air et nous essayons de vérifier la qualité d'air à l'aide d'une simulation dans l hall d'accueil.

II. PROBLEMATIQUE GENERALE :

Dans ce travail on va essayer de concevoir une gare ferroviaire durable au niveau de la ville de Djelfa, À travers ce travail nous essayons de proposer et trouver les solutions environnementales les plus adéquates qui peuvent être intégrées dans le processus de conception de la gare ferroviaire. En posent la question, **Comment concevoir une gare ferroviaire durable dans la ville de Djelfa qui caractérisée par une climat semi-aride froid ?**

Cette problématique peut être détaillée par une sous question pouvant mieux cerner le thème et par conséquent réussir le projet.

Quel est l'impact de la disposition du l'ouvertures sur la qualité d'air dans le hall d'accueil de la gare ferroviaire ?

III. HYPOTHESES :

- Appliquer les principes de conception de l'architecture durable dans les zones froides semi-aride.
- Utilisation de la ventilation naturelle par (ouverture de fenêtres, atrium) pour assurer la qualité d'air intérieur.
- Favoriser les aménagements des espaces intérieurs par la création de jardin ou atrium.
- L'utilisation des systèmes et des nouvelles technologies pour minimiser la consommation énergétique.

IV. L'OBJECTIF :

- Concevoir une gare ferroviaire, selon les notions de la durabilité en particulier.
- Prendre connaissance et la maîtrise les différentes démarche de l'architecture durable.
- Evaluer la qualité d'aire dans l'espace principale dans la gare ferroviaire qui est hall d'accueil.

V. DEMARCHE METHODOLOGIQUE :

Pour atteindre les objectifs tracés, il faut suivre une méthodologie bien organisée qui facilitera la conception du projet selon les étapes suivantes :

- **La récolte des documents :**

Cette partie est établie suivant un mode théorique basé sur une recherche bibliographique à travers des livres, thèses, rapports, articles ...etc. dans cette étape nous avons essayé de déterminer les outils conceptuels et les aspect théoriques clés de thème ; le développement durable, l'architecture durable, le transport, les gares ferroviaire.

- **Une étude analytique :**

La deuxième partie va aborder le volet d'analyse des exemple similaires t et l'interprétation de toutes les informations recueillis à travers la recherche documentaires sur le sujet, L'étude de tous ces points et en fonctions des résultats obtenues dans chaque partie de recherche nous va permet d'établir nos objectifs.

- **Etude du contexte :**

Pour bien connaitre les éléments influant sur le site d'intervention par des visites sur terrain, et la consultation des documents graphiques liée à notre site d'intervention pour assimiler les atouts et les contraintes de site.

- **Une approche architecturale :**

L'objectif de cette partie est de procéder à la conception du projet (la méthodologie de la projection architecturale) en présentant l'évolution formelle du projet en tenant en considération les différentes conclusions tirées des chapitres précédent, cette partie consiste aussi à définir les différents dispositifs et techniques environnementaux adoptés au projet.

VI. OUTILS DE RECHERCHE:

On s'est basé dans la réalisation de ce travail sur plusieurs sources et données entre autres des outils documentaires (livres, documents, articles, mémoires, sites Web, revues scientifiques), on a également exploré des outils informatiques (des logiciels de dessins et de simulations).

VII. STRUCTURE DU MEMOIRE:

Chapitre 1 : thématique : cette étape consiste à la connaissance des différentes définitions, concepts concernant le thème (gare ferroviaire Durable).

Chapitre 2 : Analytique : cette étape consiste à l'analyse des projets similaires pour connaitre les aspects environnementaux et les comparer avec les programmes, à la fin de cette étape on va préciser un programme fonctionnel moderne et distinct.

Chapitre 3 : contextuelle : ce chapitre est devisé en deux volets, le premier est ce consiste à connaitre les différentes informations relatives à la ville et deuxième et analyse de site d'intervention qui nous aidera dans la conception du projet (climat, précipitation, l'environnement proche, l'accessibilité et les flux, le cotexte architectural) à la fin, on pourra définir les propriétés du site.

Chapitre 3 : programmatique : consiste à une analyse qualitative et quantitative du programme national et le comparer à d'autres programmes internationaux pour avoir la possibilité de choisir un programme efficace.

Chapitre 4 : conceptuel : : ce chapitre est divisé en deux volets, le premier est le volet architectural, il présente les principes et les concepts utilisés, ainsi que les différentes étapes de la formalisation du projet, avec une description générale de celui-ci. Le deuxième volet aborde l'étude technique (détails structurel, techniques, stratégies, matériaux durables). **Chapitre 5 : technique : durabilité et simulation** : où nous traiterons l'aspect du confort respiratoire où nous traiterons l'aspect de la qualité d'air dans le hall d'accueil de la gare ferroviaire, nous avons vérifié le résultat à l'aide d'un logiciel.

CHAPITRE THEMATIQUE

I.1 INTRODUCTION :

La recherche de la qualité environnementale vise à établir un équilibre harmonieux entre le bâtiment et son environnement, Cette approche a pour but de comprendre ce terme, ses concepts ainsi que ses principes, qui sont des éléments déterminants de la réussite du projet.

I.2 VOLET 1 : ARCHITECTURE ET DURABILIT

I.2.1 LES NOTIONS LIEES A L'ARCHITECTURE DURABLE :

De nos jours, la notion de développement durable, largement répandue par la vague écologique dans plusieurs domaines, ouvre la voie de l'architecture durable pour une conception offrant une meilleure qualité de vie tout en préservant l'environnement.

I.2.1.1 Développement durable :

I.2.1.1.1 Définition :

Terme désignant les actions conciliant développement économique, respect de l'environnement, renouvellement des ressources et exploitation rationnelle, et développement socialement équitable. Ce mode de développement « répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins ».²

I.2.1.1.2 Importance du développement durable en architecture :

Le développement durable indique une façon réfléchie de concevoir le présent en tenant compte des effets à long terme, tant au niveau économique, environnemental et social. En architecture, cette ligne de penser devient de plus en plus importante et reconnue comme étant la marche à suivre pour améliorer le sort des générations futures. En effet, on estime actuellement que la démolition et la construction de bâtiments est responsable de près de 35% des gaz à effet de serre. Il est donc important que les acteurs principaux, notamment les architectes, posent des gestes concrets pour être plus respectueux de l'environnement et offrir de meilleures perspectives d'avenir.³

² Le rapport du BRANTLAND du nom de 1er ministre de Norvège, 1987

³ www.groupeleclerc.ca/le-developpement-durable-en-architecture/ vue le 13-10-2018

I.2.1.2 Architecture durable :

I.2.1.2.1 Définition :

Une pratique qui a pour objectifs de réduire l'impact négatif d'un bâtiment sur son environnement et de prendre soin de la qualité de vie des utilisateurs et des communautés riveraines.⁴

I.2.1.2.2 L'objectif de l'architecture durable :

Les objectifs de l'architecture durable se résument dans les points suivants :

- Promotion de l'équilibre.
- L'amélioration de notre bien-être.
- La durabilité de ressources naturelles.
- Protection de la santé et de tous les habitants de la planète.

I.2.2 STRATEGIES DE L'ARCHITECTURE DURABLE :

L'orientation :⁵

L'orientation d'un édifice répond à sa destination :

Les besoins en lumière naturelle, l'intérêt d'utiliser le rayonnement solaire pour chauffer le bâtiment ou, au contraire, la nécessité de s'en protéger pour éviter la surchauffe, l'existence de vents pouvant refroidir le bâtiment en hiver ou le rafraichir en été, sont autant de paramètres importants dans le choix de l'orientation.

L'implantation :⁶

L'implantation détermine l'éclaircement, les apports solaires, les déperditions, les possibilités d'aération..., mais aussi les qualités de l'habitat : communications, vues, rapports de voisinage...

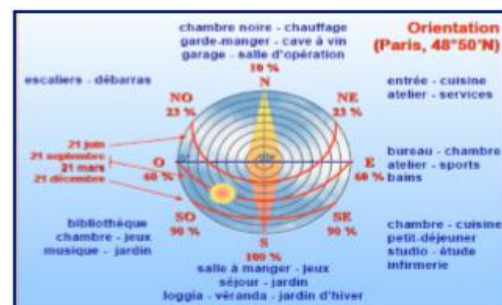


Figure 1 : l'orientation de quelques pièces par rapport aux vents. Source : (HERDE. A. LIEBARD. DE, A, 2005)

⁴ Agence Laurent Bansac Architecte, (2011), « Architecte de bâtiment », Fluorcom.

⁵ Livre traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques-Alain Liébard, André de Herde \page 64a

⁶ IDEM \page 63a.

La forme du bâtiment :

Le coefficient de la forme, ou compacité, mesure le rapport de la surface de l'enveloppe déprédative au volume habitable. Il indique le degré d'exposition de bâtiment aux conditions climatiques ambiantes. Il permet de qualifier les volumes construits en indiquant leur degré d'exposition aux conditions climatiques ambiantes.⁷

La surface totale exposée à l'extérieur est un facteur de déperdition d'énergie, un bâtiment présentant une surface extérieure étendue aura tendance à perdre plus de chaleur. Il faudra donc privilégier une forme plus compacte qui augmente le rapport entre le volume des espaces intérieurs et la surface exposée aux intempéries et limite donc les pertes calorifiques.



Figure2 : implantation tient compte du relief des vents locaux, **Source :** (HERDE. A. LIEBARD. DE, A, 2005)2005)

L'isolation thermique :

Elément le plus efficace et le moins coûteux pour réduire les pertes énergétiques, une bonne isolation thermique est une des clés de la construction durable. Une isolation efficace réduit la dissipation de chaleur en hiver et inversement, l'entrée de chaleur en été ; les besoins en énergie pour le chauffage et la climatisation sont donc réduits d'autant.⁸

Les stratégies thermiques :

✓ **Le confort d'hiver :**⁹

Au confort d'hiver répond la stratégie du chaud : capter la chaleur du rayonnement solaire, la stocker dans la masse, la conserver par l'isolation, et la distribuer dans le bâtiment tout en la régulant.

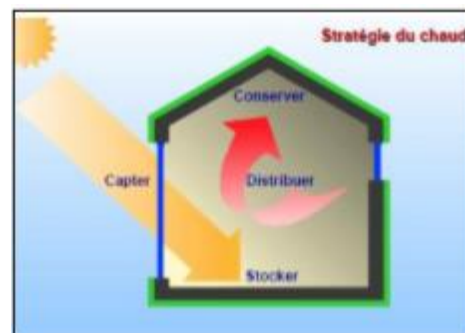


Figure 3 : Stratégie du chaud **Source :** Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques-Alain Liébard, André de

⁷ Livre traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques-Alain Liébard, André de Herde \page 83a

⁸ www.architecte-batiments.fr/l-architecture-durable-en-pratique \traité par l'auteur\Vue le 10-10-201

⁹ Livre traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques-Alain Liébard, André de Herde \page 31a.

✓ Le confort d'été : ¹⁰

Au confort d'été répond la stratégie du froid : se protéger du rayonnement solaire et des apports de chaleur, minimiser les apports internes, dissiper la chaleur en excès et refroidir naturellement.

La végétation : ¹¹

La végétation permet l'ombrage, filtre les poussières en suspension, fait écran aux vents tout en favorisant la ventilation, oxygène l'air et le rafraîchit par évapotranspiration. Elle est un outil efficace de protection solaire et de contrôle du rayonnement, elle permet de stabiliser la température de l'air.

Energies renouvelables :

Les énergies renouvelables englobent toutes les énergies inépuisables qui, depuis toujours, nous viennent du soleil, directement sous forme de lumière et de chaleur, ou indirectement par les cycles atmosphériques et la photosynthèse. Le soleil dispense un rayonnement électromagnétique qui constitue notre source lumineuse et thermique.¹²

-Le solaire thermique, le solaire photovoltaïque, l'éolien, la géothermie, la microhydro-électricité et la filière bois-énergie sont les principales filières des énergies renouvelables.

Une plus grande utilisation de ces énergies signifierait, à la fois, la réduction de la vitesse d'épuisement des ressources en énergies fossiles et une meilleure protection de l'environnement grâce, entre autres, à la réduction des rejets de combustion.¹³

La gestion de l'eau, de l'air et des déchets : ¹⁴

Un poste ou de nombreux gaspils énergétiques peuvent être épargnés. L'énergie perdue lors de l'évacuation des déchets et eaux usées peut être récupérée et réinjectée dans le bâtiment par

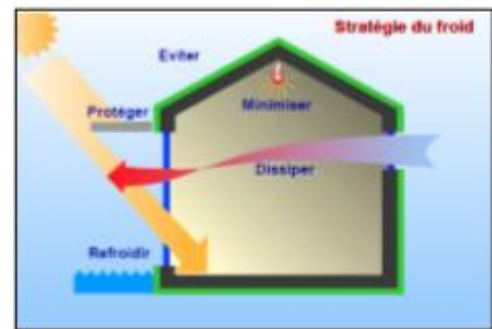


Figure 4 : Stratégie du froid **Source :** Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques-Alain Liébard, André de Herde (Alain Liébard, André de Herde. DE, A, 2005)2005)



Figure 5 : Les différents effets de la végétation **Source :** Livre traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques-Alain Liébard, André de Herde \page 139a

¹⁰ IDEM \page 32a.

¹¹ Livre traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques-Alain Liébard, André de Herde \page 193.

¹² Idem \page 3a.

¹³ Idem page 178a

¹⁴ www.architecte-batiments.fr/l-architecture-durable-en-pratique \traité par l'auteur\Vue le 01-10-2019

des systèmes qui permettent de chauffer l'eau ou l'air propre, comme des pompes à chaleur. Des méthodes de tri et de compostage ou de méthanisation, par exemple, permettent aussi de recycler les déchets de matières organiques en fertilisants ou gaz naturels. Des systèmes de récupération d'eaux de pluies pour l'arrosage sont autant d'équipements simples qui limiteront la consommation d'eau potable.

La sécurité :

Fournissent une sécurité optimale contre les catastrophes naturelles

Le bien être :

Offrent un environnement intérieur approprié : qualité de l'air, lumière, acoustique et esthétiques spécifiques.

Les matériaux :

- Du point de vue de leur cycle de vie : raréfaction de la ressource, traitement des déchets.
- Du point de vue de leur bilan carbone, transport compris.

I.2.3 LES ZONES FROIDS ET SEMI-ARIDES

I.2.3.1 Définition de climat froid et semi arides :

Le climat semi-aride règne dans la zone subdésertique, caractérisée par une saison sèche s'étendant sur la plus grande partie de l'année et une saison humide, avec de faibles précipitations, le climat semi-aride froid se caractérise par été chaud et sec avec des étés moins que le climat semi-aride chaud avec un hiver relativement froid, qui peut entraîner des chutes de neige¹⁵

I.2.3.2 Construire en climat froid et semi-aride :

Les stratégies de conception pour l'amélioration du confort thermique durant l'hiver doivent porter sur les points suivants :



Figure 6 : planification pour le soleil d'hiver.
Source : pinterst.com -Alain Liébard, André de Herde (Alain Liébard, André de Herde. DE, A, 2005)2005)

¹⁵<https://fr.ripleybelieves.com/what-are-characteristics-of-semi-arid-climate-pattern-106300>

➤ Adaptation à l'échelle urbaine :

▪ **Planification pour le soleil d'hiver :** En urbanisme, il faut trouver des moyens qui tiennent compte du soleil d'hiver dès le début afin de fournir suffisamment de chaleur au rayonnement et à la lumière solaire. Laisser l'espace pour pénétrer le rayonnement soleil peut être une clé pour créer des espaces confortables pour la population.



Figure 7 : l'obstacle des vents.

Source : pinterst.com/ HerdeAlain Liébard, André de Herde. DE, A, 2005)2005)

▪ Construire des espaces protégés du vent :

Grâce aux types de planification des rues et aux bâtiments qui empêchent et dispersent le vent.

➤ Adaptation à l'échelle bâtiment :

▪ L'isolation thermique :

Une bonne isolation permet de diminuer les déperditions thermiques. Par exemple, il est utile de renforcer celle des parois opaques et de supprimer les ponts thermiques. et aussi les plafonds et les fenêtres pour minimiser la perte d'énergie.

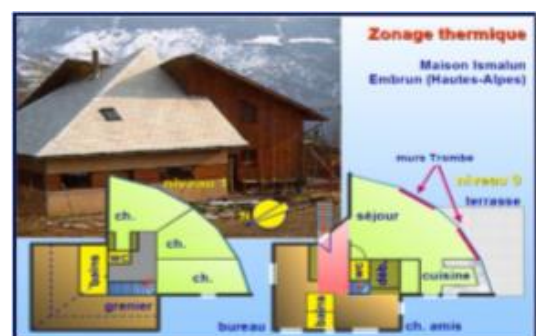


Figure 8 espaces tampons organisés par zonage.

Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques. P :65DE, A, 2005)2005)

▪ Le zonage thermique et les espaces tampons :

Cloisonner des espaces en différentes zones permet de créer des espaces protecteurs et des ambiances thermiques différentes, mieux appropriées à leurs utilisations propres.

▪ La thermo circulation :

La thermo circulation de l'air est un mode de distribution de la chaleur dû à l'échauffement de l'air par l'ensoleillement.

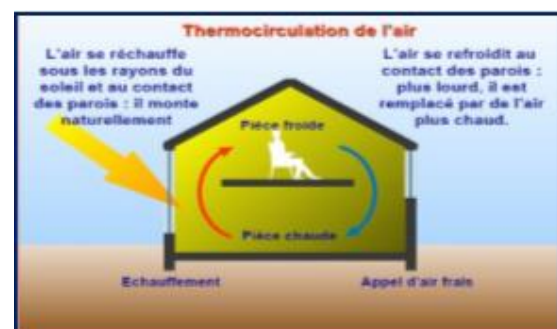


Figure 9 : principe de distribution de la chaleur par thermo circulation. Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques. P : 66DE, A, 2005)2005)

▪ **Types, dimensions, et position des fenêtres :**

La fenêtre est l'élément de captage le plus simple et le plus répandu : elle apporte à la fois chaleur et lumière et offre la possibilité d'accumuler directement la chaleur.

▪ **Toiture végétalisée :**

Ce type de toiture donnera un aspect environnemental au projet et aussi il y a des avantages :

• **Hiver :**

➤ Complément apporté faible pour les toitures extensives (épaisseur substrat réduite +haute contenance en eau).

➤ Réduction des pointes de consommation possibles pour les toitures intensives (inertie thermique du substrat).

• **L'été :**

➤ Résistance et inertie accrues en fonction de l'épaisseur du substrat.

➤ Réduction des apports solaires en fonction du type de la densité de son feuillage.

➤ Refroidissement naturel par évapotranspiration (diminution de la température de l'air sous la végétation).

▪ **Les serres et vérandas :**

Les serres et vérandas offrent un espace tampon qui favorise le captage du rayonnement solaire. Ce rayonnement est transformé en chaleur par effet de serre.

▪ **Les murs capteurs :**

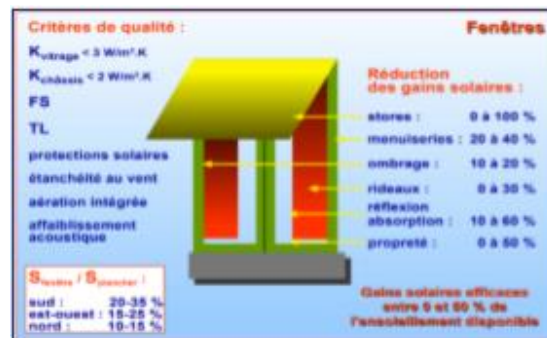


Figure 10 : les facteurs intervenant dans la thermique de la fenêtre. Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques. P : 68bDE, A, 2005)2005)

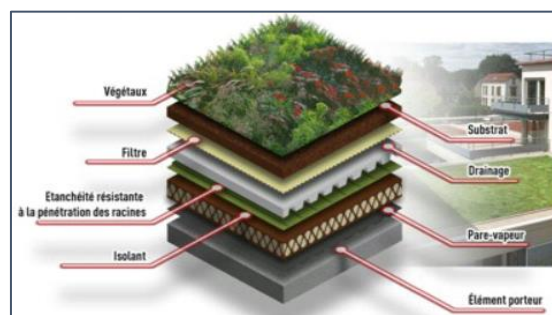


Figure 11 : les différentes couches d'un toit végétalisé. Source : www.pinterest.com DE, A, 2005)2005)

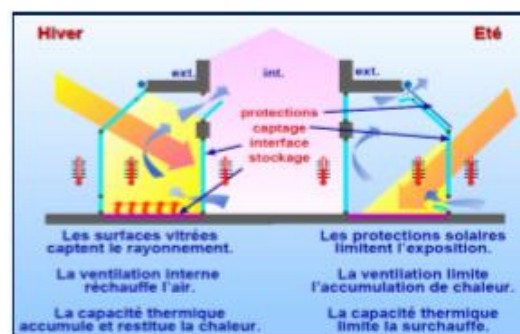


Figure 12 : la serre est un milieu : fonctionnement d'hiver et d'été. Source : Traité d'architecture et d'urbanisme. P : 70b2005)2005)

Les murs capteurs captent l'énergie solaire, l'accablent dans leur masse, l'amortissent et la restituent sous forme de chaleur à l'ambiance intérieure après un déphasage de plusieurs heures.



Figure 13 : schéma de principe du mur capteur.

Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques. P : 72b2005)2005

I.2.4 Synthèse :

L'objectif de cette étude est d'établir un outil référentiel permettant de reconnaître la théorie architecturale par rapport au développement durable et de discerner son influence s'imposant comme un impératif qu'il faut intégrer dans la conception ainsi que dans le projet architectural. La conception et la planification d'un projet durable devraient être basées sur le respect de l'environnement, de ce fait, l'architecture durable joue un rôle clé pour le développement durable de la société dans son ensemble.

I.3 VOLET2 : TRANSPORT FERROVIAIRE ET GARE FERROVIAIRE :

Le transport est le support physique de la mobilité, répond à ses exigences et évolue suivant ses besoins et ses changements.

La gare est un formidable outil pour une stratégie territoriale structurée, et elle n'est pas qu'un lieu de transit : bien conçue, elle peut s'avérer un véritable moteur pour la rénovation urbaine, l'embellissement et la dynamisation d'un quartier et même d'un territoire.

I.3.1 Définition du transport :¹⁶

" Action ou manière de transporter, de porter d'un lieu dans un autre ". " Le transport est classé dans la catégorie des services ; mais il y a une place apart, du fait de leur fonctionnement, ils sont l'outil d'échanges et de communication ; ils assurent la mobilité et le déplacement des hommes, des biens et d'information à différent échelles régionale territoriale et ainsi continentale ; jouent de ce fait, un rôle essentiel dans la conquête et l'organisation de l'espace".

¹⁶ Cnrtil.fr/defenition/transport

I.3.2 Classification de transport :

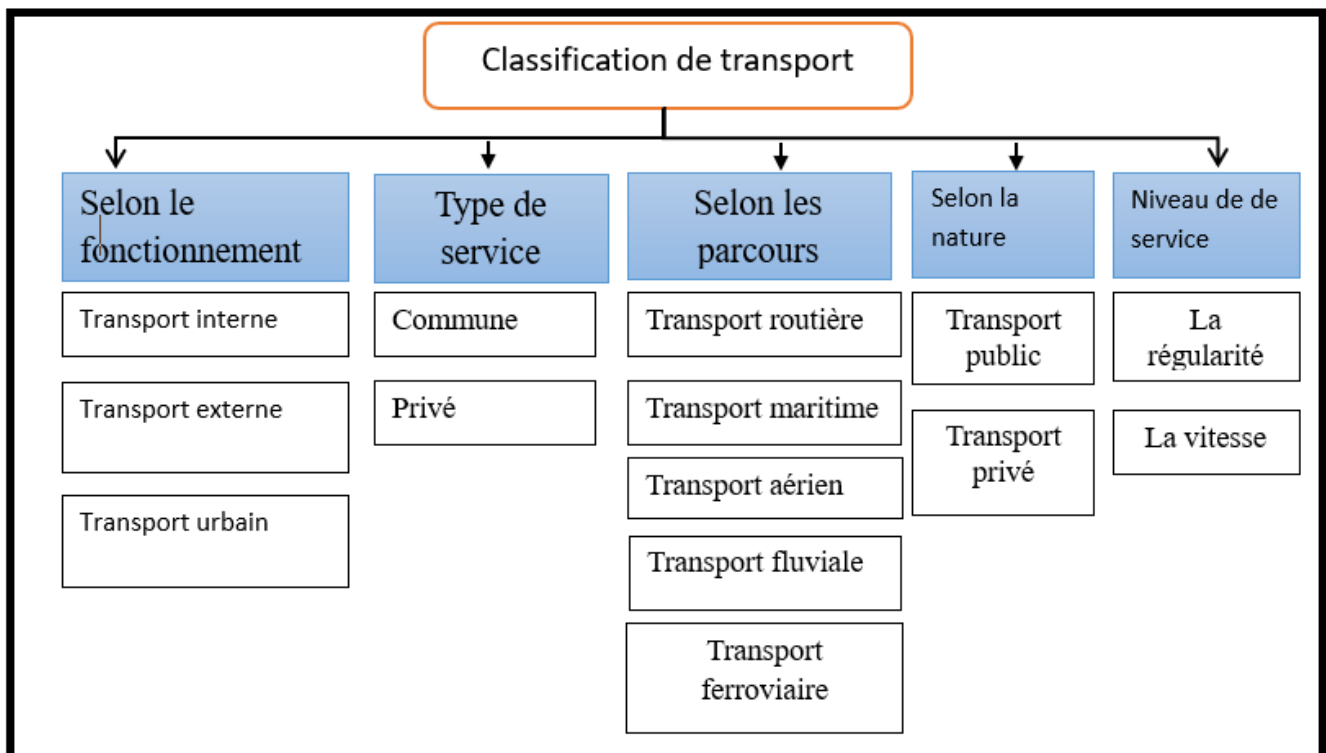


Figure 1: organigramme de classification de transport source : <http://www.technologie.ws/articles/moyen-de-transport>.

- **Par rapport au thème choisi, notre étude se portera sur le transport ferroviaire.**

I.3.3 Transport ferroviaire

I.3.3.1 Définition :

C'est un mode de transport ou le circuit de circulation est limité et déterminé par une installation spécialisée qui a été programmée pour porter des trains ou tramway ou autres véhicules, ça dépend le cas, le train, le train est la machine la plus utilisée dans le transport ferroviaire cause à sa grande capacité de voyageurs et de la marchandise.¹⁷

I.3.3.2 Transport ferroviaire en Algérie :¹⁸

Le réseau des chemins de fer en Algérie s'étend sur un linéaire de 4 575 kilomètres dont 3 854 kilomètres sont exploités actuellement pour relier les grandes villes du pays : Alger, Oran,

¹⁷ <http://dictionnaire.sensagent.leparisien.fr>

¹⁸ <http://www.aps.dz>

Annaba, Constantine, Sétif, etc. Le réseau ferroviaire algérien a été parmi les premiers réseaux installés en Afrique.

I.3.3.3 L'état de chemin de fer en Algérie :

Les lignes existantes :

- Oran Alger.
- Oran Saïda.
- Sétif-Constantine-Annaba.
- Constantine-Guelma.
- Arzew- Ain-Sefra (454 km), c'était la plus longue ligne de pénétration vers le désert.
- Mostaganeïn-tiaret (197 km).
- Bejaïa- Souk Ahras- Tebessa (235 km).
- Blida-Djelfa.

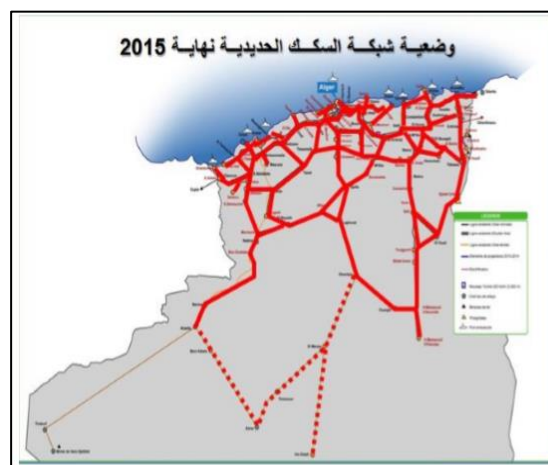


Figure 2: carte représente l'horizon du réseau ferroviaire a fin 2015 **source :** ferroviaire et son programme d'investissement durant la période 2010 la Politique publique algérienne en matière de transport - 2025.PDF

la Société Nationale du Transport ferroviaire (SNTF) , elle est considérée comme étant un établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) dont la mission consiste à assurer les transports public de voyageurs et de marchandises qui lui sont confiés dans le cadre de l'organisation des transports terrestres sur un réseau d'une longueur de 4272 KM, (3034 KM & voies normales dont 299 KM électrifiées Annaba/Tébessa et 305 KM de doubles voies), et 1138 KM de voies étroites (lignes Mohammadia/ Béchar / Blida Djelfa/Relizane et Tiaret).

Longueur totale des lignes du réseau (Km)	4573
Longueur des lignes en exploitation (Km)	3854
Longueur des lignes en double voie (Km)	450
Longueur des lignes en voie unique (Km)	3404
Longueur des lignes électrifiées (Km)	323,71
Nombre de gares en exploitation	217
Nombre de haltes en exploitation	177
Nombre d'Ouvrage d'Art dont l'ouverture est inférieure à 10 m	6741
Nombre de tunnels	139
Longueur des tunnels (Km)	52
Nombre de passages à niveau gardé	232
Nombre de passages à niveau non gardé	1122

Tableau 1: état de transport ferroviaire en Algérie **source :** ferroviaire et son programme d'investissement durant la période 2010 la Politique publique algérienne en matière de transport -2025.PDF

I.3.3.4 Etat de transport ferroviaire à Djelfa :

Selon la Politique publique algérienne en matière de transport ferroviaire et son programme d'investissement durant la période 2010 -2025 qui est pour objectif de l'aménagement du territoire avec une orientation plus au sud en mettant les moyens nécessaires pour exploiter les richesses de la région.

Parmi les line ferroviaire concerné de cette intervention est la line Djelfa -bougazoul qui est en cour de réalisation.

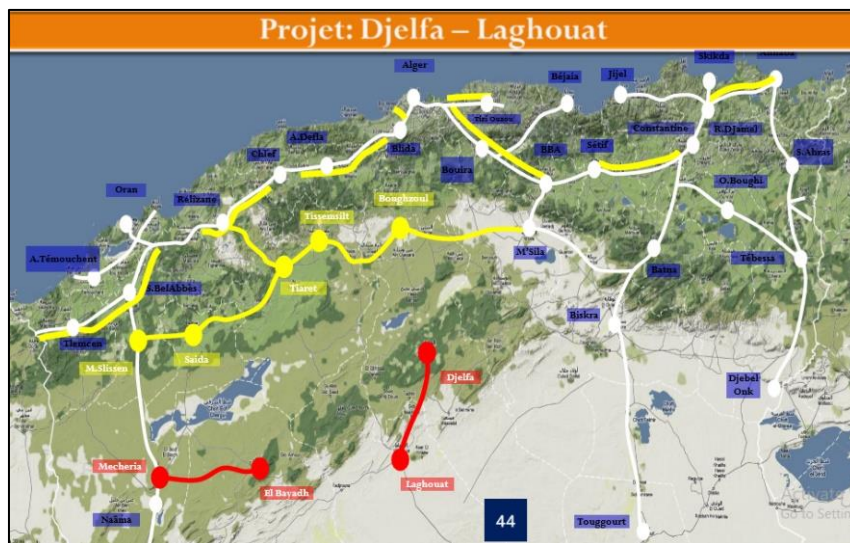


Figure 3: la line de Djelfa - Laghouat **source** : ferroviaire et son programme d'investissement durant la période 2010 la Politique publique algérienne en matière de transport -2025.PDF

- Quelque paramètre de réseaux ferroviaire Djelfa -Laghouat :

Linéaire	130 km
Type de la ligne	Vole unique
Vitesse	220km/h
Les gares	Djelfa, Laghouat et la halte de sisi Makhloof
Type de signalisation	Système ERTMS niveau 2
Télécommunication	Support de transmission fibre optique 72 brins, Gsm R, système de transmission SHD
Electrification	25kv/50 Hz

Tableau 2: périmètre de réseaux ferroviaire de la line Djelfa - Laghouat **source** : la Politique publique algérienne en matière de transport ferroviaire et son programme d'investissement durant la période 2010 -2025.PDF

I.3.4 Gare ferroviaire :

I.3.4.1 Définition :

« La gare est par excellence, le lieu de l'entre-deux : entre l'ici et l'ailleurs, entre un métro et un bus, entre une arrivée et une attente, entre une hésitation et un départ. » (JEANNOUVEL).¹⁹

Les gares sont des espaces publics mesurés et adaptés pour l'accueil et le départ des moyens de transport, ils sont gérés par une entreprise publique ou privée pour un bon déroulement et fonctionnement de transport humains.



Les gares souvent perçues principalement comme des bâtiments, sont en fait des ensembles fonctionnels plus larges, conçus pour regrouper toutes les fonctions centrées sur l'accès au train, dont l'information sur le voyage, l'achat des titres de transports ainsi que divers services commerciaux liés au voyage.

Pour certaines gares, le passage de nombreux voyageurs justifie l'installation de fonctions annexes au déplacement proprement dit, tels que des commerces variés.

I.3.4.2 L'histoire des gares ferroviaire :

Comme les chemins de fer, les gares sont un des exemples de l'industrialisation et un des éléments de l'urbanisation du XIXe siècle. Elles apparaissent d'abord en Angleterre vers 1820 puis en France et enfin dans tous les autres pays gagnés par le développement industriel, y compris les colonies. Les gares expriment bien les divers types d'organisation ou d'administration qui ont présidé à la création et au développement des chemins de fer dans le monde. Après une période de perte d'identité au milieu du XXe siècle, l'architecture des gares connaît un renouveau grâce à l'apparition des trains à grande vitesse au début des années 1980.

Ces édifices permettent une approche particulièrement riche de l'histoire de l'architecture moderne, depuis le XIXe siècle. Histoire qui retrace l'évolution de la pensée architecturale affrontée à un même problème, depuis l'apparition du phénomène ferroviaire jusqu'à nos jours. Mais l'histoire des gares présente à l'historien des difficultés spécifiques. Les gares forment, en effet, des ensembles en évolution constante, qui doivent s'adapter aux transformations de la

¹⁹ Jean Nouvel (né le 12 août 1945 à Fumel, Lot-et-Garonne, France) est un architecte français contemporain de renommée internationale

technologie et du service ferroviaire (électrification, essor du trafic en banlieue, liaisons internationales...). Il arrive que plusieurs gares se succèdent sur un même site (Grand Central I et II à New York, gares du Nord I et II à Paris...), ou qu'une même gare subisse des transformations radicales (Union Station, Washington, D.C.). Identifier un seul architecte ou déterminer une seule date de réalisation est donc souvent impossible.

Depuis les années 1970, les ouvrages consacrés aux gares tendent à se multiplier, mais leurs différences d'approche (technique, sociologique, esthétique) témoignent bien de la complexité du sujet.²⁰

I.3.4.3 Types des gares ferroviaires :²¹

Les gares de passage : Le bâtiment est généralement le long des voies, du côté orienté vers le centre de l'agglomération. On accède aux quais par une passerelle ou un souterrain. Il arrive qu'il soit placé au-dessus des quais, Les installations d'accueil des voyageurs peuvent aussi se trouver sous les quais.

Les gares terminus : Le bâtiment est généralement au bout des quais, il est composé symétriquement : un côté pour les départs, et l'autre pour les arrivées.

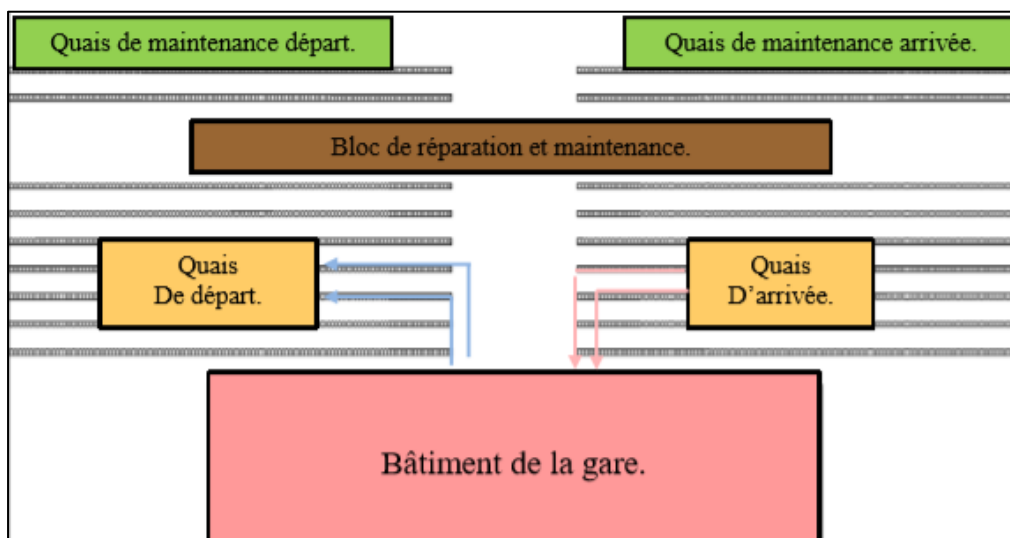


Figure 5: la gares terminus source : <http://beuret.net/typologie-des-gares/>

Ces gares se situent en fin de ligne. Les trains entrent et sortent du même côté, et peuvent donc bloquer ou être bloqués par des trains quittant la gare ou y entrant. Elles sont souvent

²⁰ <https://www.universalis.fr/encyclopedie/gares-architecture/>

²¹ <http://beuret.net/typologie-des-gares/>

utilisées pour des gares petites et simples quand l'espace disponible ne permet pas de placer une gare à roulements.

Gare RO-RO :

Dans les gares Ro-Ro (Roll- On, Roll-Off), les trains entrent par un côté et ressortent par l'autre. Les trains entrants n'ont pas besoin d'attendre la sortie des trains à quai. C'est très bien pour les trafics moyens.

Gare avec voie d'évitement :

Une simple gare avec une, ou plusieurs, voie d'évitement pour éviter que les trains ne s'arrêtant pas en gare bloquent inutilement un quai, ou soient bloqués par les trains à quai.

Gares combinées RORO-Terminus :

Il est aussi possible de construire des gares qui servent à la fois de terminus et de gare RO-RO. Cependant, la fenêtre « Niveau de difficulté », l'option « Demi-tour des trains » doit être paramétrée à « À la fin de la ligne et aux gares » pour pouvoir fonctionner. Les trains peuvent entrer dans la gare et la quitter dans les deux sens.

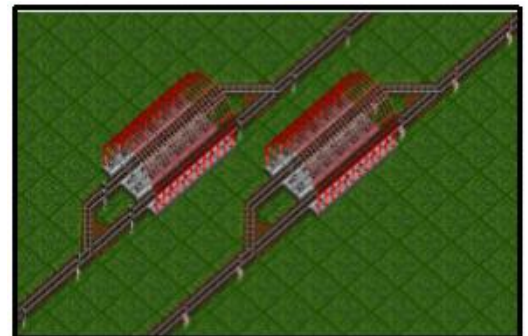


Figure 65 : gare RO-RO source : <http://beuret.net/typologie-des-gares/>



Figure 76 : gare combinées RO-RO -terminus source : <http://beuret.net/typologie-des-gares/>

I.3.4.4 Les composants du gares ferroviaires :²²

Les abords :

Les abords des gares, qu'ils en fassent partie (certains parvis) ou non, sont le premier élément fonctionnel de la gare. Ils facilitent le passage du voyageur au transport ferroviaire. On y trouve donc :

- Des parcs de stationnements pour les utilisateurs de voitures particulières (parc relais).
- Des gares routières.
- Des stations de taxis

²² <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/gares-ferroviaires-de-tous-types-exploitees-ou-non/>

- Des stations de tramway ou de métro dans des villes de taille importante.
- Des parkings à vélos...
- L'intégration de ces diverses fonctions aboutit à la conception d'un pôle d'échanges ou pôle intermodal.

Bâtiments voyageurs :

Le bâtiment voyageur (BV) est l'élément central de gares voyageurs. On distinguera deux types de gares de voyageurs :

- **Les gares terminus :**

Le bâtiment est généralement au bout des quais, il est composé symétriquement : un côté pour les départs, et l'autre pour les arrivées.

- **Les gares de passage :**

Le bâtiment est généralement le long des voies, du côté orienté vers le centre de l'agglomération. On accède aux quais par une passerelle ou un souterrain. Il arrive qu'il soit placé au-dessus des quais.

Quais et voies :

Un quai est un aménagement parallèle à la voie ferrée et permettant l'accès aux voitures.

Généralement, les gares possèdent au moins un quai, les plus grandes en ayant de nombreux.

Chemin de fer :

Les systèmes ferroviaires nécessitent une infrastructure particulière appelée chemin ou voie ferrée. Les véhicules sont guidés par une ou plusieurs files de rails fixés sur des traverses, à un écartement précis. La source d'énergie est, soit portée par le véhicule lui-même comme dans le cas de la traction vapeur ou diesel dans le train, soit apportée par l'infrastructure sous forme de caténaire ou de troisième rail pour l'électricité.

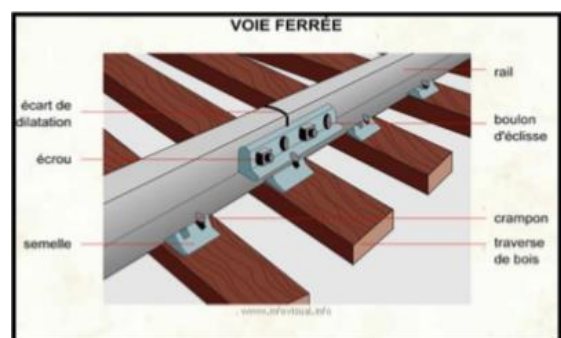


Figure 87 : chemin de fer source : <http://beuret.net/typologie-des-gares/>

Gare marchandise : les gares de marchandises assuraient la totalité du traitement du trafic de marchandises

Le trafic, assuré essentiellement selon le principe du wagon isolé, passait par le relais des gares de triage.

Halte ferroviaire : Les haltes sont des points d'arrêt dépourvus de bâtiment voyageurs et de présence permanente de personnel ; les infrastructures ferroviaires y sont généralement très réduites.

L'arrêt peut être matérialisé par une simple pancarte ou un petit abri. On peut distinguer deux types de haltes.

Les haltes rurales :

Correspondant en général à des points d'arrêt à fréquentations très réduites dans des zones à faible densité de population.

Les haltes périurbaines :

La fréquentation attendue du point d'arrêt étant essentiellement une clientèle de déplacements, qui nécessite peu d'information et dispose d'abonnements.



Figure 108 : halte rurale source : <http://beuret.net/typologie-des-gares/>



Figure 99 : halte périurbaine source : <http://beuret.net/typologie-des-gares/>

I.3.4.5 Les échelles de la gare :

- **A petite échelle :** la gare est un nœud indissociable du réseau auquel elle donne accès. Dans une logique d'efficacité, sa gestion doit, tout en lui assurant la modalité la plus forte, garantir un fonctionnement optimal au réseau.
- **A moyenne échelle :** la gare articule des réseaux de portée différente. Répondant à une Règles logique de desserte, son organisation doit favoriser une bonne interconnexion

entre les systèmes de transport qui structurent son aire de chalandise, afin que l'ensemble de la population régionale bénéficie d'une accessibilité performante au réseau ferroviaire.

- **A grande échelle** : la gare concentre des activités diversifiées, nées de la rupture de charge entre les flux qu'elle accueille. Obéissant à une logique de développement territorial, elle se doit d'animer le quartier dans lequel elle s'insère et de renforcer, par effet de diffusion, l'attractivité urbaine.²³

I.3.4.6 De compositions spatiales d'une gare :

Le principe, fil conducteur pour toute démarche de conception d'une gare, peut être ramené à un premier mot d'ordre : la lisibilité de l'organisation spatiale. Tout voyageur doit pouvoir s'orienter aisément et être en mesure d'apprécier du regard l'espace à parcourir, et de là le temps nécessaire à son déplacement. Ce principe d'organisation s'appuie sur un inventaire des cheminements possibles et une scénographie ouvrante, à l'intérieur d'une logique fonctionnaliste, des espaces de liberté. La complexité d'une gare, dans sa définition moderne de nœud intermodal, loin d'être niée, est simplement donnée à lire dans un système d'enchaînement d'espaces, dans la mise en place de repères, et d'un balisage des parcours. L'impression de confort et de fluidité, qui découle de la facilité des accès et de la conscience des changements de niveaux donnée par leur lecture simultanée, est confortée également par le traitement qualitatif des espaces grâce au choix des matériaux et à une étude attentive de la lumière.

Enfin le concept architectural, même s'il s'appuie sur des contraintes d'implantation et d'emprise fonctionnelles et techniques précises, n'hésite pas à puiser aux sources de l'invention et de la poésie pour réactiver l'imaginaire du voyage et la capacité d'une architecture à répondre aux aspirations secrètes de rêve et d'évasion de ses contemporains.

- **L'aménagement intérieur**

« Lorsqu'un voyageur pénètre dans une gare, à l'intérieur de cet espace-temps bien délimité, c'est, d'une certaine façon, pour y vivre une aventure, une histoire, un conte, dont il sera le

²³ Valérie Facchinetti-Mannone, Maître de Conférences en Géographie Laboratoire THEMA, UMR 6049. Université de Bourgogne Dijon

héros ou la victime selon sa chance ou son habileté à résoudre les énigmes. À chacun de ses mouvements dans la gare, il se trouvera confronté à des choix, les uns ouvrant les portes du trésor, les autres cachant des pièges maléfiques dont il ne pourra souvent sortir qu'à l'aide d'une bonne fée ou d'un objet magique ».²⁴



Figure 19 : hall de la gare d'Atocha.
Source : <http://beuret.net/typologie-des-gares/>

La gare est pensée à l'image d'une ville et s'organise comme un quartier, son fonctionnement général restant lisible dès l'entrée. Les trains, sauf exception, sont repérables immédiatement, que ce soit au moyen de percées visuelles ou par effets de transparence. La préconisation, toujours identique, d'une certaine hauteur des volumes, doit faciliter, malgré la foule, le repérage d'éléments aussi fondamentaux que les horloges ou le tableau d'affichage des trains.

- **Le traitement des seuils :**

Le traitement des seuils est particulièrement soigné. Ceux-ci articulent les étapes de la déambulation et notamment la transition entre l'extérieur et l'intérieur (Ville ou moyens de transport) comme le passage d'un niveau à un autre ; les espaces s'interpénètrent de manière systématique pour permettre la fluidité du parcours. Le cheminement de la ville au train s'inscrit ainsi dans une continuité générale soulignée par le traitement clair des sols, susceptible de capter et de réfléchir de manière optimale la lumière.

- **La mise en scène des circulations verticales :**

La mise en scène des circulations verticales est conçue de manière à faciliter la perception d'un espace à trois dimensions et la lecture des nécessaires changements de niveaux. Le traitement spatial des escaliers, escalators et ascenseurs qui intègre des données fonctionnelles fortes, doit aussi simultanément être rassurant et susciter l'imagination, par la mise en scène de l'univers du rail.

- **Les grands espaces :**

Ils sont structurés selon des rythmes à la hiérarchie précise : un premier rythme majeur donne des points de repère lointains, un rythme médian est traditionnellement donné par la structure

²⁴ Technique et architecture (aéroports, gares et réseaux) n°382.

et guide les plans d'implantation des mobiliers. Un troisième rythme accompagne la déambulation.

- **La toiture**

Elle est linéaire et se développe horizontalement et à grande échelle, en fonction de la direction des voies. Sa convexité est tournée vers le ciel. Par la manière dont elle dessine l'espace et maîtrise la lumière, elle joue un rôle essentiel dans l'écriture architecturale de la gare, et constitue le support privilégié de l'expression symbolique du lieu.



Figure 18 : La toiture de gare Satolas
source : <http://beuret.net/typologie-des-gares/>

- **Traitement et matériaux**

La sélection de certains matériaux (béton, métal, verre et bois, La toile), dont la répétitivité contribue à l'élaboration d'une identité de réseau. Utilisés pour leur aspect de surface et dans leur vérité première, les matériaux répondent, par leur implantation, à une signification structurelle précise ou à un besoin esthétique. Ils constituent autant de signes qui jalonnent l'espace.



Figure 20 : un passage en verre.



Figure 19 : La structure de Roissy La toiture de gare Satolas

I.3.4.7 Synthèse :

La fonction d'une gare ferroviaire est avant tout de développer et de garantir la qualité du service de déplacement mais elle doit aussi, en tant qu'espace de ville, être un espace public au service du public. Ceci suppose, au-delà des aménagements d'accès et de circulation, à l'extérieur comme à l'intérieur de la gare, et au-delà de l'amélioration des informations indispensables aux voyageurs comme au voyage, la création d'un espace harmonieux de passage, de rencontre, de découverte voire, plus largement, de vie. En ce sens, elle doit devenir

un espace où les usagers puissent trouver des commerces et des animations susceptibles de les satisfaire.

I.3.5 CONCLUSION :

A travers notre étude développée ci-dessus, nous avons assimilé notre thème qui est relatif aux gares ferroviaires et à l'intégration impérative des concepts de l'architecture durable dans l'élaboration du projet.

La conception et la planification d'un projet durable devraient être basés sur le respect de l'environnement, faut prendre en compte les points suivants :

- Maitriser et appliquer les stratégies de l'architecture durable pour assurer les meilleures conditions du travail.
- Il va être orienté et implanté d'une façon permet à bénéficier des apports solaires et favoriser l'éclairage naturel.
- S'orienter vers des matériaux respectueux de l'environnement et des procédés constructifs adaptés.
- Aménager l'espace extérieur par des végétations, fontaines, bassins d'eau pour créer l'ombre et pour l'humidification.
- Maitriser la consommation d'énergie par un ensemble de choix des techniques et des méthodes de gestion.

Lors de la conception d'une gare, peut être ramené à un premier mot d'ordre « la lisibilité de l'organisation spatiale », il faut prendre en considération les règles de composition spatiales de la gare et les besoins des voyageurs.

- Faciliter les parcours des voyageurs.
- Logique fonctionnaliste, des espaces de liberté.

CHAPITRE ANALYTIQUE

II.1 INTRODUCTION :

Dans ce chapitre nous allons analyser plusieurs exemples d'une gare ferroviaire afin de comprendre leurs fonctionnements, et aussi pour comprendre la logique d'un projet durable et ressortir les entités mères et les plus précisément pour approfondir la réflexion sur le projet dans la phase conceptuelle.

On a essayé d'analyser quatre exemples chaque exemple va nous aider à inspirer.

• CRITERE DE CHOIX DES EXEMPLES :

- Selon les techniques de la durabilité
- Selon aspects formels fonctionnel
- Selon climat et programme

II.2 .EXEMPLE 01 : GARE NAPOLI AFRAGOLA

II.2.1 Motivation du choix de l'exemple :

- ✓ Forme dynamique
- ✓ Stratège de la durabilité

II.2.2 Fiche technique :

- **Lieu** : 80026 Casoria, métropole de Naples, Italie.
- **Architectes** : Zaha Hadid Architectes
- **Inaugurée** le 27 août 2003.
- **Surface** : 30000,0 m²
- **Année de projet** :2017.
- **La gare comprend** :
 - ✓ Quatre lignes interurbaines à grande vitesse.
 - ✓ Trois lignes interrégionales et une ligne de banlieue.



Figure 11: gare ferroviaire Napoli Afragola
Source : www.archdaily.com

II.2.3 Situation et accessibilité :

- La gare se situe dans le nouveau corridor ferroviaire nord / sud de l'est de la grande région métropolitaine de Napo
- La gare accessible à travers la voie principale la rue de A1- autostrade Del sole

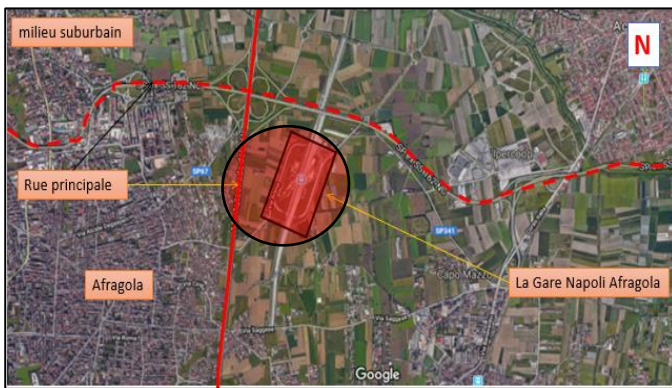


Figure 13: situation de la gare ferroviaire Napoli Afragola
Source : google earth

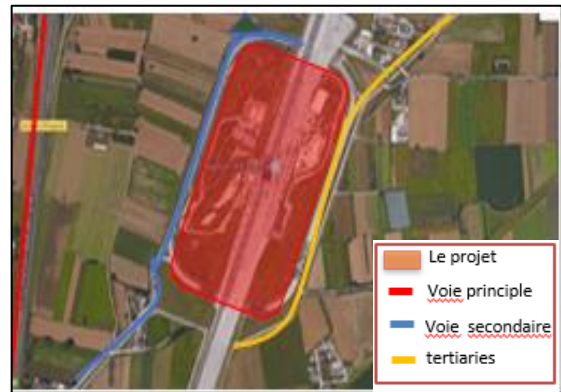


Figure 12 : accessibilité de la gare ferroviaire Napoli Afragola
Source : google earth

II.2.4 Lecture et analyse de plan de masse :

Le projet Conçue comme un pont public urbanisé reliant les communautés des deux côtés de la voie ferrée.

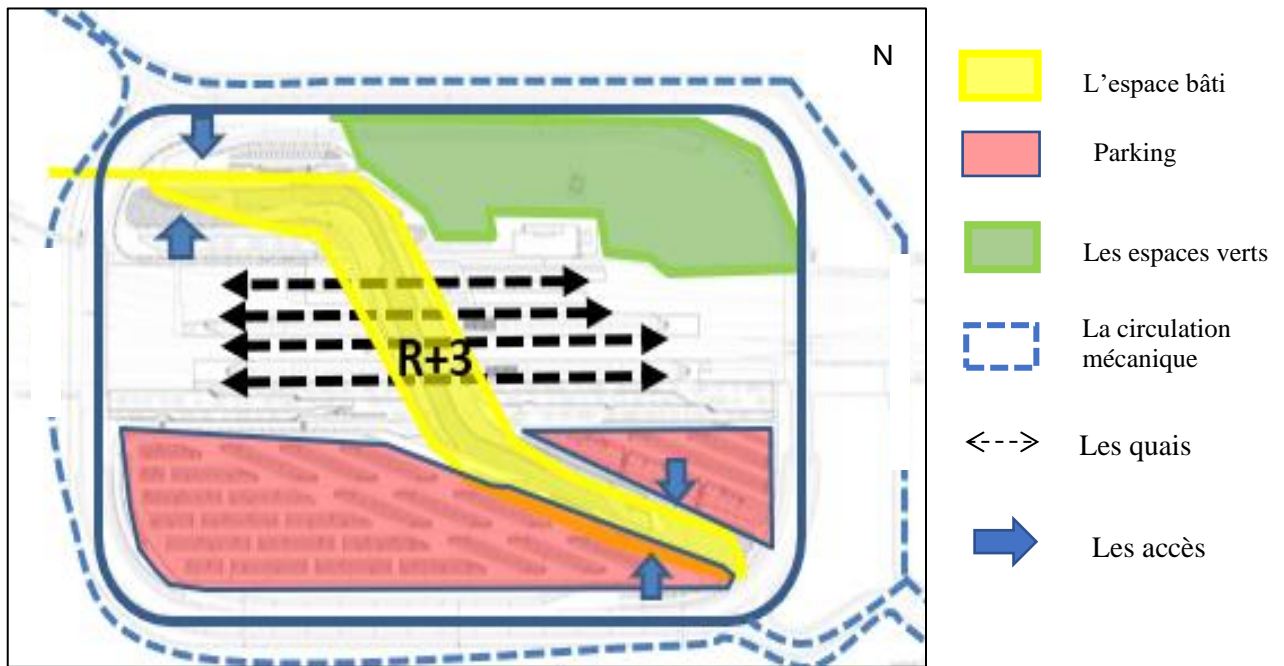


Figure 14: plan de masse de la gare ferroviaire Napoli Afragola source : www.archdaily.com

- Au niveau de plan de masse le projet se compose à de espaces bâties (Le bâtiment aux voyageurs) et des espaces non bâties (espace extérieur) comme un espace d'accueil et de détente.
- L'espace non bâti entoure l'espace bâti.

Les différentes composantes de l'espace extérieur :

- Les quais : 4 quais parallèle à la voie ferrée et permettant l'accès aux trains
- Parking.
- Les voies mécaniques et piétons : Circulation mécanique limité par les parkings
- Espace vert.

Analyse de la masse bâtie :

- Implantation et orientation : La gare est implantée au-dessus de la voie ferrée, il est orienté sur L'axe Nord-Sud.
- Le projet procède plusieurs es entré les extimité de projet.

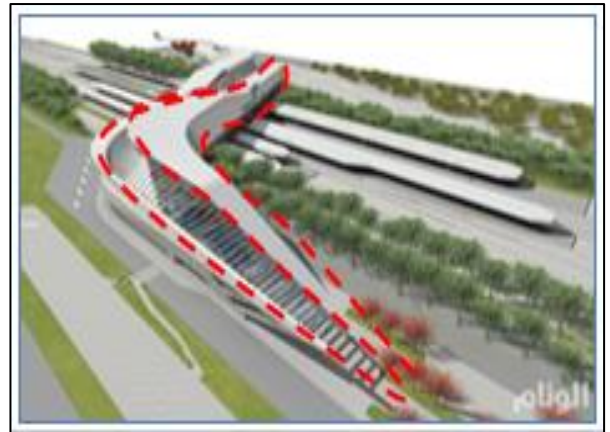
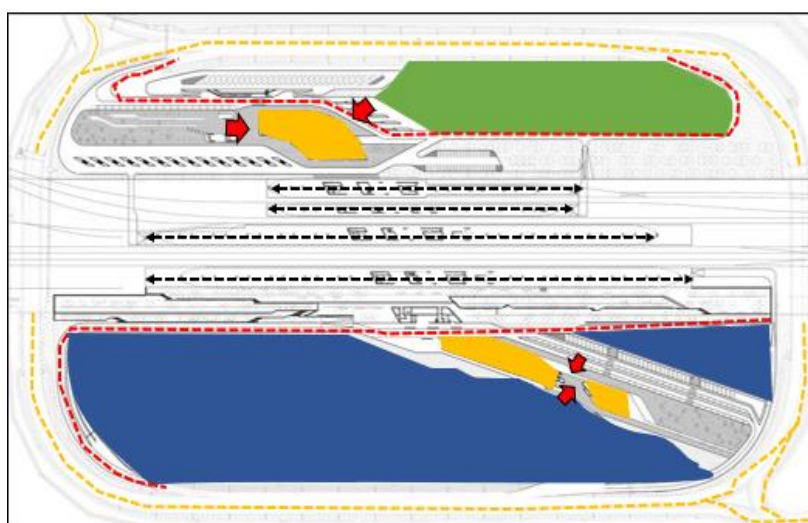


Figure 15: gare de Napoli Afragola source : www.Archdaily.com

Analyse de la volumétrie : volume monobloc

La forme de la gare est le résultat de l'extrusion d'un trapèze. Cette conception d'une forme en mouvement, donne un dynamisme à cet objet qui suit une trajectoire courbe de 450 m. Il y a une promenade surélevée faite de 200 nervures d'acier de formes différentes.

II.2.5 Lecture et analyse des plans :



- La billetterie, les espaces de service
- Le parking
- Espace vert
- Circulation mécanique
- Circulation piétonne
- Les accès

Figure 16: plan RDC
Source : www.archdaily.com

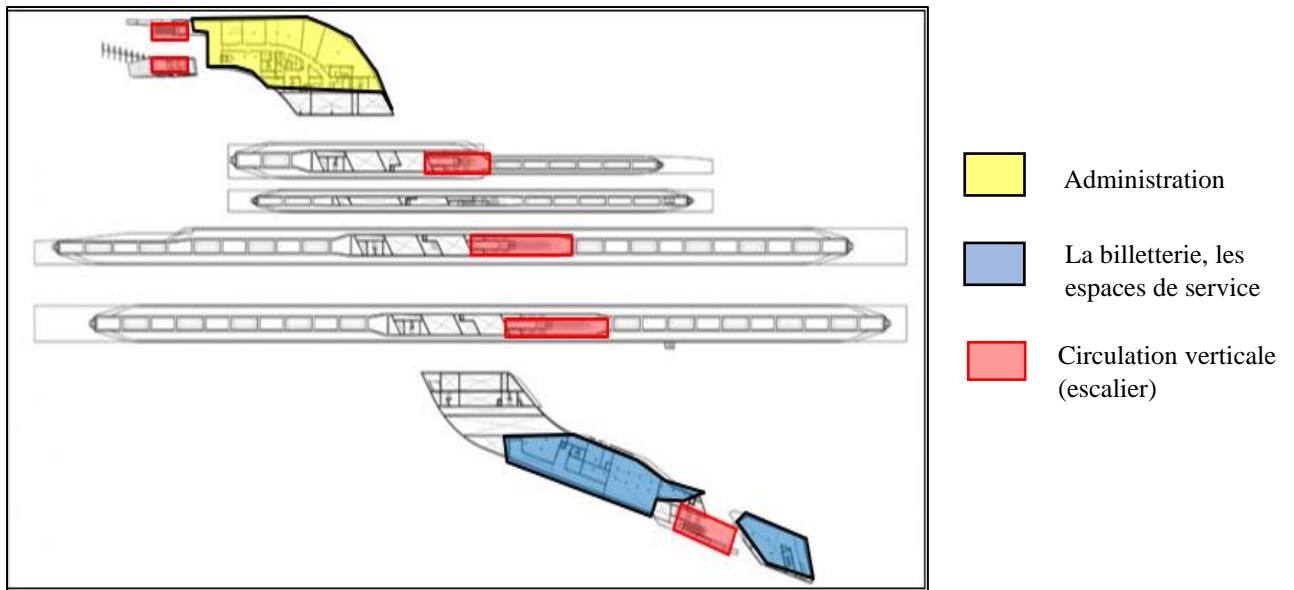


Figure 17: plan 1^{er} étage source : www.archdaily.com

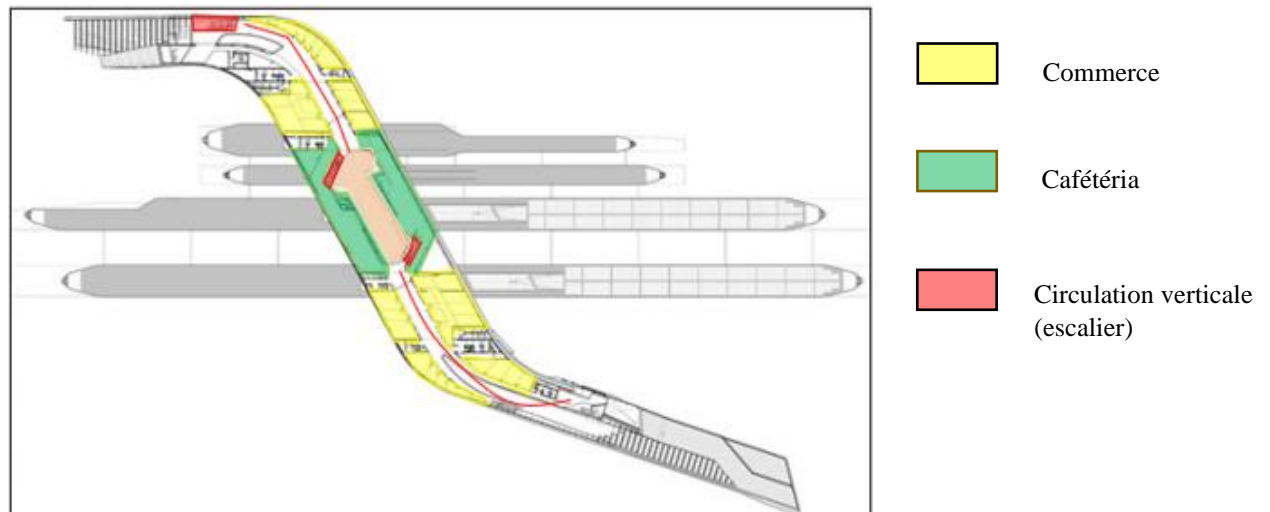
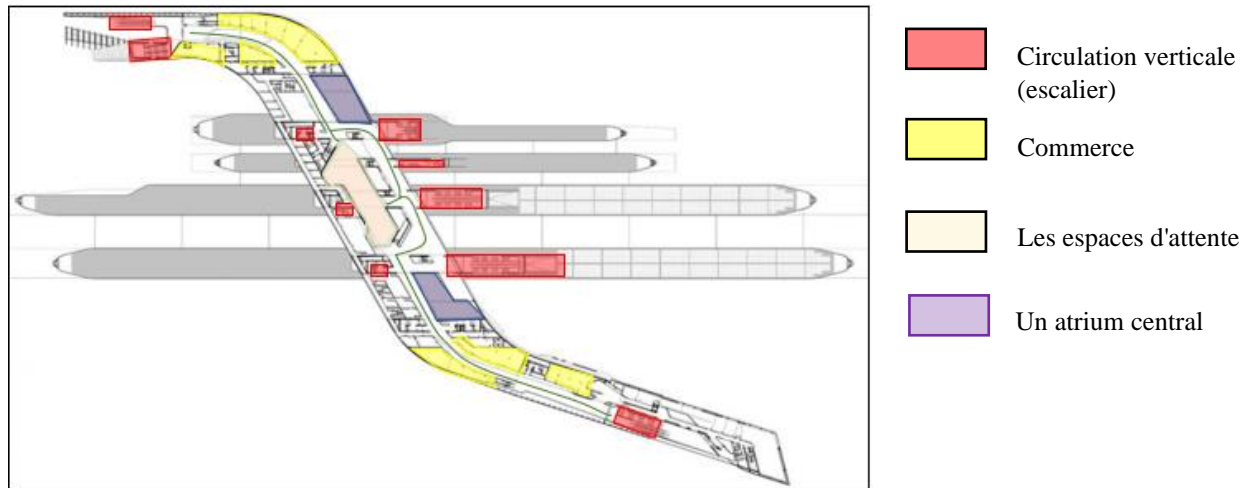
- La conception élargie de la passerelle publique au-dessus des huit voies de chemin de fer telle qu'elle devienne le couloir principal de la gare.
- Aux extrémités du pont deux grands espaces accueillent les passagers avec des services et des magasins à disposition du public.
- Tous les espaces et les locaux au service des passagers au départ et à l'arrivée sont distribués à l'intérieur, avec accès direct aux quais des voies ferrées situées au-dessous.



Figure 18: quais de la gare Afragola
Source : www.archdaily.com

Ce pont qui abrite divers services et structures nécessaires au public et aux opérateurs, les passagers ont directement accès à tous les quais.

À chaque extrémité de l'édifice, deux vastes entrées accueillent les visiteurs et les guident dans le hall central où les passagers trouvent des indications et peuvent descendre directement sur le quai où ils doivent se rendre.



- L'étude des parcours de circulation des passagers a déterminé les géométries des espaces intérieurs de la gare.
- Tout est calibré pour réduire au minimum les distances pour les passagers qui arrivent ou quittent la gare et pour ceux qui doivent poursuivre leur voyage en utilisant les autres services de liaison.
- Les visiteurs des deux côtés de la gare se retrouvent dans un atrium central, dominé par les cafés et les restaurants.
- Cet atrium central au-dessus de la voie ferrée est un nouvel espace public indispensable pour AFRAGOLA et le hall principal où les passagers des chemins de fer descendent vers les quais.

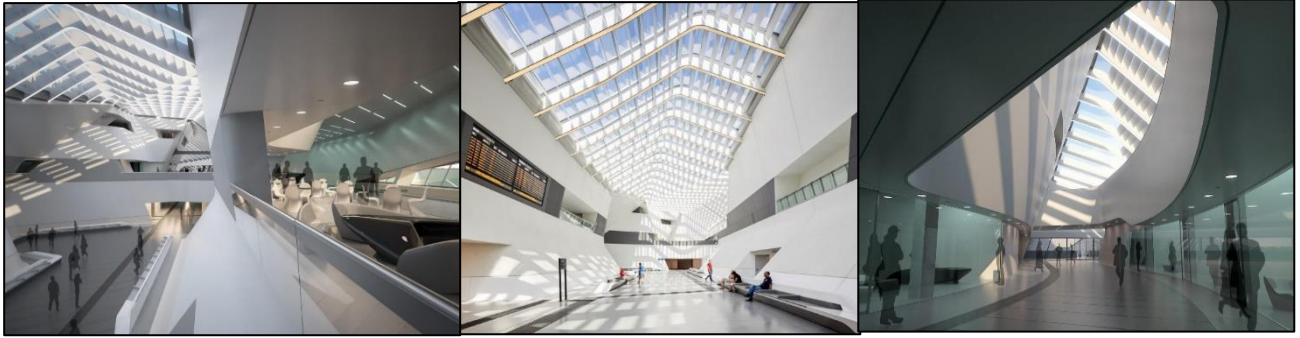


Figure 21: atrium de la gare Afragola
source : www.archdaily.com

II.2.6 Lecture et analyse des façades :

- Mouvement, et dynamisme.
- Des grandes entrées apparentes.
- Panneaux photovoltaïques.
- Base en béton armée Nervures d'acier Toit vitré.

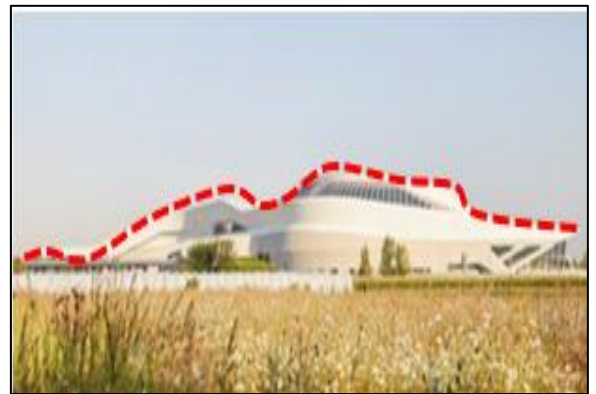


Figure 22: façade de la gare Napoli Afragola
Source : www.archdaily.com



Figure 24 : toiture de la gare Napoli Afragola
Source : www.archdaily.com



Figure 23: grande entré de la gare Napoli Afragola
Source : www.archdaily.com

II.2.7 Lecture et analyse des systèmes constructifs :

La station a été construite comme une base en béton armé qui supporte un hall surélevé de nervures en acier revêtu de Corian avec un toit vitré.

Le béton utilisé dans la gare est une composition spécifique offrant des performances optimales, avec des éléments structurels en béton construits à l'aide de technologies initialement développées lors de la construction du musée MAXXI à Rome : coffrages en bois remplacés par des unités en acier préfabriquées et courbes doubles réalisées avec des coffrages, créé à partir de modèles en polystyrène fraisé CNC.

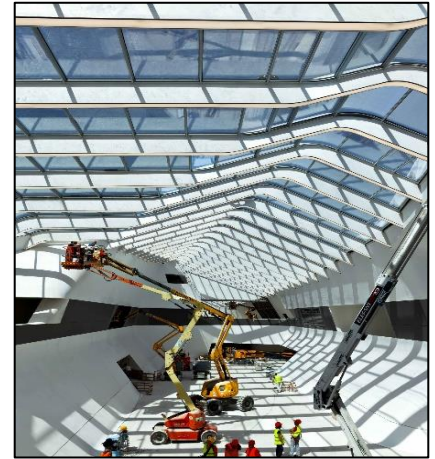


Figure 25: hall de la gare Napoli Afragola
source : www.archdaily.com

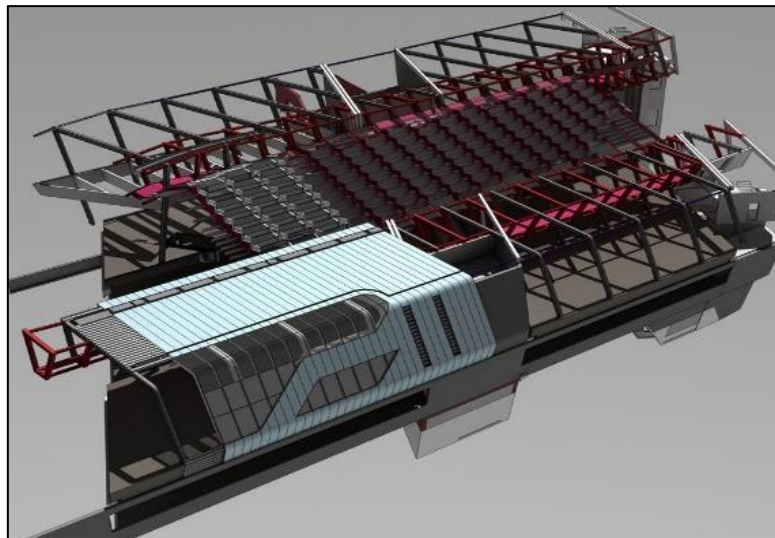


Figure 26: système structurelle de la gare Napoli afragola
Source : www.archdaily.com

II.2.8 Aspects liés à la durabilité :

Le hall principal de la station est orienté de manière à favoriser la durabilité écologique du bâtiment. Des panneaux solaires intégrés dans le toit, combinés à la lumière naturelle et à la ventilation, ainsi que des systèmes de refroidissement / chauffage au sol, permettront à la station de minimiser la consommation d'énergie.



Figure 27: vue sur la toiture de hall de la gare de Napoli
Source : www.archdaily.com

II.3 EXEMPLE 02 : la nouvelle gare TGV de Tanger Maroc

II.3.1 Motivation du choix de l'exemple :

- ✓ Style architectural : Arabo –Islamique.
- ✓ Matérialisation des formes simples.
- ✓ Hall : bien organisé.
- ✓ La façade : utilisation du moucharabieh.
- ✓ L'espace extérieur : grande esplanade aménagée.
- ✓ Technique de ventilation et éclairage.



Figure 28: la nouvelle gare TGV de Tanger Maroc
source: <http://www.formakers.eu/project-785-youssef-melehi-la-gare-lgv-de-tanger>

II.3.2 Fiche technique :

Lieu : Tanger-Maroc.

Bureau d'étude de : YUCEF MELEHI

Inaugurée : le 27 août 2003.

La gare Tanger-Ville comprend :

- Un bâtiment voyageur : bâti sur une superficie couverte de 1 880 m².
- Un centre polyvalent sur deux niveaux : d'une superficie couverte de 2 700 m².

II.3.3 Situation et accessibilité :

La gare est située au centre de la ville prié de carrefour Aljamia Alarabiya, la gare et son quartier sont fortement connectés au maillage et tracé urbain général de la ville de Tanger.

Ainsi un nouveau paysage urbain tenu par la baie de Tanger, lieu à la fois de convergence et de divergence.



Figure 29: situation de la nouvelle gare TGV de Tanger

Source : www.google-earth.com

- Le Projet
- Carrefour Aljamia Alarabiya
- Hôtel Hilton
- Hôtel Ibis
- Hôtel Royal



- Le projet
- Entrée principale
- Voie principale
- Voie secondaire

Figure 30: accessibilité de la gare de Tanger
 source : <http://www.formakers.eu/project-785-youssef-melehi-la-gare-lgv-de-Tanger>

La gare est accessible à travers l'avenue Mohamed VI, et aussi le carrefour Al Jamia Al Arabia qui représente le point de convergence entre les tracés régionaux et nationaux. La gare est intégrée au système de mobilité globale et participe à son développement.

II.3.4 Gènes de projet :

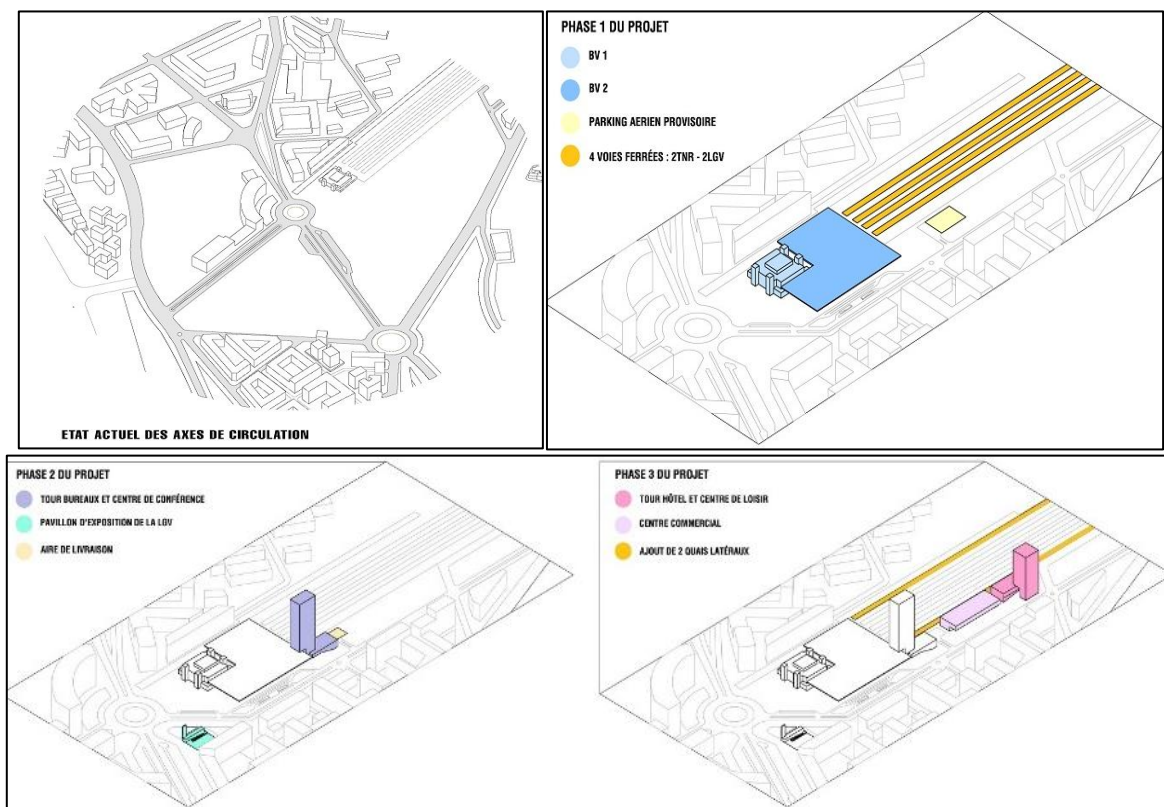
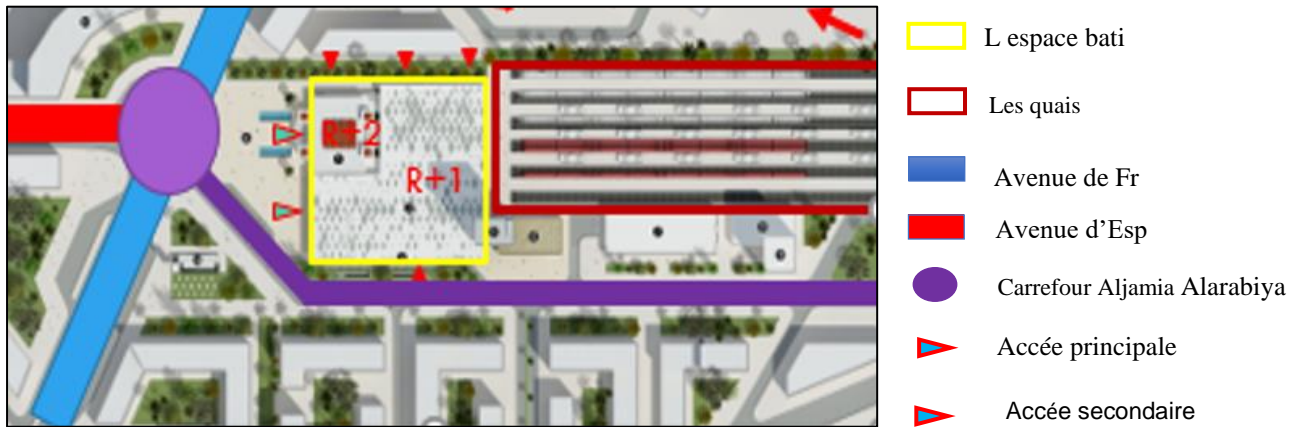


Figure 31: gènes de la nouvelle gare tgv de Tanger
 source : <http://www.formakers.eu/project-785-youssef-melehi-la-gare-lgv-de-Tanger>

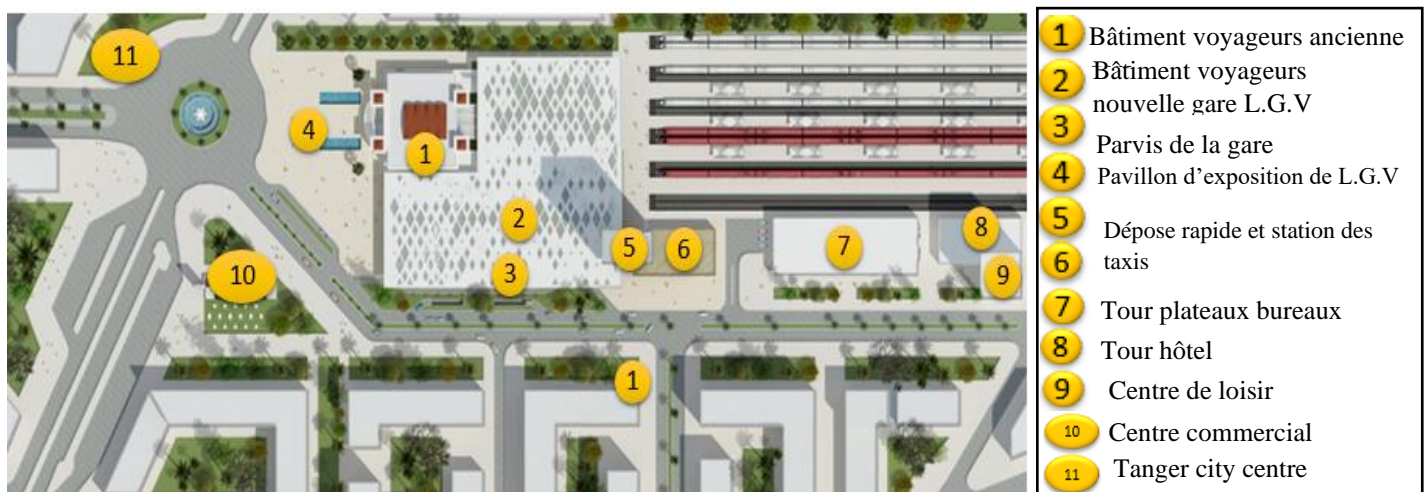
- L'articulation des différentes zones d'activités, et la séparation entre les es zones internes destinés avec et destinés au large public.

- La continuité des liaisons horizontales et verticales.
- Une identification de ces dits éléments comme partie d'un ensemble unique.

II.3.5 Lecture et analyse de plan de masse :



Les différentes composantes de l'espace extérieur :



- La gare plutôt comme un dispositif urbain, catalyseur, procurant une variété de services tout en assurant la pérennité et la qualité de l'activité ferroviaire.
- Une Tour Multiservices, accueillant un centre de conférence, un hall d'exposition et des plateaux bureaux, en continuité avec le nouveau bâtiment voyageur, afin d'intensifier et d'enrichir les usages qu'elle propose.

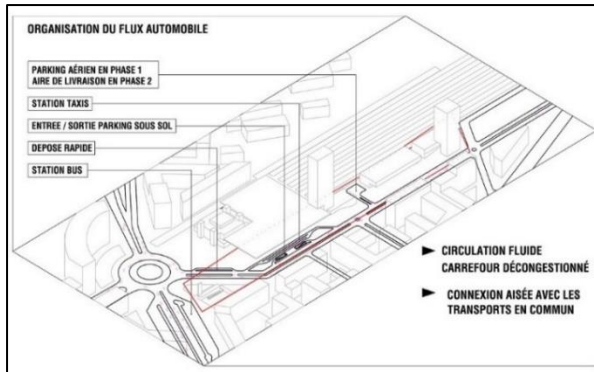


Figure 35: les flux automobiles de la nouvelle gare LGV de Tanger source : <http://www.formakers.eu/project-785-youssef-melehi-la-gare-lgv-de-Tanger>

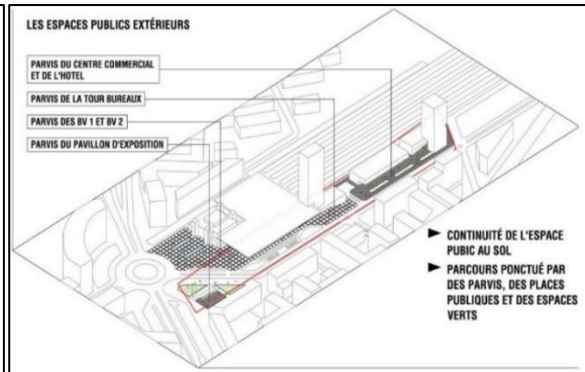


Figure 34: les espaces publics extérieurs de la nouvelle gare LGV de Tanger source : <http://www.formakers.eu/project-785-youssef-melehi-la-gare-lgv-de-Tanger>

Les espaces verts et assurer la qualité des parcours piétons :

- L'optimisation des flux, tracé correct des parcours des divers usages, ainsi que le bon dimensionnement des espaces de circulation.
- Les aires de stationnement, espaces de circulations automobile et dépose rapide sur le côté latéral de la zone d'intervention, articulé avec les axes majeurs.

Analyse de la masse bâtie :

Le bâtiment au voyageur de la nouvelle gare implanté dans le site avec prendre en considération la gare existante et d'établir un lien entre le passé et le futur et inscrire l'opération dans une démarche environnementale et durable.

Analyse de la volumétrie : volume monobloc

- ✓ Emboitement entre deux volumes
- ✓ Volume attractif et monumental et transparent
- ✓ Emboitement entre deux volume tour bureaux et centre de conférence.
- ✓ De basse carré.

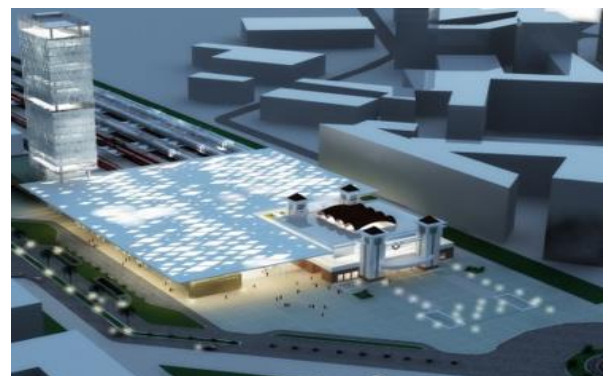


Figure 36: la nouvelle gare LGV de Tanger source : <http://www.formakers.eu/project-785-youssef-melehi-la-gare-lgv-de-Tanger>

II.3.6 Lecture et analyse des plans :

La gare organiser selon un hall d'embarquement abrité les différents services.

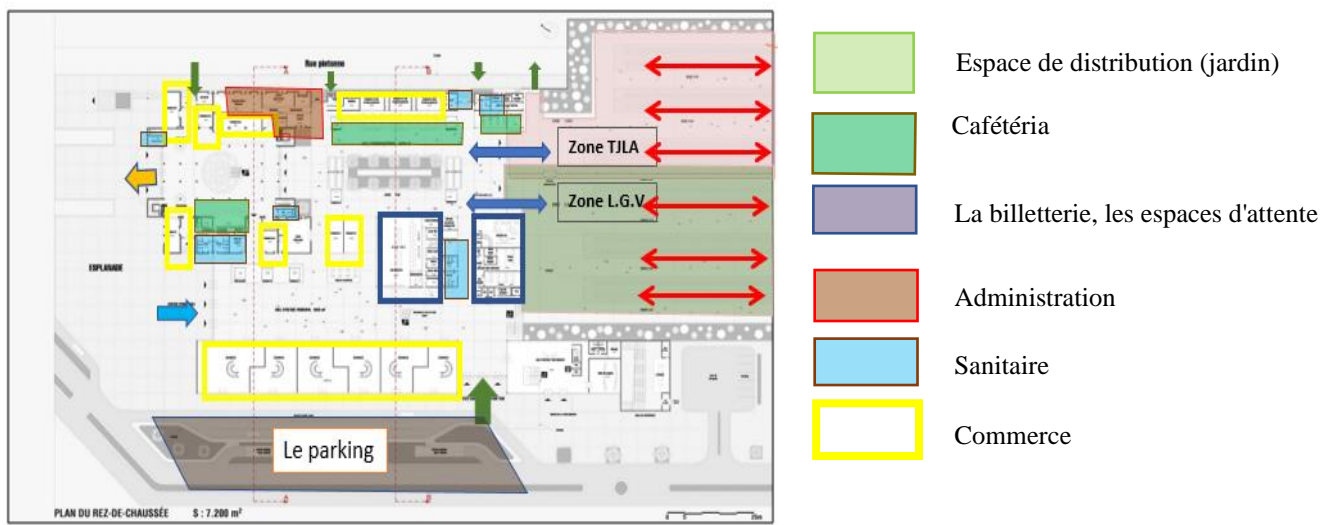


Figure 37: plan RDC de la nouvelle gare de Tanger
 source: <http://www.formakers.eu/project-785-youssef-melehi-la-gare-lgv-de-Tanger>

- Au Rez-de-chaussée sont regroupés tous les espaces liés aux services ONCF et voyageurs, avec notamment la billetterie, l'administration, l'espace multiservices, les espaces d'attente et une partie de la surface commerciale. Ces derniers sont ainsi directement accessibles à partir du parvis et de l'entrée latérale par tous, y compris les personnes à mobilité réduite. Opté pour une architecture transparente et lumineuse pour les espaces destinés au public et des espaces plus intimes et fermés pour ceux dédiés aux services internes ONC, (Office National des Chemins de Fer dans Maroc).

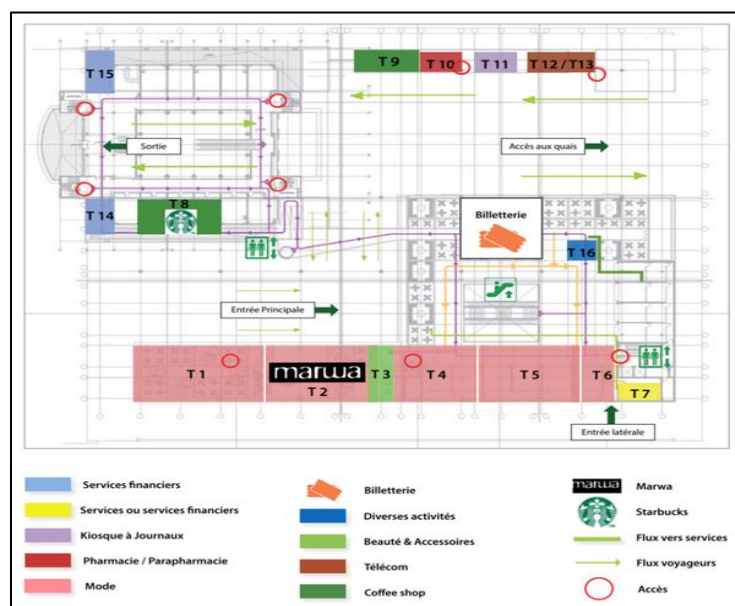


Figure 38: organisation de flux de voyageurs
 Source : <http://www.formakers.eu/project-785-youssef-melehi-la-gare-lgv-de-Tanger>

- Ces derniers occupent des emplacements stratégiques afin d'assurer un bon fonctionnement et contrôle de l'ensemble.



Figure 39: plan d'etage de la nouvelle gare lgv de tanger
 Source : <http://www.formakers.eu/project-785-youssef-melehi-la-gare-lgv-de-Tanger>

- A l'étage, un Food-court surplombe l'espace voyageur et participe à l'animation de l'ensemble gare et centre multifonctionnel.

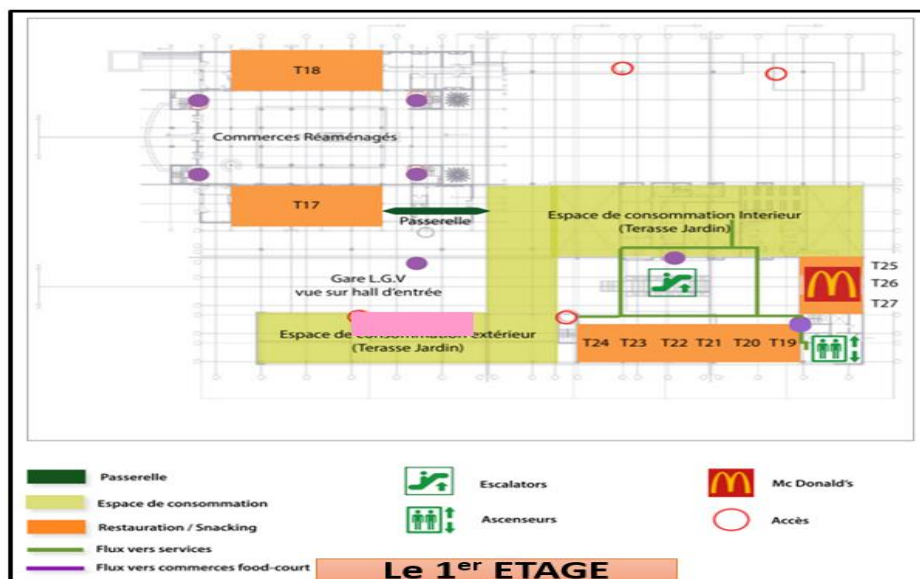


Figure 40: organisation de flux de voyageurs à l'étage
 Source : <http://www.formakers.eu/project-785-youssef-melehi-la-gare-lgv-de-Tange>

- Cet espace voué à la consommation, est un catalyseur économique, source de revenu pour le bon fonctionnement et la maintenance de la gare. Il est facilement perceptible et accessible à partir des entrées principales. D'un point de vue architecturale, il se présente sous deux formes, une partie qui se développe autour des enseignes et qui offre

de larges perspectives sur le Ryad (salle d'embarquement), les quais et le paysage. Une seconde partie, quant à elle, un jardin suspendu qui surplombe le hall d'embarquement et anime de la façade latérale.

- Enfin, à ce même niveau, une connexion avec la tour multiservices à travers un hall d'exposition utilisé à la fois par le voyageur ou le simple visiteur, afin d'assurer la cohérence et la compacité de l'ensemble Gare-Tour.



Figure 42: le jardin de la nouvelle gare LGV de Tanger
 Source : <http://www.formakers.eu/project-la-gare-lgv-de-tanger-melehi-la-gare-lgv-de-Tanger>

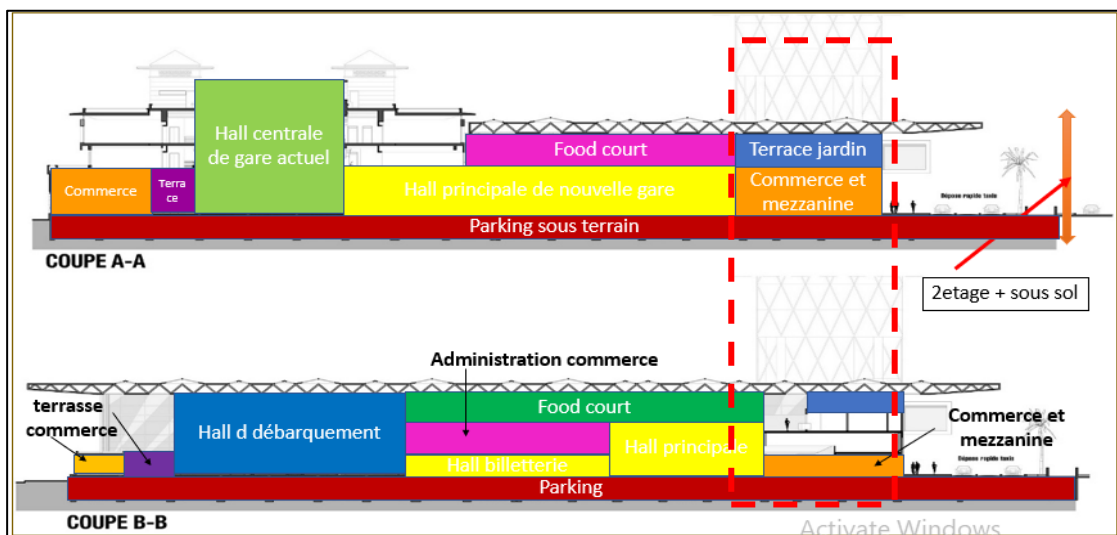


Figure 41: coups de la nouvelle gare LGV de Tanger
 Source : <http://www.formakers.eu/project-785-youssef-melehi-la-gare-lgv-de-Tange>

II.3.7 Lecture et analyse des façades :

- ✓ Décors liés au style architectural de la ville
- ✓ Moucharabié
- ✓ Grande porte remarquable marquée par deux tours.



Figure 43: façade principale de la gare

II.3.8 Lecture et analyse des systèmes constructifs :

- ✓ Un système de structure poteau –poutre en béton armé et Structure métallique
- ✓ Matériaux : béton armé, acier, verre.



Figure 44: système constructifs de la gare de Tangerang
Source : www.formeker.com

II.3.9 Aspects liés à la durabilité :

- ✓ Panneaux
- ✓ Vitrés fermé et ouvrer automatiquement
- ✓ Panneaux
- ✓ Photovoltaïque

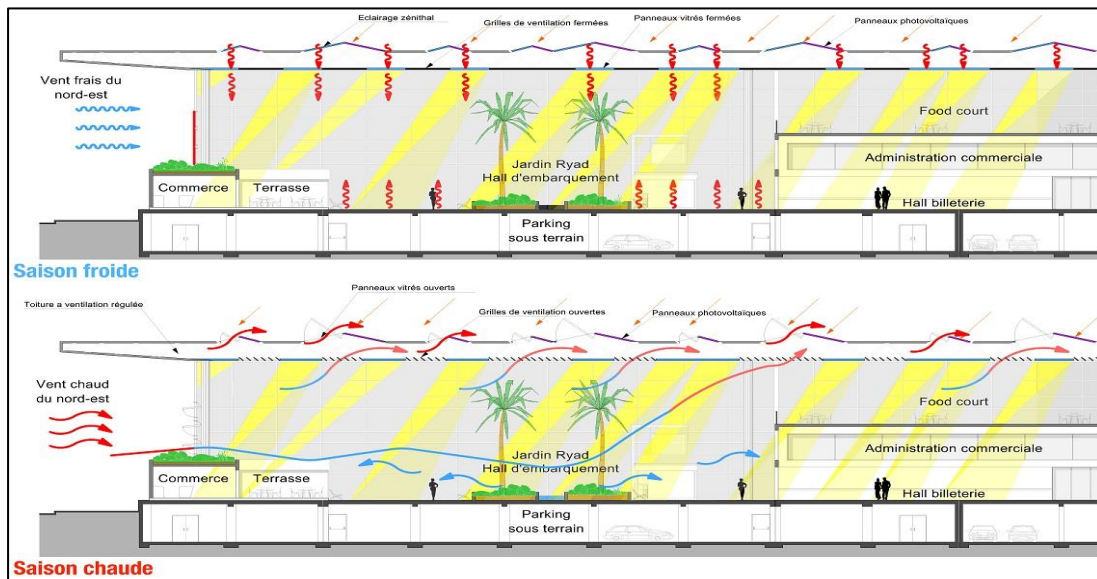


Figure 45: coupe 1 représente les stratégies de la durabilité façade nord-est, sud-ouest
Source : www.formeker.com

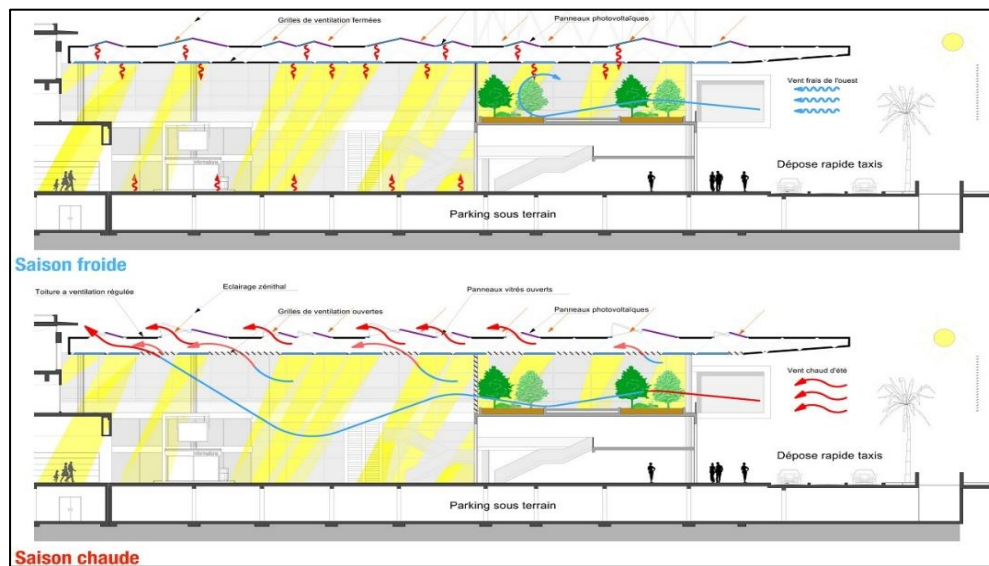


Figure 46: coupe 2 représente les stratégies de la durabilité source : www.formekers.com

II.4 EXEMPLE 03 : LA GARE DE Liège Guillemins

II.4.1 Motivation du choix de l'exemple :

- Forme attractive
- L'organisation des espaces
- Continuité visuelle

II.4.2 Fiche technique :

Lieu : Place des Guillemins à Liège (BE)

Architect : Santiago Calatrava Valls

Maître d'ouvrage : Euro Liège TGV

Réalisation : 2000 - 2009

Coût des travaux : 200 000 000 euros htva

La gare comprend :

- ✓ Le centre des voyageurs (salles d'attente, commerces...).
- ✓ Le niveau des quais.
- ✓ Les deux passerelles transversales au-dessus des voies
- ✓ Deux bassins d'orage enterrés reprennent les eaux des 33 000 m² de toiture.



Figure 47: la gare de liège Guillemins
Source : www. WikiArquitectura.com

II.4.3 Situation et accessibilité :

Le projet situe est un nœud majeur du réseau ferré européen à grande vitesse, elle est située au pied de la colline de Cointe.

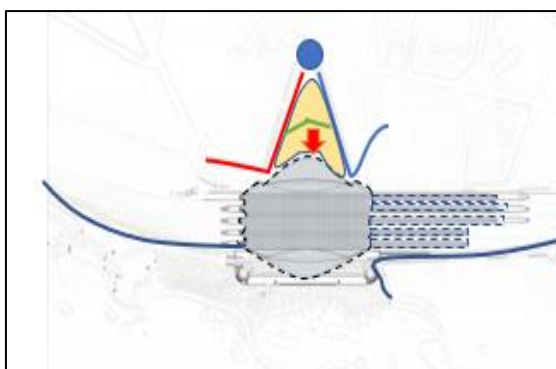


Figure 49: accessibilité de la gare liège Guillemins
Source : www.wikiarquitectura.com

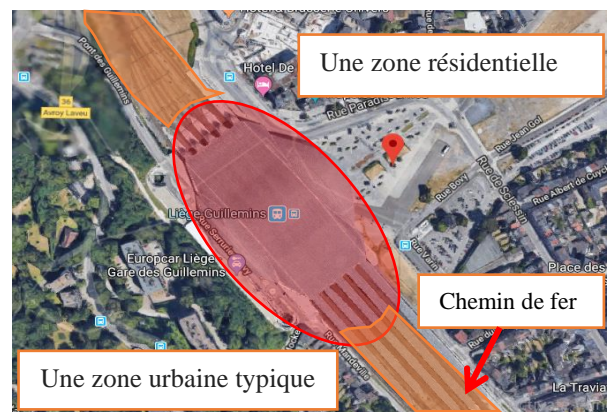


Figure 48: situation de la gare liège Guillemins
source : www.google earth.com

- | | | | |
|---|-----------------|---|-------------------|
|  | Le projet |  | Entrée principale |
|  | Voie principale |  | Voie tertiaire |
|  | Voie secondaire | | |

- La gare accessible côté ville et côté colline à travers voie principale rue de paradis et des vois secondaire et tertiaire.
- La gare devient aussi le trait d'union entre deux quartiers jusqu'ici séparés : celui, résidentiel, de la colline de Cointe et celui, commerçant, des Guillemins et de Fragnée. C'est maintenant à travers la gare que se retissent des liens que l'implantation du chemin de fer avait interrompus.

II.4.4 Lecture et analyse de plan de masse :

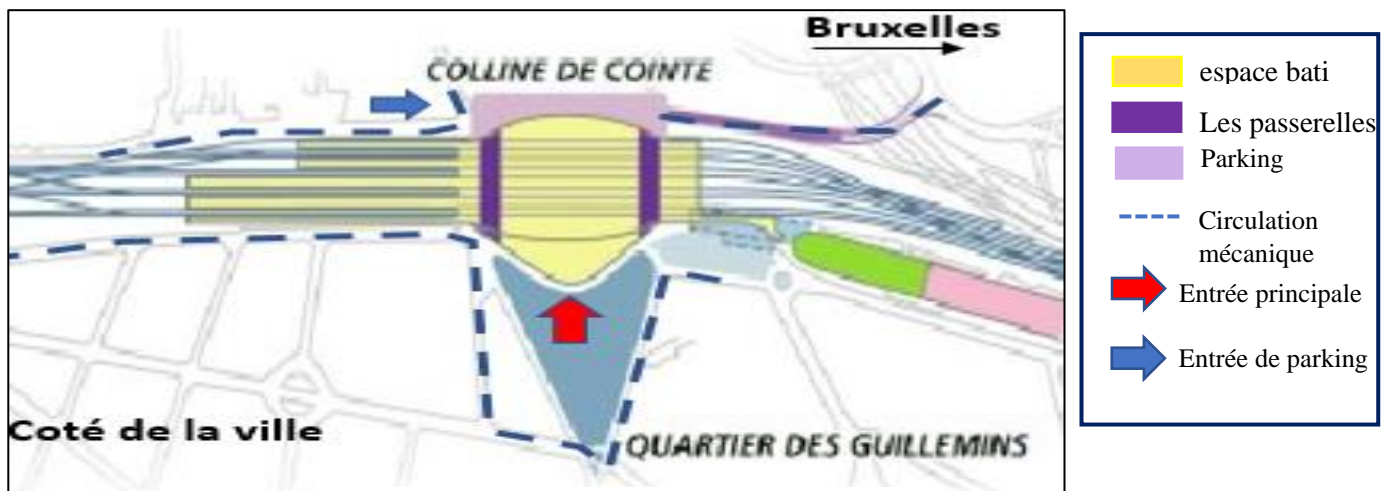


Figure 50: plan de masse de la gare Liège Guillemin
Source : www.wikiarquitectura.com

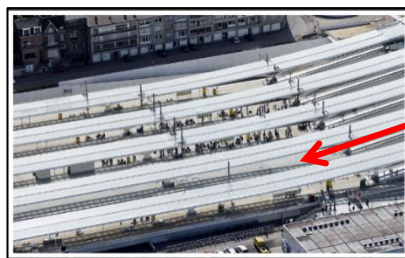


Figure 51: les quais de la gare Liège Guillemin
Source : www.wikiarquitectura.com

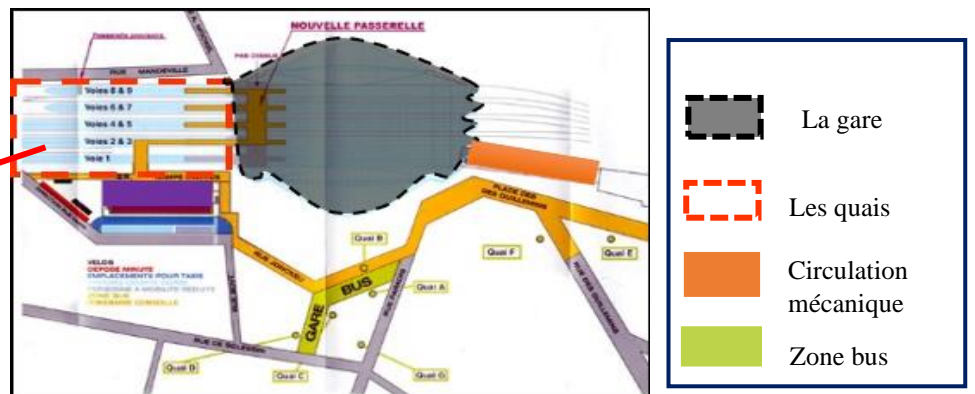


Figure 52: circulation mécanique de la gare Liège Guillemin
Source : www.wikiarquitectura.com

- La gare est équipée de 9 voies (1) et de 5 quais spacieux (8 mètres de large et plus encore pour le premier) et confortables pour assurer la fluidité de l'embarquement/débarquement des voyageurs. Trois d'entre eux, longs de 450 mètres sont dimensionnés pour accueillir les doubles rames des trains à grande vitesse.
- Des ponts séparés par le passé par des voies ferrés relier deux zones.

- Un bâtiment de 200m de large, sans façades, utilisant le toit comme refuge son identité.

Analyse de la volumétrie : le toit comme refuge et son identité. La gare avec un dôme de 200m de long et 35m de hauteur.

Le toit en arc de l'aérogare s'étend sur cinq quais de train de 145 mètres et est prolongé par deux auvents latéraux.



Figure 54: la gare liège Guillemin
Source : www.wikiarquitectura.com

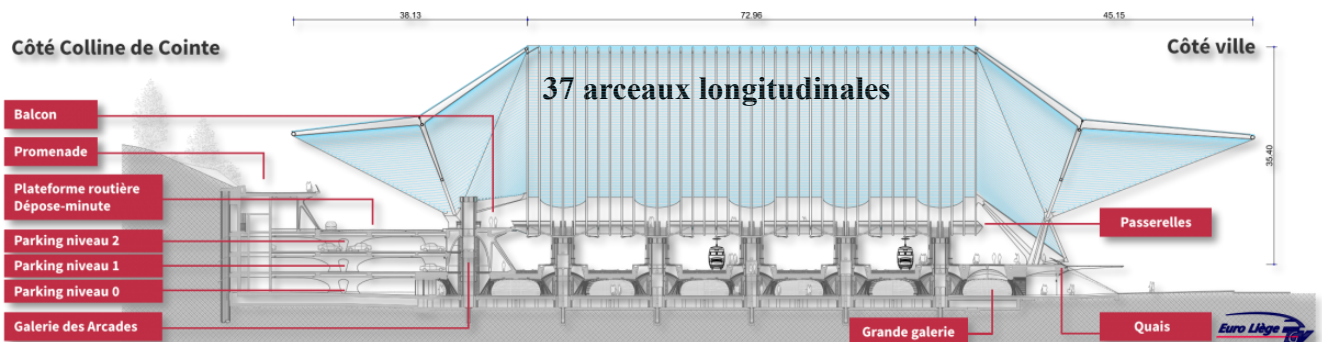


Figure 53: coupe
Source : www.wikiarquitectura.com

II.4.5 Lecture et analyse des plans :

La gare s'organise essentiellement sur trois niveaux :

- ✓ La grande galerie (passage sous voies où se situent le centre de voyage, les espaces commerciaux, le niveau inférieur du parking...).
- ✓ Les quais et le niveau intermédiaire du parking.
- ✓ Les passerelles et la plateforme routière.

Deux passerelles permettent aux voyageurs qui abordent la gare côté colline de Cointe de descendre directement sur les quais.

- **Niveau "Grande Galerie"**

Quand on accède à la gare de Liège côté ville, on entre de plain-pied dans la grande galerie.

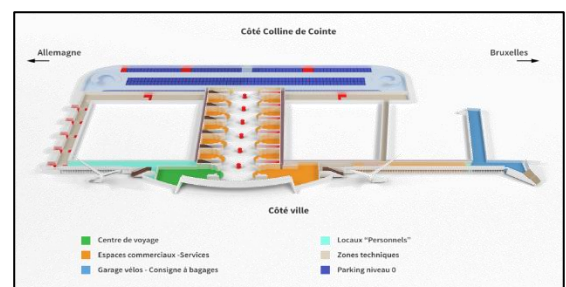


Figure 55: déferent entité au niveau de grand galerie
source : www.wikiarquitectura.com

A gauche, on trouve le centre de voyages et à droite le bar-restaurant. Au-delà, de part et d'autre de l'axe central matérialisé par les ascenseurs : des commerces et des services aux voyageurs.

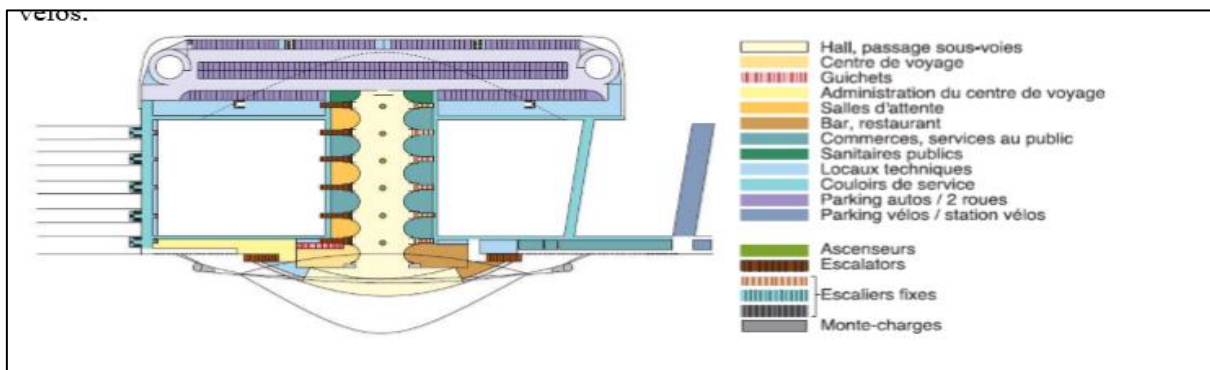


Figure 56: plans de niveau grande galerie source : www.wikiarquitectura.com

Le niveau 0 du parking se situe à l'extrémité de la grande galerie, derrière un mur d'exposition. Depuis la grande galerie, des escaliers fixes, des escalators montants et descendants et des ascenseurs donnent accès aux quais. Venant de la place devant la gare, il est possible de rejoindre directement le premier quai par les escaliers monumentaux qui prennent naissance de part et d'autre de l'entrée ou par des escalators latéraux. Depuis ce quai, il est alors possible d'accéder aux autres quais via l'une des deux passerelles.

A hauteur de la place des Guillemain, on trouve des espaces commerciaux, le garage et l'atelier vélos ainsi que la consigne à bagages.

Le premier quai est également directement accessible via un escalier fixe qui se trouve à son extrémité, dans l'axe de la rue des Guillemain.

• Niveau "Quais" :

A ce niveau, les différentes plateformes d'accès aux trains et le niveau de stationnement moyen.

Les quais sont accessibles au départ du passage sous surplombent.

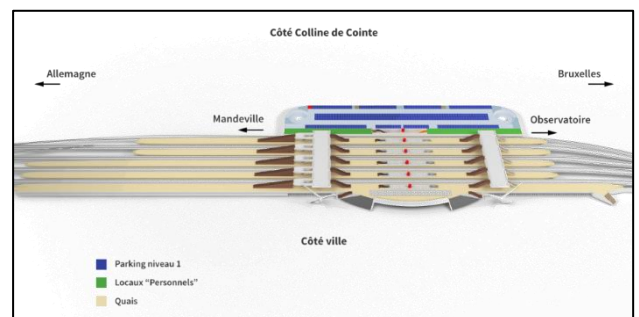


Figure 57: différent entité au niveau des quais Source : www.wikiarquitectura.com

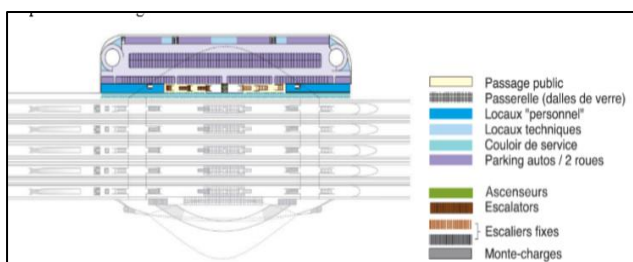


Figure 58: plan de niveau des quais Source : www.wikiarquitectura.com

• Niveau parking 2 :

Au deuxième étage du parking au départ de la plate-forme routière ou encore par l'ascenseur ou les escaliers (fixes ou mécaniques) situés au fond du couloir sous voies ; on trouve également à ce niveau une série de locaux techniques accessibles exclusivement au personnel de la gare.

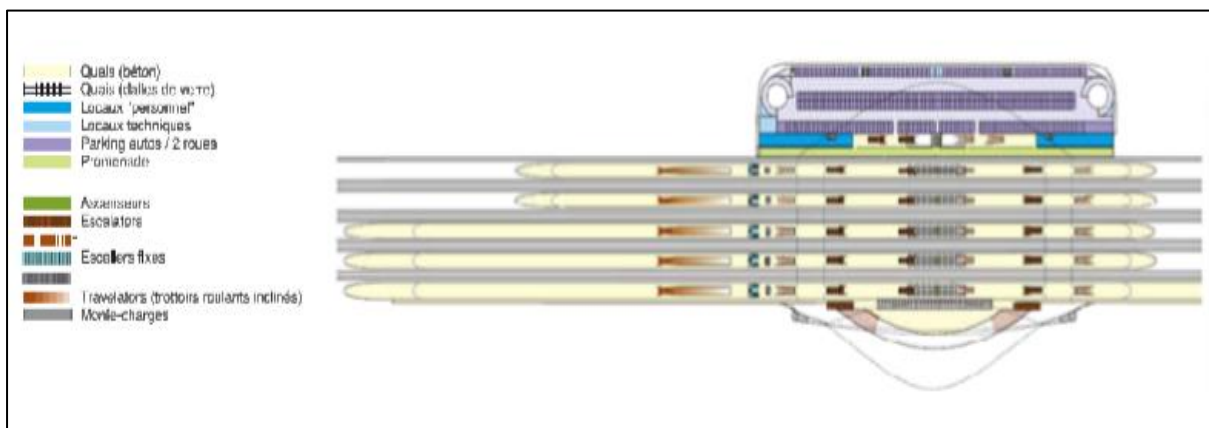
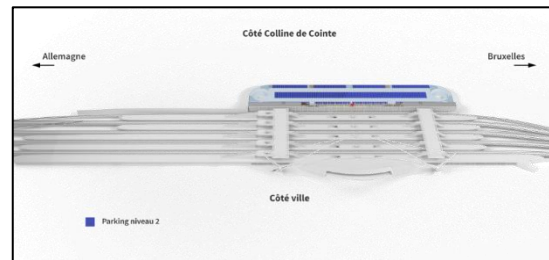


Figure 59: plan de parking niveau 2 source : www.wikiarquitectura.com

• Niveau "Passerelles - Plateforme routière - Balcon" :

Deux passerelles symétriques enjambent les voies et permettent, au départ de la plate-forme routière et de la zone de dépose-minute situées côté colline, de rejoindre les quais via les escaliers fixes ou mécaniques et (trottoirs roulants inclinés).

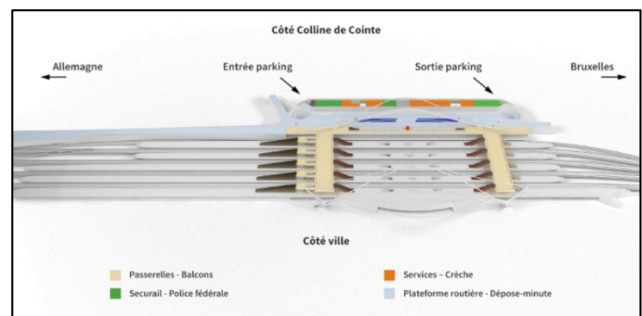


Figure 60: plateforme routière
Source : www.wikiarquitectura.com

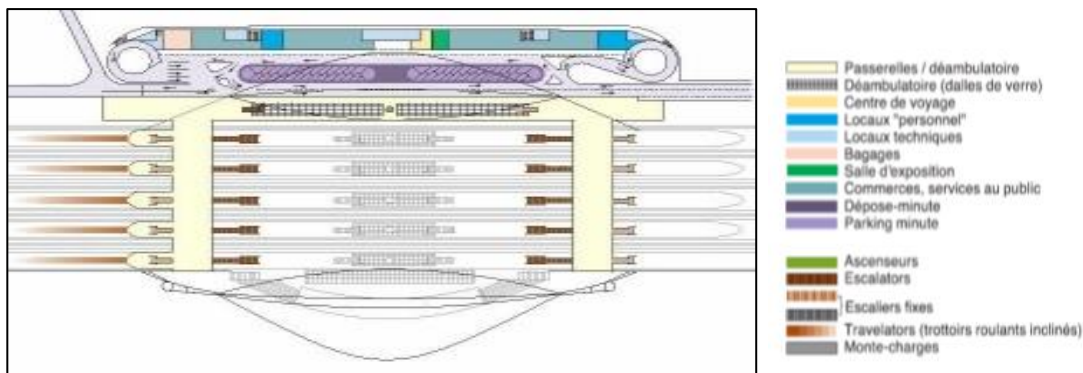


Figure 61: plan niveau passerelles-plateforme routière-balcon
Source : www.wikiarquitectura.com

II.4.6 Lecture et analyse des façades :

Le projet a été marqué par la transparence et le dialogue entre deux quartiers, l'un résidentiel et l'autre urbain.

La station n'a pas de façade au sens classique du terme, la perméabilité ville- station est très fort.

Un terminal passagers construit symétriquement autour d'un axe nord -ouest / sud-est, dont le toit monumental constitue la façade du projet.

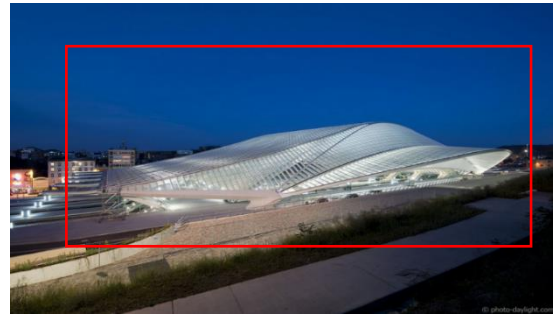


Figure 62: façade de la gare de liège
Source : www.wikiarquitectura.com

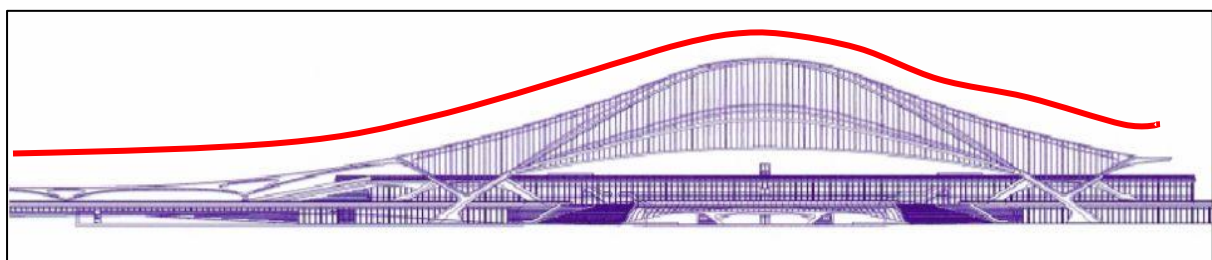


Figure 63: façade principale de la gare de liège
Source : www.wikiarquitectura.com

La transparence caractéristique de la station est obtenue grâce à la voute monumentale construite en verre et acier qui permet une sensation d'interpénétration entre la station et la ville.



Figure 64: la structure de la gare de liège
source : www.wikiarquitectura.com

II.4.7 Lecture et analyse des systèmes constructifs :

- ✓ 39 arches en acier reposent sur deux passerelles soutenues par des pièces métalliques quadruples.
- ✓ L'arcade est constituée d'un tube en acier soudé à chaque extrémité au tube de torsion du pont
- ✓ Des poutres en plaques de béton supportent les plateformes en verre et en tuiles qui apportent la lumière au centre du bâtiment.
- ✓ La station est construite principalement en acier, en verre et en béton. Toutes les structures visibles ont été réalisées en béton blanc.

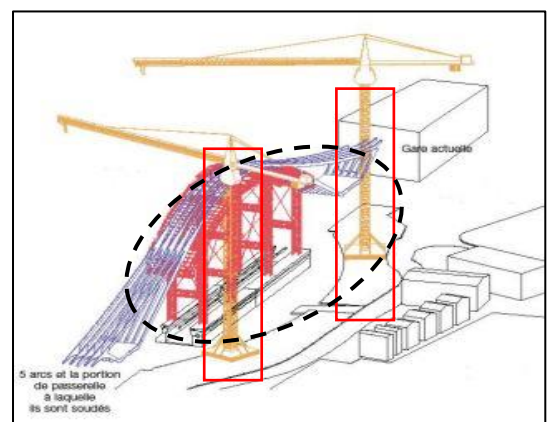


Figure 65: structure de la gare de liège
Source : www.wikiarquitectura.com

- ✓ Les cadres en aluminium et les panneaux de verre son capable de suivre la déformation de la structure, les pistes sont soutenues par des tabliers de pont en caisson.
- ✓ Des poutres en plaque de béton supportent les plateformes en verre et en tuiles qui apportent la lumière au centre de bâtiment.

II.5 EXEMPLE 04 : LA GARE DE Newport

II.5.1 Motivation du choix de l'exemple :

- ✓ Utilisation des marteaux nouveaux ETFE.
- ✓ Deux halls

II.5.2 Fiche technique :

Lieu: Newport, Angleterre

Architect: Grimshaw Architects

Ingénieure de structure : Atkins

Fin du travail : 2010

SURFACE DE PROJET :10 000m²

La gare comprend :

- ✓ Deux forme spirale : présent le hall
- ✓ Des ponts séparés de la gare.

II.5.3 Situation et accessibilité :

- Le projet se situe dans le centre-ville de Newport dans un milieu urbain.
- Newport est coupée en deux par les voies ferrées, La gare est accessible à deux côtés de la ville à travers des accès principales dans chaque moitié de la ville de Newport et elle est articuler avec des moyens du transport urbain.

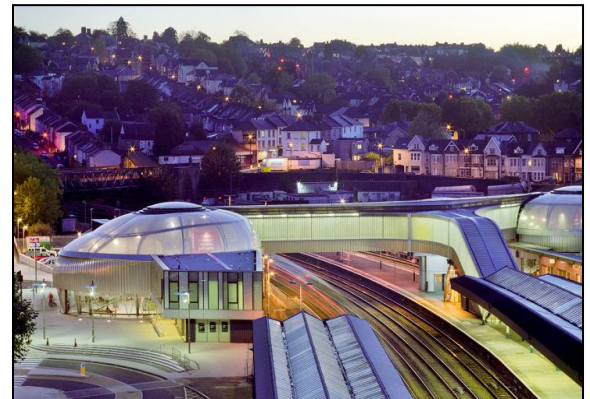


Figure 66: la gare ferroviaire de Newport
source : [www. Archidaily.com](http://www.Archidaily.com)



Figure 67: situation de la gare de Newport
source : www.google.earth.com



Figure 68:accessibilité de la gare de Newport
source : www.google.earth.com

II.5.4 Lecture et analyse de plan de masse :

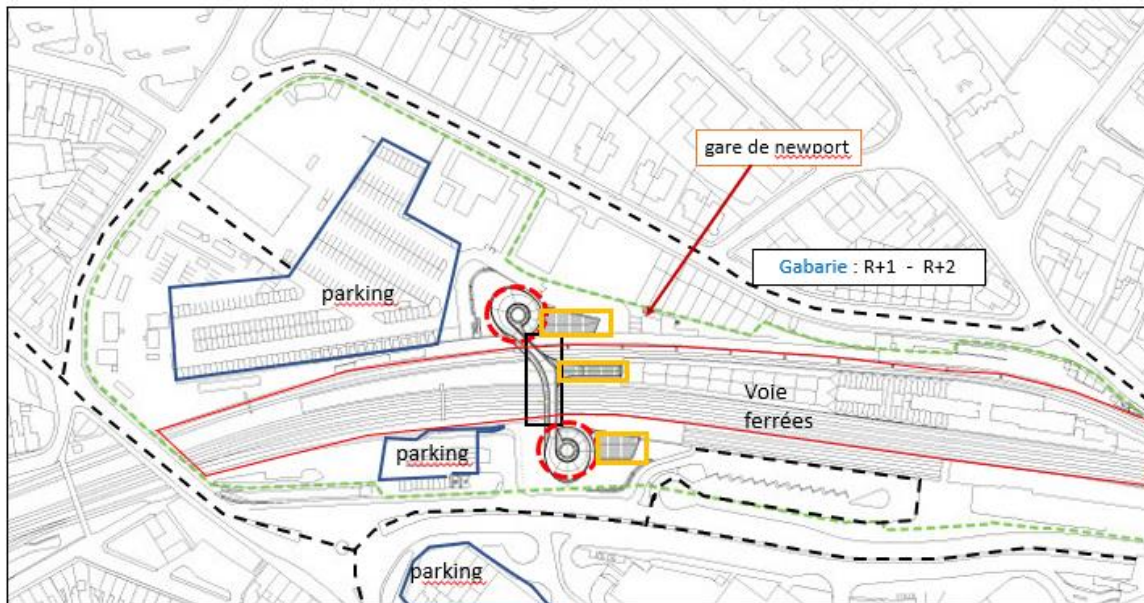


Figure 69: plan de masse de la gare de Newport
Source : extrait de Arch Daily traité par l'auteur

La gare liée entre les cotes côtés disparates de la ville de Newport, qui s'étendait des deux côtés de la voie ferrée, par un hall de chaque côté et un pont pour relier les passagers à la plateforme du milieu.

Plutôt que de créer des ponts séparés de la gare, les allées et les halls sont un bâtiment en spirale continue.

Analyse de la volumétrie : deux forme spirale en forme d'œuf liée avec parcelle en forme fluide.

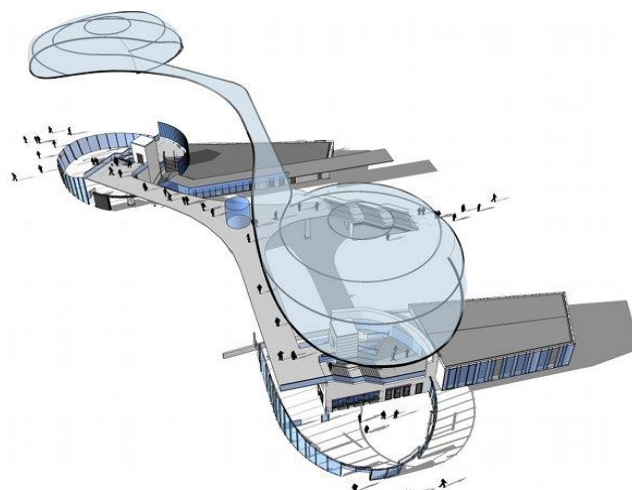


Figure 70: volume de la gare de Newport
Source : www.archdaily.com

II.5.5 Lecture et analyse des plans :

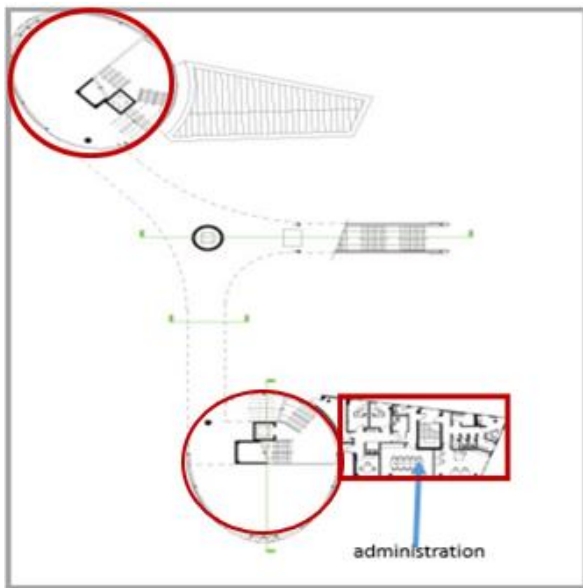


Figure 71: plan de 1er étage de la gare de Newport
Source : www.archdaily.com

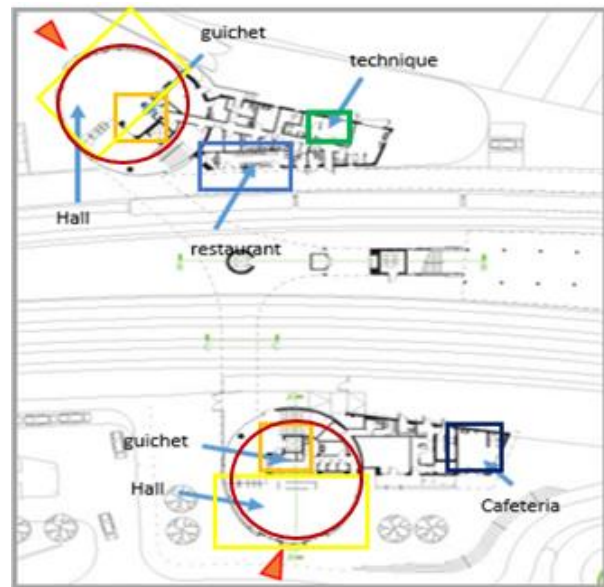


Figure 72: plan de rdc de la gare de Newport
Source : www.archdaily.com

Les installations de billetterie et l'accès à la plate-forme sont logés dans chacune des spirales

Les passerelles, les rampes, les ponts et les guichets se connectent tous de façon transparente pour offrir aux passagers un parcours facilement navigable et intuitif.

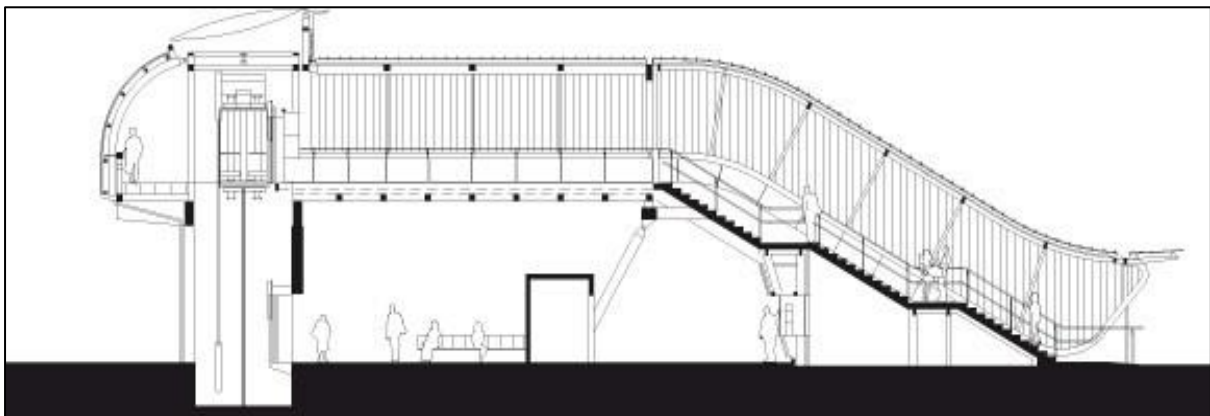


Figure 73: coupe 1 source : www.archdaily.com

II.5.6 Lecture et analyse des façades :

- ✓ Revêtement en aluminium, et de verre et d'une membrane ETFE
- ✓ Les toits en forme de dôme.
- ✓ Continuité visuelle.

II.5.7 Lecture et analyse des systèmes constructifs

- ✓ Structure métallique.
- ✓ Des panneaux préfabriqués.

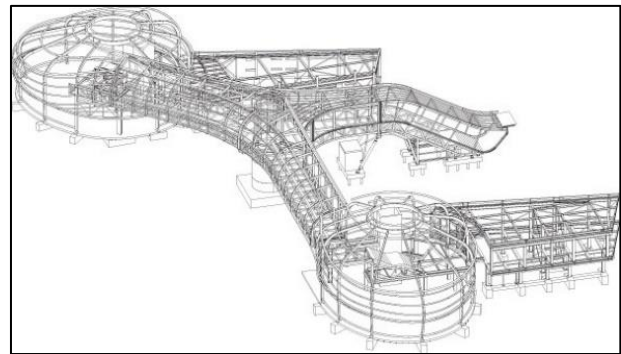


Figure 74: structure de la gare de Newport
Source : www.archdaily.com

II.5.8 Aspects liés à la durabilité :

Afin d'améliorer ses performances environnementales toutes les gare urinent des solutions architecturales et à l'utilisation de technologies susceptibles.

Préchauffage et les louviers de ventilation sur le toit en forme de dôme laisser l'air chaud s'échapper tandis que l'air frais d'en bas est aspiré.

La collecte de l'eau de pluie a été incorporée dans les terminaux nord et sud et l'eau recueillie est stockée dans des réservoirs pour être utilisée dans les toilettes.

Un système souterrain AWADUKT tire de l'air à des fins de préchauffage ou de préchauffage et les louviers de ventilation sur le toit en forme de dôme laisser l'air chaud s'échapper tandis que l'air frais d'en bas est attiré.

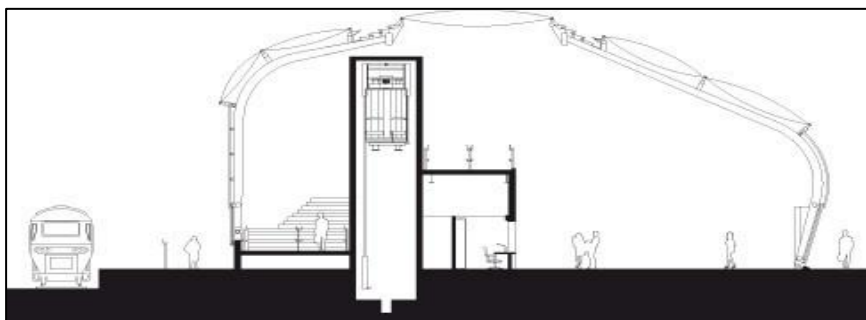


Figure 75: coupe 2

Source : www.archdaily.com

II.6 Synthèse de chapitre :

PROJET	
SITUATION ET ACCESSIBILITE	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Espace ouvert entouré par le tissu urbain articlier avec les moyens de transport urbain
PLAN DE MASSE	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Plusieurs accès afin de faciliter et organiser le flux de voyageur ➤ Les gares possédées un espaces extérieur (accueil de stationnement et de détente et espace de départ pour les trains), les quais ➤ Circulation mécanique limité vers les zones de stationnement
LES PLANS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Le hall d'accueil élément structurent ➤ La hiérarchie des espaces et des fonctions ➤ La continuité visuelle ➤ Création d'une ambiance intérieure avec une lumière naturelle. ➤ Amélioration de la circulation des voyageurs dans la gare et offrir de nouveau espace de service, et moderniser les systèmes d'information au public.
VOLUME ET FAÇADE	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Volume attractif monumentale ➤ Entrée remarquable ➤ Style architectural ➤ Orientation la façade principale a la voie principale pour exposer le projet aux voyageurs ➤ La Transparence, La légèreté ➤ Utilise des Nouvelles techniques structural
LE SYSTEME DURABLE	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Le système (atrium, façade ventilée,) pour assurer la ventilation, vitrage isolons pour protéger a les conductions climatiques ➤ Utilisation des matériaux nouveaux (ETFE)

CHAPITRE CONTEXTUEL

III.1 Introduction :

Le contexte de l'environnement exerce une influence sur le projet, Il faut donc choisir le meilleur endroit possible pour s'installer, A travers cette chapitre on va récolter et analyser des informations sur la ville de Djelfa y compris le site d'intervention, Et identifier les variables présentes dans le contexte susceptible d'influencer la conception du projet. Pour intégrer notre projet dans son contexte environnemental et son milieu urbain.

III.2 VOLET 01 : ETUDE DE LA VILLE DE DJELFA

III.2.1 Présentation générale de la ville Djelfa :

III.2.1.1 Situation géographique et astronomique :

La ville de Djelfa est située dans la partie centrale de l'Algérie du Nord au-delà des piémonts Sud de l'Atlas Tellien en venant du Nord, elle est le chef-lieu de Wilaya de Djelfa et à 300 kilomètres au Sud de la capitale. Elle est comprise entre 2° et 5° de longitude Est et entre 33° et 35° de latitude Nord et 1185 m d'altitude.



Figure 76: situation de la ville Djelfa
Source : google earth pro

III.2.1.2 Accessibilité de la wilaya :

La ville de Djelfa est considérée comme un carrefour très important.

- Nord-Sud et Est-Ouest La R N 1 : reliant Alger au sud du pays passant par Djelfa.
- La R.N 46 : reliant Djelfa à Boussaâda, Biskra au Sud-est et Sétif au Nord-est
- C.W 189 : reliant Djelfa à Moujebara au Sud-est.
- C.W 164 : reliant la ville à Charef à l'ouest La nouvelle voie ferrée en cour de réalisation Djelfa- Laghouat/ Djelfa R Boughazoul- Chlef



Figure 77: accessibilité territoriale de la ville de Djelfa
Source : google earth

III.2.2 Aperçu historique de la ville Djelfa :

A. Tissu urbain de la ville en 1868 :

L'édification du 1er bastion comme un centre de communication et de fourniture et des maisons commencent à se multiplier à proximité de la route numéro 1. Et découpé par 3 rues transversales qui découpent le quartier en 16 Ilots.

B. Tissu urbain de la ville en 1883 :

L'édification d'une enceinte entourant toute la ville avec quatre grandes portes pour la protection de la ville contre « les indigènes », ces portes portaient les noms : porte d'Alger, Porte de Laghouat, porte de Boussaâda, porte de Charef.

Réalisation de plusieurs maisons pour les colonisateurs et pour les commerçants.

C. Tissu urbain de la ville en 1974 :

Démolition de l'enceinte entourant la ville et Progression du tissu urbain dans tous les sens (apparition des lignes de croissance) Apparition de petites unités industrielles 1974.

III.2.3 Les données climatiques :

Sur le territoire Algérien quatre zones sont distinguées (A.B.C et D). La ville de Djelfa est classée selon le DTR dans la zone climatique C : Elle comprend les hauts plateaux entre l'Atlas Tellien et l'Atlas Saharien.



Figure 78: la ville de Djelfa en 1868
Source : PDAU de la ville de Djelfa



Figure 79: la ville de Djelfa en 1883
Source : PDAU de la ville de Djelfa



Figure 80: la ville de Djelfa en 1883
Source : PDAU de la ville de Djelfa

Le climat de la ville de Djelfa est semi-aride à tendance continentale, avec des hivers rigoureux et des étés chauds et secs. La ville de DJELFA est située à 1185 m d'altitude ce qui fait varier les phénomènes climatiques.

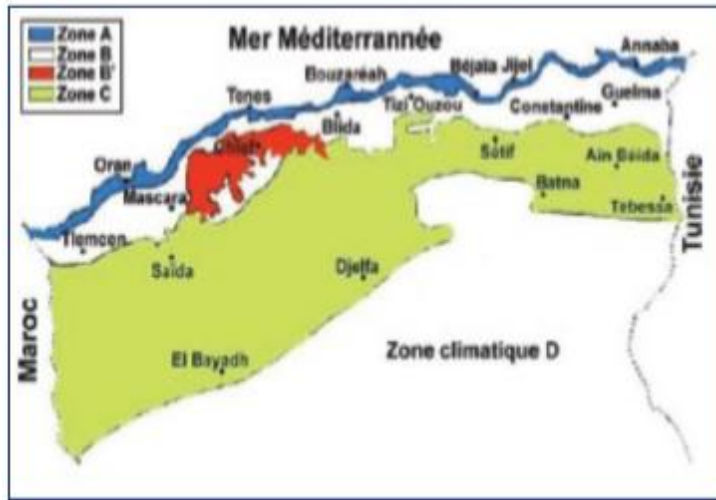


Figure 81: carte climatique de l'Algérie
Source : www.mem-algeria.org

a) Température

La saison très chaude : mois (juillet et aout) avec une température quotidienne moyenne maximale supérieure à 34,5°C. Et minimale de 18,5 °C. La saison fraîche : mois (novembre, décembre, janvier, février et mars), avec une température quotidienne moyenne maximale inférieure à 15 °C. Avec une température moyenne minimale de 0 °C

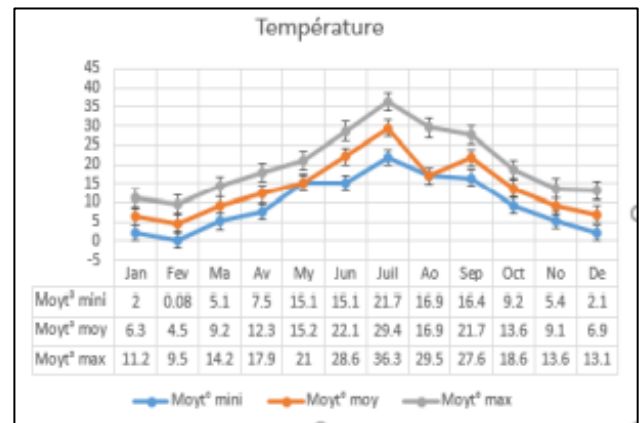


Figure 82: graphe représente la température de la ville pour l'année 2018.
Source : station météorologique de la ville de Djelfa

b) Humidité

Est essentielle pour l'interprétation de la température, elle a des valeurs inverses par rapport la température. On enregistre la valeur 75% durant le mois de janvier par contre durant l'été il y'a que 26%.

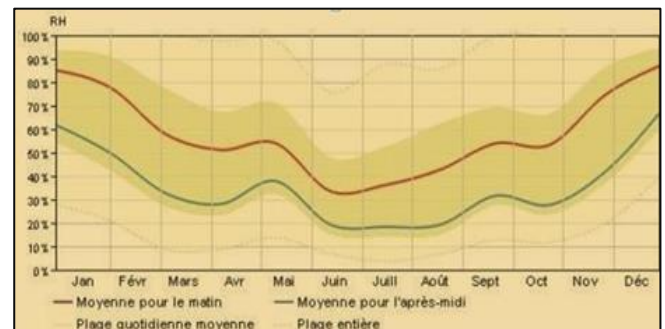


Figure 83: graphe représente l'humidité de la ville de Djelfa.
Source : Autodesk insight

c) Précipitation :

• **Pluie :**

La période pluvieuse de l'année dure 9,8 mois, du 17 août au 11 juin, avec une chute de pluie d'au moins 13 millimètres sur une période glissante de 31 jours. La plus grande accumulation de pluie a lieu au cours des 31 jours centrés aux alentours du 26 mars, avec une accumulation totale moyenne de 28 millimètres.

La période sèche de l'année dure 2,2 mois, du 11 juin au 17 août. La plus petite accumulation de pluie a lieu aux alentours du 22 juillet, avec une accumulation totale moyenne de 5 millimètres.

• **Gelée blanche et neige :**

La quantité de neige sur une période glissante de 31 jours à Djelfa ne varie pas considérablement au cours de l'année, restant à 1 millimètre de 1 millimètre tout au long de l'année. La période des gelés blanches observées est de (40) à (60) jours selon les zones. Les enneigements signalés sont saisonniers. L'enneigement moyen est de 04 à 13 jours par ans.

d) Les vents :

Les vents dans ville de Djelfa sont caractérisés par leur intensité et leur fréquence. Les vents les plus fréquents sont ceux d'orientation Nord-Ouest En hiver, sous l'effet des hautes pressions atmosphérique on a prédominance des vents pluvieux, et Sud-Est des vents secs et chauds soufflant et ramenant des pluies orageuses et plus fréquentes pendant le mois de juillet.

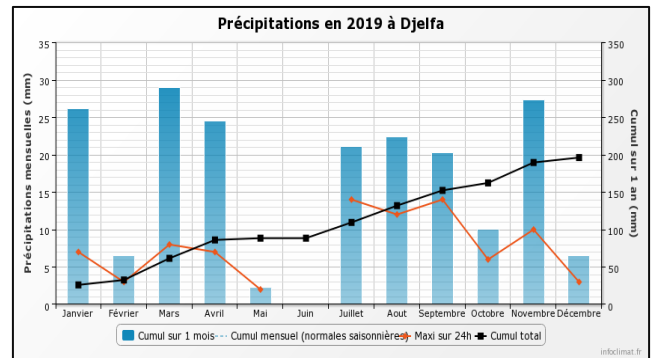


Figure 84:précepitation de la pluie de la ville de Djelfa. En 2019
Source : statistique climatologique de la station météorologique de la ville

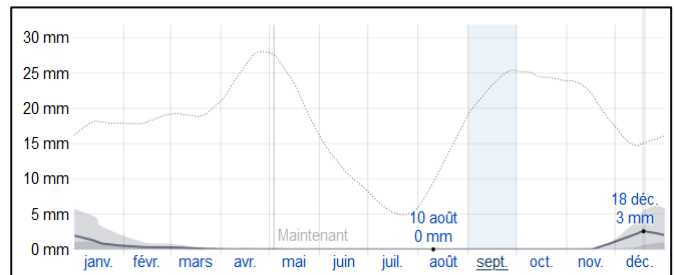


Figure 85: graphe représente la chute de neige mensuelle moyenne mesurée en eau.
Source : www. weatherspark.com

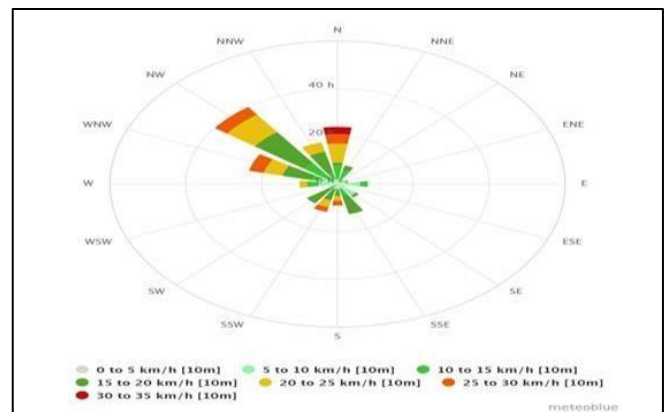
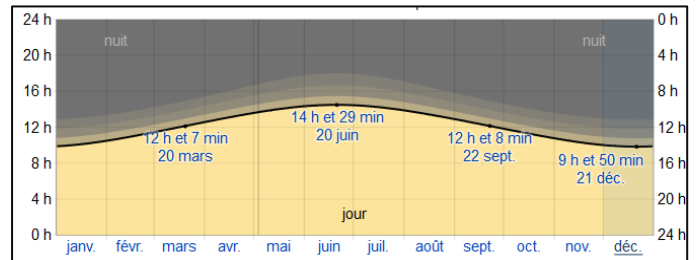


Figure 86:rose des ventsde la ville de djelfa pour lanné 2018
Source <https://www.meteoblue.com>

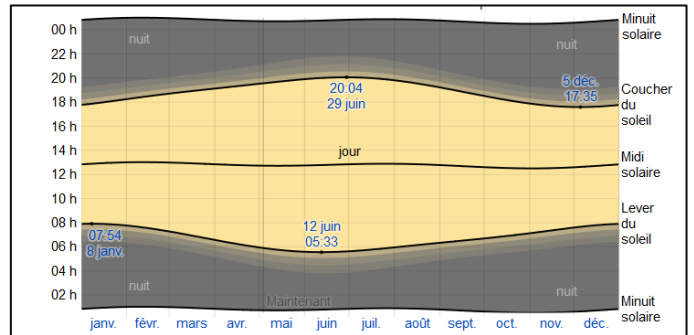
e) **Ensoleillement**

➤ La longueur du jour à Djelfa varie considérablement au cours de l'année. Comme le montre la figure ci-dessous, le jour le plus court est le 21 décembre, avec 9 heures et 50 minutes de jour ; le jour le plus long est le 20 juin, avec 14 heures et 29 minutes de jour.



1.1.1 Figure 87: Heures de clarté et crépuscule de la ville de Djelfa en 2019
Source : www.weatherspark.com

➤ Le lever de soleil le plus tôt a lieu à 05 :33 le 12 juin et le lever de soleil le plus tardif a lieu 2 heures et 21 minutes plus tard à 07 :54 le 8 janvier. Le coucher de soleil le plus tôt a lieu à 17 :35 le 5 décembre et le coucher de soleil le plus tardif a lieu 2 heures et 28 minutes plus tard à 20 :04 le 29 juin.



1.1.2 Figure 88: Lever du soleil et coucher du soleil avec crépuscule de la ville de Djelfa en 2019
Source : www.weatherspark.com

f) **Diagramme psychrométrique de la ville de Djelfa :**

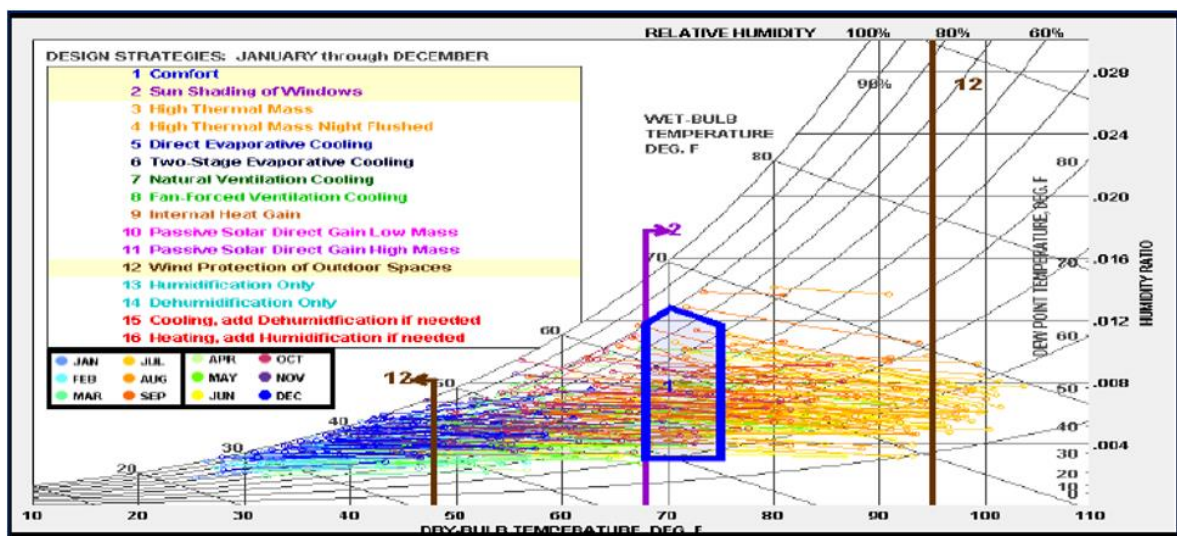


Figure 89: Le diagramme stéréographique de la région de Djelfa par mois.
Source : programme climat consultant 6.0

Le diagramme psychrométrique de Givoni (figure 15) détermine les besoins du confort thermique, afin d'établir des solutions adéquates, pour rattraper les Conditions de confort.

D'après le diagramme Bioclimatique de GIVONI établi pour la ville de Djelfa on a constaté que 8 mois de l'année se situent dans la zone de sous-chauffe, qui signifie que les conditions de confort n'ont pas acquis sans faire appel à un système de chauffage et deux mois de surchauffe ou le confort est atteint avec une simple ventilation naturelle et on a trouvé juste 02 mois de confort.

III.3 VOLET 02 : Analyse de site

III.3.1 Motivation de choix de site :

- Le site choisi est réservé (programmé) à la gare ferroviaire
- Le site est situé à l'extrémité de la ville.
- Le site est articlier par des moyen de transport urbaine. (Gare routière).

III.3.2 Situation de site :

- Le terrain est situé sud-est la ville de Djelfa proximité du nouveau contournement routier de la ville .
- Le terrain choisi se situe à l'extrémité de la ville entouré par une forêt, articulé par la gare routière (voir figure 18).



Figure 90:situation de la gare ferroviaire par rapport de la ville de Djelfa

Source : google earth

III.3.3 Présentation du terrain :

Le terrain est programmé d'accueillir la nouvelle gare ferroviaire de la ville de Djelfa.

- Surface :43790 m².

- Forme : rectangulaire.

III.3.3.1 Accessibilité de site :

- Le site est accessible à travers la ligne de Moudjbara.

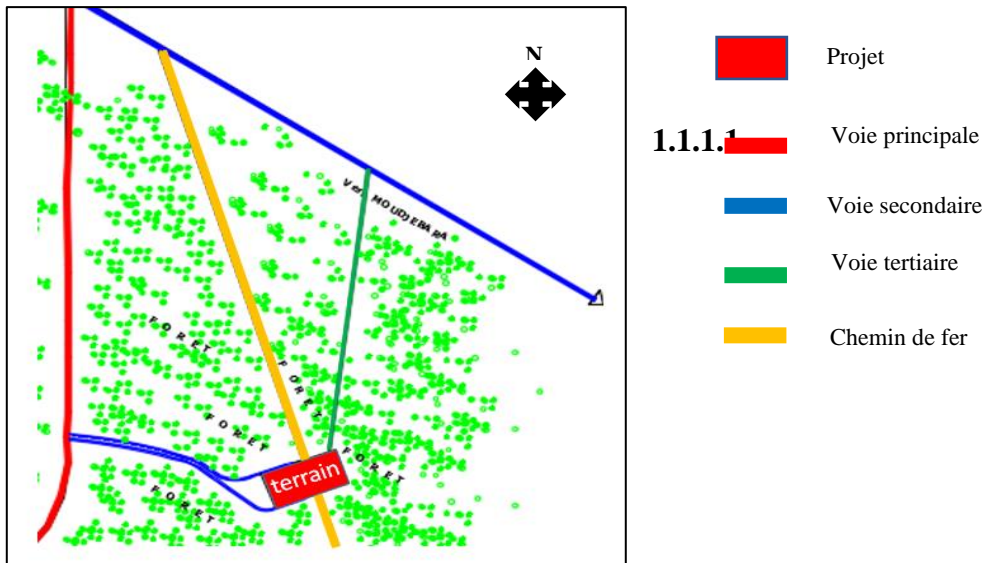


Figure 91: accessibilité de projet

Source : extrait de google earth traité par l'auteur

III.3.3.2 Les limites du terrain :

Le terrain est entouré par une forêt.



Figure 92: les limites de terrain

Source : pos traité par l'auteur

III.3.3.3 Dimensions et morphologie du terrain :

Le terrain a une forme rectangulaire, d'une surface de 4790m² ; avec une longueur de 300m, et une largeur de 145m.

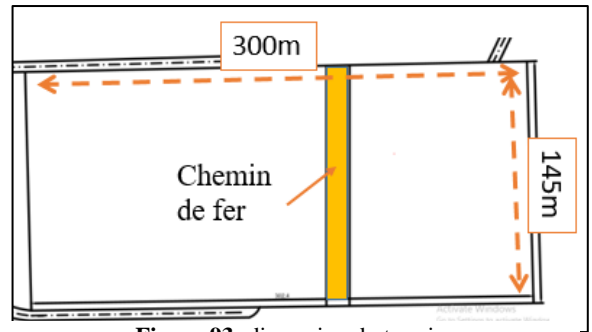


Figure 93: dimension du terrain

Source : pos traite par l'auteur

III.3.3.4 Topographie :

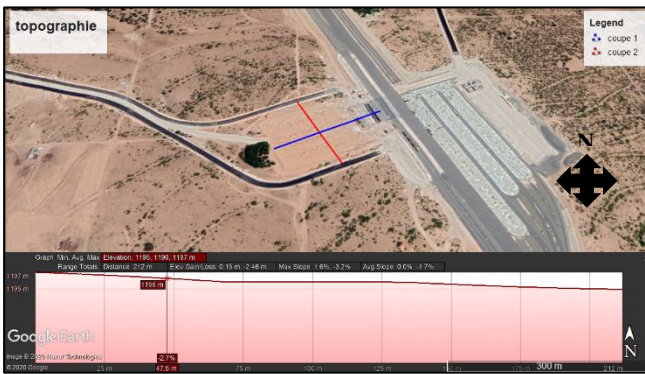


Figure 95: coupe 1

Source : Google earth traité par l'auteur

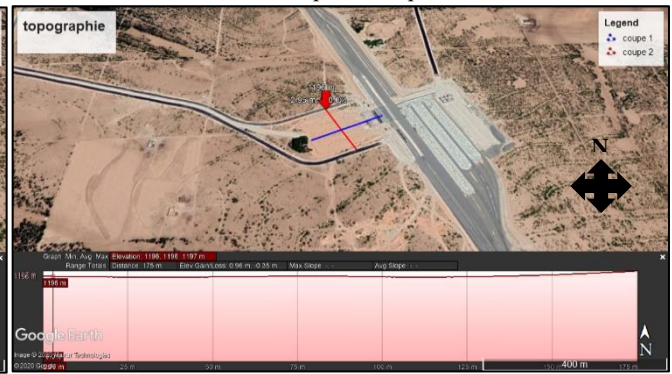


Figure 94: coupe 2

Source : google earth traité par l'auteur

- **Coupe 1** : $(2/300)100=0.66\%$
- **Coupe 2** : $(1/145)100=0.68\%$

- D'après les graphes des coupes, la pente varie de 0.66 à 0.68%, donc on peut considérer le site comme étant relativement plat.

III.3.4 Etude climatique :

- **Etude de l'ensoleillement et de l'ombre portée sur le terrain :**

Le site est entouré par une forêt (les arbres avec faible hâteur) donc le bien ensoleillé et exposé à toutes les conditions climatiques donc l'exploitation le maximum aux rayons solaires et à la lumière uniforme est un atout pour le site.

- **Etude des vents :**

Naturellement : les arbres du foret avec une faible hâteur il participe un peux dans la déviation

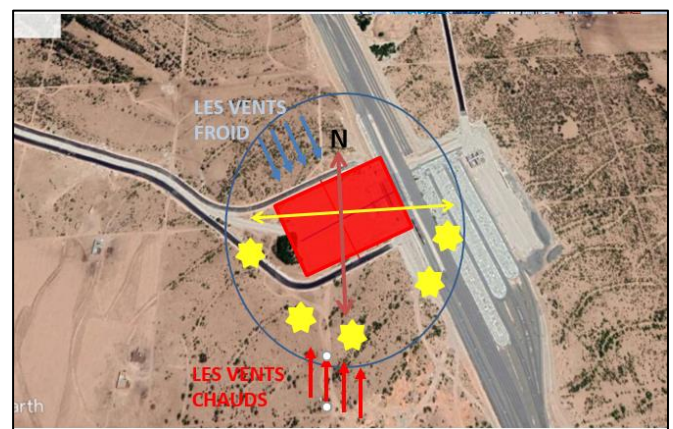


Figure 96: étude climatique de terrain

Source : Google earth traité par hauteur

des vents, ils ne peuvent constituer une protection contre les vents. Donc est exposé aux vents.

III.4 Synthèse :

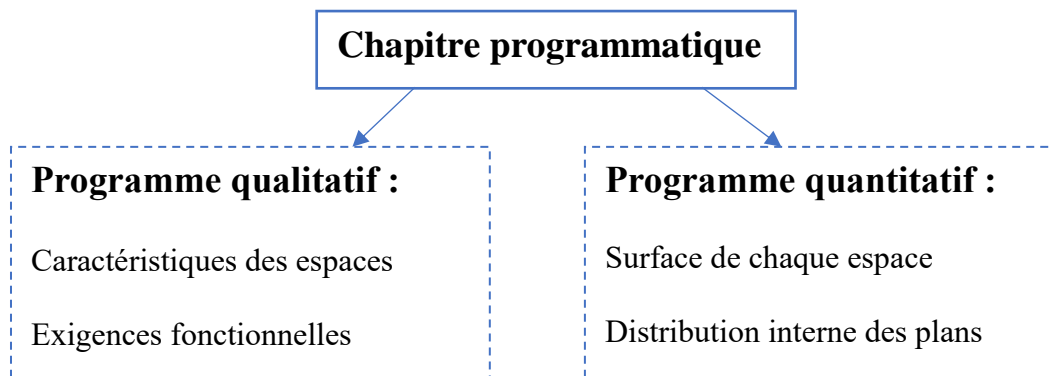
A travers l'analyse des données climatiques de la ville de Djelfa nous permet de constater que : La durée la plus longue de l'année (Novembre jusqu'en avril) c'est la saison d'hiver. Dans la conception d'une gare ferroviaire, on va travailler sur le chauffage des locaux plus que le refroidissement, à travers des systèmes solaires et géothermique passifs, aussi :

- Doit prendre les ressources naturelles pour produire l'énergie renouvelable.
- Réduire sa consommation et améliorer le cadre de vie selon les données climatiques.
- La forme de l'enveloppe doit être compacte et fluide et s'adapte aux conditions climatiques.
- En doit adapter une enveloppe isolée, de forte inertie, afin de minimiser les pertes d'énergie.
- Capturer de l'énergie solaire en hiver par des baies vitrées qui seront protégées pendant la période estivale.
- Exploiter les vents pour renouveler l'air intérieur.
- Système de récupération de l'eau pluviale.

CHAPITRE PROGRAMMATIQUE

IV.1 Introduction :

La démarche d'établir le projet d'architecture doit reposer sur un ensemble de paramètres qui constituent autant d'outils conceptuels auxquels l'architecte n'hésite pas à faire appel lors du processus conceptuel. Cette partie a pour objet de représenter le programme élaboré pour répondre aux exigences citées dans l'approche thématique afin de maîtriser la qualité des espaces ainsi que leur agencement.



IV.2 Principes d'élaboration du programme d'une gare ferroviaires :

La gare est donc à la fois :

1. Comme un élément de la chaîne du voyage:

Elle implique la mise en place de tous les services liés au transport d'accueil (vente de billets, information, réservation...) avec une exigence d'efficacité optimale de ces mêmes services. La création de cheminements et parcours pour les voyageurs, simples, rapides et efficaces sont indispensables pour le bon fonctionnement de la gare et doivent permettre le passage aux autres modes de transport.

2. Comme un centre de services :

La gare comme centre de vie dans la ville, ouverte, incite à renforcer de plus en plus les fonctions de services qui ne sont pas nécessairement liées au voyage. L'évolution des gares a suivi celle des mœurs et des demandes de plus en plus exigeantes en matière de qualité et d'efficacité des services.

3. Comme un élément de confort :

La gare est un équipement public très important dans la ville de par son utilisation permanente où les gens vont vivre une tranche de leur existence, c'est pour cela que l'on doit s'y sentir bien. Elle doit être agréable à vivre, offrir une ambiance chaleureuse, conviviale, confortable, accueillante et protectrice. Un lieu de rêve, d'évasion et d'émerveillement. Et ceci ne peut se traduire que par des espaces lisibles, clairement organisés, parfaitement identifiés, offrant à l'usager une liberté maximale dans le choix de son propre scénario. Les espaces de la gare doivent être parfaitement aménagés, avec un mobilier répondant aux attentes des usagers, que ce soit pour les situer dans le temps comme dans l'espace, ou bien encore comme support de confort dans l'attente du voyage avec la mise en interaction du son et de la lumière.

III.5 Programme de base d'une gare ferroviaire :

- **L'aire urbaine** : Elle constitue le prolongement de la ville dans la gare.
- **L'aire commerciale** : Regroupe les services intéressant la préparation du voyage.
- **L'aire commerciale « départ immédiat »** : Intéresse les voyageurs en transit rapide, pour qui des informations utiles sont nécessaires pour un embarquement imminent.
- **L'aire de départ** : Doit permettre l'accès rapide et direct vers les trains.
- **L'aire d'arrivée** : Favorise le transit du train vers la ville et aussi la correspondance de train à train.

III.6 Les Fonctions d'une gare ferroviaire :

Après avoir proposé un programme d'une gare, on a pu tirer les fonctions invariantes, qu'on va détailler par la suite, en fonction des besoins de notre projet et de notre site.

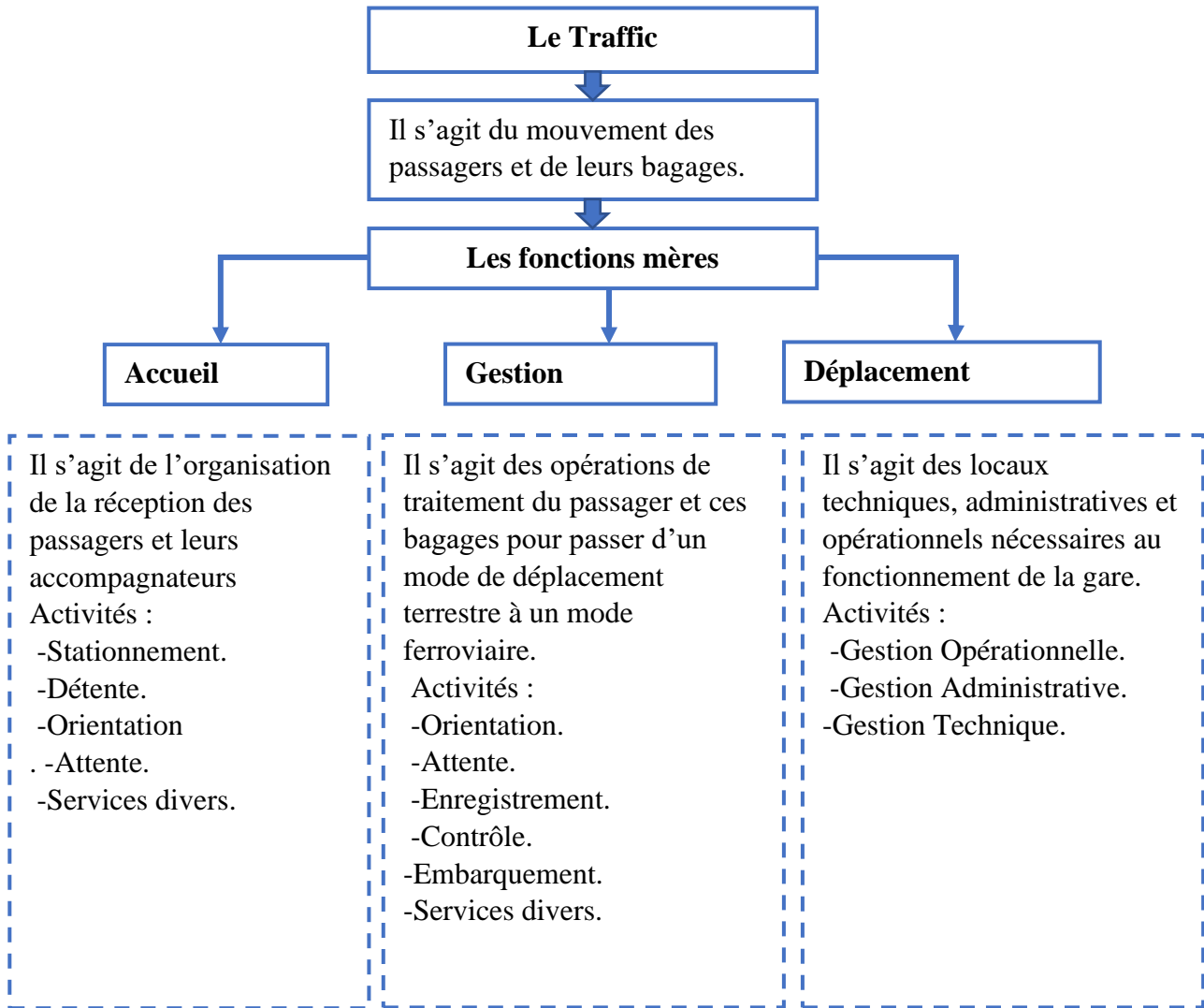


Figure 97: organigramme représente les fonctions d'une gare ferroviaire

Source : fait par l'auteur

IV.3 PROGRAMME QUALITATIF :

La conception de notre Gare tient compte de la fréquentation de ses espaces :

A- Un hall de réservation ou point d'accueil pour l'information ou l'achat de billets.

B- des quais.

C – des services d'accueil et d'information.

- **Le hall** : c'est un grand espace où se trouve l'entrée principale, les renseignements la billetterie, les activités commerciales et desserte vers les quais.



Figure 98: hall d'accueil de Gare Portugal Porto

Source: <https://www.saveatrain.com/blog/europes-most-beautiful-railway-stations>

- **Les quais :** « Les quais, pour leur part sont surtout reliés aux trains » puisqu'ils sont la dernière étape du départ avant de regagner son siège.
- **Les salles d'attente :** les salles d'attente dans une gare sont de vastes espaces bien éclairés, aménagé avec des bancs ; leurs surfaces sont calculées en fonction du nombre de personnes au départ.
- **Les guichets vente billets :** se compose de 3 parties :
 - ✓ Billetterie automatique.
 - ✓ Billetterie guichet (achat).
 - ✓ Billetterie guichet (retrait / habitués).
- **Le poste de contrôle :** dispositif optique ou acoustique destiné à renseigner sur la position d'un signal ou un aiguillage.
- **L'atelier :** l'usage journalier des moyens de transport fini par user ses derniers, ce qui impose un espace spécial pour leur traitement qui est l'atelier.
- **L'aire de dépôt des bagages :** il sera positionné près de l'accès aux quais, il sera positionné près de l'accès aux quais et près des accès extérieurs. Une aire de dépôt bagage pourra aussi être envisagée près de la consigne.
- **Les agences :** seront situés sur un axe entré –sortie mais secondaire par rapport à l'axe des billetteries. Ou à l'étage pour filtrer le flux des publics.
- **Les commerce :** doivent être dans la partie publique et situés aux endroits adéquats, pour que les visiteurs ne gênent pas les courants de circulation principaux. Il est à envisager aussi des boutiques et des magasins et au moins une surface pour cafétéria, fast-food et restaurant.



Figure 99: les quais de la gare liégré guillemin

Source : www.wikiarquitectura.com



Figure 100: commerce de la nouvelle gare lgv de Tanger

- **L'information** : indicateurs du sens du cheminement.
 - ✓ Indications en pictogramme.
 - ✓ Indications écrites.
 - ✓ L'accès à l'information doit être immédiat.
- **La cafétéria est l'espace de détente de la gare** : elle peut être une salle à part comporte un comptoir avec des tables et des chaises. L'éclairage est essentiellement artificiel avec l'utilisation des couleurs. Ou bien ouverte sur le hall d'accueil avec un comptoir et des tabourets de comptoir.
- **La salle de réunion** : est un espace où se réunit le personnel de l'administration. Son mobilier est : grande table qui peut épouser plusieurs formes et des chaises. Elle peut contenir des outils de projection.
- **Les parkings** : est un espace où se réunit le personnel de l'administration. Son mobilier est : grande table qui peut épouser plusieurs formes et des chaises. Elle peut contenir des outils de projection.

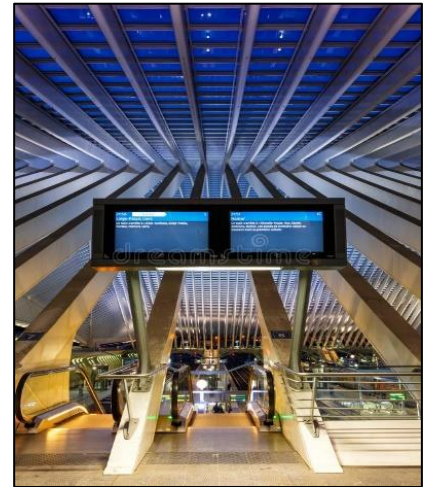


Figure 101: panneau d'information de la gare liége guillemin

Source : www.wikiarquitectura.com



Figure 102: parking de la gare liége guillemin

Source : www.wikiarquitectura.com

IV.4 LES OBJECTIFS A ATTEINDRE

- **Le bon fonctionnement** :

La gare doit être conçue pour assurer ses fonctions dans de bonnes conditions

- **La circulation** : Il faut assurer clairement l'indication des cheminements par un ensemble d'information qui dispense un maximum de renseignements :
 - ✓ Indicateurs du sens du cheminement.
 - ✓ Indication en pictogramme.

- ✓ Indication écrite.
- ✓ Il faut assurer la circulation dans le hall et la circulation des voyageurs vers les quais.
- **La qualité spéciale :**

Elle se fait ressentir par la surface de l'espace adéquate à la fonction, par la lisibilité de l'itinéraire à suivre et par la lecture spatiale du point de vue qualité architecturale.

- **La lisibilité :**

Les cheminements doivent être visibles, la signalétique n'est que son complément.

- **La sécurité :**

Il faut protéger les voyageurs, au niveau des quais, des bruits des vibrations, des odeurs et contre tous ce qui pourrait gêner l'utilisateur.

IV.5 PROGRAMME QUANTITATIF DU PROJET :

IV.5.1 Le programme quantitatif des exemples :

Nom de l'espace	Surfaces
HALL D'EMBARQUEMENT	Jusqu'à 2000m ²
LA BILLETTERIE	20m ² a 40m ²
LES ESPACES D'ATTENTE	20m ² a 80m ²
GARDE BAGAGE	15m ² a 30m ²
SANITAIRE	18m ² a 20m ²
CAFETERIA	60m ² a 100m ²
RESUTURANT	60m ² a 130m ²
LOCAUX DE PERSONNELLE	15m ² a 25m ²
ADMINISTRATION	40m ² a 60m ²
CENTRE DE VOYAGE	15m ² a 30m ²
DES ESPACES DE SERVICES	50m ² a 80m ²

COMMERCE	60m ² a 200m ²
LOCAUX TECHNIQUE	40m ² a 60m ²
Les quais	4 quais

Tableau 3: le programme présenté dans l'analyse des exemples source : auteur

- D'après l'a visité de la gare de la ville de Djelfa en a voire un programme quantitatif qui est en cour de réalisation (voir l'Annex).

IV.5.2 Organigramme fonctionnelle :

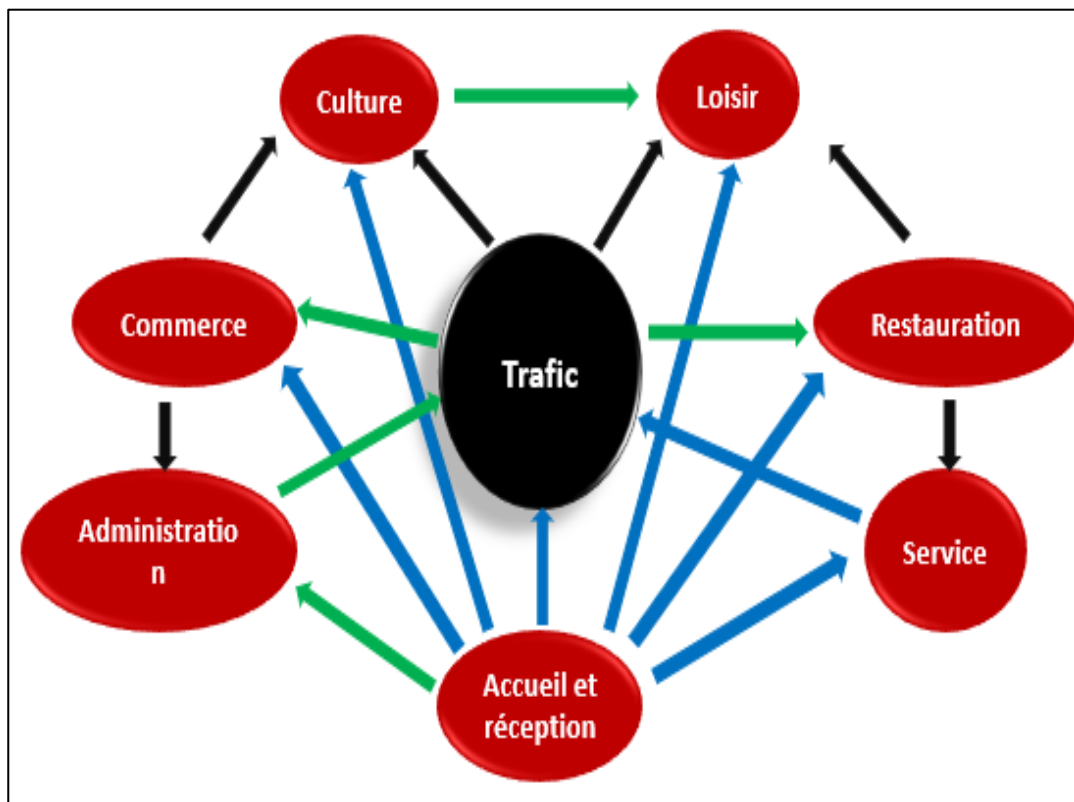


Figure 103: organigramme fonctionnel source : auteur

■ Relation forte ■ Relation moyenne ■ Relation faible

IV.5.3 Les différents circuits :

IV.5.3.1 Circuit de voyageur (départ) :

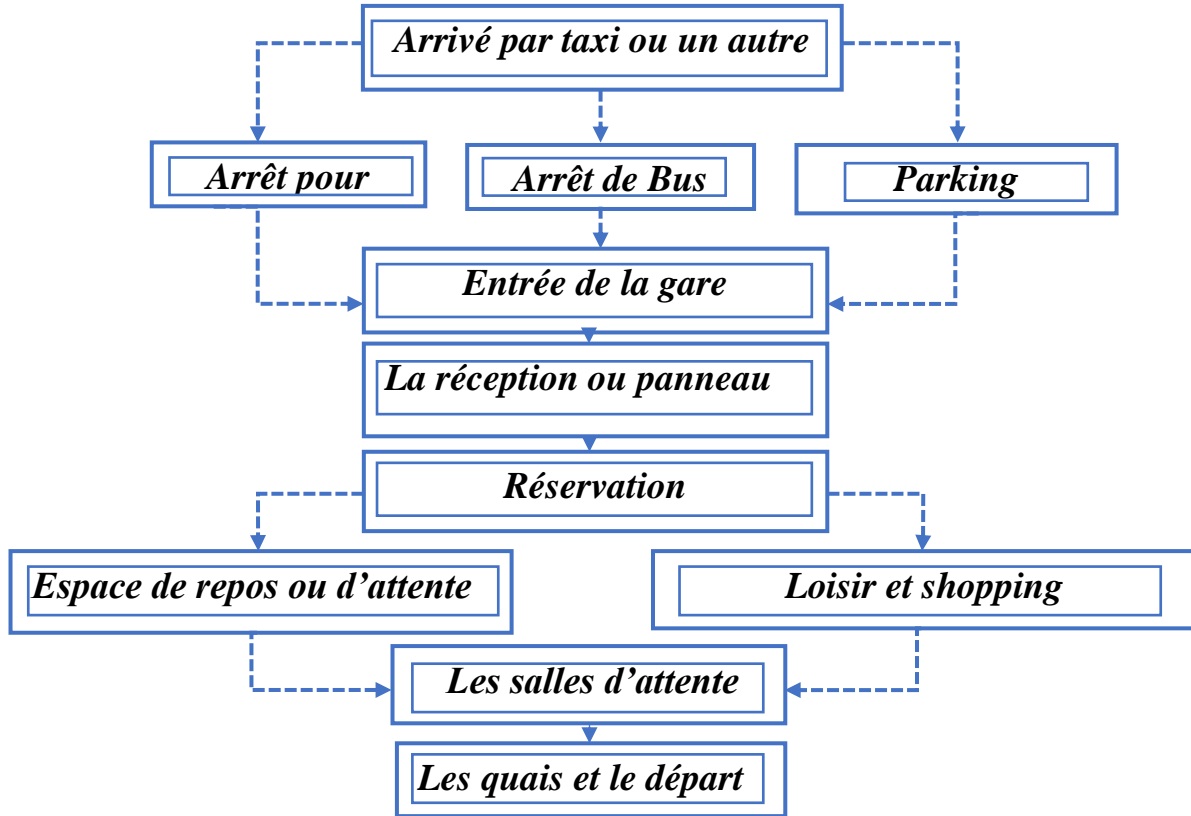


Figure 108: organigramme représente le circuit de voyageur d'arrivé source : auteur

III.6.1.1 Circuit de voyageur (arrivée) :

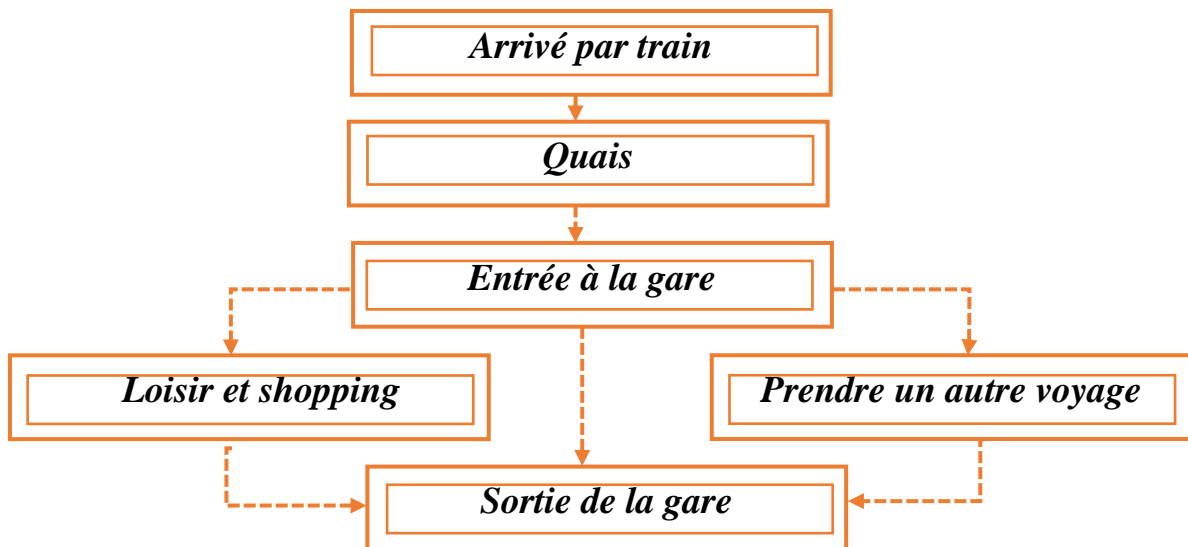


Figure 113: organigramme représente le circuit de voyageur de de départ source : auteur

III.6.1.2 Circuit personnelle :

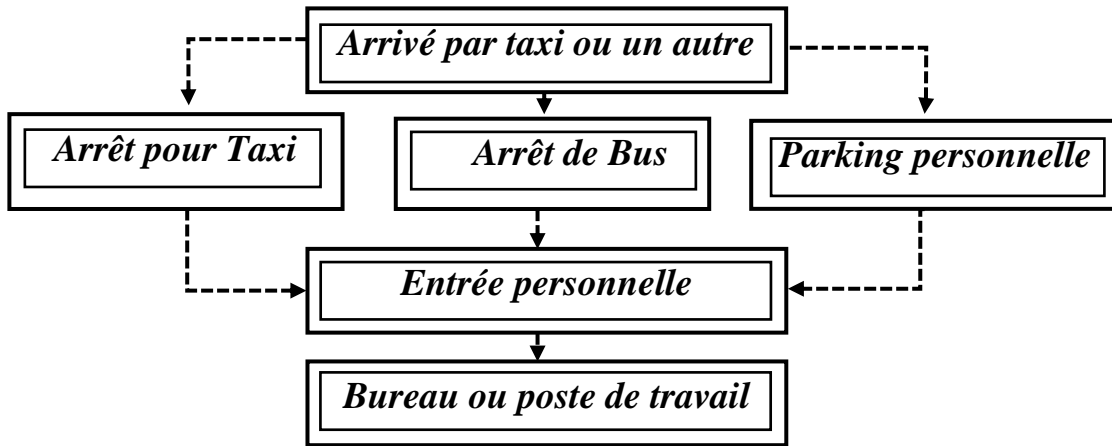


Figure 118: organigramme de circuit de personnelle

Source : auteur

IV.5.3.2 Circuit de visiteur :

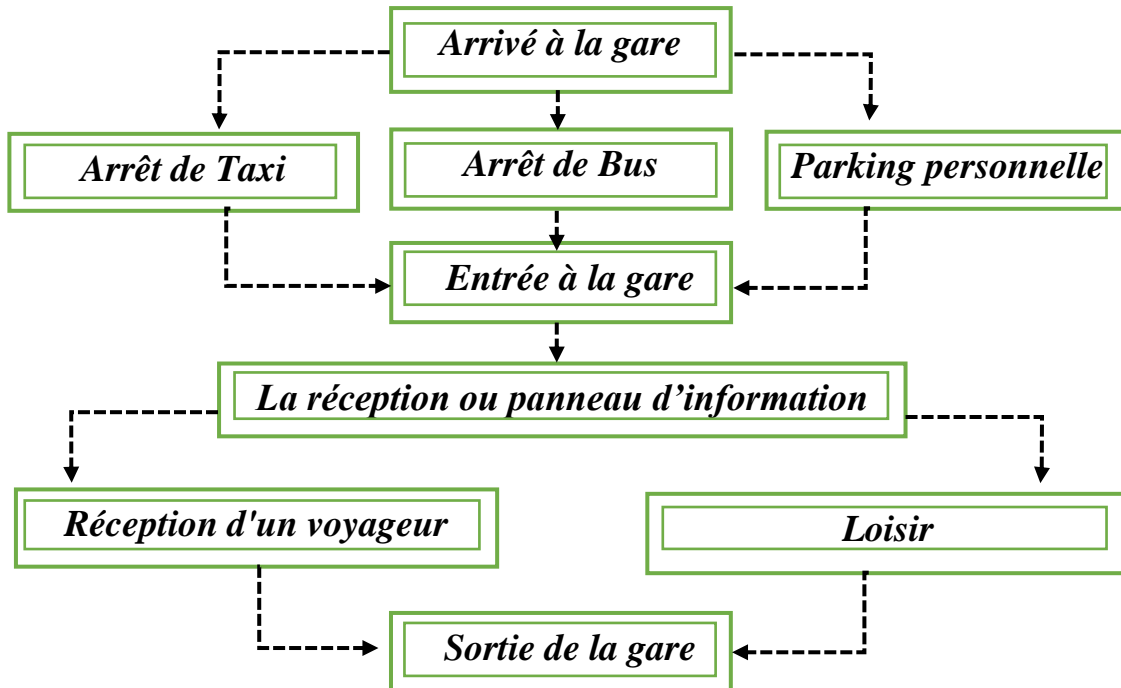


Figure 126: organigramme de circuit de visiteurs

Source : auteur

IV.5.4 Le programme proposé :

A travers le programme des exemples et le programme de la gare de la ville de Djelfa et de Laghouat et selon les données de « Conception et exploitation des gares » on conclut le programme suivant :

ACCUEIL
<ul style="list-style-type: none">  GUICHETS BILLETTERIE  ESPACE ATTENTE  CONTROLE
COMMERCE
<ul style="list-style-type: none">  BOUTIQUES  SUPERETTE
Service
<ul style="list-style-type: none">  Agence bancaire + déturbateur  Agence de voyage  Location de voiture  Restauration  Bureau des objet trouvé /perdue  Service de nettoyage /locaux technique  - INFIRMERIE  - SALLE DE PRIERE H/F  - POSTE POLICE
Culture
Loisir
<ul style="list-style-type: none">  Salle de jeux d'enfant  Vidéo et jeux
Administration
<ul style="list-style-type: none">  Bureau de directeur  Secrétariat  Bureau personnel  Archive  Comptabilité  Gestion  Sanitaire

Fonction	Espace			Nombre	Surface
ACCUEIL ET RECEPTION	BILLETTERIE	Bureau	9m ²	2*15m ²	30m ²
		Espace de vente	6m ²		
	ATTENTE			3*70m ²	210m ²
	CONTROLE			20m ²	20m ²
	BUREAU D'INFORMATION			15m ²	15m ²
	BUREAU DE POLICE			20m ²	20m ²
	SANITAIRES H+F			2*30m ²	60m ²
COMMERCE	BOUTIQUES			6*25m ²	330m ²
	SUPERMARCHE			180m ²	
RESTAURATION	RESTAURANT	CUISINE	40m ²	2*280m ²	1206m ²
		ESPACE DE STOCKAGE	20m ²		
		SALLE DE CONSOMMATION	200m ²		
		Chambre froids	8m ²		
		SANITAIRES	10m ²		
	PIZZERIA	ESPACE DE	15m ²	2*165m ²	

		PREPARA TI ON		
		ESPACE DE STOCKAG E	10m²	
		ESPACE DE CONSOM M ATION	130m²	
	CAFETERIA	ESPACE DE PREPARA TI ON	10 M²	2*158
		ESPACE DE STOCKAG E	10 M²	
		SALLE DE CONSOM M ATION	130M²	
		SANITAIR E	8M²	
	SALON DE THE	ESPAC DE PREPARA TI On	10²	100m²
		ESPACE DE STOCKAG E	10m²	
		SALLE DE CONSOM M ATION	80m²	
Services	AGENCE BANCAIRE + DISTRIBUTEUR P		30m²	265m²

	AGENCE DE VOYAGE	20m ²	
	LOCATION DU VOITURES	20m ²	
	STOCKAGE	80m ²	
	SALLE DE SOIN	20m ²	
	GARDE BAGAGE	20m ²	
	BUREAU D'OBJET PERDUS	15m ²	
	SALLE DE PRIERE H+F	40m ²	
	SANITAIRES H+F	20m ²	
LOISIR	-SALLE DES JEUX ENFANTS	40m ²	100m ²
	-VIDEO ET JEUX MULTIMIDIA	60m ²	
ADMINISTRATI ON	-BUREAU CHEF DE GARE	20m ²	155m ²
	-SECRETARIAT	12m ²	
	-BUREAU PERSONNEL	4*15m ²	
	ARCHIVE	15m ²	
	COMPTABILITE	15m ²	
	GESTION	15m ²	
	SANITAIRES	18m ²	
TRAFIC	3 QUAIS	3*1100 m ²	3300m ²
SURFACE TOTALE			5711m ²

Tableau 4: programme proposé source : auteur

CHAPITRE CONCEPTUELLE

« Un rêve transformé en réalité, c'est un autre rêve » Jérémie Gard

V.1 Introduction :

L'acte architecturale 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.

Dans ce chapitre nous allons expliquer les démarches et les différentes étapes que nous avons suivies pour concrétiser notre projet tout en basant sur les synthèses des chapitres précédents, et en prenant en considération les différentes contraintes afin de réaliser un projet harmonieux avec son l'environnement, nous allons tout d'abord commencer par un petit rappel sur les différents principes et les concepts utilisés, ensuite l'idée d'inspiration et leur matérialisation.

V.2 VOLET 1 : ETUDE ARCHITECTURALE :

V.2.1 Les concepts projectifs (lies à l'architecture) :

Le mouvement : Le transport, la mobilité véhicule l'idée du mouvement que nous avons interprété dans la composition volumétrique du projet, en lui attribuant plusieurs directions et trajectoires.

La fluidité et Dynamisme : La gare doit nécessairement offrir une fluidité et dynamisme, par l'ouverture de ses espaces et leurs interpénétrations.

Symbolisme : Le projet par sa morphologie et sa forme doit être un élément symbolique exprimant une idée philosophique et un message que l'architecte doit faire passer à la population.

La transparence : la transparence apparaît comme le moyen de dépasser la dualité intérieur/extérieur et Facilité de repérage des espaces ainsi que la pénétration de la lumière. Cette dématérialisation de la façade au profit d'une architecture « ouverte ».

Le contraste : d'après Pierre Von Mies « le contraste sert à donner une identité immédiate ..., le contraste est un principe pour ordonner notre environnement, le sens d'une forme et mise en valeur par son contraste... »

La technologie : Traduit par l'utilisation de matériaux et technique de haute technologie (structure, plancher, habillage de façades...).

V.2.2 Les concepts liés à la durabilité :

L'implantation : l'implantation du projet au milieu du terrain.

L'orientation : Une bonne orientation du projet permet de réduire les consommations des énergies. L'orientation dominantes (Nord-Sud), pour Ensoleillement pendant l'hiver et éviter des protections plus difficiles.

Forme optimale : les formes courbes ou dynamique aident à éviter les vents

La compacité : la forme compacte pour minimiser les déperditions énergétiques.

Chauffage : conception architecturale intégrer avec l'utilisation des murs de captage solaire passif (façade double peau).

Atrium : un système passif pour assurer l'éclairage naturel et le confort visuel et thermique à l'intérieur des espaces et pour la ventilation naturelle

Conception d'ombrage : intégrée avec la conception architecturale (les décrochements des volumes, les brises soleil).

La végétation : jardin intérieur pour améliorer la qualité d'air intérieur. Les arbres représentent une barrière au vent en hiver et créent de l'ombre en été.

Concepts liés au programme :

Fonctionnalité : Afin d'avoir un bon fonctionnement ; les différentes espaces seront disposés en fonction de leur relation et leur caractéristique pour obtenir une continuité et une complémentarité.

La hiérarchie : La fonction doit être lisible à partir du volume, l'importance d'un espace par rapport un autre est définie par sa forme et de dimension.

La lisibilité : Le voyageur doit pouvoir se référer dans le temps et dans l'espace il doit s'orienter aisément et apprécier l'espace à parcourir et ce grâce à une logique fonctionnelle et un parcours hiérarchisé.

V.2.3 La genèse de projet :

V.2.3.1 L'idée inspiration :

Le train est un espace où l'on pourra effectuer un voyage intérieur, un voyage en soi-même, et parcourir à nouveau le chemin de sa vie. Car, dans le même temps que le train nous transporte, immobiles, silencieux, d'un espace à un autre, défiant les lois de la locomotion et les lois des rapports humains espace/temps, l'être humain, dans la clôture du compartiment, parcourt le temps de sa propre existence, dans un mouvement d'introspection et de réflexion. L'esprit de conversation (dialogues, monologues autarciques, silence) rend le voyageur un être brachylogique par excellence.

Quand on parle à l'introspection, la réflexion de voyageurs sur le train en parle aussi au temps d'attend de train ou l'espace d'attend c'est-à-dire dans « la gare ferroviaire », on trouve un obstacle qui interrompe ce voyage intérieur qui est **le son de bruit**

D'autre part, le rail est un mode de transport qui peut contribuer à une mobilité durable, dès lors qu'il est utilisé en tant que transport de masse, il offre un bilan énergétique particulièrement intéressant. Toutefois, ce type d'infrastructure a un impact sur l'environnement

Parmi l'impacts de ce mode de transport sur l'environnement, La nuisance sonore liées au trafic ferroviaire (le bruit ferroviaires), à savoir :

- Le bruit de contact roue-rail. : Le bruit de roulement, qui est la source principale du bruit ferroviaire est maintenant bien compris et modélisé.
- Le bruit de crissement en freinage ou en courbe ;
- Le bruit des moteurs Diesel pour les tractions non électriques
- Le bruit aérodynamique pour les TGV.



Figure 127: le son de bruit

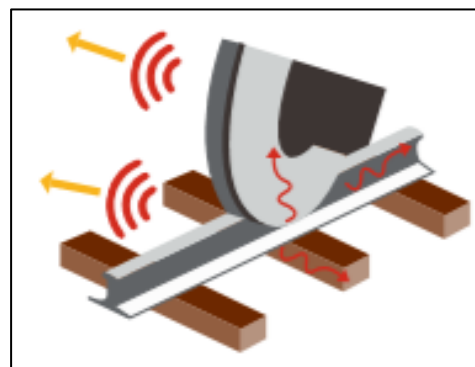


Figure 128: le bruit de contact roue-rail

L'oreille interne avec les 15 000 cellules ciliées du colimaçon, transforment les ondes sonores en signaux électriques. Ces signaux seront ensuite transmis au cerveau à la pleine vitesse d'un TGV.

Notre première idée de formalisation du projet tourne ou tour de cette Réflexion elle inspirée aux **les ondes sonores**

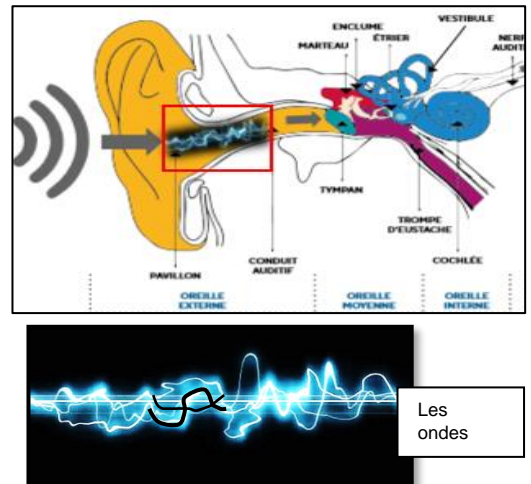


Figure 129: inspiration de la forme du projet
Source : auteur

V.2.3.2 Les étapes de la genèse du projet :

Etape 01 : Rappel des données de site

Le terrain est programmé à la gare ferroviaire. Il est situé,

À l'extrémité de la ville de Djelfa

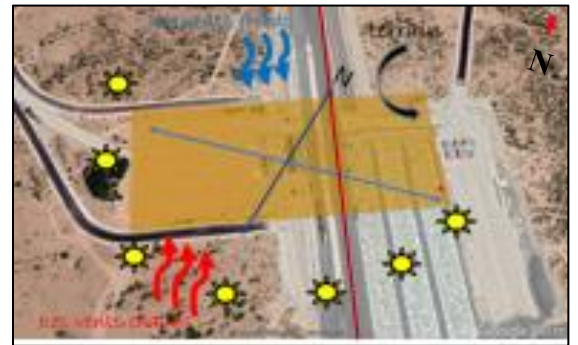


Figure 130: les données de site
Source : extrait de google earth traité par l'auteur

Etape 02 : Accessibilités du projet

Prévoir trois accès pour le projet

- Accès principale (voiture et bus)
- Accès secondaire pour les voitures et taxi
- Accès secondaire (sortie)

Etape 03 : mode d'occupation de parcelle

La parcelle est divisée en trois parties :

- La voie ferrée et les quais.
- L'espace gare.
- L'espace extérieur

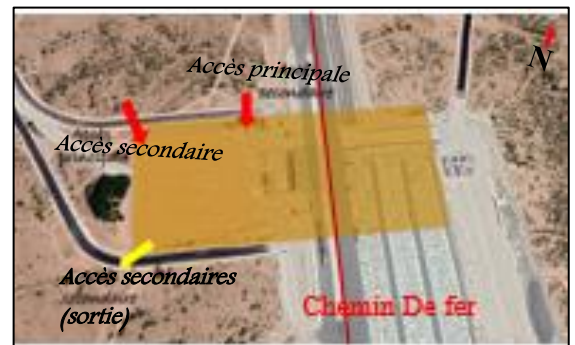


Figure 3 : choix des accès source : google earth traité par auteur

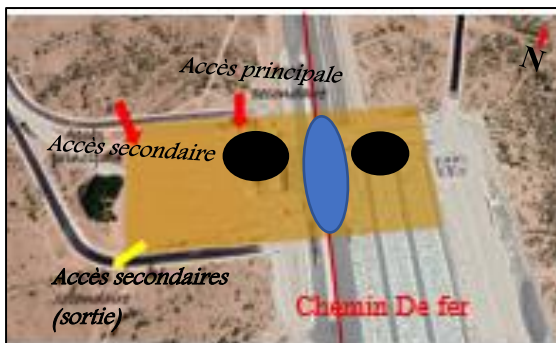


Figure 4 : mode d'occupation de parcelle
source : extrait de google earth traité par l'auteur

- L'espace de la gare
- La voie ferrée et les quais
- L'espace extérieur

Etape 04 : Implantation de la masse bâtie

-L'implantation du projet tiendra compte de l'accessibilité et des aménagements extérieurs permettant une bonne fluidité de la circulation pour tous les usagers

-L'orientation du projet par rapport à l'axe climatique (Est-Ouest), pour profiter de la grande façade orienté Sud.

-La masse bâtie du projet est implantée au milieu du terrain.

- (La végétation et les bassins d'eau, la Trame verte et bleue) : sont implantés au niveau du côté sud et du côté nord du terrain.

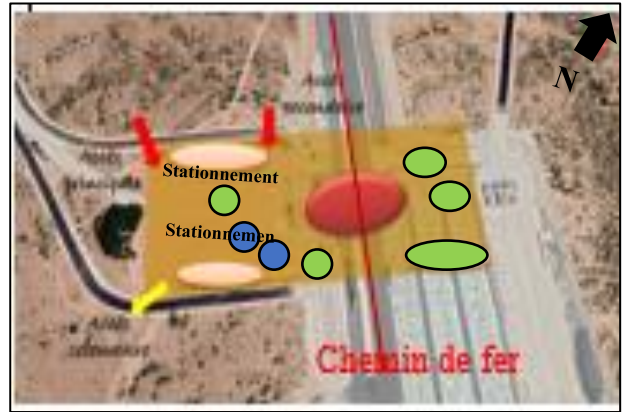


Figure 131:implantation de la masse bâti source : extrait de google earth traité par l'auteur

Etape 05 : évolution formelle :

Pour des raisons fonctionnelles et géométriques, la formalisation est faite sur plusieurs parties

On a concrétisé l'idée de départ qui est **les ondes sonores** par deux courbes croisés

, Modélisation des deux courbes par deux formes curvilignes.

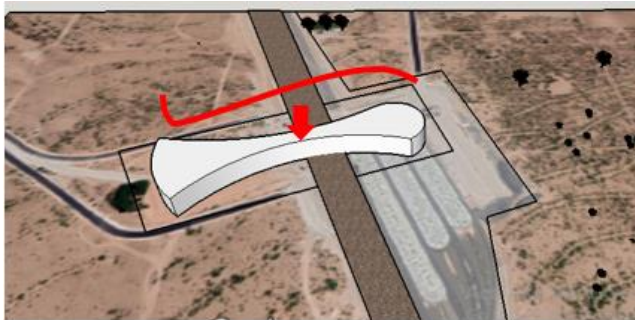


Figure 133: transformation de la forme de 1er courbe
Source : auteur

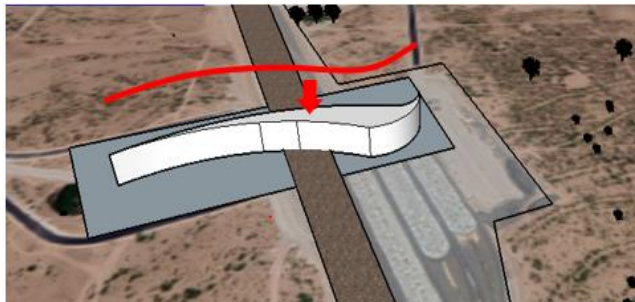


Figure 134: transformation de la forme de 2er courbe
source : auteur

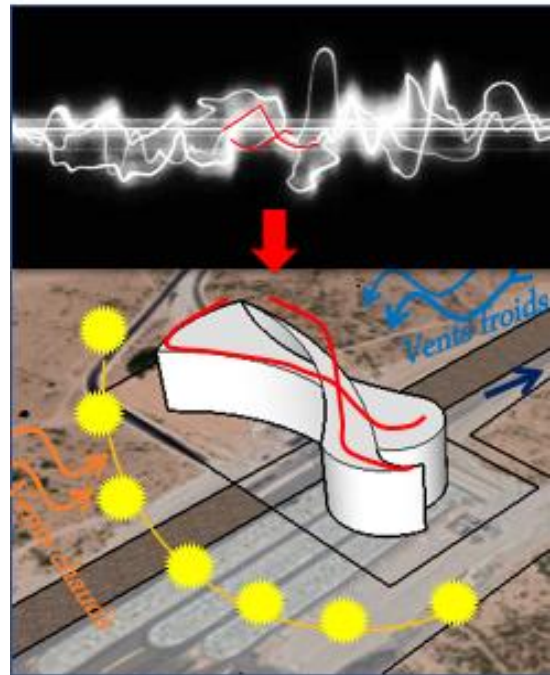


Figure 132:transformation de de la forme de base
source : Auteur

- L'implantation du volume de la masse bâtie au-dessus de la voie ferrée.
- Les deux côtés de la voie ferre représentent l'espace de service pour les voyageurs et l'espace commercial.

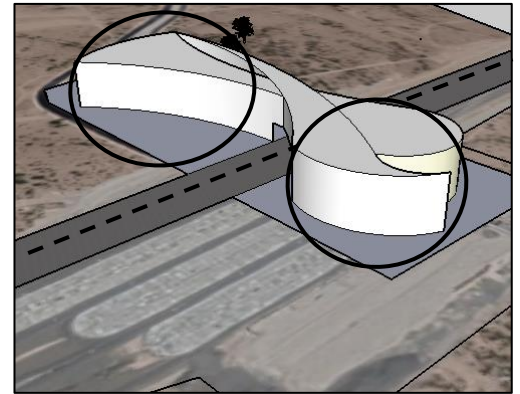


Figure 135:l'imploration de la forme sur le terrain
source : auteur

Etape 06 : Achèvement de la formalisation volumétrique

L'ajout de deux atriums dans chaque côté de volume par rapport de la voie ferre pour des raisons climatiques (augmenté la quantité d'éclairage intérieur, et comme un système de ventilation naturel en été).

L'articulation entre les deux formes curvilignes, matérialisé par un dôme qui sert d'élément d'articulation qui abrite la voie ferre et les quais.

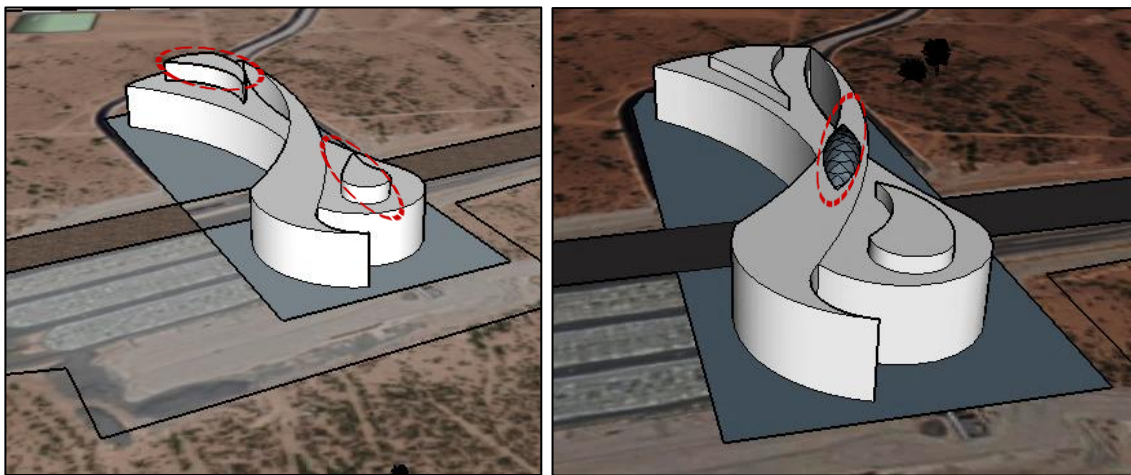


Figure 136:l'ajout des atriums source : auteur

Etape 7 : toitures et hauteurs, traitement de la volumétrie :

- Des décrochements pour canaliser les vents froids
- jeux de hauteurs (Réduire la hauteur de l'entité administrative) et de toitures permettent de mouvoir le volume et lui offrir un maximum de fluidité

-Prévoir un traitement en Skyline pour la totalité de la silhouette du projet pour des raisons climatiques et pour aussi renforcer l'idée des ondes sonores.

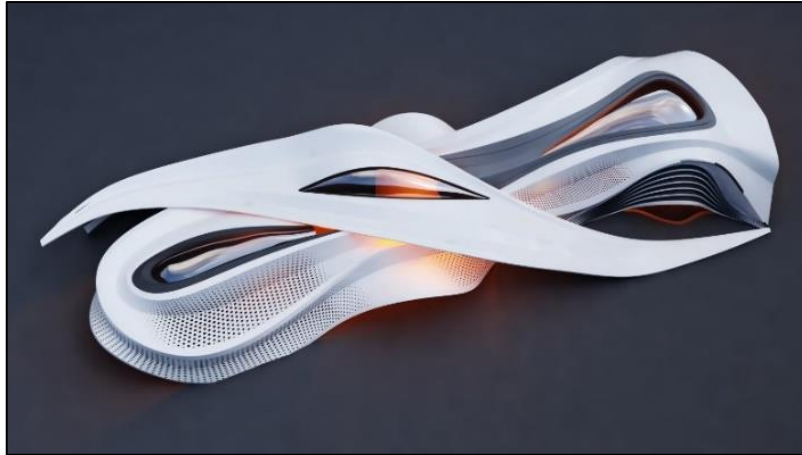


Figure 137: traitement Skyline source : auteur

V.2.4 Conception des espaces extérieurs

La gare est à la fois fonctionnelle et lieu de détente et d'attraction elle va même attirer les non voyageurs, a cause à sa situation qui est à l'extrémité de la ville et entouré par une forêt donc :

Les espaces extérieurs représentent un pourcentage important du terrain, ce qui confirme le caractère environnemental du projet. La forme fluide du projet a généré la forme de ses espaces extérieurs, où notre volonté a été d'exprimer le concept de fluidité qui va de l'échelle Urbaine à l'échelle architecturale.

1. Les parkings affectés au projet sont implantés au côté d'axe principale de site, sont divisés en trois parkings (voiture, taxi, Bus), et autre pour l'administration implanté au côté nord-est de site (l'autre côté de la voie ferrée), l'accessibilité de cette partie de site est par un pont.



Figure 139: parking pour les taxis source : auteur



Figure 138: vue sur les parkings du projet source : auteur

2. Les parcours sont hiérarchisés, dynamiques et fluides caractérisent l'aménagement extérieur qui a profondément pensé en prévoyant des espaces de détente et de loisir

- ✚ L'enchaînement des espaces et la fluidité de circulation permettent aux voyageurs d'éviter d'entrer dans des dédales.

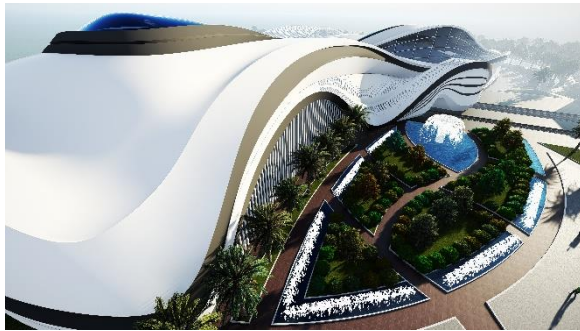


Figure 140: vue sur les parcours source : auteur

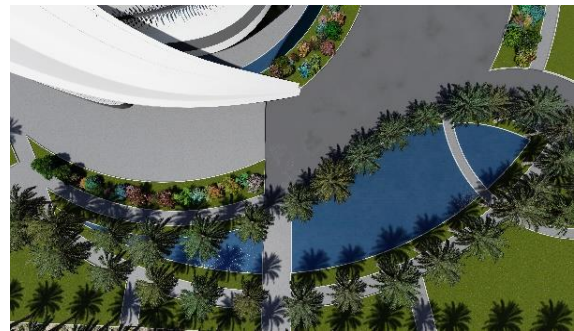


Figure 141: vue sur les espaces de détente source : auteur

3. Le choix des espaces verts s'est fait selon les critères et les résultats extraits de l'analyse climatique de la ville de Djelfa, en ce qui concerne les types de végétations sélectionnés et la localisation de chaque type :

- ✚ Des espaces verts et des arbres à feuilles persistantes au Sud pour briser les vents.
- ✚ Des arbres à feuilles caduques au Nord pour créer l'ombre et filtrer les vents ainsi pour permettre les pénétrations des rayons solaire en hiver.

4. Des bassins d'eau ont été implantés sur la périphérie du bâti pour profiter de sa réflectivité qui participe à donner de la hauteur au projet qui se développe à l'horizontale, ils participent aussi dans la récupération de l'eau pluviales.



Figure 143: vue sur les lacs d'eau source : auteur



Figure 142: vue sur les lacs d'eau source : auteur

- Des espaces extérieurs aménager comme des espaces de détente (salon de thé et cafétéria) pour intégrer la gare dans son environnement et attachez-le à la forêt, la toiture de ces espaces permette d'intégrer des panneaux photovoltaïques produire l'énergie électrique utilisée immédiatement en gare.

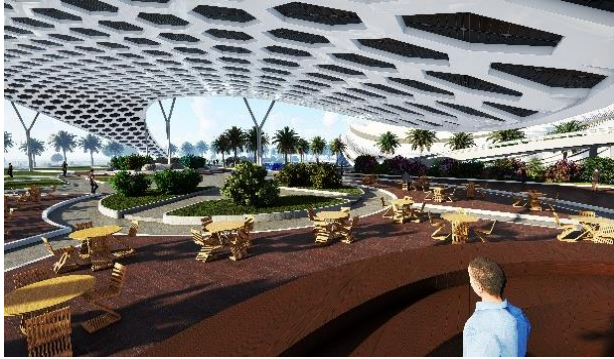


Figure 145: vue sur la cafétéria source : auteur



Figure 144: vue sur la cafétéria source : auteur

- Les quais et la voie ferre : trois quais et trois voies ferre et un espace de maintenance implanté au côté sud -est de site au niveau de troisièmes quais.



Figure 147: vue sur les quais et les voies ferre source : auteur

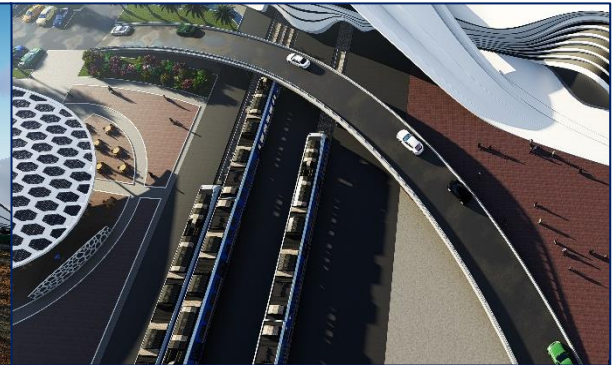


Figure 146: vue sur les quais et les voies ferre source : auteur

- Le Parking de location des voitures est implanté au côté sud-ouest de site.

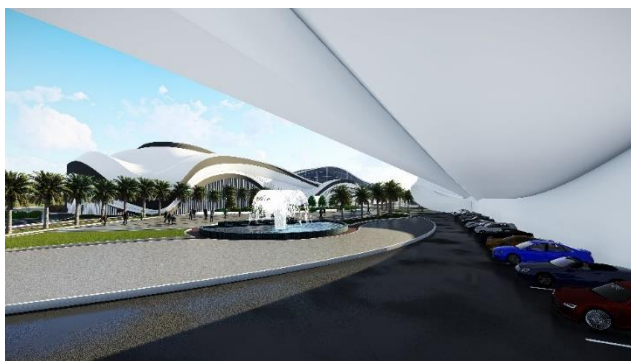


Figure 148: parking de location du voitures source : auteur

V.2.5 Présentation du plan de masse :

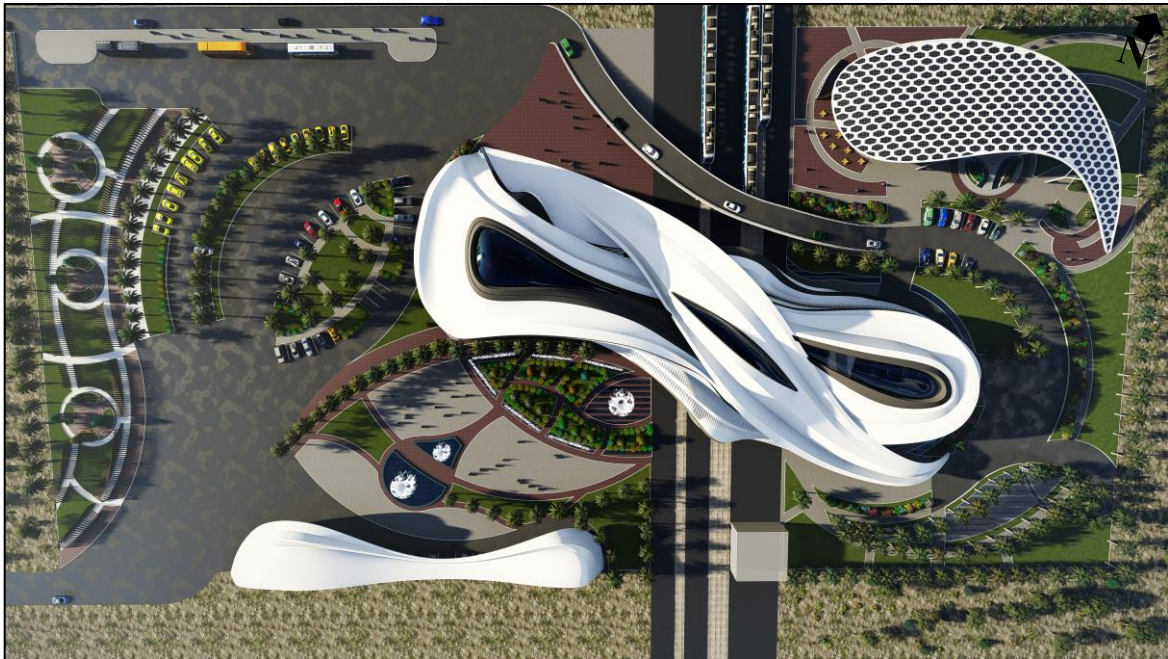


Figure 149: plan de masse source : l'auteur

V.2.6 Affectation des entités :

Le projet est devisé en trois partie parties :

- Espace de service à savoir l'espace de biltilère et les espaces commerciaux et de restaurations
- Espace de départ et d'arrivé à savoir les quais et la vois ferré
- Espace d'administration

RDC :

- Espace d'accueil et de service
- Espace de départ et d'arrivé (les quais et la voie ferre)
- Espace de stationnement
- Entité annexes (Locaux techniques).

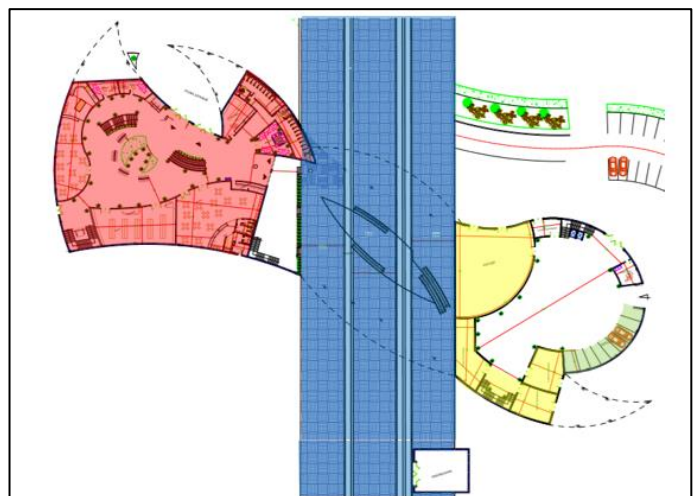


Figure 150: principe de disposition des entités dans rdc
Source : auteur

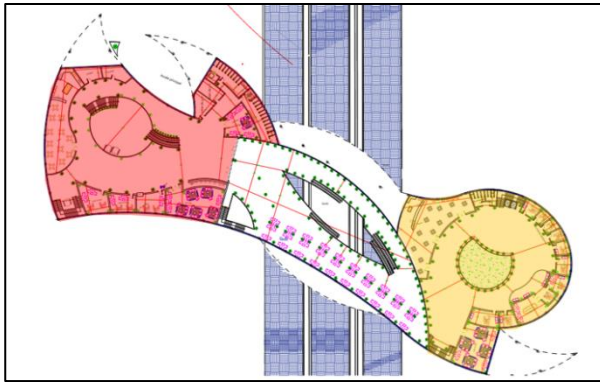
1^{er} étage :

Figure 152: principe de disposition des entités dans le 1er étage source : auteur

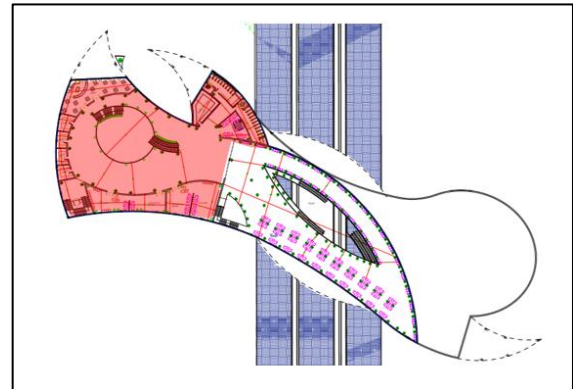
2eme étage :

Figure 151: principe de disposition des entités dans le 2eme étage source : auteur

- Espace d'accueil et de service
- Espace d'administration

V.2.7 Description et présentation des plans :

- ✚ Le projet est caractérisé par une forme fluide qui assure la conciliation entre les aspects de l'architecture durable en termes de compacité du volume d'une part, et la fonctionnalité des espaces.
- ✚ La gare remplit la fonction de pont, surélevée par rapport aux quais regroupe toutes les fonctions du programme : hall d'accueil, guichets, commerces, cafés et restaurants. Ce pont permet d'obtenir une communication fluide entre les deux côtés de la gare.
- ✚ Tout est calibré pour réduire au minimum les distances pour les passagers qui arrivent ou quittent la gare et pour ceux qui doivent pour suivre leur voyage en utilisant les autres services de liaison.
- ✚ La gare avec une distance de 149 m de longueur et 18 m de hauteur, disposé de 4 voies ferre et de 3 quais, s'organisé sur trois niveaux, à savoir :
 - ✚ Rdc : niveau des quais et chemin de fer, le hall d'accueil et les locaux technique.
 - ✚ 1^{er} étage : les espace de service (service de voyageur est situé au- dessus de la voie ferrée avec aire de vente des billets) et un bloc administratif.
 - ✚ 2eme étage : des espaces commerciaux et de restaurations.

1. Plan de rez-de-chaussée :

Le rez-de-chaussée contient 2 entités principales (l'espace d'accueil et l'espace des quais et des voies ferrées) et 2 entités latérales (espace des locaux techniques et l'espace de stationnement pour l'administration).

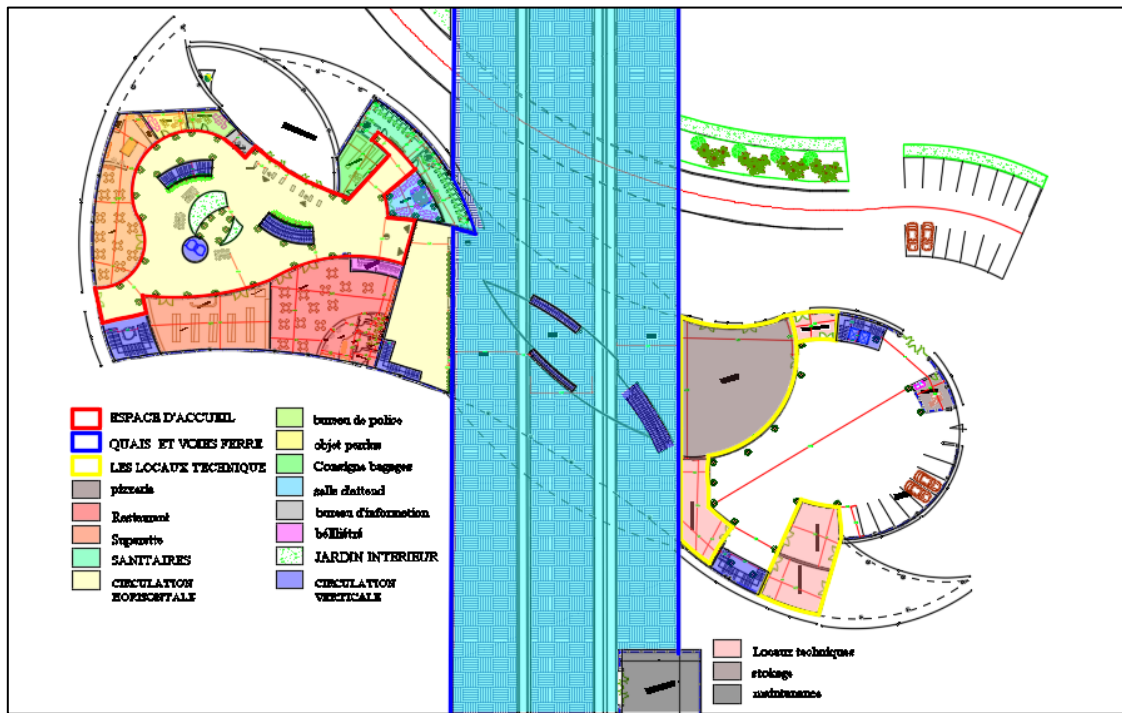


Figure 153: plan de RDC source : auteur

a) Entité d'accueil :

Une vaste entrée accueillie les voyageurs où les passagers trouvent des indications et les guident dans le hall d'accueil qui abrité les services de voyageurs (garde bagage, contrôle ...ex), avec notamment la billetterie et l'attente pour le train de premier quais (accès direct au quais).

- Des espaces de restauration (pizzeria, restaurant).
- Jardin aménagé au milieu de hall d'accueil, entouré par la circulation verticale et des ascenseur panoramique.

b) Les quais et la voie ferrée : 3 voies ferrées et 3 quais, le premier quai est accessible par un accès direct au quais niveau de rdc, pour faciliter le déplacement des gens qui sont rapide.

- c) **Les locaux techniques** : ont été positionnés aux coté latéral du projet ou en trouve le stationnement de l'administration.
- Maintenance ont été positionnés aux extrémités du projet a proximité de 3eme quais.

2. Plan de 1er étage : +5.00

- Le 2ème niveau est éclairé par la lumière naturelle traversant l'atrium, il abrite les espaces billetterie et attente pré-embarquement permettant l'accès aux quais, Où les passagers trouvent des indications et peuvent descendre directement sur le quai où ils doivent se rendre.

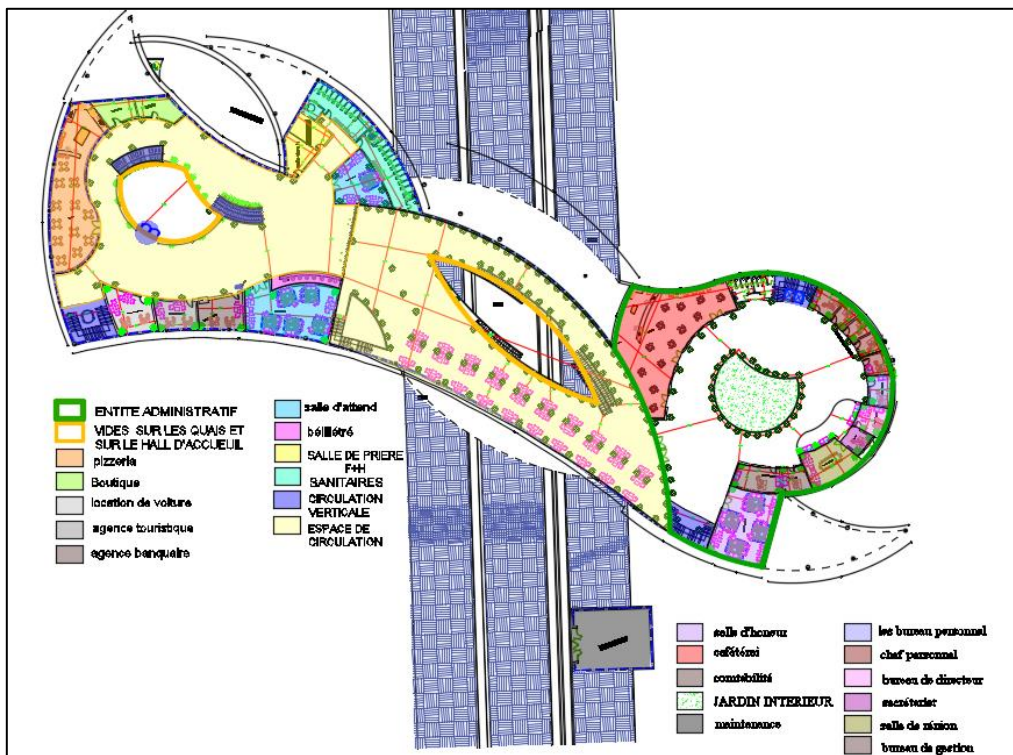


Figure 154: plan de 1er étage source : auteur

- On trouvera aussi des espaces de service et de restauration pour les passagers à savoir : agence bancaire, agence touristique, des salles de prier, pizzéria.
- Le bloc administratif a été disposé dans l'autre partie de la gare à savoir les espaces de l'administration de la gare ainsi un caffétéria et salle d'honneur.

3. Plan de 2eme étage : +10.00

- Sur le 2eme étage, une mezzanine qui surplombe le hall d'accueil et sur la voie ferre et les quais, opté pour une architecture transparente et lumineuse pour les espaces destinés au public.

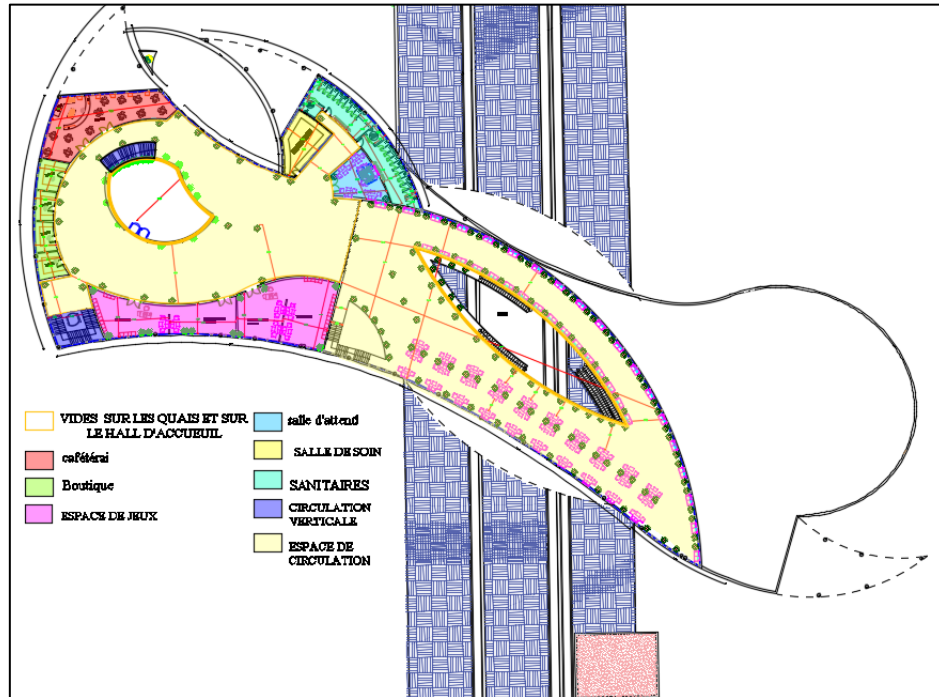
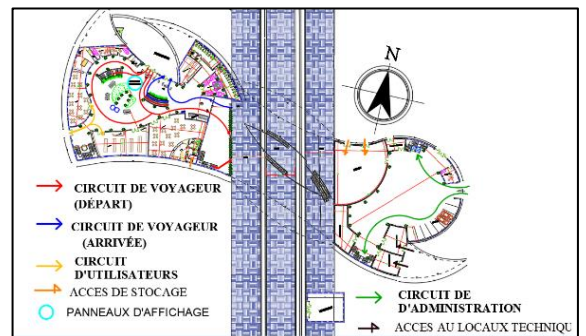


Figure 155: plan de 2eme étage source : auteur

- Sur cette mezzanine a la droite, on trouve les commerce, cafétéria, des salles du jeux pour les enfants ainsi une salle de soin.
- A la gauche un grande espace aménagé positionnées pour les circulations verticales reliant entre eux les différents niveaux de la gare, et offre des vues sur les voies ferrées.

4. Circulation : une circulation aisée et une bonne fluidité, avec l'ouverture et l'interpénétrations des espaces.

- La circulation verticale est conçue de manière à faciliter la perception de l'espace.
- L'étude des parcours de circulation des passagers a déterminé les géométries des espaces de la gare.



- Les cheminements sont déterminés en fonction de l'usager et de scénario qu'il veut se faire pour accéder à l'accueil, au train et aux différents services ou les passagers ont directement accès à tous les quais.
- Orientation de voyageurs et séparation des flux voyageur (entré et sorte) à partir l'entrée principale jusqu'à les quais par la mezzanine au-dessus de voie ferre.

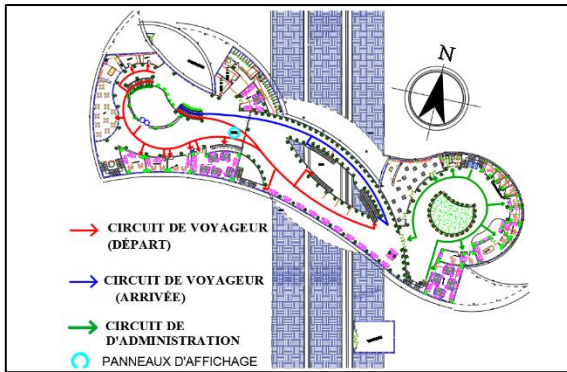


Figure 158: circuit de circulation dans 1er étage
source : auteur

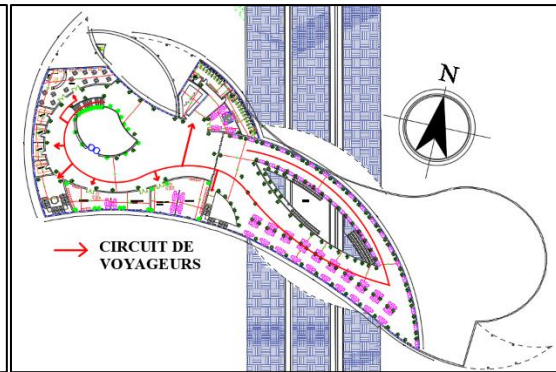


Figure 157: circuit de circulation dans le 2eme étage
source : auteur

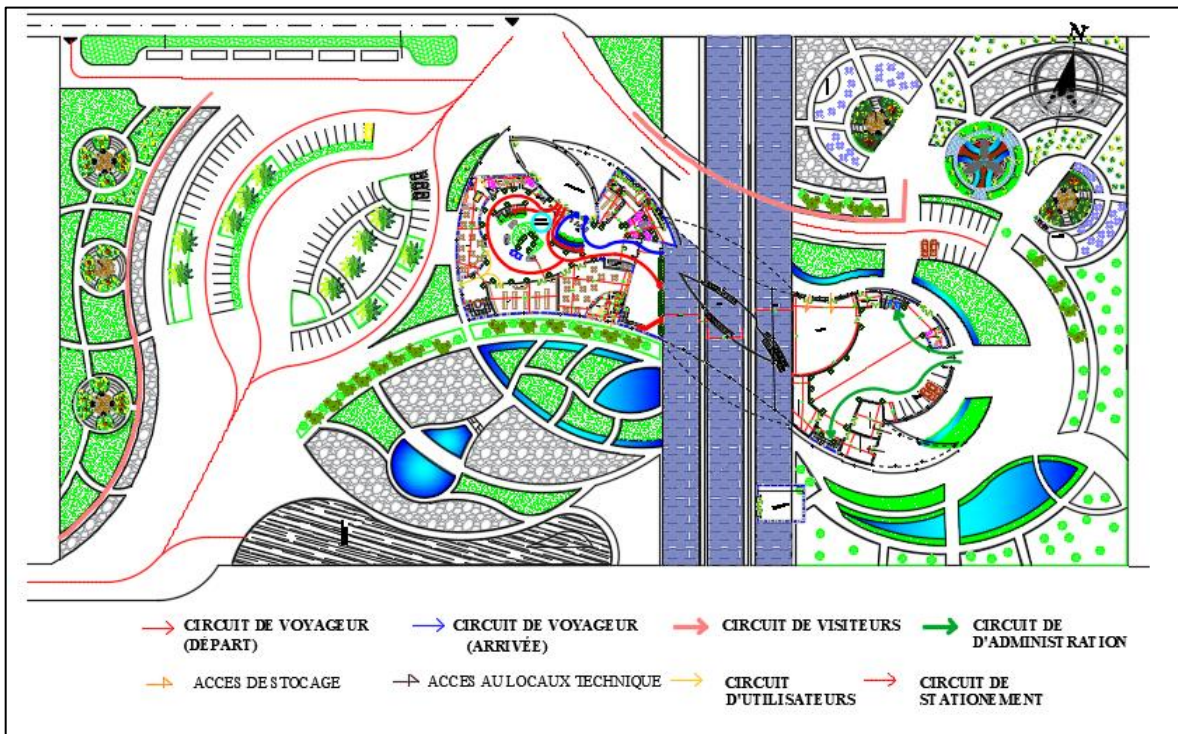


Figure 159 : les différents circuits de la gare source : auteur

V.2.8 LES COUPES :

• **COUPEA-A :**

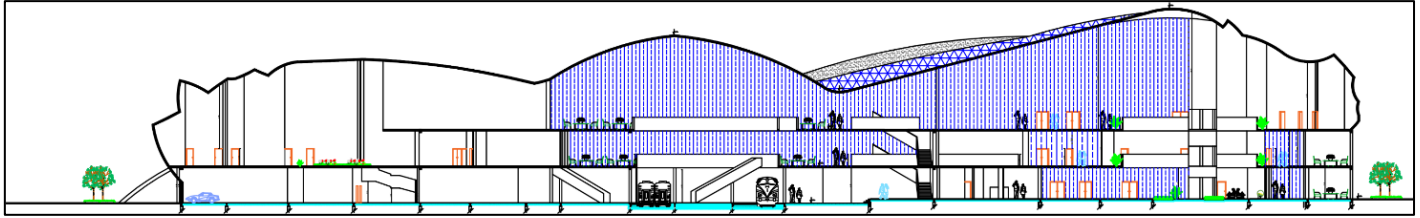


Figure 160: coupe a-a source : auteur

• **COUPE B-B :**

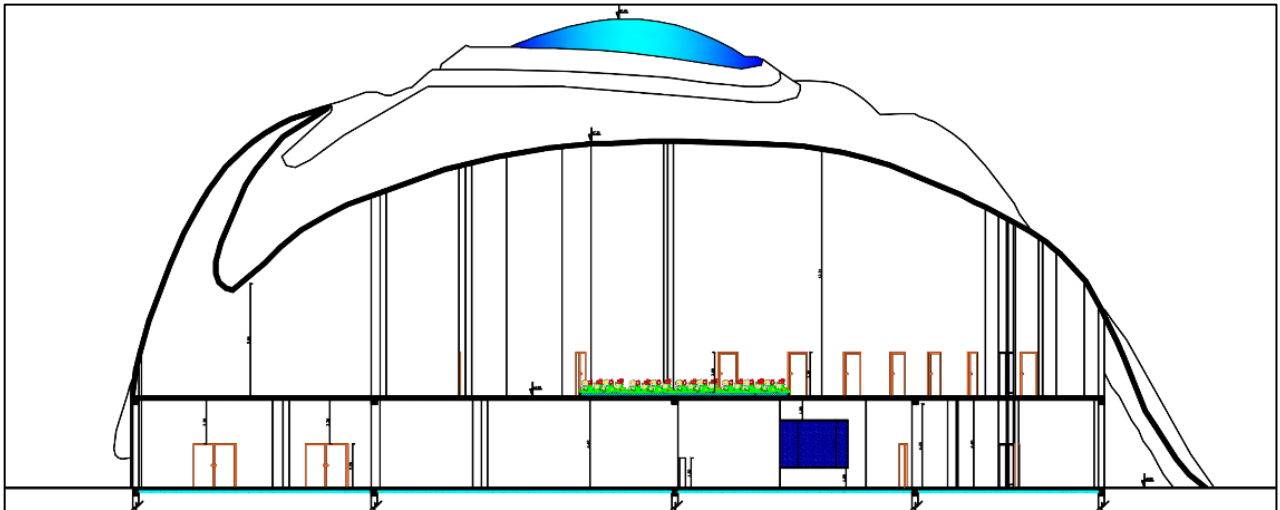


Figure 161: coupe B-B source : auteur

V.2.9 Conception des façades :

L'idée principale de la façade fait rappel à l'idée du projet qui est les ondes sonores, à travers le choix des courbe et Skyline développées horizontalement cette horizontalité est brisée par des lignes verticales qui représentent les signaux électriques et équilibre au même temps le rythme général de la façade.

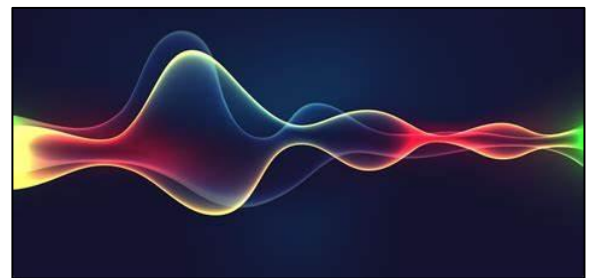


Figure 162: les ondes sonores

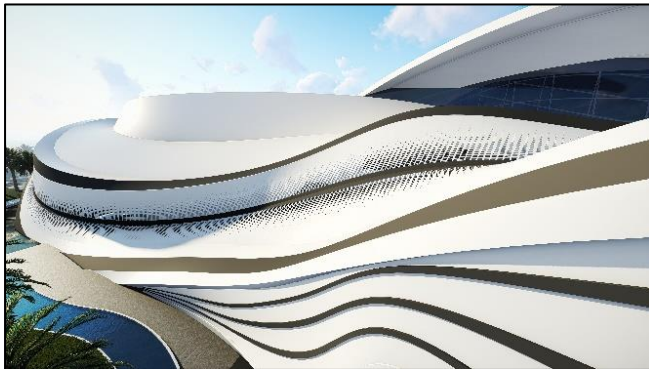


Figure 163: les Skyline et les courbes appliqué sur traitement les façades **source** : auteur

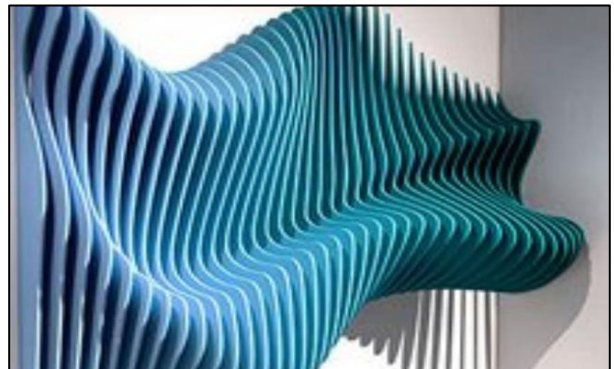


Figure 164: traitement inspiré au ondes sonores

- Un deuxième traitement accentue aussi l'idée des ondes sonores, c'est un traitement en moucharabieh composé d'un élément répétitif sur la façade sud.
- Le toit monumental constitue la façade du projet qui assure l'homogénéité du projet.
- Ouverture de différentes dimensions pour l'aération.

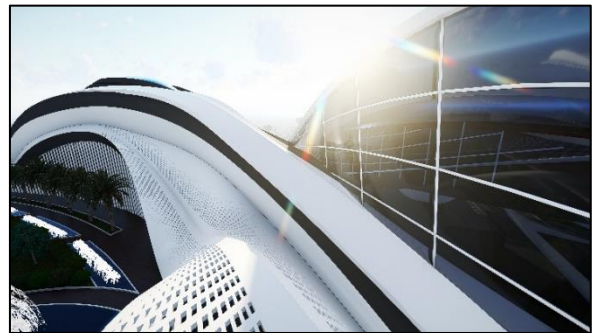


Figure 165: vue sur le traitement de la façades sud **Source** : auteur

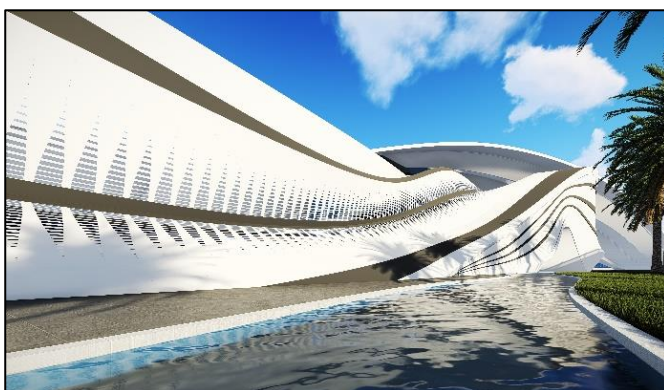


Figure 167: les ouvertures de la façades nord **Source** : auteur

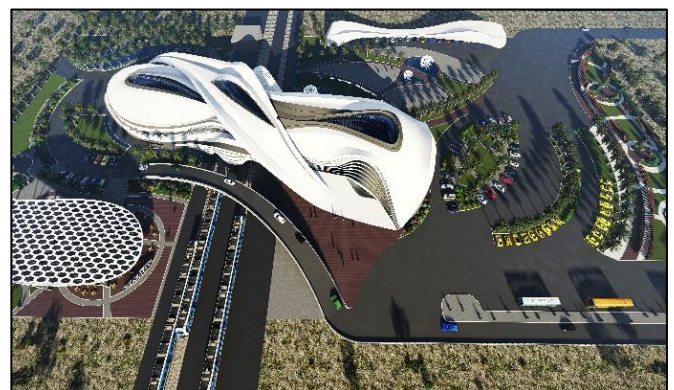


Figure 166: vue sur la toiture de la gare **Source** : auteur

Les entrées :

Sont traitées en harmonie avec le reste des façades avec des portes coulissantes complètement vitrées pour assurer la continuité visuelle entre l'intérieur et l'extérieur.

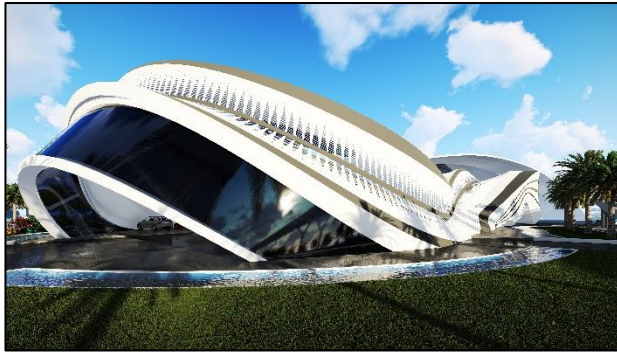


Figure 168: entrée de parking coté administratif

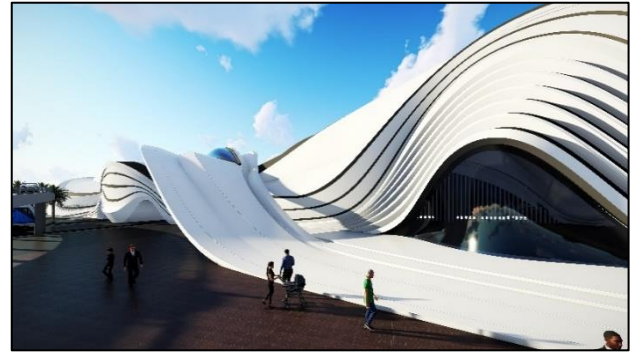


Figure 169: entrée de la gare source : auteur

1. Façade principale :

On a opté pour un façade vitrées recouvertes d'une coque protectrice d'une forme curviligne sur la totalité de façade.

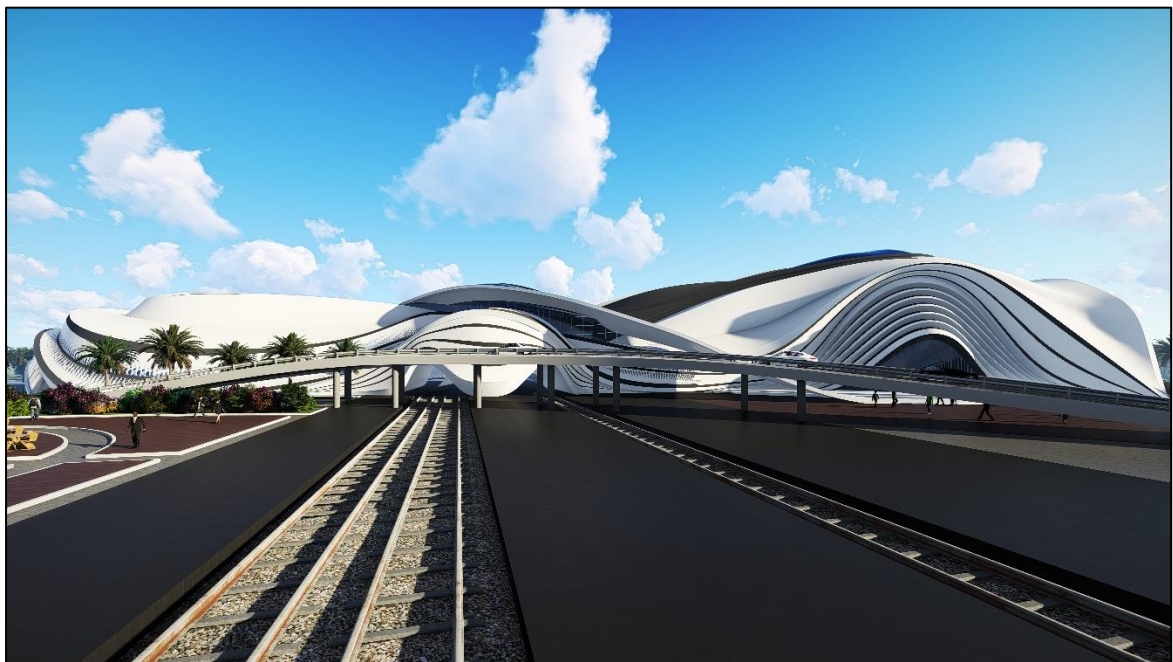


Figure 170: la façade principale source : auteur

2. Façade postérieure :

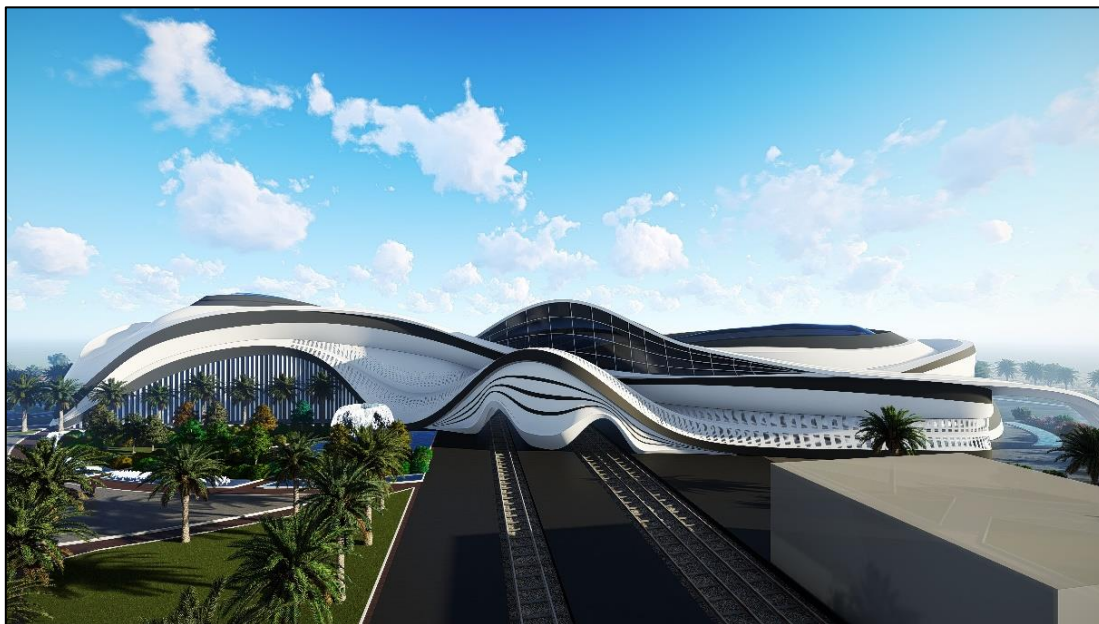


Figure 171: la façade postérieure source : auteur

3. Façade est :

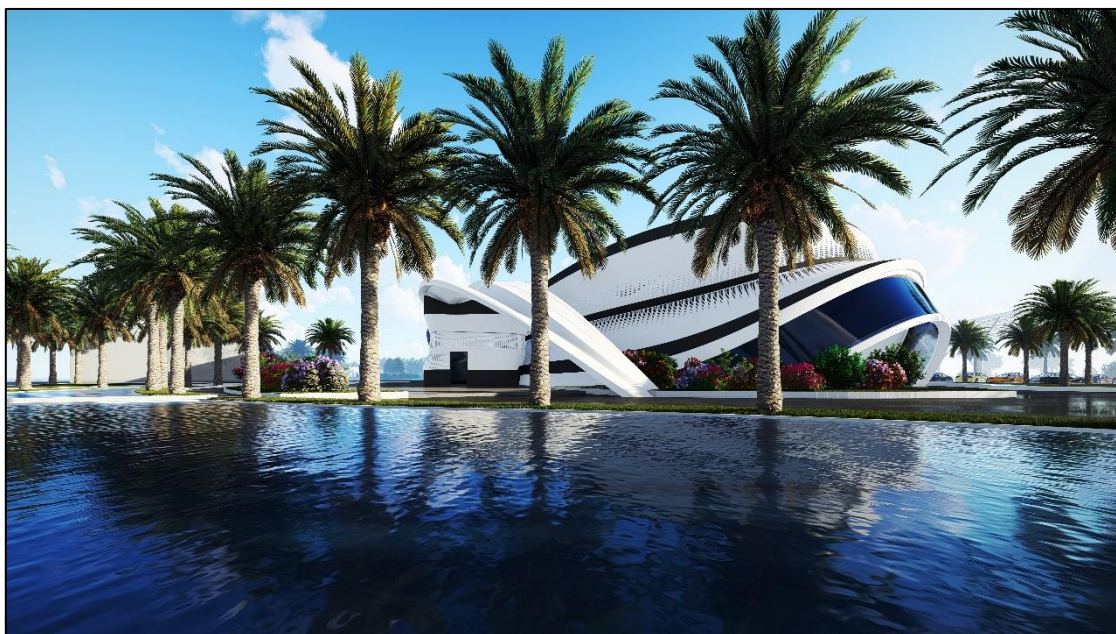


Figure 172: façade est source : auteur

4. Façade ouest :



Figure 173:façade ouest source : auteur

V.2.10 Aspects Environnementaux Traités au Niveau des plans intérieurs :

La gare contient toute une série de dispositifs passifs pour garantir les meilleures conditions de confort climatique dans les espaces de circulations et dans les espaces de service spécialement le hall d'accueil, de façon naturelle et sans l'aide d'équipements mécaniques.

Les aspects environnementaux qu'il sont appliqué au niveau des plans au but d'assurer le confort (thermique, visuelle, respiratoire) et favoriser les économies d'énergie tout en réduisant les besoins énergétiques.

a. Les atriums :

- La création des atriums au principe d'assurer la ventilation naturelle (effet de cheminier par atrium) et l'éclairage naturelle au différent espace.
- Apport d'air frais depuis par tirage thermique naturel du bas vers le haut, à travers les deux grands atriums sur les deux côtés de la gare et au-dessus de la voie ferre.

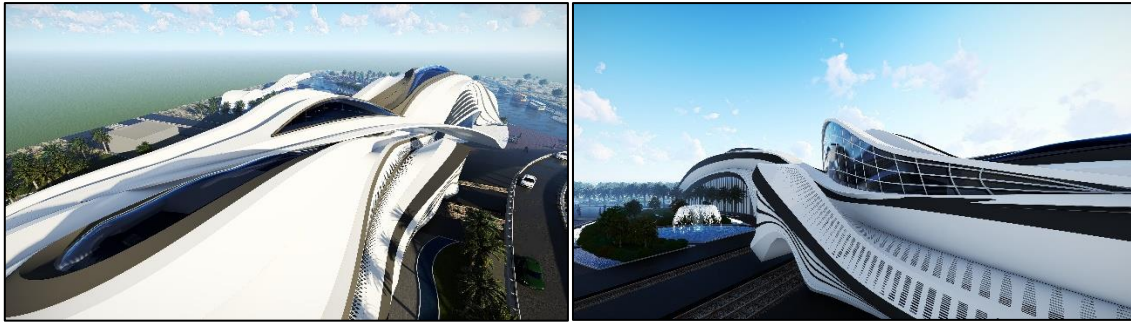


Figure 174: vue sur les atriums de la gare source : auteur

b. Production d'énergie :

Panneaux photovoltaïques flexible en couverture capables de créer un effet ombre à l'intérieur et de transformer l'énergie solaire en énergie électrique utilisée immédiatement en gare (éclairage, climatisation des espaces fermés...).

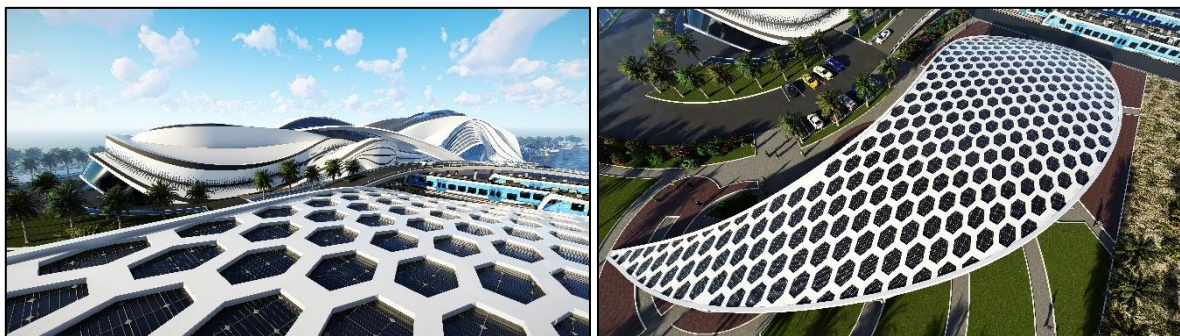


Figure 175: les panneaux photovoltaïques sur la toiture de cafétéria source : auteur

c. Ventilation naturelle :

Depuis la façade sud, ouverte sur toute la longueur du bâtiment, en fonction du delta thermique entre les façade sud et façade nord, dans différentes conditions climatiques.

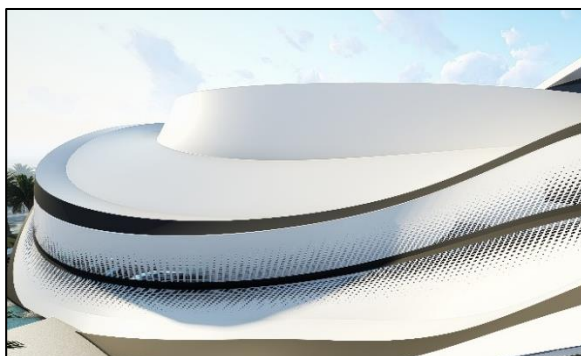


Figure 176: ouvertures de la façades nord de projet source : auteur

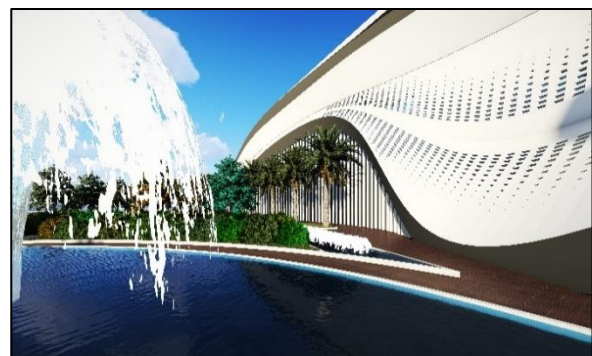


Figure 177: ouvertures de la façade sud de projet source : auteur

d. Espace vert intérieur :

Un jardin aménager sur le hall d'accueil (des planètes de types Anthurium, Areca, Ficus), pour éliminer les polluants de l'air intérieur, leurs effets positifs sur la réduction de poussière présenté dans l'air et la réduction de bruit, ainsi pour le bien-être de l'induvié.



Figure 178: jardin intérieur

e. Protection du vent dominant (les vents de direction nord / nord-ouest) :

Par le traitement linier et courbé dans la façade nord, et nord -ouest.

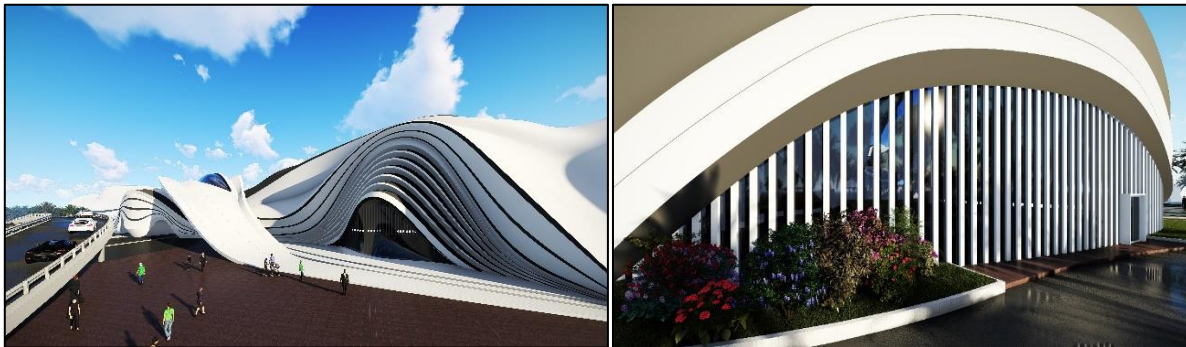


Figure 179: vues sur la façade nord et nord-ouest

Source : auteur

f. Filtre solaire :

Des filtres solaires apporté sur la façade sud et ouest matérialisé par des formes linières et de leur habillage en B.F.U.P. (béton fibré ultra-performant) créant ainsi une peau extérieure « intelligente » capable d'assurer différentes fonctions dans l'objectif du confort climatique et de l'efficacité énergétique de la gare.

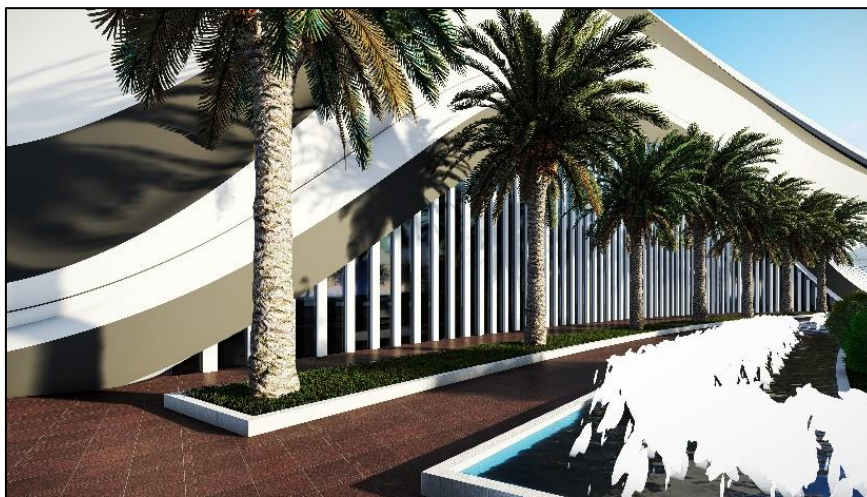


Figure 180: vue sur les filtres solaires **source :** auteur

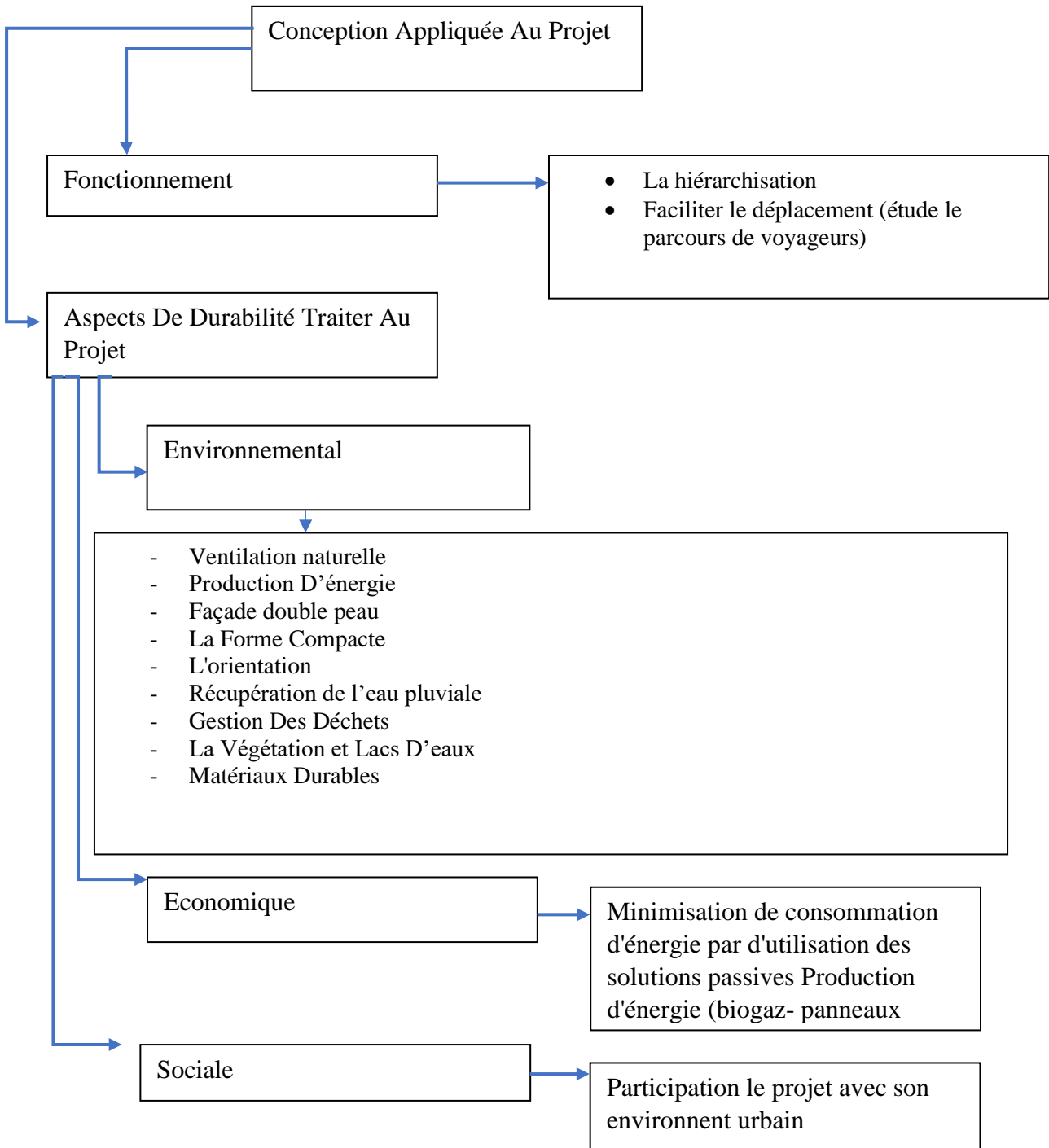
g. Récupération des eaux pluviales : de la couverture par un système innovant de type « siphonoïde » (EPAMS) dont la particularité est basée sur le principe dynamique de la conservation de l'énergie mécanique entre le point haut, les entrées d'eaux pluviales, et le point bas, le collecteur principal (bassins d'eau à l'extérieur).



Figure 180: vue sur le bassin d'eau **source :** auteur

V.2.11 Synthèse :

Durant la conception d'une gare ferroviaire, le bien-être des voyageurs est le souci majeur du concepteur, il faut lui assurer un maximum de confort et une bonne qualité de vie au sein de l'espace grâce à la conception d'une gare ferroviaire qui prend en compte les différents critères nécessaires et qui profite au mieux de l'environnement extérieur pour cela, nous pouvons résumer ce que nous avons appliqué dans notre projet dans ce qui suit :



V.3 VOLET 2 : ETUDE TECHNIQUE

Dans une réflexion architecturale, l'architecte passe toujours par deux étapes ; la première est celle de la conception des espaces et la création des volumes, et la deuxième est celle du choix de la technique de réalisation.

Cette partie du travail consiste à définir et justifier le choix des différents matériaux et techniques durables utilisées dans la réalisation du projet, ou on va présenter les éléments structuraux, les revêtements adéquats, les techniques de sécurité et la nouvelle technologie pour garantir la stabilité du projet et le confort des usagers, ainsi que les techniques et les stratégies passives et actives qui doivent être basées sur le respect de l'environnement.

V.3.1 SYSTEME CONSTRUCTIF :

Le choix du système constructif pour le projet est une phase très importante de fait que la structure doit préserver la conception des espaces faite par nous les concepteurs.

Dans le choix de notre structure nous avons essayé de conjuguer la fonction et durabilité des matériaux ainsi que leur esthétique, Ces critères nous permettent de refléter les fonctions, la transparence et la fluidité du volume, la rigidité et ainsi répondre à nos attentes en termes de confort ou de performance énergétique.

La structure principale adopté dans le projet est structure métallique pour permettre d'avoir de grandes portées qui s'adaptent avec la grandeur des espaces. Pour les planchers on a opté pour l'utilisation des dalles alvéolaires qui s'adapte avec les besoins des espaces.

➤ Motivation de choix de système :

a. La structure métallique :²⁵

Notre projet est courbé et flexible, nous avons donc choisi la structure métallique parce, car cette dernière présente les atouts suivants :

- Le métal est avant tout très souple et accepte toutes les formes que l'on souhaite lui donner, il n'a pas besoin de traitement particulier, que ce soit contre les champignons, les intempéries ou les insectes.
- Laisse la liberté à la créativité en termes d'architecture, de structure et de fonction.
- -Esthétique.
- La ductilité.

²⁵ www.charpente.ooreka.fr/comprendre/charpente-metallique

- Une construction durable.
- Acier 100% recyclable.
- Construction sèche, aucun rejet dans la nature.

b. La structure en béton :²⁶

Dans le projet, le béton armé est utilisé pour les fondations et les poteaux vu sa forte résistance à la compression.

- Une bonne résistance aux efforts de compression et de cisaillement.
- Une bonne protection contre l'incendie.

V.3.2 LE GROS ŒUVRE :

V.3.2.1 L'infrastructure :

L'infrastructure représente l'ensemble des fondations et des éléments en dessous du R.D.C, elle constitue un ensemble capable de :

- Transmettre au sol la totalité des efforts.
- Assurer l'encastrement de la structure dans le terrain.
- Limiter les tassements différentiels.

Les fondations : Pour ce qui est des fondations on ne peut pas statuer sur le choix, car il relève d'une étude précise sur la résistance du sol, du type d'ouvrage et d'un résultat des calculs des descentes des charges. Néanmoins, sachant que notre sol est de bonne portance, ce sera donc des semelles isolées seront les plus appropriées sauf en cas de pour le mur de soutènement où des semelles filantes seront nécessaires.

Les joints de dilatations C'est un dispositif constructif qui permet d'assurer la libre déformation d'une section de bâtiment par rapport à une autre.

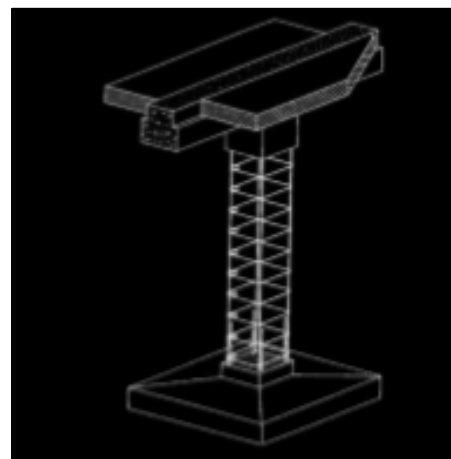


Figure 182:schéma d'un poteau avec semelle isolé
Source : www.arcomasee.fr

²⁶ www.guidebeton.com/beton-arme/ vu 11-05-19

Le couvre-joint : est un élément qui permet de cacher les jointures et de rendre l'ensemble plus esthétique. Son usage permet également d'augmenter la résistance et la tenue de l'ensemble d'un ouvrage.

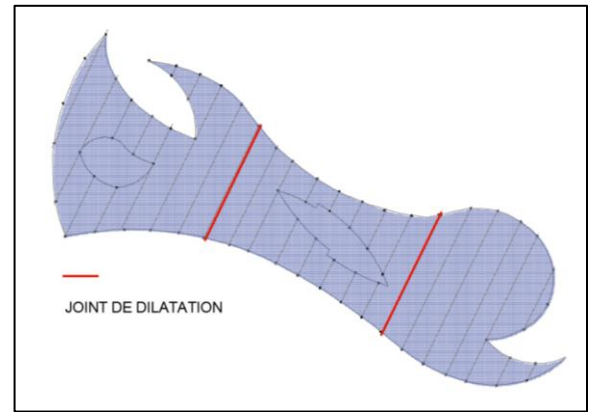


Figure 183: plan des axes et des joints source : auteur

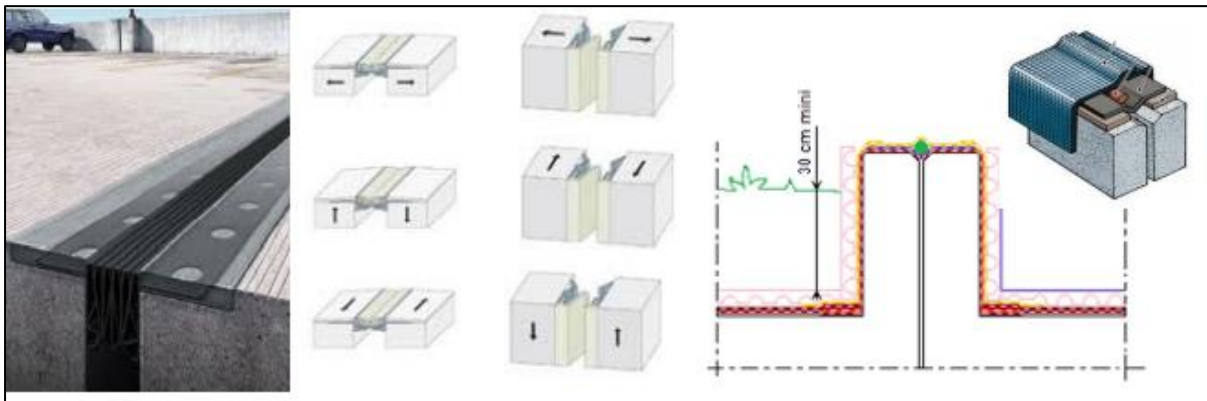


Figure 181: La forme du joint de dilatation et couvre joint Source : PDF profilés pour joints dilatation et mouvement.

V.3.2.2 La superstructure

a) Poteaux :

Les poteaux transmettent au sol les charges supportées par les différents étages, ils doivent résister à la fois aux charges verticales et horizontales, les dimensions des poteaux sont déterminées d'après la descente des charges.

- **Poteaux métalliques** : En profilés métalliques creux, au niveau des quais et de la halle. Ces derniers ont une section très sensiblement réduite par rapport à un poteau en béton armé.
- **L'ancrage des poteaux métalliques** : Les poteaux reposent sur le sol par l'intermédiaire de massifs en béton, auxquels ils sont ancrés par des boulons à scellement. La jonction des poteaux se fera par une platine à l'aide de tiges filtrées.
- **Poteaux béton armé** : au niveau de bloc administrative, en béton on prévoit des poteaux en béton armé de formes carrés et circulaires.

b) Les poutres :

Pour la structure métallique on prévoit des poutres en acier de forme de la recouvertes, en ce qui concerne le hall de la gare c'est des poutres métalliques alvéolaires.



Figure 185: des poutres métalliques alvéolaires

c) Les planchers :

On prévoit deux types de planchers :

- **Plancher collaborant :** nous aurons un plancher collaborant qui pourrait atteindre une grande portée sans qu'il y ait vibrations.

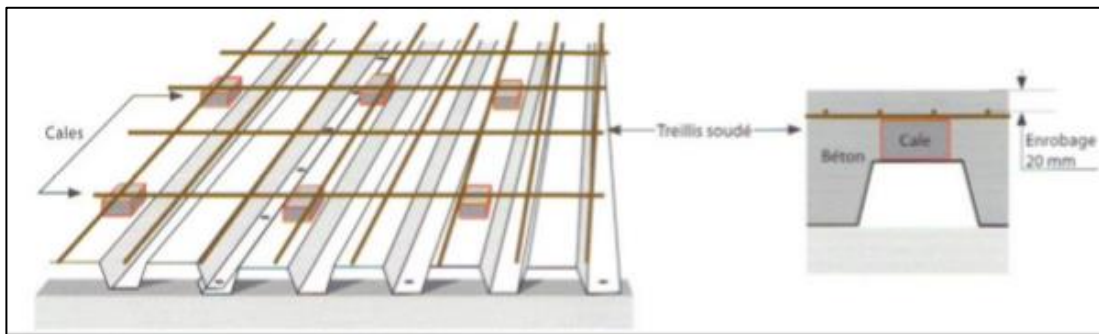


Figure 186: plancher collaborant (plancher mixte)

- **Le plancher en béton fibré :** utilisé dans le bloc administratif ce type de planchers présente les avantages suivants :

- ✓ Pas de travaux de pose de ferrailage.
- ✓ Aucune usure supplémentaire de matériau.
- ✓ Qualité sensiblement améliorée.
- ✓ Temps de construction réduit.

- **La charpente métallique Treillis :** utilisé pour la couverture de la gare pour assurer la stabilité de l'ouvrage contre les vibrations dues au trafic ferroviaire.



Figure 187: charpente métallique dans la gare centrale d'Utrecht source : www.archdaily.com

d) Faux planchers : en utilise :

Faux plancher en verre : Les panneaux en verre translucides, virages ou colorés permettent de voir l'espace sous le faux-plancher ce qui donne l'occasion de créer un design original du local et une continuité spatiale.



Figure 188: faux plancher en verre

e) La circulation verticale :

Dans le projet la circulation verticale est assurée par les escaliers et les ascenseurs et les escaliers mécanique qui sont regroupés ensemble sur les deux parties du projet et au niveau des quais pour des raisons fonctionnelles et pour mieux gérer le flux des chercheurs.

V.3.3 LES SECONDS OEUVRES :

Constituent les éléments non structurels du projet :

1. Les murs extérieurs :

La construction des murs extérieurs en maçonnerie est faite pour satisfaire les exigences thermiques en été et en hiver, à respecter les critères de stabilité et de sécurité, ainsi que les critères de confort acoustique.

- **Nous avons donc choisi d'utiliser :**

Des murs à double cloison en briques dans les murs entre le hall et es quais et les quais et les locaux, l'interposition d'une lame d'air continue entre les parois extérieures et intérieures qui assure une isolation thermique plus favorable que les parois uniques.

Brique pleine sur le reste des murs extérieur en maçonnerie.

- **Les isolations :**

- **Laine de verre :** nous l'avons utilisé pour sa bonne qualité en isolation phonique entre la voie ferre et le hall d'accueil.

- **Polystyrène :** nous l'avons utilisé pour ses avantages :

- ✓ Peu coûteux, Bon pouvoir isolant, Adapté aux milieux humides, Résistant à la compression...etc.

2. Murs intérieurs :

Mur en maçonnerie (brique de terre cuite) : utilisé pour la séparation entre Les espaces intérieurs.

3. Les cloisons :

Les cloisons peuvent être fixes ou amovibles, opaques ou transparentes selon la nature de l'espace. En plus de leur rôle de cloisonnement, elles permettent d'avoir :

- ✓ L'isolation thermique et acoustique
- ✓ Une séparation visuelle (totale ou partielle)
Résistance au feu.

✚ **Cloisons amovibles :** Elles seront utilisées pour les bureaux, elles permettront une fluidité et une transparence idéale pour les espaces de travail elles seront réalisées en pvc ou en aluminium.

✚ **Cloisons fixes en verre :** pour les restaurants et la boutique, elles seront en panneaux vitrés courbes réalisés en plexiglas ou en verre.

4. Les murs rideaux :

On fera usage de ce type de cloisons sur les façades principal de la gare suggérant les principes de transparence, de façade libre et de communication dans notre projet.

Le mur-rideau est un mur de façade légère non porteur qui se caractérise par :

- ✓ Il est fixé sur la face externe de l'ossature porteuse du bâtiment.
- ✓ Son poids propre et la pression du vent est transmis à l'ossature par l'intermédiaire d'attaches, Il est formé d'éléments raccordés entre eux par des joints.



Figure 189: cloisons amovibles source : www.espace-cloisons-alu.fr



Figure 190: cloison fixes en verre source : www.espace-cloisons-alu.fr

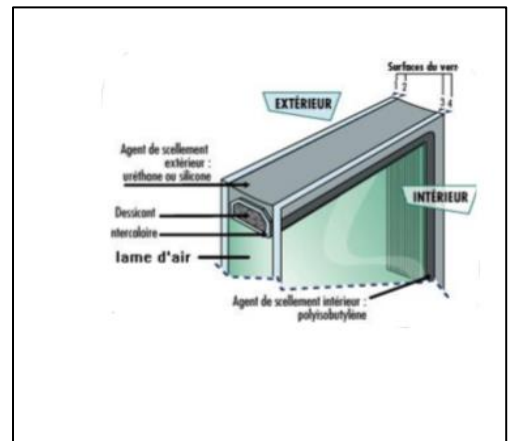


Figure 191: détaille de mur a rideaux en verre autonettoyant

Le vitrage autonettoyant : C'est un verre ordinaire sur lequel on a ajouté une couche de dioxyde de titane, ce verre réagit très bien aux salissures organiques, il permet ainsi d'économiser l'eau et l'argent.

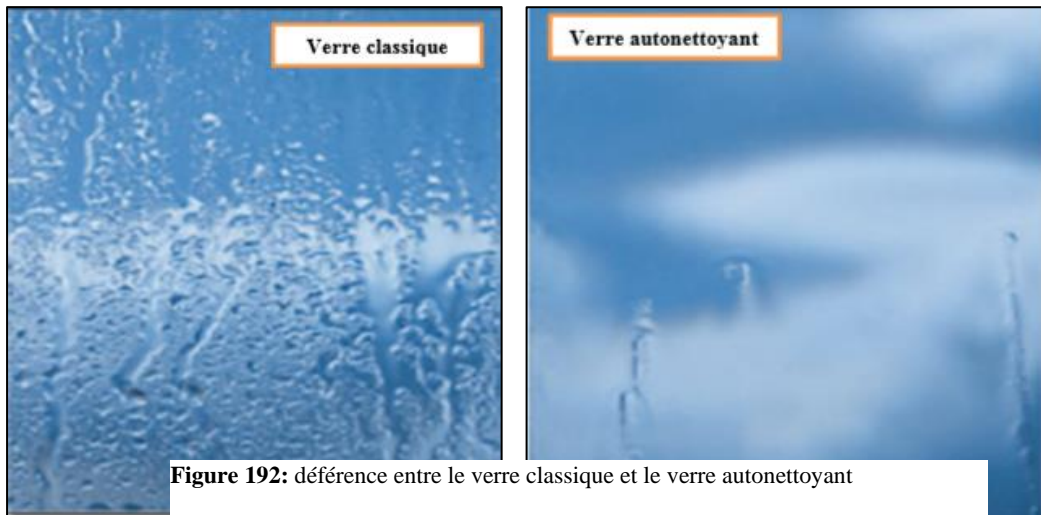


Figure 192: différence entre le verre classique et le verre autonettoyant

5. Les façades à double peau :²⁷

Les façades double-peau (encore appelées façades bioclimatiques) sont très prisées par les concepteurs et connaissent aujourd'hui un développement significatif. Elle offre ainsi aux maîtres d'ouvrage, de nombreux avantages tant sur le plan acoustique et thermique, qu'esthétique, parmi c'est avantage à savoir :

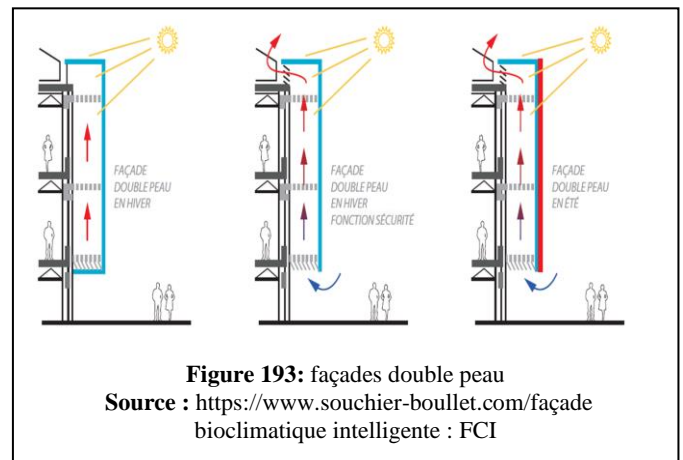


Figure 193: façades double peau

Source : <https://www.souchier-boullet.com/façade-bioclimatique-intelligente> : FCI

- Diminution des déperditions thermiques.
- Protection contre les contraintes météorologiques (froid, vent).
- Stockage de la chaleur par effet de serre à l'intérieur de la double peau.
- Évite les surchauffes d'été en limitant l'action du rayonnement direct du soleil.
- Supprime l'effet de paroi froide en hiver.

²⁷ ²⁷ www.souchier-boullet.com/desenfumage-architectural/facade/facade-double-peau/ vu 15-04-19

- Isolation phonique.
- Préchauffage des amenées d'air.
- Utilisation de l'éclairage naturel.

Une façade double-peaux est choisie sur la façade sud du projet pour cacher la structure d'une part et d'isoler le bâtiment d'une autre part (une épaisseur importante).

6. Les rails pour les trains

Sous forme de semelles et de bandes à placer directement sous les rails, des atténuations de bruits et de vibrations de plus de 10 DB peuvent être obtenues, ces produits sont plus sûrs et plus durables.

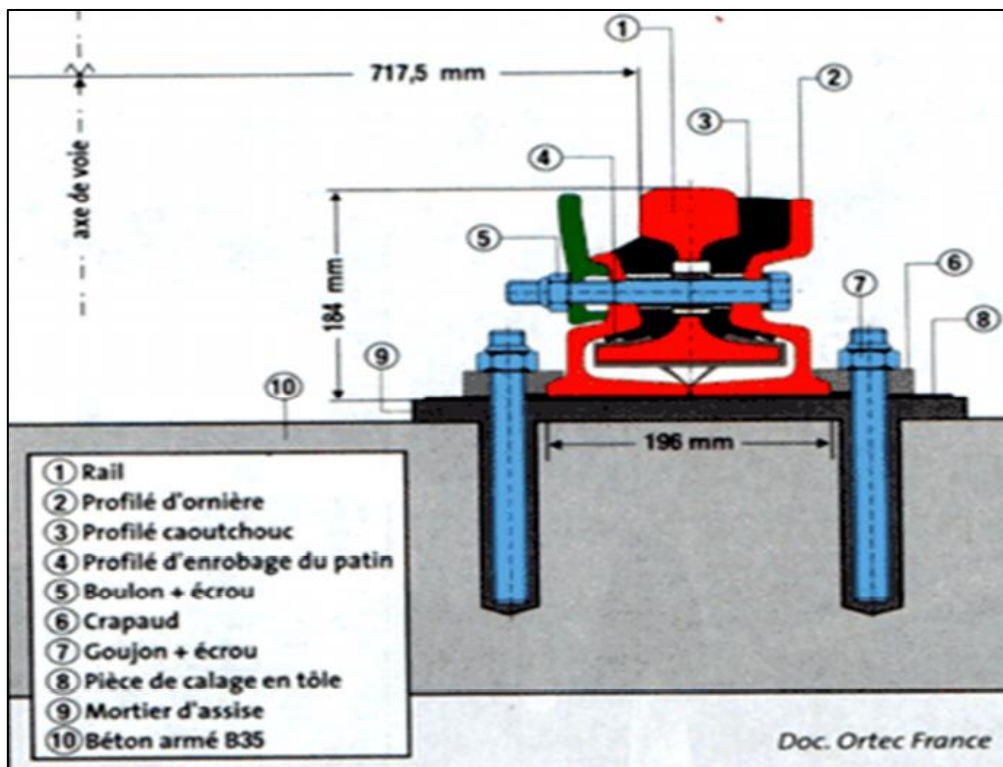


Figure 182: détail des semelle anti vibration source : <https://fr.wikidia.org/wiki/Rail>

V.3.4 CORPS D'ETAT SECONDAIRE :

V.3.4.1 Escaliers mécaniques :

Pour faciliter l'accès aux quais et guider les voyageurs dans la gare en a chosé des escaliers mécaniques d'une forme circulaire, qui sont Renforcer l'attractivité du bâtiment.

L'escalator circulaire est à la fois un modèle d'art comme c'est l'architecture.

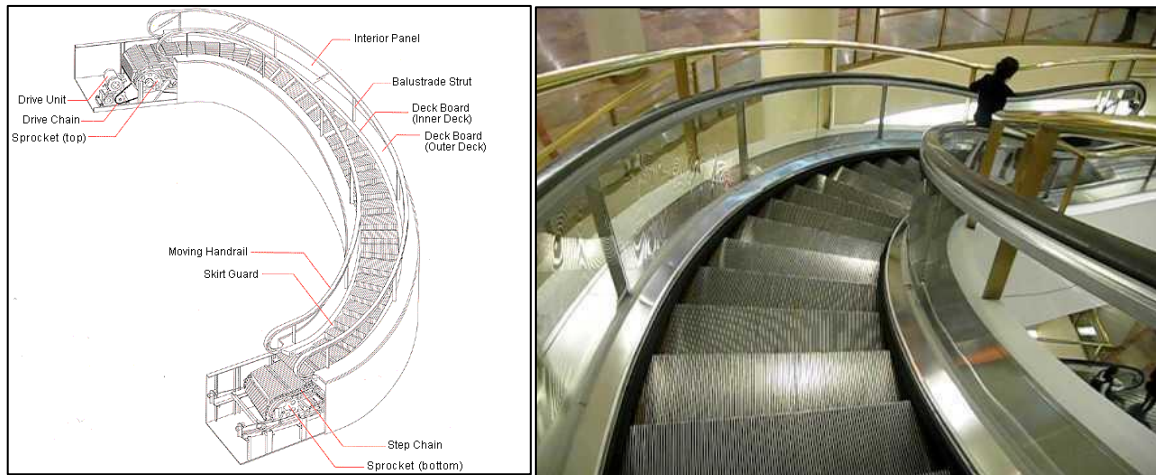


Figure 183: escalator circulaire source : <https://www.mitsubishielectric.com/elevator>

V.3.4.2 Les ascenseurs :

Vu le flux de gent qu'il accueillera, Le gare dispose d'ascenseurs qui vont faciliter le déplacement des personnes à mobilité réduite (handicapé, personnes âgées,). Pour ce faire nous envisageons 03 ascenseurs électriques pour le hall d'accueil et 2 pour l'administration.

- ✚ On a choisi des cabines panoramiques intérieures offrent une valeur ajoutée assez élevée à un bâtiment. Grâce à la souplesse du système de conception et de production, les cabines panoramiques sont en mesure de satisfaire tous les besoins et de relever tous les défis architecturaux.



Figure 196 :ascenseurs panoramique
Source : <http://www.etsmansouri.com/Ascenseurs+Panoramiques.html>



V.3.4.3 La climatisation :

Chauffage/rafraîchissement par géothermie, permettent en outre à l'équipement de minimiser ses dépenses en énergie.

C'est un système qui consiste à intégrer des systèmes d'échange thermique à la structure du bâtiment, en hiver, le fluide contenu dans les tubes prend les calories du terrain ce qui permet de chauffer le bâtiment, à l'inverse en été la chaleur accumulée est rejetée dans le sol c'est un système respectueux pour l'environnement.



Figure 197: système géothermie intégré au sol
Source : <http://www.mamaisonmesttravaux.com/chauffage-geothermie>

V.3.4.4 Ventilation :

Dans le hall d'accueil et le restaurant il est recommandé de filtrer l'air neuf afin de limiter la contamination de l'air présent dans les pièces plus la ventilation naturelle.

- **Les principaux systèmes de ventilation :**
 - ✓ Système de ventilation hybride.
 - ✓ Système de ventilation par tirage thermique (atriums).

V.3.4.5 Electricité :

Poste de transformateur il a été prévu un poste de transformateur au côté de locaux technique, permettant l'accès facile à l'équipe de control (SONELGAZ).

V.3.4.6 L'éclairage :

L'espace central étant un espace à ciel ouvert son éclairage est assuré naturellement.

✚ Les quais :

Sont alimentés par un éclairage artificiel (tubes fluorescents), plus de l'éclairage zénithal.

✚ Eclairage de sécurité :

Il sera assuré par le groupe électrogène à contrôle automatique situé dans les locaux techniques du bâtiment de la gare.

✚ Affichage et information :

L'affichage des horaires, des signalisations et de départ des trains, sera situé au niveau des quais et la salle des pas perdus.

- ✓ L ' information est traitée sous forme d'annonces sonores, par les différents systèmes d'affichage (panneaux lumineux ou guichets d'information).

V.3.4.7 Les panneaux d'affichages :

Tous le long de la circulation des panneaux et des écrans d'affichages seront fixés aux éléments de structure du bâtiment pour mieux orienter les voyageurs.

V.3.4.8 Confort acoustique :

Conception des panneaux absorbant acoustique qui vont réduire les résonances et le volume général de la nuisance sonore.

V.3.4.9 Gestion d'énergie :

a. Des panneaux photovoltaïques flexibles :

Les panneaux solaires souples sont des panneaux de type photovoltaïque, qui produisent de l'électricité à partir du rayonnement solaire. Ils sont la plupart du temps constitués de cellules monocristallines, proches de celles utilisées dans les panneaux solaires rigides pour toiture.

Leur atout majeur est leur flexibilité. Ils peuvent se courber, plus ou moins selon les modèles de panneaux, ce qui permet diverses possibilités d'utilisation.



Figure 198: panneaux d'affichages
 Source : <http://www.essentialtravelguide.com/travel-articles>



Figure 199 : des panneaux photovoltaïques flexibles

b. Brises soleil :²⁸

Les systèmes de protection solaire en projection empêchent le réchauffement de la température intérieure lors de la période estivale, et permettent aux apports solaires gratuits d'entrer pendant les mois plus froids. Cela permet d'optimiser la consommation d'énergie. Dans le projet, deux types sont utilisés :

✚ Brises soleil horizontaux :

Ce type brises soleil son entouré au toutes les ouvertures du projet, ils sont le résultat de l'épaisse enveloppe extérieur.

✚ Brises soleil verticaux :

Utilisés notamment pour protéger les surfaces de la façade orientée sud-ouest, par extrusion horizontale des poteaux du mur rideau.

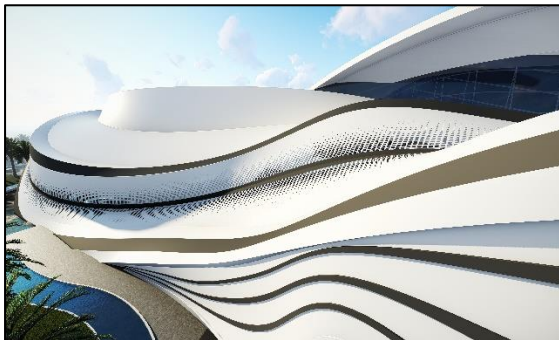


Figure 200: brises soleil horizontaux source : auteur

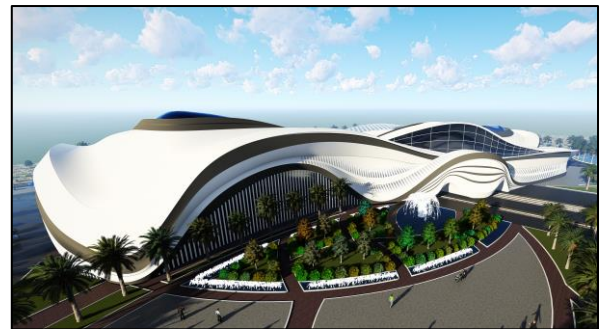


Figure 201: brises soleil verticaux source : auteur

V.3.4.10 Système de sécurité :

On prévoit un immeuble doté d'un service et d'une gestion informatisée.

Une surveillance peut être assurée par une installation automatique à l'aide de :

a. Caméras de surveillance :

Le bâtiment possède un système de télévision à circuit fermé.



Figure 202 : caméra de surveillance
Source : archiexpo.fr

²⁸ PDF Prochure-Architecturale-zonwering-FR page 16

Le système comporte des caméras en couleurs et des moniteurs. Les moniteurs sont placés au centre de sécurité au niveau administration dans le Rez-de-chaussée.

b. Protection contre l'incendie :

Tous les espaces seront dotés de détecteurs de fumées et de chaleur et seront connectés à un poste de contrôle central doté d'alarme, des extincteurs mobiles seront disposés visiblement dans les dégagements.

c. Extinction automatique à eau (sprinklers) :

On prévoit des SPRINKLERS qui est un Système de lutte incendie disposer au niveau des faux plafonds. Destiné automatiquement à diffuser un produit extincteur sur un foyer d'incendie, il est alimenté par des canalisations (propre à lui) ou bien par la bache à eau, équipé par un compresseur.



Figure 203: extinction automatique a eau (sprinklers)
Source : archiexpo.fr

V.3.4.11 Gestion d'eau :

a. Alimentation en eau potable :

L'alimentation en eau potable se fera par le branchement au réseau d'AEP principal de la ville, il a été prévu une bache à eau en béton armé au sous-sol, dont 1/3 de sa capacité est destinée pour l'alimentation en eau en cas de coupure, et 2/3 pour le réseau anti-incendie. La propulsion des eaux vers les étages est assurée par des surs presseur.

b. Réseaux d'évacuation d'eaux usées :

Un système d'évacuation des eaux usées est prévu, il est raccordé directement au réseau d'assainissement public. Pour le sous-sol, un système de relevage sera prévu avec un regard collecteur et une pompe de refoulement des eaux usées.

c. Récupération de l'eau :

Cette technologie utilise l'eau de Toiture pour alimenter l'arrosage. Mais il est aussi possible d'alimenter les espaces humidifie, Le concept c'est de capter l'eau de pluie et de la stocker pour un usage ultérieur.

Permettra d'apporter la quantité d'eau dont ont besoin les végétaux tout en évitant les gaspillages. Cette technique est idéale au potager mais peut s'avérer assez couteuse à l'installation. On lui préférera donc souvent la technique du ruissèlement qui consiste à distribuer l'eau à un point fixe pour ensuite la répartir via un réseau de rigoles sur l'ensemble des cultures.



Figure 204: récupération de l'eau pluviale

Source : www.aaz-maison.com

Robinetterie : Commande sans contact par détecteur infrarouge le fonctionnement :

- ✓ Dès que le détecteur infrarouge détecte une main, le flux d'eau est activé sans contact. Si la main quitte le champ de détection, le robinet se ferme automatiquement. Points forts :
- ✓ Actionnement sans contact, y compris le réglage automatique de la distance par rapport au lavabo
- ✓ Désinfection thermique
- ✓ Economie en eau d'environ 62 %
- ✓ Alimentation pile ou réseau
- ✓ Simple remplacement de la pile.



Figure 205: robinets intelligent

Source : www.msrn.com

V.3.4.12 Gestion des déchets :

Système des poubelles intelligentes, autonomes et connectées, capables, entre autres, de compacter les déchets pour ne pas déborder, et d'optimiser les frais de collecte. Elles envoient un signal quand elles sont pleines : les poubelles sont reliées par une puce à une plateforme en ligne. Les agents reçoivent par mail ou SMS des alertes afin d'ajuster leurs tournées.



Figure 206: poubelle intelligente

Source : www.science-et-vie.com

- **Elles compactent les déchets** : grâce à un compacteur intégré, ces poubelles peuvent recevoir jusqu'à 600 litres de déchets, soit 5 fois plus que des corbeilles de rue classique. Le comptage peut être paramétré et s'activer automatiquement.
- **Elles fonctionnent à l'énergie solaire** : complètement autonomes en énergie, ces poubelles fonctionnent grâce à des panneaux solaires qui alimentent une batterie de 12 V. Panneau et batterie : un dispositif qui permet surtout de faire fonctionner le compacteur mais aussi de transmettre en temps réel le niveau de remplissage à une plate-forme de gestion de collecte.
- **Elles ne débordent pas et affiche de la publicité** : entièrement fermées, ces corbeilles apportent un nouveau support adapté à la publicité interactive et évitent les débordements de déchets sur la voie publique puisqu'elles sont dotées d'une trappe à la manière d'un vide-ordure.

Synthèse : Dans ce volet nous avons abordé l'aspect technique du projet ce qui a permis de présenter les différents choix structurels, de matériaux, de techniques et systèmes liés à la durabilité et les différents choix conceptuels tant intérieurs qu'extérieurs, ce qui permettra de mettre en exergue les détails du projet afin d'enrichir le volet conceptuel.

Approche durabilité et & simulation

VI.1 Introduction :

L'être humain passe jusqu'à 90% de son temps dans espace intérieur clos, donc il est plus exposé à la qualité de l'air intérieur qu'à la pollution extérieure.

La qualité de l'air intérieur s'impose, en ce début de siècle, comme une nouvelle préoccupation importante pour les populations et les pouvoirs publics et parmi les premières inquiétudes sanitaire et environnementale, lorsqu'une mauvaise qualité de l'air peut provoquer des problèmes sanitaires à l'être humain.

La plupart des problèmes sanitaires liés au bâti résulte de la pollution de l'air intérieur ou d'une humidité excessive qui peut être liée à un taux de renouvellement d'air insuffisant, ou surgir suite manque ou à l'excès de ventilation ou d'aération. Donc il est important de mettre en œuvre un système de ventilation pour améliorer la qualité de l'air dans un environnement intérieur.

Les gares ferroviaires sont des environnements intérieurs qui nécessitent une stratégie de ventilation substantielle pour diffuser et éliminer la pollution atmosphérique générée par les trains diesel ou électriques.

Toute stratégie de ventilation doit être adaptée au contexte local, à la fois climatique, urbain, technique et économique « *Une construction intelligente doit tenir compte de l'environnement climatique : soleil, vent, orientation des pièces en fonction de leurs usage* ». Alain Liebard, André De Herde.

Notre contexte caractérisé par un climat froid et semi-aride, c'est-à-dire que la durée la plus longue de l'année c'est la saison d'hiver donc les stratégies de ventilation qui adopté dans la conception d'une gare ferroviaire doit comprendre en considération le confort thermique.

Par temps froid, un taux de renouvellement d'air élevé n'est pas souhaitable, pour le confort thermique, d'autant que les fenêtres sont généralement fermes pour garder la chaleur, donc la ventilation doit être à un débit minimal compatible avec une bonne qualité de l'air pour limiter les déperditions liées à ce renouvellement d'air, par temps chauds dans notre cas le confort peut être atteint avec une simple ventilation naturelle.

La ventilation naturelle est une stratégie passive, sans moyen mécanique, de maintenir

Un environnement intérieur confortable. Un des moyens déjà utilisés auparavant dans l'architecture traditionnelle exploitée sous plusieurs formes et sur plusieurs plans.

La présente recherche s'intéresse à la qualité de l'air intérieur suivant le potentiel de la ventilation naturelle selon les conditions climatique considérées, et d'apprécier l'impact de l'orientation et l'ouverture des fenêtres sur la qualité d'air, l'objectif de cette recherche est d'assurer une bonne qualité de l'air intérieur sans compromettre le confort thermique.

Pour nous aider à bien répondre aux objectifs assignés au préalable, notre étude s'articule sur une simulation numérique de la température intérieur et la concentration de CO_2 qui sert d'indicateur pour évaluer la qualité de l'air ambiant dans le hall d'accueil.

La simulation numérique consiste à vérifier la faisabilité de ses stratégies adoptées pour assurer une bonne qualité d'air dans l'espace le plus important dans la gare ferroviaire sans compromettre le confort thermique.

VI.2 PROBLEMATIQUE :

La ventilation est un secteur clé du bâtiment, dont le rôle est de maintenir une bonne qualité de l'air intérieur et obtenir une ambiance intérieure saine et confortable toute l'année, dans notre cas pendant une bonne partie des saisons, la ventilation naturelle peut assurer le bien-être des occupants.

Lorsque la ventilation naturelle est utilisée en saison de chauffage, il est indispensable de prévoir des modules automatiques de régulation des débits pour que ce mode de ventilation n'engendre pas de déperditions excessives.

Alors, dans ce cas : comment assurer la bonne qualité de l'air dans le hall d'accueil de la gare ferroviaire de la ville de Djelfa sans compromettre le confort thermique ??

VI.3 HYPOTHESE :

- Le bon choix des dispositions de ventilation, tel que l'utilisation de système de ventilation naturelle par (ouverture de fenêtre + effet de cheminée par atrium), permettent d'améliorer la qualité d'air intérieur dans le hall d'accueil de la gare ferroviaires.
- La bonne implantation des bâtiments qui prend en compte l'effet de soleil.
- La meilleure orientation des bâtiments avec la position optimale par rapport à la ventilation naturelle.

VI.4 OBJECTIFS :

L'objectif de ce travail vise à favoriser la ventilation naturelle dans le hall d'accueil de la gare ferroviaires et déterminer est-ce qu'elle est le stratège adopté dans les conditions climatique considérées, par la prendre en considération le taux de concentration de co2 et le confort thermique, à l'aide des logiciels de simulation numérique.

VI.5 METHODOLOGIE DE RECHERCHE :

Cette partie est structuré en deux chapitres :

Le premier chapitre consiste à présenter des aspects théoriques sur la notion de la qualité d'air ainsi que les concepts et les stratégies de ventilation naturel.

Le deuxième chapitre sera consacré à l'approche expérimentale au cours de laquelle des simulations d'évaluation des conditions de la bonne qualité d'air intérieur sans compromettre le confort thermique par l'évaluation de concentration de co2 et confort thermique dans le hall d'accueil de la gare ferroviaire à l'aide des logiciels de simulation numérique (open studio–Energie plus).

Dans cette partie On a essayé de faire quelque modification au niveau des fenêtres par l'augmentation les dimensionnements des ouvertures et au niveau de système de ventilation pour connaitre l'effet des dimensions des fenêtres et le système de ventilation sur la qualité d'air et le confort thermique, on à comparer la concentration de co2 dans le hall d'accueil et la température avant et après l'amélioration dans l'été et l'hiver.

VI.6 LES OUTILS DE RECHERCHE :

Afin d'effectuer notre étude, notre choix c'est porté sur le logiciel open studio pour crée la géométrie de l'espace, couplé au logiciel Energy plus pour compléter l'étude et la sugillation de confort thermique et la ventilation naturel.

Energy Plus : c'est un programme de simulation d'énergie de bâtiment que les ingénieurs, les architectes et les chercheurs utilisent pour modéliser à la fois la consommation d'énergie, pour le chauffage, le refroidissement, la ventilation, l'éclairage et les charges de prise et de traitement, et l'utilisation de l'eau dans les bâtiments...ex.

Open Studio:

C'est une Applications pour l'analyse de l'énergie de construction utilisée dans la modélisation de l'information de construction, l'application principale est un plugin pour SketchUp, qui

permet aux ingénieurs de visualiser et de modifier des modèles 3D pour la simulation Energy Plus.

Open Studio a été conçu pour travailler avec SketchUp, parce que de nombreux architectes utilisent déjà SketchUp pour la conception de bâtiments. L'intégration permet aux architectes d'analyser la performance énergétique d'un dessin avant de commencer la construction.



VI.7 VOLET 01 : ASPECT THEORIQUE

VI.7.1 Définition de la qualité d'air :

Une norme de qualité de l'air est une valeur quantitative prescrite concernant la qualité de l'air. Elle est définie par polluant, en fonction de la quantité et du type de ce polluant, en tenant compte d'autres paramètres physiques (température, humidité, pression...).

La qualité de l'air se mesure par le contenu plus ou moins important en éléments nocifs ou gênants : gaz, particules inertes ou vivantes, etc. Quand on parle de « qualité de l'air » il s'agit implicitement de l'air intérieur, la détérioration de l'air extérieur étant désignée sous le terme plus général de « pollution », les éléments nocifs ou gênants étant désignés comme les « polluants ».²⁹

²⁹ Roger Cadiergues Mémo Cad nV00.a VENTILATION ET QUALITÉ DE L'AIR

VI.7.2 Les sources de pollution :

Extérieure :

- Circulation, industrie, pollen, ...

Intérieure :

- Les occupants et leurs diverses activités, sources d'eau, de CO₂ et d'autres polluants.

Bâtiment lui-même :

- Les revêtements, peintures et vernis, le mobilier, les plantes également.

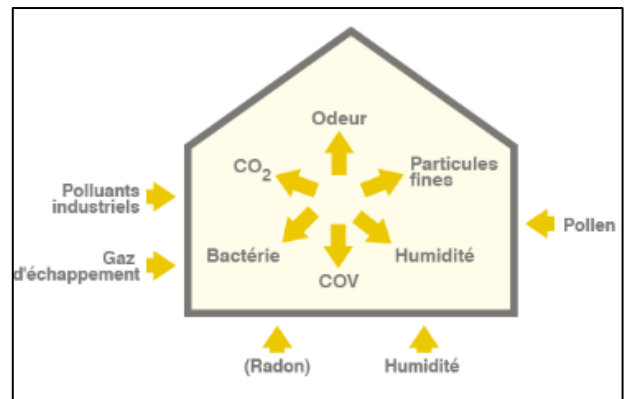


Figure 207: les polluants extérieurs et intérieurs

VI.7.3 La qualité d'air dans les gares ferroviaire :

Ces dernières années, les préoccupations en matière de qualité d'air intérieur se sont accrues, en particulier dans les espaces clos ouverts au public. La surveillance de la qualité de l'air de ces espaces a mis en évidence qu'ils étaient Parfois plus pollués qu'à l'extérieur. Dans ce contexte, des mesures à l'intérieur des enceintes de transport ferroviaire ont mis en évidence des niveaux élevés de particules en suspension.³⁰

Dans la lutte pour l'amélioration de la qualité de l'air, nous poursuivons trois objectifs majeurs :

- ✓ Réduire à la source la quantité de particules fines émises.
- ✓ Traiter l'air directement sur les quais.
- ✓ Améliorer la ventilation dans les gares.

VI.7.3.1 Source des contaminants dans l'air intérieur dans la gare ferroviaire :

Au lieu du terme de polluant, nous adoptons ici, pour caractériser la qualité de l'air intérieur, le terme de « contaminant ».

Les polluants de l'air des locaux peuvent être produits à l'intérieur ou provenir de l'extérieur puisque dans la plupart des édifices, il y a des échanges d'air continus avec l'extérieur. À défaut de contrôler les sources de contaminants, des problèmes de QAI sont susceptibles de surgir.

³⁰ Dorothee Grange et Sabine Host. Pollution de l'air dans les enceintes souterraines de transport ferroviaire et santé.pdf

L'air à l'intérieur peut être contaminé par une multitude de particules, fibres, champignons, spores de moisissures, bactéries et gaz.³¹

Il existe différentes mesures pour réduire la présence de contaminants dans l'air intérieur, l'élimination ou la réduction à la source étant sans aucun doute celle à envisager en premier lieu.³²

Donc dans la conception d'une gare ferroviaires, il faut tenir compte les contaminants. La provenance des contaminants de l'air dans les gares ferroviaire peut être divisée comme suit :

Les personnes :

Chaque personne émet le CO₂ en respirant, génère des odeurs, propulse des microorganismes dans l'air. Les vêtements des personnes et les différents produits cosmétiques qu'elles utilisent (ex. : les parfums) sont aussi des vecteurs de contaminants.

Le bâtiment :

Un bâtiment et ses infrastructures qui ne sont pas conçus ou entretenus de façon adéquate peuvent être la source de microorganismes dans l'air intérieur en raison de problèmes d'infiltration d'eau chronique ou de dégâts d'eau. Les activités courantes ainsi que les travaux de construction remettent en suspension dans l'air des poussières qui peuvent être contaminées par des microorganismes. De plus, dans certains bâtiments où les matériaux de construction contiennent de l'amiante, les travaux de construction peuvent remettre en suspension des poussières contenant de l'amiante. Enfin, les équipements de chauffage par combustion peuvent également être la source de problèmes de qualité de l'air.

Les Particules fines émises :

L'activité ferroviaire est aussi une source de pollution, notamment l'usure du matériel (usure des freins, frottements roues/rails...). Les systèmes de freinage sont en particulier le lieu de frottements intenses, qui sont à l'origine d'une grande partie de la pollution particulaire.

L'air que respirent les voyageurs, contient bien plus de **particules fines** que les nœuds routiers.

L'air extérieur :

³¹ http://www.nb.lung.ca/schools/1000f/iaq_plltns_f.htm19/12/2014

³² http://www.msss.gouv.qc.ca/sujets/santepub/environnement/index.php?environnement_interieur (19/12/2014)

L'air extérieur peut être une source de contamination de l'air intérieur. La qualité de l'air extérieur (atmosphère), les gaz d'échappement de véhicules à proximité d'ouvertures ou de prises d'air et l'introduction de certaines marchandises peuvent avoir des effets néfastes sur la QAI.³³

VI.7.4 Les effets sur la santé d'une mauvaise qualité de l'air intérieur :

Les nombreux polluants de l'air intérieur peuvent générer plusieurs types d'effets sur la santé, qui peuvent aller de la simple gêne olfactive à une irritation des yeux, de la peau, voire de l'appareil respiratoire, en passant par des problèmes de somnolence.³⁴

Les divers problèmes de santé ou symptômes rencontrés en lien avec la mauvaise qualité de l'air intérieur incluent l'asthme, certaines manifestations allergiques et irritatives, des symptômes non spécifiques (maux de tête, nausées, etc.), des intoxications chroniques et aiguës, et même des cancers globalement.

VI.7.5 Différents paramètres de la qualité d'air intérieur :

Pour obtenir une bonne qualité de l'air intérieur (QAI), on doit tenir compte de nombreux facteurs, tels que : le type et la quantité des contaminants ainsi leur déplacement dans l'espace, l'apport d'air extérieur, tant en qualité qu'en quantité, le mouvement de l'air, la propreté des espaces et du système de ventilation.

Selon ces critères, un air intérieur de qualité peut être défini comme celui qui respecte les valeurs suivantes :

Paramètres	Valeurs-guides
Humidité relative	Comprise entre 40% et 60% dans un local à 20°
Radon *	< 400 Bq/m ³
Formaldéhyde	< 10 µg/m ³
Benzène	< 2 µg/m ³

³³ GUIDE LA QUALITÉ L'AIR DE dans les établissements du réseau de la santé et des services sociaux INTÉRIEUR

³⁴ La qualité de l'air intérieur : enjeu de santé publique

Particules fines PM _{2,5}	< 10 µg/m ³
CO	< 10 mg/m ³
CO ₂	< 1 000 ppm

Tableau 5: paramètres de la qualité d'aire **source** :<https://www.ecologie.gouv.fr/qualite-lair-interieur>

- La concentration de dioxyde de carbone dans les lieux sont réputés être des indicateurs les plus importants pour juger de la qualité de l'air intérieur.
- Evaluer la qualité de l'air intérieur en mesurant le CO₂ entre autres.
- Les concentrations de CO₂ ne doivent pas dépasser 1000 ppm.

VI.7.6 La Notion de confort respiratoire :

Le confort respiratoire est un facteur d'ambiance directement liée à la thermique de l'espace, la purification de l'air implique son renouvellement par un processus de ventilation naturelle ou mécanique pour obtenir une qualité d'air escomptée. Cette qualité de l'air est importante pour le processus métabolique et pour l'hygiène de chacun, elle doit préserver l'individu des risques de contaminent et de pollution dus aux diverses substances en présence « *germes pathogènes, molécules organiques, matières odorantes, gaz carboniques, poussières, fumées de tabac et particules radioactives. Portant de la consommation énergétique d'un bâtiment* » [E. GRATIA, André De Herde,2006]

• Notions élémentaires dans le confort respiratoire :

L'aération :

C'est l'ouverture des portes et des fenêtres. Cette action volontaire participe à l'amélioration de la qualité de l'air intérieur des locaux.

La ventilation :

C'est le renouvellement général d'air dans un bâtiment par entrée d'air neuf extérieur et sortie d'air intérieur vicié, grâce à un dispositif naturel ou mécanique, lequel assure en permanence des débits d'air minimaux.

VI.7.7 Critères d'évaluation de la qualité de l'air intérieur :

Un système de ventilation a pour fonction première de fournir de l'air frais aux occupants de l'espace occupé et d'évacuer les contaminants, la chaleur et l'humidité. Il est possible de quantifier les performances d'un système de ventilation à accomplir ces tâches par des critères quantitatifs.

Une ventilation efficace est une ventilation qui assure un débit de renouvellement d'air neuf suffisant au regard de l'activité se déroulant dans le local, qui assure la maîtrise des débits et de la température de l'air soufflé et sa distribution uniforme dans le local. Les facteurs comme le temps d'arrêt et départ et les filtres utilisés peuvent aussi influencer l'efficacité d'un système de ventilation. On a quelques critères. Pour déterminer l'efficacité des systèmes de ventilation en termes de qualité de l'air intérieur.³⁵

- a) **Âge de l'air :** L'âge de l'air est défini comme étant le temps qu'il faut à une molécule d'air pour aller de la grille de soufflage à point précis de coordonnées $P(x,y,z)$ dans la pièce étudiée. C'est un critère utile pour identifier les régions où les zones qui sont moins bien ventilées. Les endroits où l'âge de l'air est faible correspondent aux zones où l'air de soufflage remplace rapidement l'air vicié. Dans les zones où l'âge de l'air est élevé, l'air est stagnant et son temps de séjour dans la pièce est élevé. La concentration de contaminants gazeux et particulaires risque d'être plus élevée dans ces régions.³⁶
- b) **Indices de qualité de l'air dans un local :** L'indice de qualité de l'air comme étant un indice qui mesure l'efficacité d'un système de ventilation à éliminer les polluants. Cet indice est déterminé lorsque l'état permanent est atteint dans la pièce et plus sa valeur est élevée, plus le système de ventilation élimine efficacement les polluants dans la pièce.³⁷
- c) **Nombre de changement d'air :**

³⁵ Abderrahim LAKHOUT. Modélisation de la qualité de l'air dans une unité de bronchoscopie : influence des stratégies de ventilation Montréal, mémoire présenté à l'école de technologie supérieure comme exigence partielle à l'obtention de la maîtrise en génie ,5 AVRIL 2011.

³⁶ ADRIEN DHALLUIN. Étude de stratégies de ventilation pour améliorer la qualité environnementale intérieur et le confort des occupants en milieu scolaire. LASIE : UNIVERSITÉ DE LA ROCHELLE (École Doctorale Sciences et Ingénierie en Matériaux, Mécanique, Énergétique et Aéronautique (SI-MMEA)). Version 1 - 19 May 2013, THÈSE le 19/06/2012,p 30

³⁷ Abderrahim LAKHOUT. Modélisation de la qualité de l'air dans une unité de bronchoscopie : influence des stratégies de ventilation Montréal, mémoire présenté à l'école de technologie supérieure comme exigence partielle à l'obtention de la maîtrise en génie ,5 AVRIL 2011.

Le nombre de changements d'air par heure (CAH) est un facteur important dans le domaine de ventilation. Les normes de la qualité d'air dans les bâtiments commerciaux et institutionnels et les normes qui s'applique dans le secteur des établissements de santé, utilisent le concept du nombre de changement d'air à l'heure pour leurs recommandations sur les débits de ventilation à fournir. Le CAH recommandé par ces normes varie en fonction du type de pièce à ventiler et dans certains cas en fonction de la densité d'occupation de la pièce exprimé en nombre d'occupant par mètre carré de plancher. En connaissant le volume d'une pièce, on peut fixer le débit de soufflage de l'air qui doit être acheminé aux grilles d'entrée d'air.

VI.7.8 Les normes recommandées dans la qualité de l'air :

a. Débits de ventilation :

Les débits de ventilation imposés dépendent de nombreux aspects et diffèrent suivant la réglementation (habitat, règlement sanitaire départemental, code du travail...).³⁸

C'est plutôt la question des débits de ventilations qui est importante. Le règlement sanitaire départemental impose des débits en m³/h/occupant en fonction des locaux :

Destination des locaux	Débit d'air neuf par occupant en m ³ /h
Les écoles maternelles et primaires	15
Bureaux et locaux assimilés : tels que locaux d'accueil, bibliothèques, bureaux de postes, banques	18
Locaux de réunion : tels que salles de réunions, de spectacle, de culte, clubs, foyers	18
Locaux de vente : tels que boutiques, supermarchés	18
Locaux de restauration : cafés, bars, restaurants, cantines, salles à manger	22
Locaux de restauration, locaux de vente, locaux de réunion	30
Ateliers et locaux avec travail physique léger	45

Tableau 6: débits d'air en m³/h occupant en fonction des locaux
Source : guide_bio_tech_ventilation_naturelle_et_mecanique.pdf

³⁸ guide_bio_tech_ventilation_naturelle_et_mecanique.pdf

b. Taux de renouvellement d'air (m3/h. Personne) en bâtiment non résidentiel :³⁹

Par ailleurs, ces exigences sont traditionnellement fondées sur la seule occupation des locaux et les pollutions liées à cette occupation. L'évolution de l'ASHRAE (62.2 P) est significative de la prise en compte renforcée des pollutions liées au bâti.

Les taux recommandés de ventilation peuvent être trouvés dans le tableau (2) pour quelques bâtiments non résidentiels :

France	GB	USA	Belgique
RSdT 78	CIBSE	ASHRAE	NBN D50 001
25	29	29	32

Tableau 8: taux de renouvellement d'air dans les bâtiments non résidentiel **source :** [guide_bio_tech_ventilation_naturelle_et_mecanique.pdf](#)

VI.7.9 Améliorer le renouvellement d'air :

De manière générale, tous les bâtiments accueillant des personnes, ou ayant des productions thermiques et/ou de polluants spécifiques sont concernés par la problématique de la ventilation.

Un système de ventilation bien conçu permettra d'assurer un environnement confortable pour les occupants. Il doit également être efficace du point de vue énergétique. Il a été reconnu que la ventilation à elle seule consomme de 30 à 60% des besoins énergétiques des bâtiments.

Nous désignons la ventilation comme étant l'ensemble des systèmes passifs ou actifs, mécaniques ou non, ayant pour but de renouveler l'air intérieur, ainsi que de participer au confort dans les pièces ventilées par apport d'air neuf frais ou par brassage d'air.

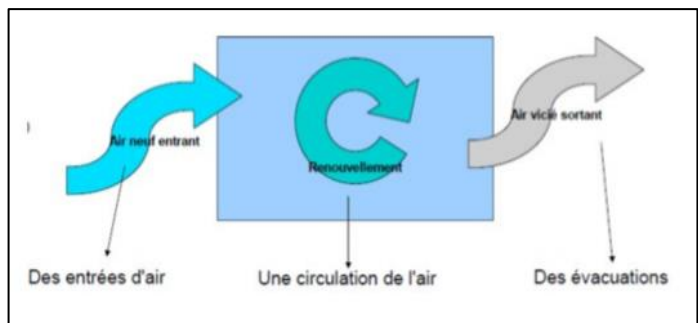


Figure 208: schéma représente le renouvellement de l'air

Le principe de la ventilation est d'insuffler de l'air neuf/propre dans le bâtiment, puis de faire circuler cet air à travers les zones à ventiler, pour enfin extraire l'air vicié et le rejeter à l'extérieur.

³⁹ [guide_bio_tech_ventilation_naturelle_et_mecanique.pdf](#)

En hiver, la ventilation doit être à un débit minimal compatible avec une bonne qualité de l'air pour limiter les déperditions liées à ce renouvellement d'air. En saison intermédiaire, la ventilation est toujours utilisée pour le renouvellement de l'air intérieur, mais peut également être utilisée, selon les circonstances, en refroidissement des locaux, lorsque l'air extérieur est plus frais que l'air intérieur. Dans ce cas, il peut être nécessaire que les débits d'air soient plus importants que les débits liés au renouvellement de l'air. Enfin, en saison chaude, la ventilation doit être limitée au débit minimum compatible avec une bonne qualité de l'air lorsque la température extérieure est supérieure à la température intérieure.

La maîtrise de la ventilation s'inscrit donc dans le contexte d'une réduction des consommations d'énergie, d'une amélioration de la qualité de l'air intérieur des bâtiments et d'une amélioration du confort hygrothermique.

Toute solution de ventilation doit être adaptée au contexte local, à la fois climatique, urbain, technique et économique. Il est notamment important de savoir si les solutions préconisées feront l'objet d'une maintenance correcte.

- ✚ Les solutions techniques existantes sont multiples, Nous allons les classer en deux catégories, selon que l'on parle de ventilation naturelle, qui repose sur les différentiels de pression liés au vent et/ou au gradient de température, ou de ventilation mécanique, où les différentiels de pression sont obtenus par le biais d'appareils motorisés. Les solutions techniques sont ainsi à choisir en fonction de paramètres spécifiques au projet, que cela soit lié au terrain environnant, à la finalité du bâtiment, au désir de l'architecte ou du maître d'ouvrage.
- ✚ De ce fait deux Stratégies de ventilation sont recommandées pour maintenir une qualité d'air dans les espaces concerner à notre recherche et selon les données climatiques de contexte, nous distinguons :

VI.7.9.1 Stratégie passive pour le mouvement de l'air (ventilation naturelle) :

La ventilation naturelle est un système de ventilation permettant de renouveler l'air Intérieur des bâtiments en reposant sur l'action de deux forces principales, le vent et l'écart de température entre l'air extérieur et l'air intérieur (Figure 2)

VI.7.9.1.1 Le fonctionnement ventilation naturelle :

Entrée d'air extérieur à travers des ouvertures spécialement aménagées, comme des fenêtres et des portes, ou à travers des ventilateurs passifs, ou par infiltration.

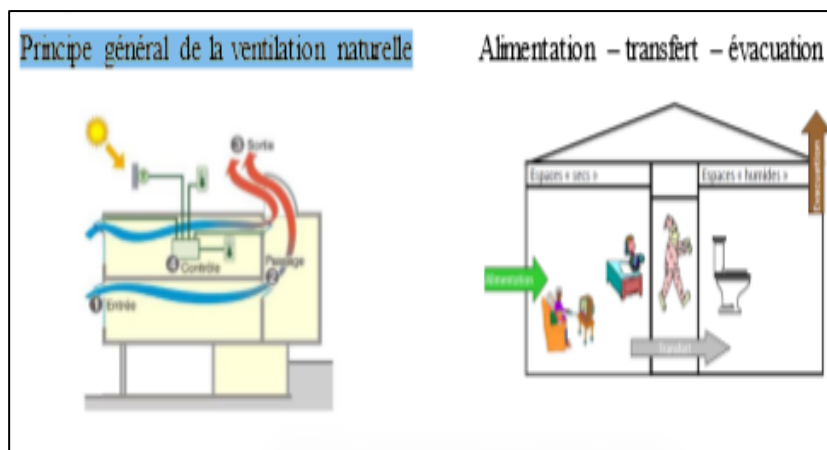


Figure 209 : fonctionnement de ventilation naturelle
Source : <http://www.desenfumest.com>

VI.7.9.1.2 Avantages de la ventilation naturelle :

- ✓ Procure une ventilation qui assure la sécurité, les conditions de confort et de santé aux occupants des bâtiments sans l'utilisation de ventilateur, procure un rafraîchissement passif sans système thermodynamique,
- ✓ Réduit les coûts de construction et d'utilisation des bâtiments quand elle est conçue soigneusement.
- ✓ Réduit les consommations d'énergie liées au système de conditionnement et aux ventilateurs.
- ✓ Elimine les bruits de ventilateurs.

VI.7.9.1.3 Types de ventilation naturelle :

a. La ventilation naturelle par ouverture des fenêtres :

Les fenêtres, sont un élément majeur de tout édifice et ont toujours bénéficié de la plus grande attention des architectes, Celles-ci établissent le contact entre l'extérieur et l'intérieur et permettent ainsi d'améliorer le bien-être de l'occupant.

La ventilation naturelle par ouverture des fenêtres permet de réduire les infiltrations d'air par les défauts d'étanchéité de l'enveloppe et donne aux occupants la possibilité de contrôler les ouvertures des fenêtres et des entrées d'air en façade.

Le débit d'air traversant le bâtiment est fonction de sa localisation, du dimensionnement et des Caractéristiques des ouvertures, de l'effet d'obstacles internes à l'écoulement de l'air et des effets de la forme externe du bâtiment en relation avec la direction du vent (présence de mur En aile).

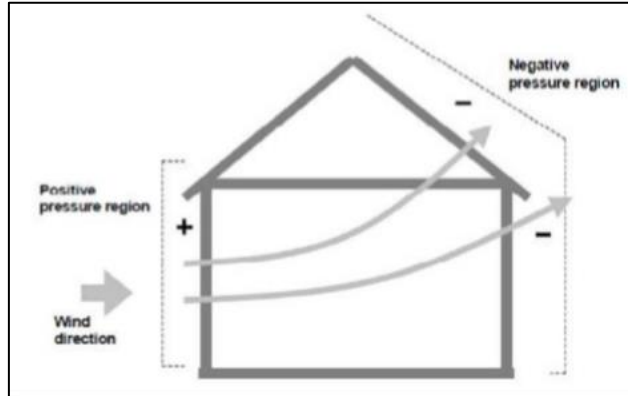


Figure 210 : action des vents sur le bâtiment source : [J.Koffi 2009].

b. La ventilation par tirage thermique :

La dépression qui génère les mouvements d'air est créée par la différence de masse volumique de l'air plus ou moins chaud. « L'air chaud a tendance à monter » (Figure 5). Si on prévoit des ouvertures en partie basse pour introduire d'air extérieur dans un espace à rafraîchir, et des ouvertures en partie haute pour laisser l'air s'échapper, il se produit un renouvellement d'air par effet de cheminée.

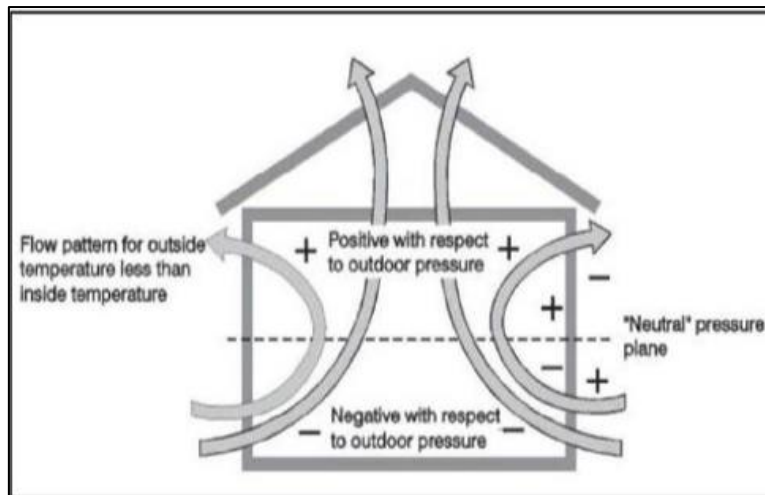


Figure 211 : effet de tirage thermique dans les bâtiments

c. La ventilation traversante :

L'orientation du bâtiment et la conformité du cloisonnement permettent un balayage complet

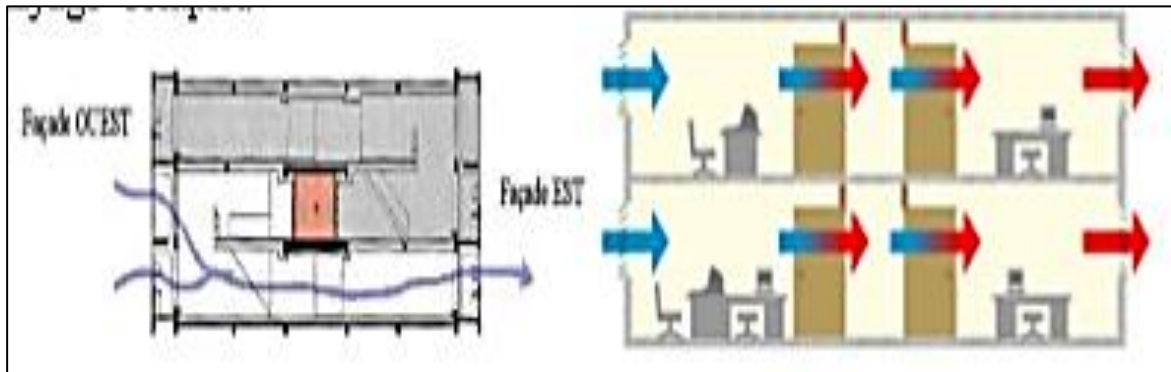


Figure 212 : ventilation traversante
Source : (Gratia E, 2004)

d. La ventilation naturelle par conduits verticaux :

Est largement utilisée en France dans le résidentiel collectif existant construit avant 1982 [J. Koffi2009]. Le bâtiment doit être suffisamment étanche afin d'éviter des infiltrations d'air importantes qui sont nuisibles au bon fonctionnement du système.

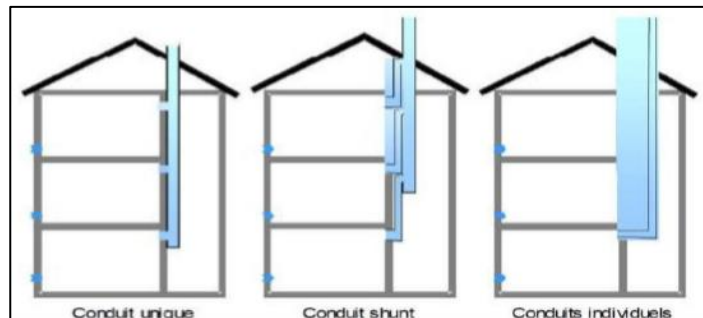


Figure 213 : ventilation par conduit verticaux

e. Ventilation naturelle assistée par l'énergie solaire :

Le principe général est d'assister le phénomène de tirage thermique en utilisant l'énergie solaire pour augmenter les écarts de températures et donc l'effet de tirage thermique. Dans le présent travail, on s'intéresse à ce dernier type de ventilation.

VI.7.9.1.4 Quelques cavités utilisées en ventilation naturelle :

- Les cheminées solaires, les façades à doubles peaux et les murs trombe :

Sont des cavités ouvertes, ont conçu pour se servir de l'énergie solaire pour le chauffage passif, ventilation naturelle et dans le cas de la façade à double peau fournie également la lumière du jour.

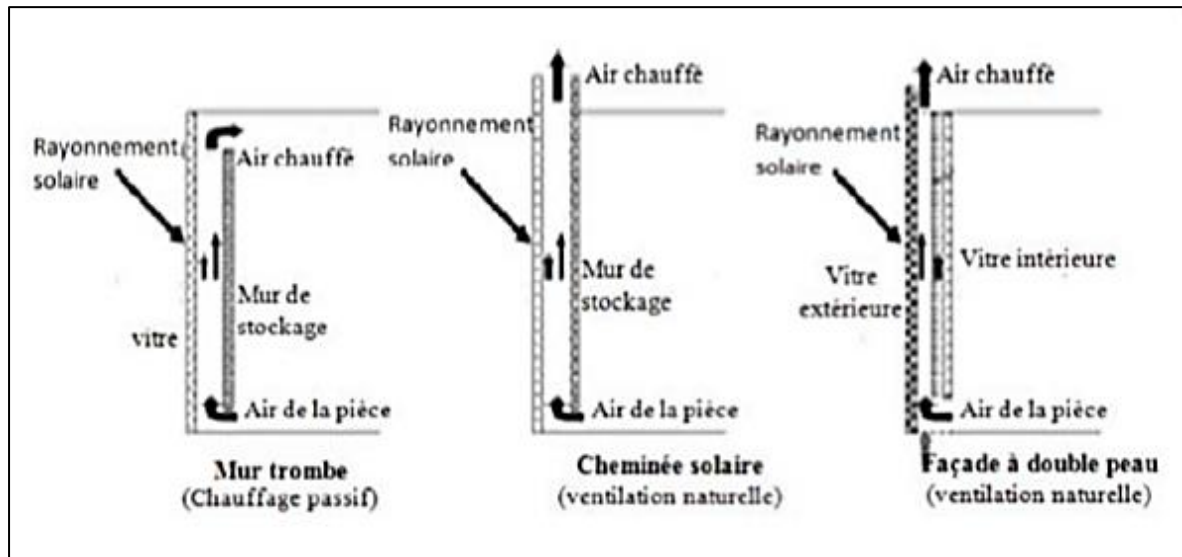


Figure 214: diagramme schématisé de trois types de cavité pour le chauffage passif et la ventilation naturelle

Source : [Guohui Gan 2006]

VI.7.9.2 Stratégie hybride pour le mouvement de l'air :

La ventilation hybride est un système de ventilation naturelle assistée mécaniquement afin de compenser le manque de tirage thermique pour atteindre les débits de ventilation nécessaires. Il est possible d'adapter une solution de ventilation naturelle assistée mécaniquement dans le cas de l'atrium. En équipant les sorties d'air de ventilateurs extracteurs, il est possible de forcer la ventilation les jours où le débit naturel n'est pas suffisant, tels que les jours de grande chaleur. Lorsque la ventilation naturelle est utilisée en saison de chauffage, il est indispensable de prévoir des modules automatiques de régulation des débits pour que ce mode de ventilation n'engendre pas de déperditions excessives. Une solution consiste à associer dans le même bâtiment deux modes de ventilation (une ventilation mécanique

automatisée pendant la saison de chauffage et une ventilation naturelle hors saison de chauffage).⁴⁰

Selon les conditions météorologiques disponibles, le système de ventilation du bâtiment échange entre les modes passif et mécanique de manière à assurer constamment une ventilation et un refroidissement des espaces adéquats tout en minimisant la consommation énergétique [Hugues Boivin 2007].

VI.7.9.3 Différentes cavités utilisées en ventilation naturelle dans notre projet :

Il est important de faire un choix technico-économique vis-à-vis du compromis entre qualité sanitaire de l'air et consommation d'énergie. Cela sera en particulier le cas sur le type de système de ventilation et sur les débits d'air et la qualité de filtres demandés.

Dans notre projet on a choisi les stratégies suivantes :

A. La ventilation naturelle par ouverture des fenêtres :

La ventilation naturelle par ouverture des fenêtres permet de réduire les infiltrations d'air par les défauts d'étanchéité de l'enveloppe et donne aux occupants la possibilité de contrôler les ouvertures des fenêtres et des entrées d'air en façade.

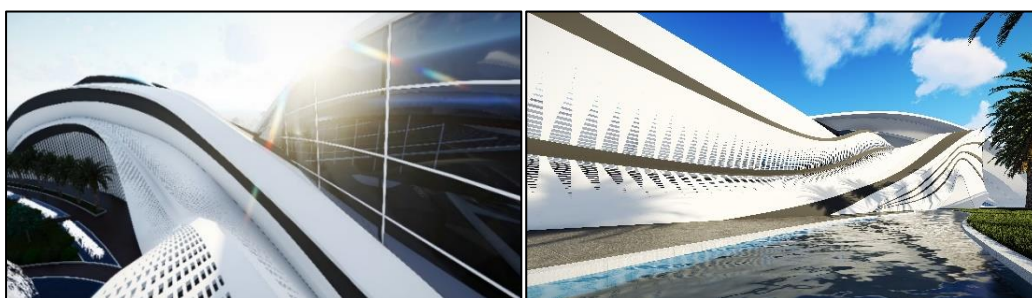


Figure 215 : vues sur les ouvertures de la gare source :
auteur

B. Ventilation par atrium

L'atrium permet de remplir de nombreuses fonctions, en amenant de la lumière naturelle notamment. Il joue également un rôle dans la ventilation naturelle, car il agit comme une

⁴⁰ Guides bio-tech

cheminée solaire géante. De plus, l'intérêt de l'atrium est que le volume de bâtiment que l'on peut ventiler naturellement est doublé par rapport au cas précédent de la cheminée placée sur un côté, puisque l'entrée d'air se fait des deux côtés du bâtiment, tandis que l'extraction se fait au milieu (effet équivalent à mettre une rangée de cheminées au centre du bâtiment), le mouvement passif est alors utile pour garder l'air circulant à travers le bâtiment et fournir les échanges d'air nécessaires pour maintenir la qualité de l'air intérieur (QAI).

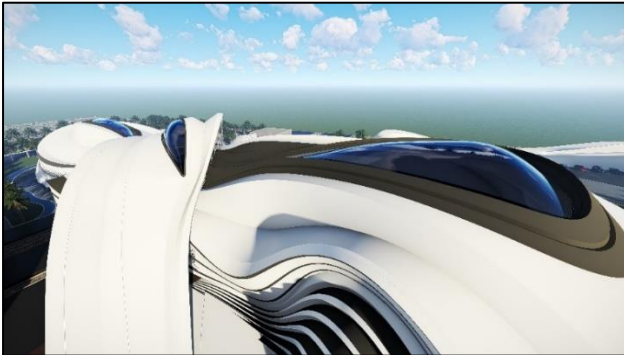


Figure 217 : vue sur les atriums source : auteur

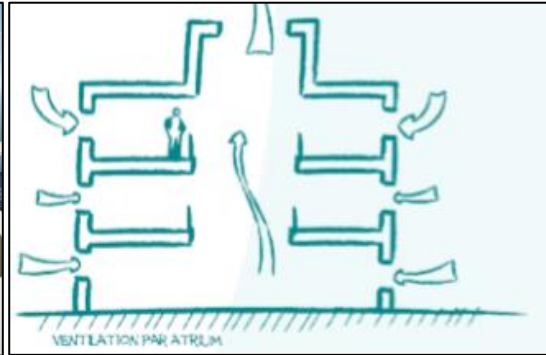


Figure 216 : ventilation par atrium

C. La façade à double peau :

La façade double peau, traditionnellement doublée à l'extérieur par une façade vitrée, a pour intérêt de diminuer les déperditions thermiques (protection au froid, au vent, aux ponts thermiques), créer une isolation phonique et surtout créer une ventilation naturelle dans le bâtiment par effet de tirage thermique le long de la façade vitrée.

. Par des jeux de volets le système préchauffe l'air de ventilation en hiver et extrait l'air chaud en été.

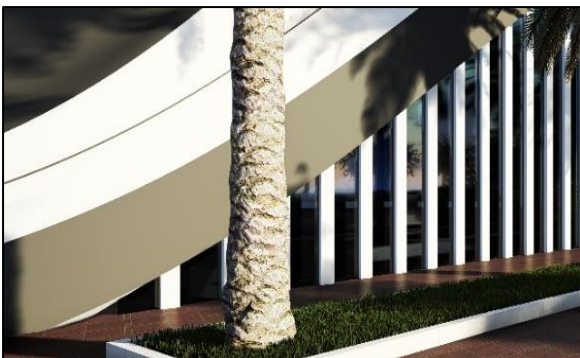


Figure 218: vue sue la façade double peau source : auteur

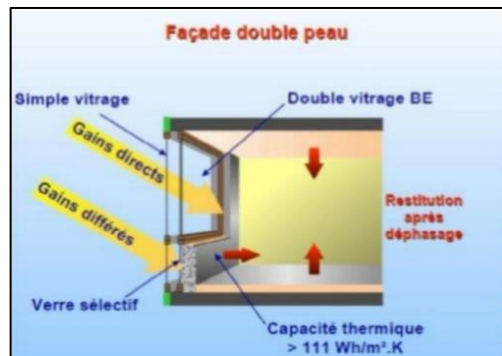


Figure 218 : façade double peau

VI.8. VOLET 01 : Aspect expérimentale :

VI.8.1 Les différents aspects de confort respiratoire dans notre projet :

- Le principe de la ventilation dans la gare est une ventilation passive fonctionnant grâce à les atriums.

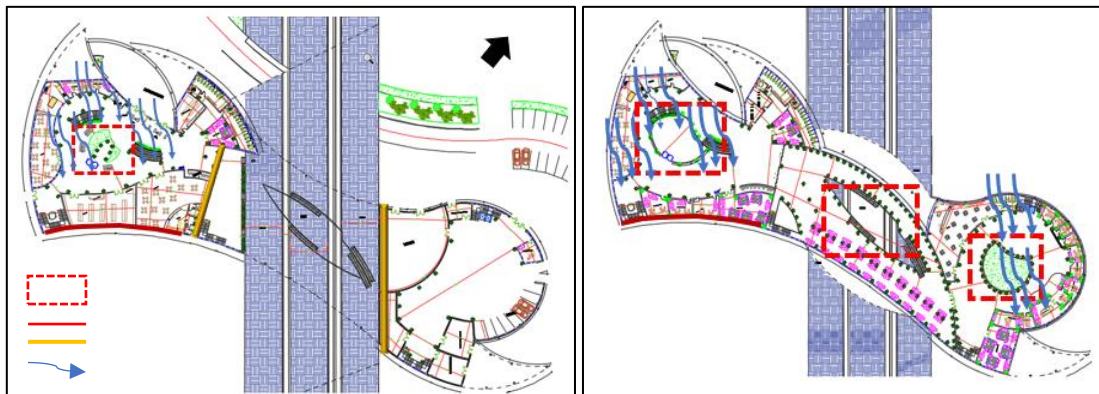


Figure 219 : les stratégies adoptées pour assurer une bonne qualité d'air a niveaux de plan **source** : auteur

- La façade à double peau.
- Le côté de la voie ferré les accès aux quais doivent comporter des doubles vitrages pour assurer une bonne isolation thermique et acoustique Et pour éviter l'air pollué.
- Un jardin intérieur dans le hall d'accueil et dans le côté de l'administration.

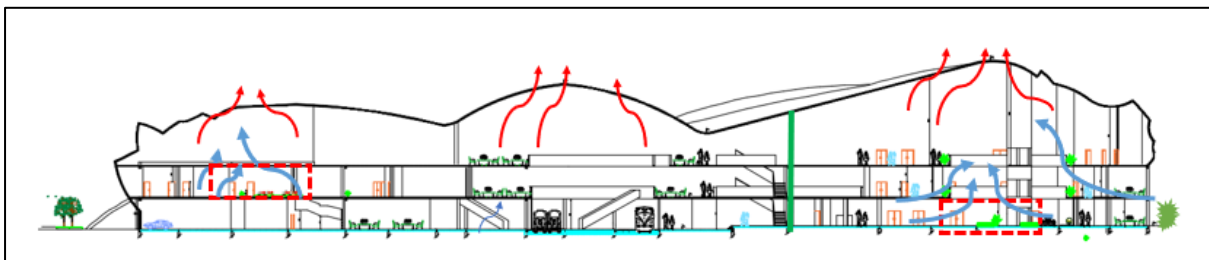


Figure 220 : Plan schématique qui présente les solutions pour le confort répertorie **source** : Auteur

- L'atrium (ouverture sur les verrières) laissent entrer/ sortir l'air dans le bâtiment et favorisent la ventilation naturelle du bâtiment.

VI.8.2 Présentation de l'espace étude :

Le choix s'est fait sur un hall d'accueil orienté est -Ouest cette espace est ventilé naturellement par l'effet d'atrium, Cet espace est les plus important dans un projet de la gare ferroviaires qui abrité les espaces de service aux voyageurs, alors il faut l'assurer la qualité de l'air pour les voyageurs.

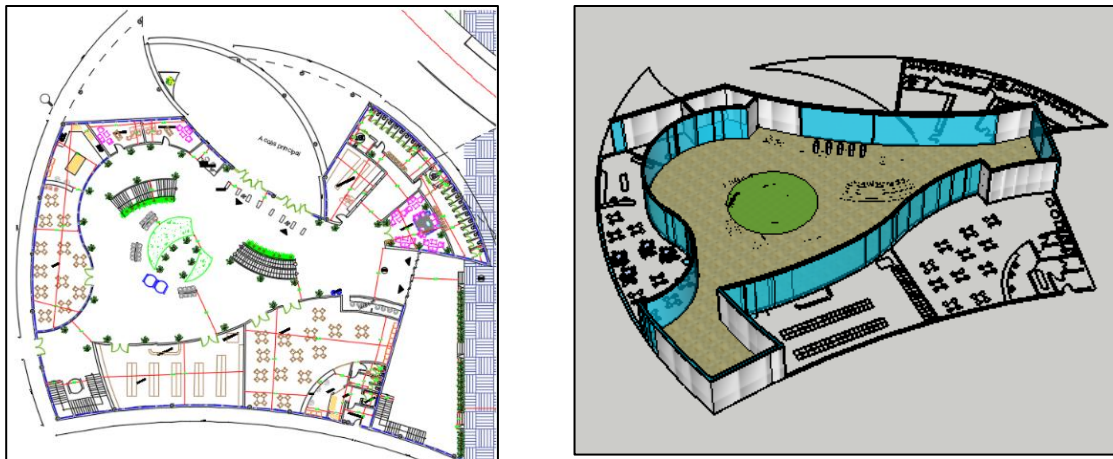


Figure 221: le hall d'accueil de la gare source : auteur

- La durée d'utilisation de l'espace (un espace fréquemment utilisé).
- L'activité qui se déroule au sein de l'espace (attend, bilitère).
- Surface : 800.63 m².
- Hauteur sous plafond : 18 m.
- Type ventilation : naturelle.
- Le taux de renouvellement exigé par la norme : 29m/h (selon norme Asher)
- Orientation de l'espace :est-ouest.

✚ Selon la norme ASHRAE le Taux de renouvellement d'air est (29 m³/h. Personne) en bâtiment non résidentiel.

VI.8.3 Les paramètres de simulation :

- La concentration de co₂ pour évaluer la qualité d'air.
- La température intérieure pour évaluer le confort thermique.

VI.8.4 Période de simulation :

J'ai choisi 2 périodes de simulation :

- La journée la plus froid d'hiver 8 janvier.
- La journée le plus chaud d'été 21 juillet.

✚ **Scénario1** : Impact de la ventilation naturelle sur le confort respiratoire Pour évaluer la performance de la qualité de l'air intérieur, la concentration de CO2 a été utilisée comme indicateur de pollution de l'air à l'intérieur de notre espace. Après nous allons essayer de tester le potentiel d'amélioration de la qualité de l'air intérieur offerte par la ventilation hybride et ceci pour la période estivale et hivernal.

✚ **Scénario 2** : on a évalué'effet de l'ouverture des fenêtres et de stratège de ventilation de tirage thermique par atrium sur le confort thermique par l'évaluation de température intérieur dans le hall d'accueil pour objectif de assure une bonne qualité d'air sans compromettre le confort thermique, Après nous allons essayer de tester le potentiel d'amélioration d'utilisation d'une ventilation hybride et ceci pour la période estivale et hivernal.

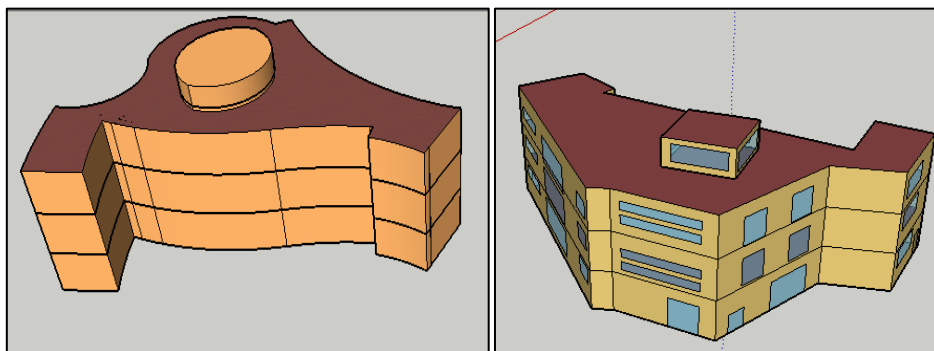
VI.8.5 Cas initial :

VI.8.5.1 Cas de ventilation par ouverture des fenêtres :

1. La configuration de l'espace étude :

Hall d'accueil	Nombre d'occupant	Orientation des fenêtres	Nombre des fenêtres	Type de ventilation	Direction du vent	Taux de renouvellement d'air recommandé en m³/h	Les fenêtre
	100	Nord-sud	12	Traversent	Nord	29m³/h	Double vitrage

Tableau 9: configuration de l'espace étude **source :** auteur



2. Résultats et discussion :

a. Evaluation de concentration de co2 dans le hall d'accueil :

Cas d'été : Obtenues par la simulation pour la période estivale (jour 21 juillet) présentée dans le graphe suivant :

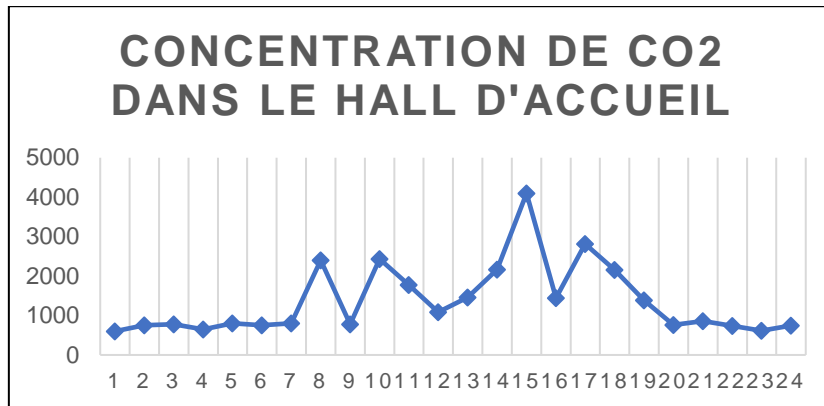


Figure 222: concentration de co2 au niveau de hall d'accueil (jour d'été 21 juillet) b source : auteur

Commentaire : les résultats de la simulation montrent qu'avec la procuration d'une ventilation naturelle par l'ouverture des fenêtres, la concentration de co2 dans le hall d'accueil instable et changeante d'un moment à un autre de 4000 ppm à 550 ppm en minimum, qui atteignant faible qualité d'air intérieur.

Cas hiver : Obtenues par la simulation pour la période hivernale (jour 8 janvier) présentée dans le graphe suivant :

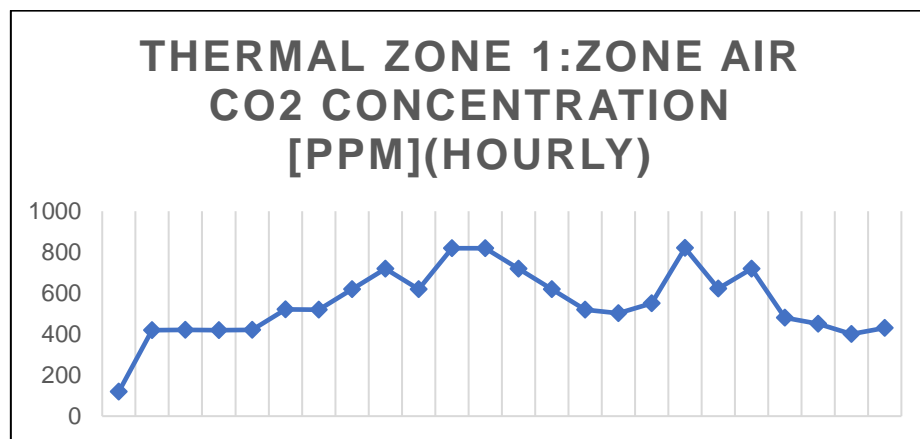


Figure 223 : concentration de co2 au niveau de hall d'accueil (jour d'hiver 8 janvier) source : auteur

Commentaire : D’après les résultats de la simulation, on constate que la concentration de co2 aux normes d’un haut qualité, ne dépasse 900ppm/h lorsque le taux de renouvellement d’air est élevé.

Recommandation : le taux de renouvellement d’air élevé reflète négativement sur le confort thermique en hiver, pour ce là on à faire d’évaluation de température intérieur.

b. Evaluation des températures intérieures de l’air dans le hall d’accueil :

Cas d’été : Obtenues par la simulation pour la période estivale (jour 21 juillet) présentée dans le graphe suivant :

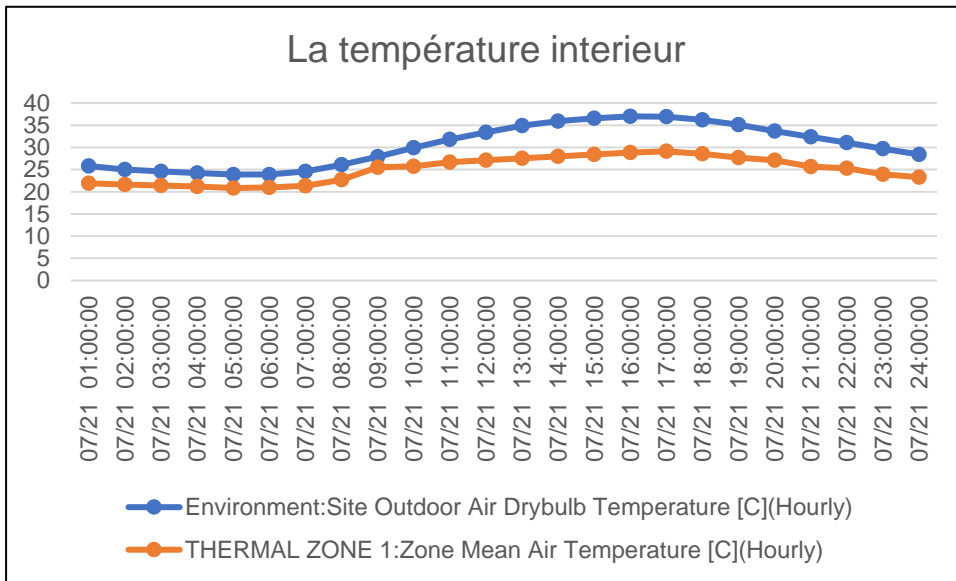


Figure 224 : la température intérieure dans le hall d'accueil en jour d'été (21 juillet) source : auteur

Commentaire : selon le résultat dans la période d’été on remarque que la température extérieure enregistrée sont comprise entre (25° à 34.9°) et pour la température intérieure dans le hall d’accueil est comprise et (22.à 32.8°) elle est proche aux normes de confort, on peut assurer le confort par une simple ventilation.

Cas hiver : Obtenues par la simulation pour la période hivernale (jour 8 janvier) présentée dans le graphe suivant :

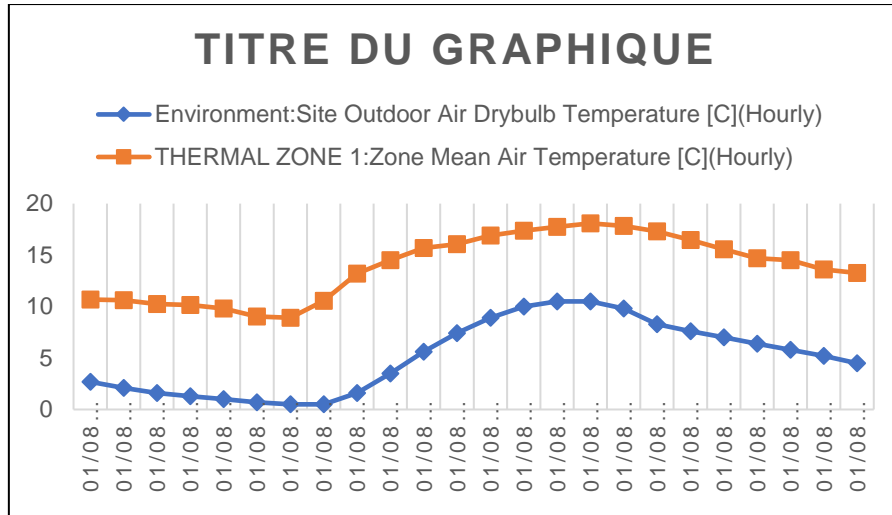


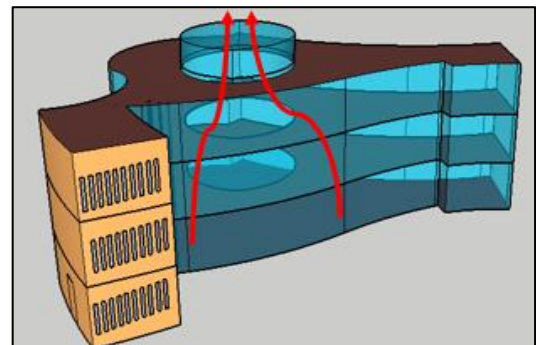
Figure 225: la température intérieure dans le hall d'accueil en jour d'hiver (8 janvier) source : auteur

Commentaire : Dans la période d’hiver on remarque que la température extérieure enregistrée sont comprise entre (0° à 12°) et pour la température intérieure dans le hall d’accueil est comprise et (9.à 16°).

Recommandations : D’après les résultats de la simulation on constate que ce mode de ventilation par l’ouverture des fenêtres est engendré de déperditions excessives à la saison d’hiver, il donc nécessaire de mettre en place un système de ventilation.

VI.8.5.2 Cas avec ventilation naturelle par tirage thermique :

Afin de tester l’impact que peut avoir la ventilation naturelle par tirage thermique, sur la qualité d’air intérieur, et si l’augmentation des ouvertures peut améliorer le confort respiratoire en diminuant le niveau de concentration de CO2 en période estivale et l’effet de l’augmentation d’ouverture sur le confort thermique dans la période hivernale. Open studio nous a offert la possibilité de créer des ouvertures au niveau de la toiture pour le cas initial de notre atrium.



Hall d'accueil	Nombre d'occupants	Orientations des fenêtres	Nombre des fenêtres	Type de ventilation	Direction du vent	Taux de renouvellement d'air recommandé en m³/h	Les fenêtres

	100	Nord-sud	12	Tirage thermique par atrium	Nord	29m ³ /h	Double vitrage
--	-----	----------	----	-----------------------------	------	---------------------	----------------

Figure 184: configuration de l'espace étudié source : auteur

a. Evaluation de concentration de co2 dans le hall d'accueil :

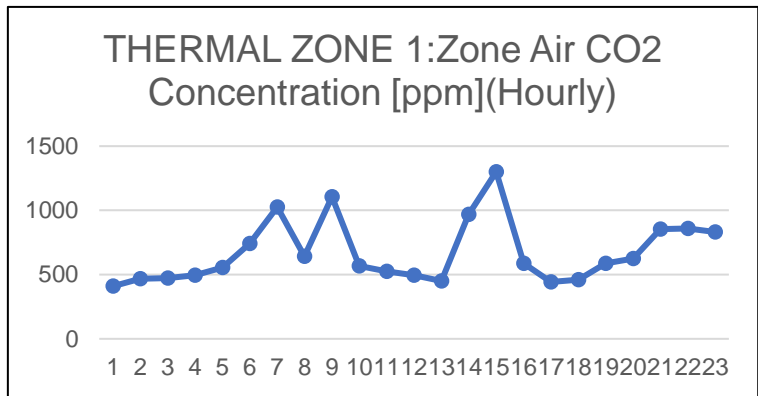


Figure 227: concentration de niveau de polluant (co2) dans le hall d'accueil ventilé par tirage thermique source : auteur

Commentaire : D'après les résultats de la simulation, on constate que les résultats montrés dans la figure (227) montrent qu'avec la procuration d'une ventilation naturelle par tirage thermique, par la création des ouvertures au niveau de la toiture, le niveau de concentration de co2 a été diminué considérablement de 1300 ppm à 40 ppm en maximum. En atteignant le seuil d'une haute qualité d'air intérieur. Néanmoins, cette diminution reste instable et changeante d'un moment à un autre, par exemple un niveau de concentration de Co2 égale à 550 ppm à midi, tandis qu'un minimum de co2 atteignant le 400 ppm est marquée à 16h 00. Ceci est fortement influé par les conditions climatiques extérieures telles que la vitesse de l'air, pression de l'air, ainsi que et les échanges convectifs au hall d'accueil.

1. Evaluation des températures intérieures de l'air dans le hall d'accueil :

Cas d'été : Obtenues par la simulation pour la période estivale (jour 21 juillet) présentée dans le graphe suivant :

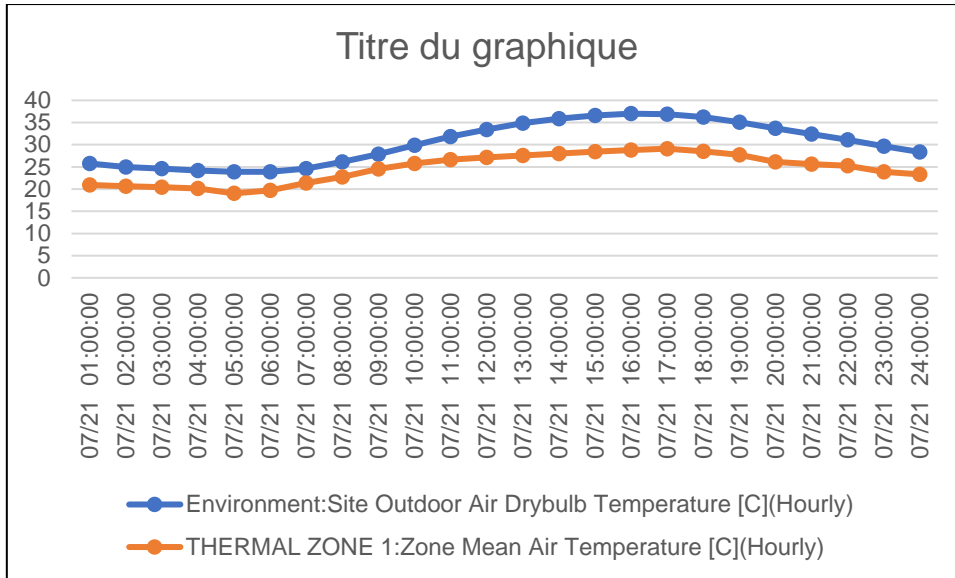


Figure 228 : la température intérieure dans le hall d'accueil journée d'été (21juillet) cas de tirage thermique par atriums

Source : auteur

Commentaire : Dans la période d'été, on remarque que la température dans le hall d'accueil cas de ventilation tirage thermique par atrium enregistre est comprise entre (18° à 22°), donc Nous obtenons le confort thermique en été

Cas hiver : Obtenues par la simulation pour la période hivernale (jour 21 juin) présentée dans le graphe suivant :

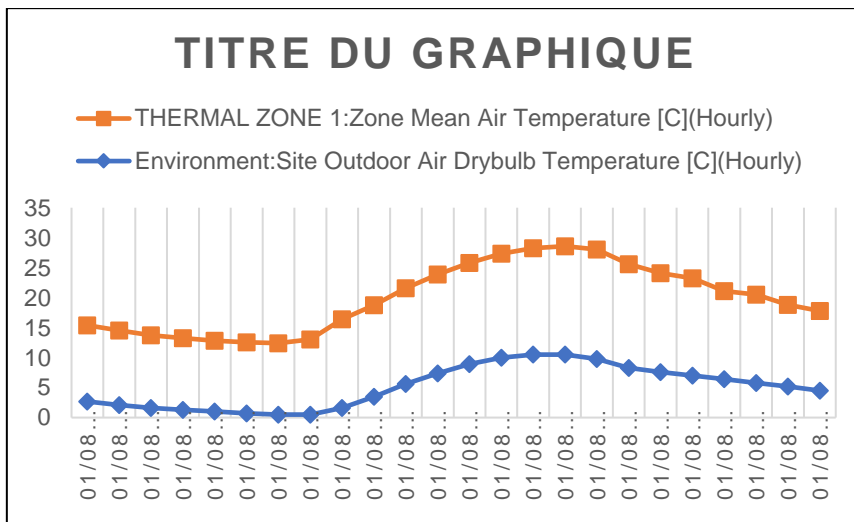


Figure 229: la température intérieure dans le hall d'accueil cas de tirage thermique par atrium par atrium

Source : auteur

Commentaire : Dans la période d'hiver, on remarque que la température dans le hall d'accueil cas de ventilation tirage thermique par atrium enregistré est comprise entre (15° à 30°), elles déminée par rapport de ventilation par ouverture des fenêtres grâce à l'effet d'atrium sur le confort thermique mais elle nécessite une amélioration pour réduire la déprédation résultant d'une ventilation naturelle et pour obtenir le confort a tout monuments.

Synthèse : Après la simulation et l'interprétations des résultats obtenus nous avons conclu qu'on peut augmenter le débit de renouvellement d'air mais nous ne pouvons pas assurer ce débit qui garantit un confort respiratoire dans le hall d'accueil, Pour assurer le confort dans toutes les heures il faut voir un autre paramètre tel que « la ventilation hybride ».

VI.8.6 Cas amélioré :

Une solution consiste à associer dans le même bâtiment deux modes de ventilation : une ventilation mécanique automatisée pendant la saison de chauffage et une ventilation naturelle hors saison de chauffage.

Résultats et discussion :

2. Evaluation de concentration de co2 dans le hall d'accueil :

Nous avons testé un débit d'air minimum recommandé par le standard ASHREA pour les lieux d'accueil (22m3 /h/ personne).

Cas d'été : Obtenues par la simulation pour la période estivale (jour 21 juillet) présentée dans les graphes.

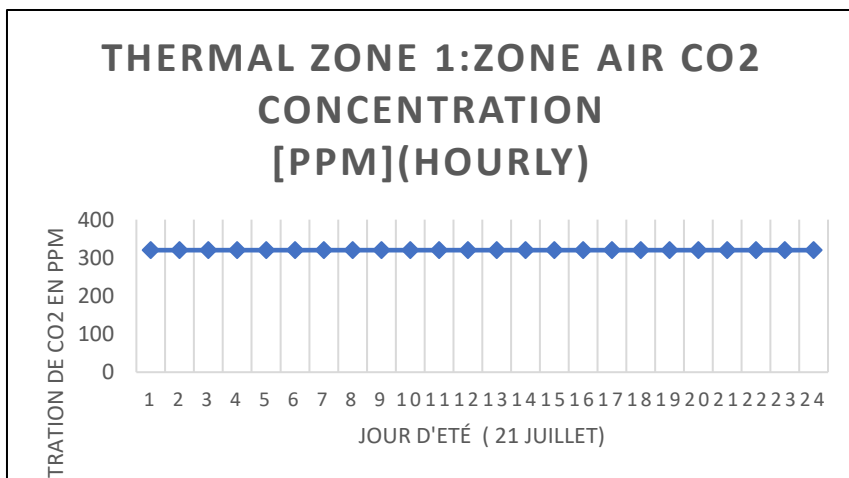


Figure 230 : concentration de co2 dans le hall d'accueil cas de ventilation hybride source : Energie plus

Commentaire : D'après les résultats de la simulation on constate que les résultats montrés dans la figure (230) montrent une nette diminution de niveau de concentration de Co2 par rapport au cas d'une ventilation naturelle par tirage thermique et resté stable pendant 24h.

Recommandations : Cette diminution reste stable en dépassant pas les 350 ppm, ce qui exprime une haute qualité d'air à l'intérieur d'atrium selon la norme prend 13779 (2003), De ce fait la production d'un mouvement d'air à un rythme continu et constant peut assurer qu'aucun contamine de l'air ne s'accumule.

3. Evaluation des températures intérieures de l'air dans le hall d'accueil :

L'orque la ventilation hybride en été, ont utilisé un système de ventilation naturelle et en hiver ventilation mécanique en envaler le confort thermique en hiver.

- Obtenues par la simulation pour la période hivernale (jour 8 janvier) présentée dans les graphes

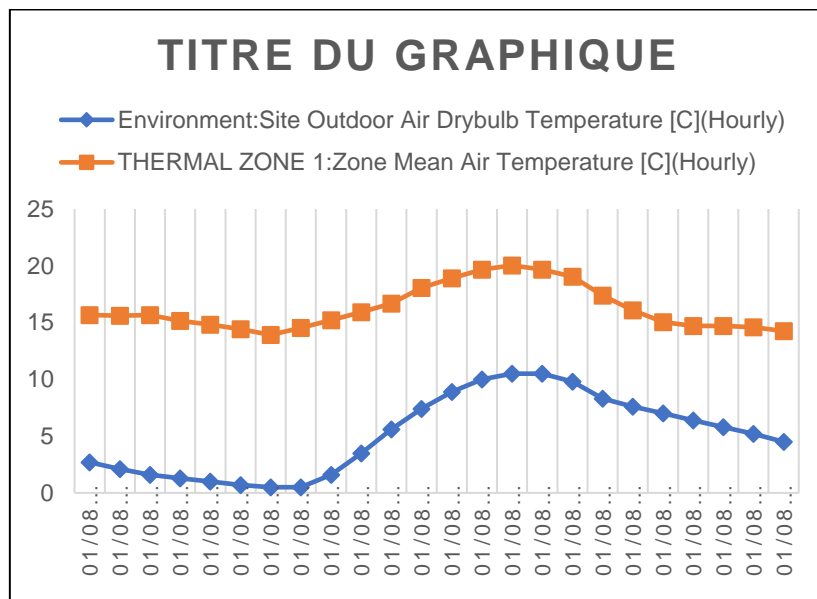


Figure 231 : température intérieure dans le hall d'accueil cas de ventilation hybride (journée d'hiver 8 janvier)

Commentaire : Dans la période d'hiver on remarque que la température dans le hall d'accueil cas de ventilation hybride enregistre est comprise entre (15° à 20°), elle proche aux confort thermiques, donc le système de ventilation hybride est le système adopté dans les conditions climatique considérées.

VI.9 SYNTHÈSE :

Après la simulation et l'interprétations des résultats obtenus nous avons conclu la stratégie de ventilation adopté (effet de cheminer par atrium) pour assurer une haute qualité d'air mais elle resté non stable et changeante d'un moment à un autre, et Ceci est fortement influé par les conditions climatiques extérieures telles que la vitesse de l'air, pression de l'air, ainsi que et les échanges convectifs au hall d'accueil , d'autre au niveau de confort thermique dans le saison de froid un taux de renouvellement d'air élevé n'est pas souhaitable, pour le confort thermique, d'autant que les fenêtres sont généralement fermées pour garder la chaleur donc, Les stratégies de chauffage doivent donc être mûrement réfléchies. L'enveloppe du bâtiment doit être conçue de façon à capter la chaleur du soleil et à réduire pertes par conduction à travers les nuits. Une isolation appropriée des murs et l'utilisation de double vitrage sont souhaitables, et au niveau de ventilation il est indispensable de prévoir des modules automatiques de régulation des débits pour que ce mode de ventilation n'engendre pas de déperditions excessives tel que la ventilation hybridé (ventilation naturelle en été et ventilation mécanique en hiver).

VIII. CONCLUSION GENERALE :

L'architecture est une discipline révolutionnaire, du fait qu'elle ouvre les esprits sur de nouveaux horizons, et qu'elle engage, également, des nouvelles pratiques spatiales et sociales. Cependant, la clé de sa réussite, réside dans une bonne réflexion combinatoire entre les données et les contraintes, ainsi que, les besoins et leurs exigences.

Dans ce modeste travail nous avons essayé de concevoir une gare ferroviaire durable à la ville de Djelfa. En premier lieu, la recherche bibliographie nous a permis de comprendre notre thématique : l'architecture durable transport, les gares ferroviaires. Complétée par une analyse des projets similaires à la nôtre afin de tirer leçon de techniques de la mise en œuvre en pratique des différents dispositifs et systèmes liés à la durabilité ainsi de comprendre les aspects architecturaux et fonctionnels d'une gare ferroviaire.

Après l'analyse thématique et l'élaboration de programme quantitatif et qualitatif de la gare ferroviaire nous avons procédé après l'analyse de site à la projection qui s'est déroulée suivant des étapes en figuration avec le site, la diversité des activités engendre une richesse dans la forme géométrique.

Toute conception architecturale nécessite des étapes à suivre, mais la notion de l'architecture durable qu'était comme une solution pour les problèmes environnementaux liée à l'architecture, a changé les processus d'une conception architecturale car elle vient pour mieux adapter au milieu naturel et pour exploiter les énergies renouvelables.

Nous avons utilisé des systèmes, des stratégies et des techniques de durabilité basé sur l'intégration de notre bâtiment par rapport à son contexte ainsi que l'utilisation des énergies renouvelables et l'assurances de confort (thermique, visuel, acoustique, respiratoire).

Enfin une conception architecturale ne peut jamais être définitive, car cela toujours reste un sujet de vérification et d'amélioration aussi la ville de Djelfa se caractérise par son climat froid pour cela nous avons effectué une partie d'évaluation et de vérification pour connaître le rendement de ces systèmes en matière de la qualité d'air et le confort thermique par une simulations numériques de concentration de CO_2 et la température à l'aide des logiciels.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages :

- ANDRE.DE HERDE, A. LIEBARD, Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques 2005, Observatoire des énergies renouvelables, Paris, 2005.
- JEAN PASSINI, Les 100 mots de la construction durable 3eme Édition
- DR GUILLAUME DE TILIERE ET BERNARD VIAUD, Contraintes et problématique des flux dans le dimensionnement des gares, PDF
- Le climat et l'environnement, les facteurs locaux du climat. Edition Masson, Paris. Escourrou, G. 1983
- [guide_bio_tech_ventilation_naturelle_et_mecanique.pdf](#)

Thèses et Mémoires de Magister :

- BENAÏSSA CHERIF Noureddine, Les grandes gares de la compagnie PLM en Algérie coloniale (1857-1939), thèse Pour une première inscription à l'école doctorale de Géographie Paris ED434
- BOUSSEBCI KHALIDA, L'impact de la configuration de l'atrium sur le confort thermique et respiratoire dans les zones à climat chaud et aride, Mémoire présenté en vue de l'obtention Du diplôme de Magister en Architecture.

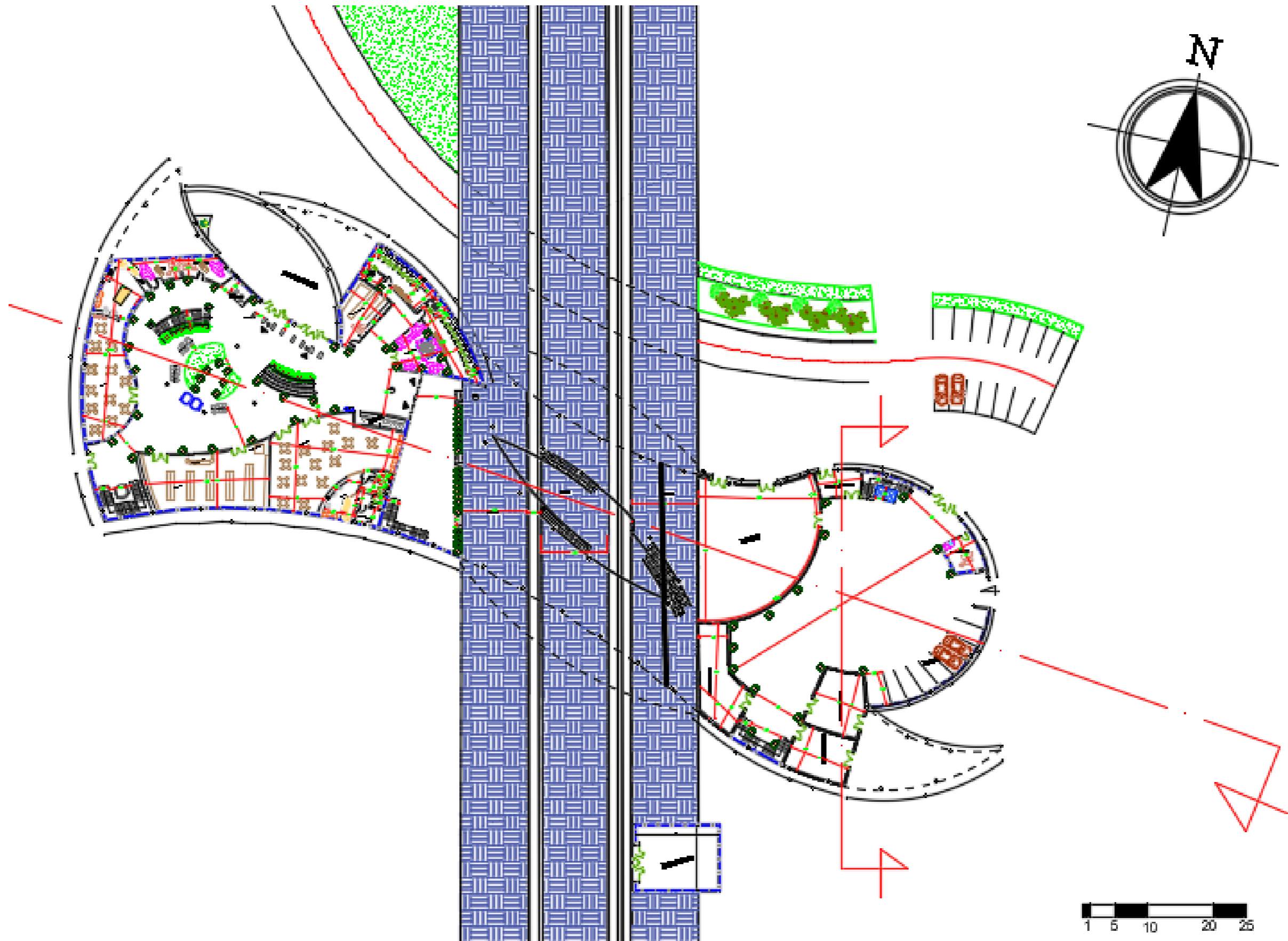
Reuves et articles scientifiques :

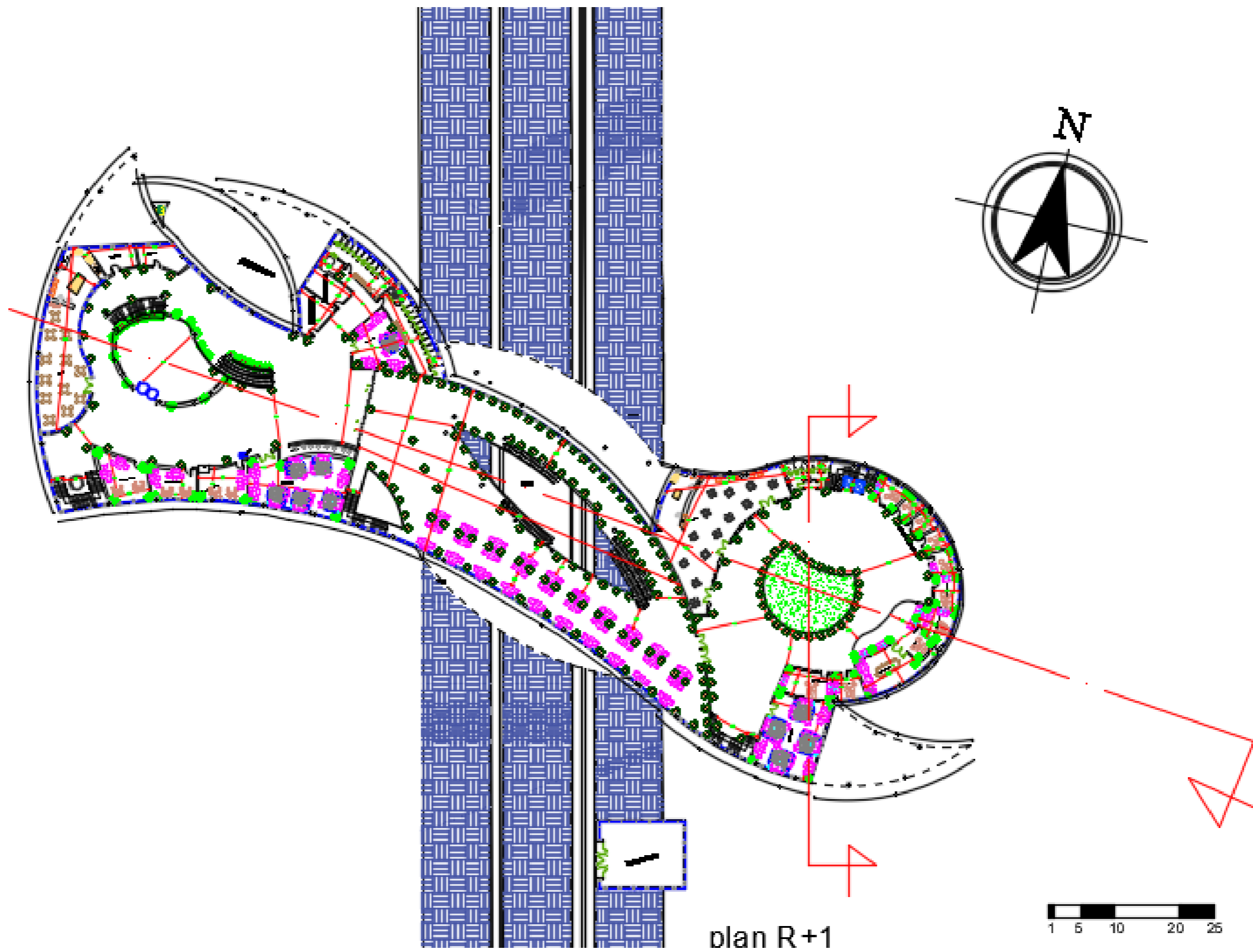
- ODILE HEDDEBAUT, BOGDAN MURESAN, DENIS FRANCOIS, la qualité de l'air pour les usagers des transports en commun en site propre.
- DOROTHEE GRANGE ET SABINE HOST, Pollution de l'air dans les enceintes souterraines de transport ferroviaire et santé.
- Mickaël DERBEZ, Bruno BERTHINEAU, Valérie COCHET, Murielle LETHROSNE, Cécile PIGNON, Jacques RIBERON, Séverine KIRCHNER, Evaluation de la qualité de l'air intérieur, du confort des occupants et des consommations énergétiques réelles des bâtiments performants en énergie.
- Les bonnes pratiques pour améliorer la qualité de l'air intérieur, Réunions d'information sur la réglementation ERP

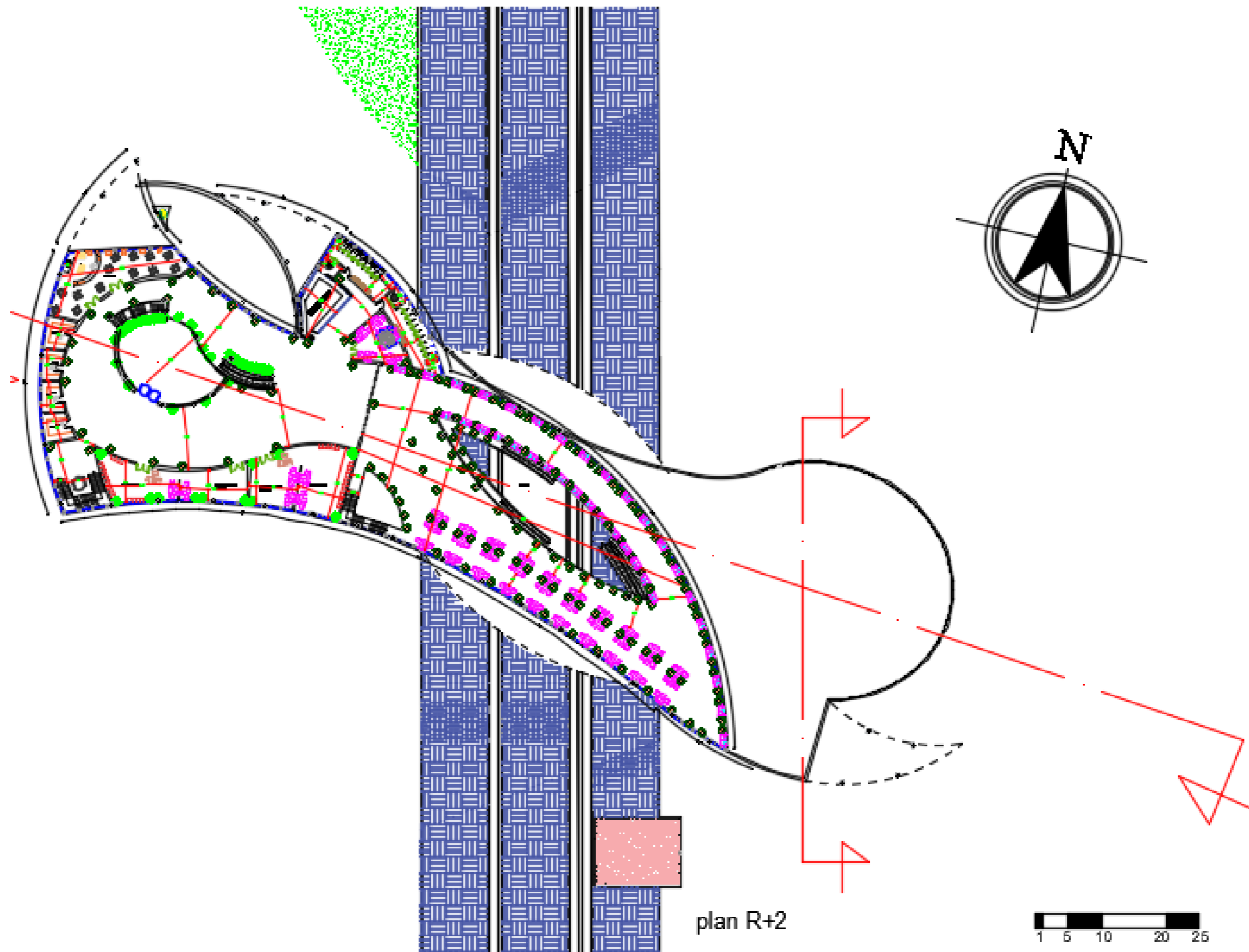
Sites internet :

- Google Earth
- Station météorologique de la ville de Djelfa
- [folsomlakemontessori.com](#).
- [www.pinterset.com](#)
- [www.wikiarquitectura.com](#)
- [www.archdaily.com](#)
- <https://www.ecologie.gouv.fr/qualite-lair-interieur>
- <https://www.editions-legislatives.fr/actualite/qualite-de-l-air-interieur-enjeux-et-perspectives>

ANNEXES

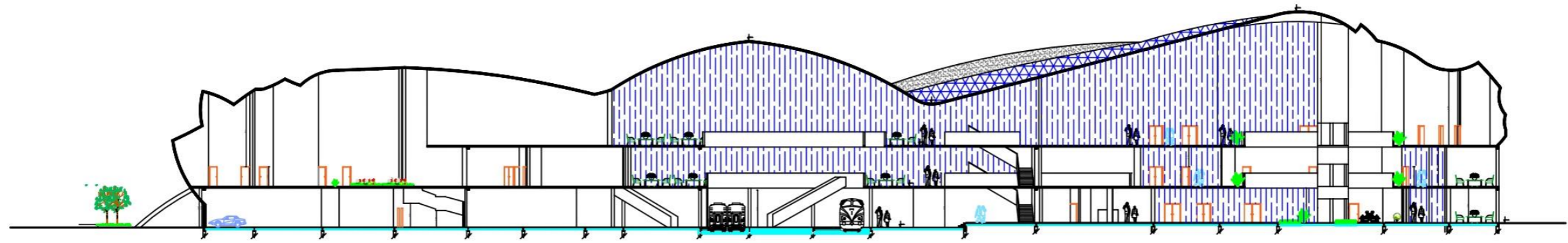




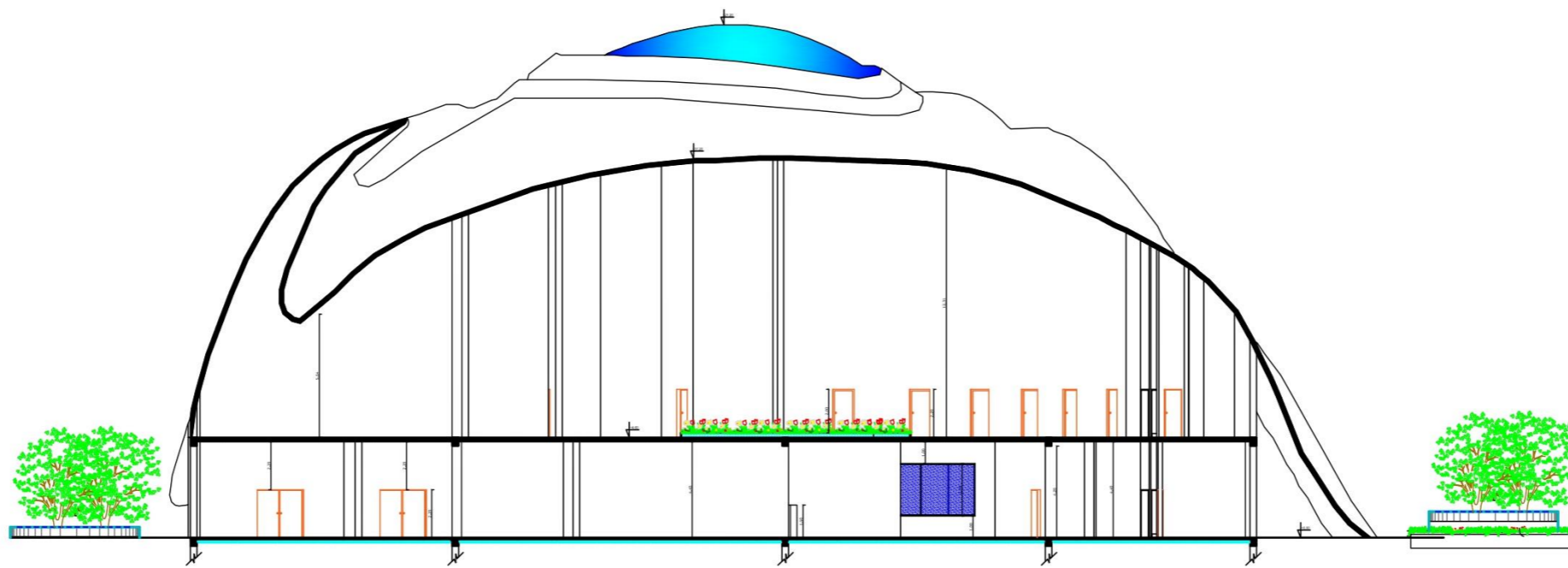


plan R+2

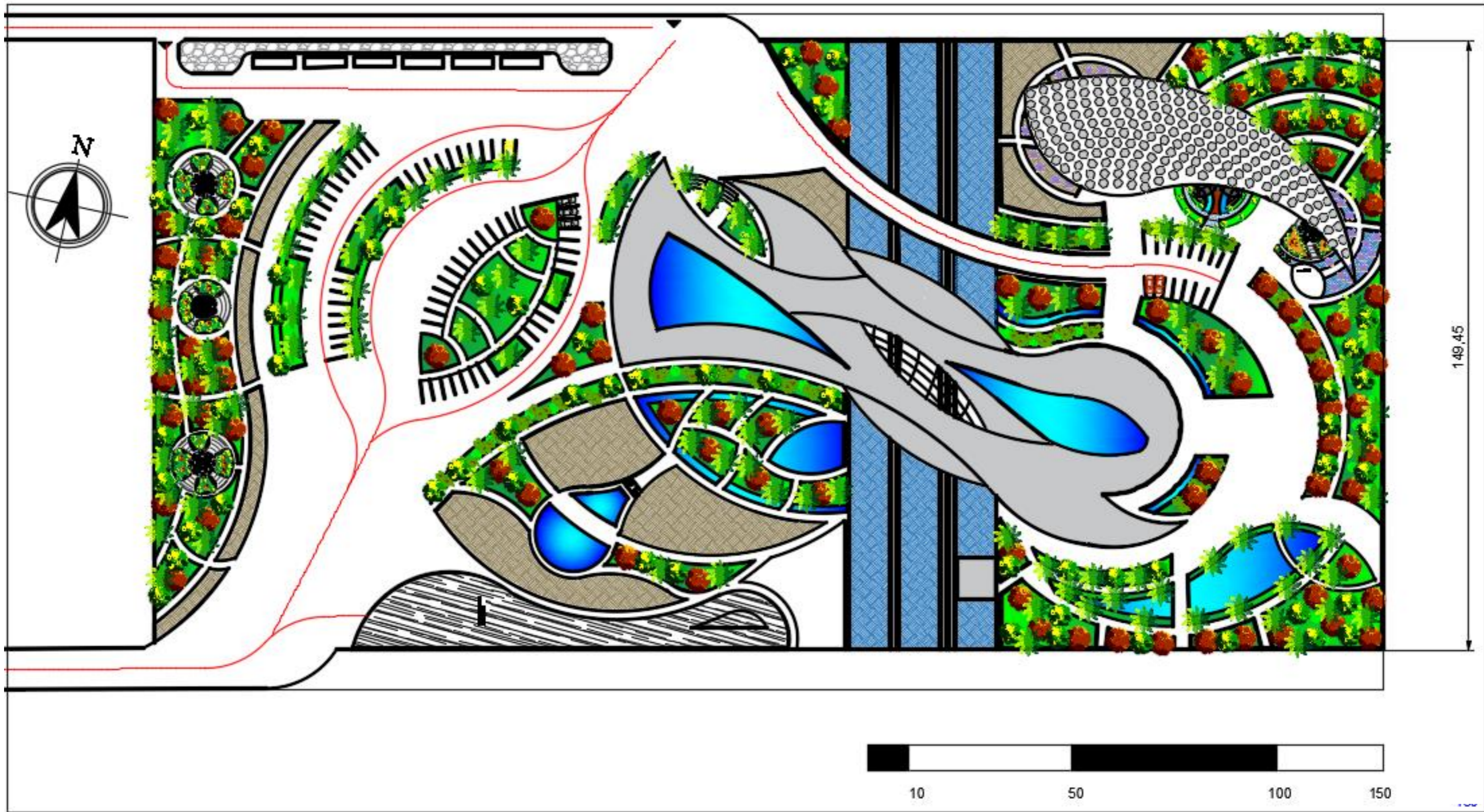
1 5 10 20 25



1 5 10 20 25

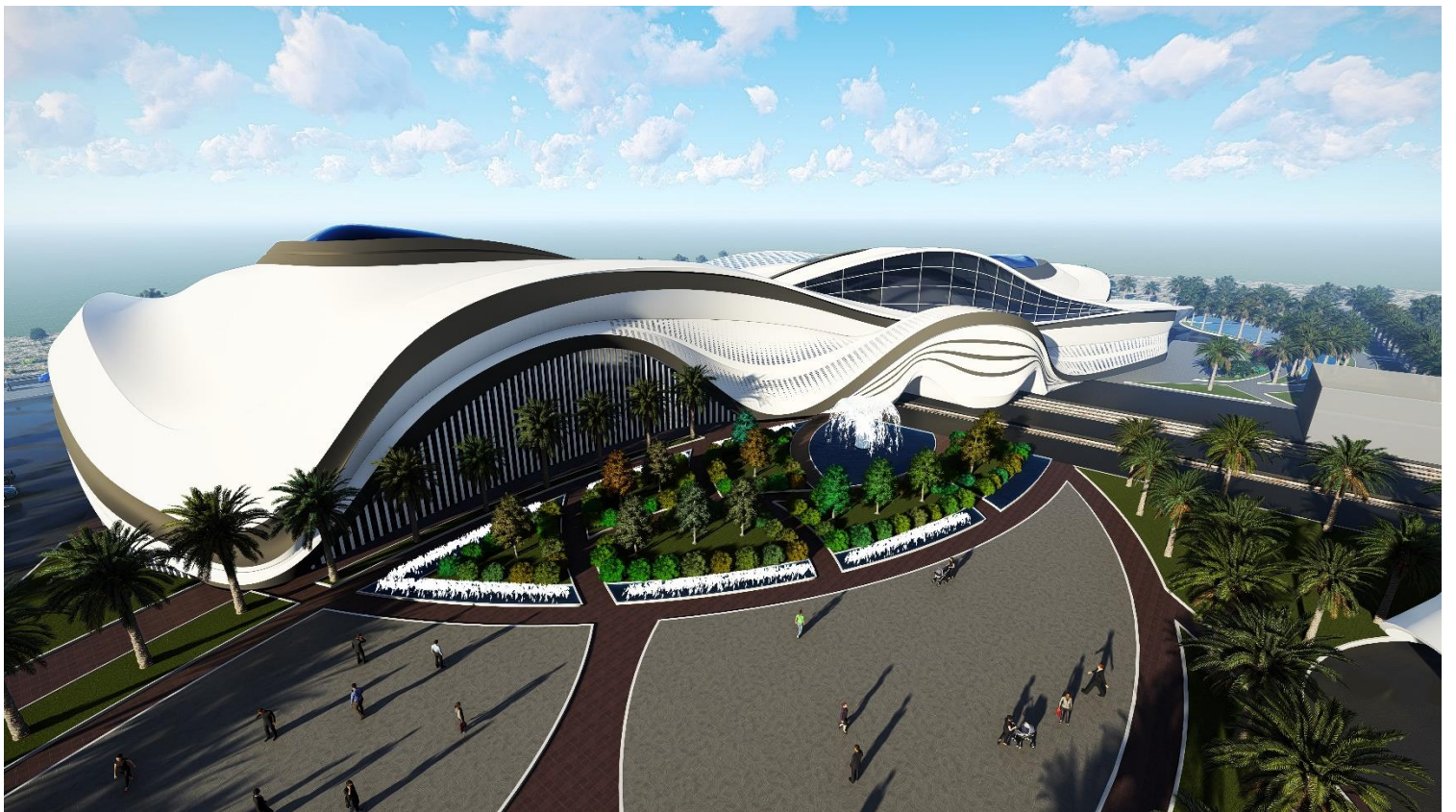
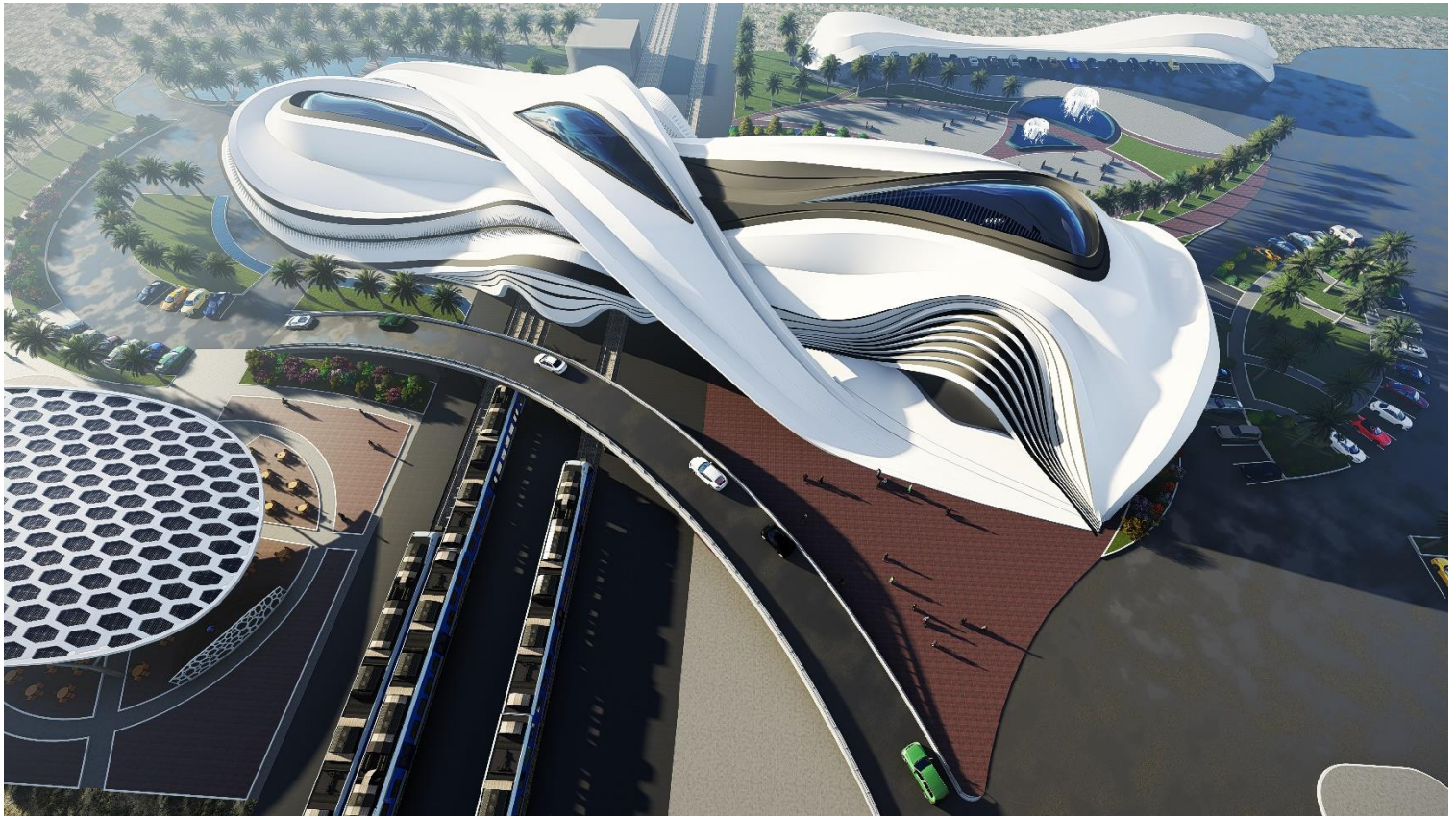


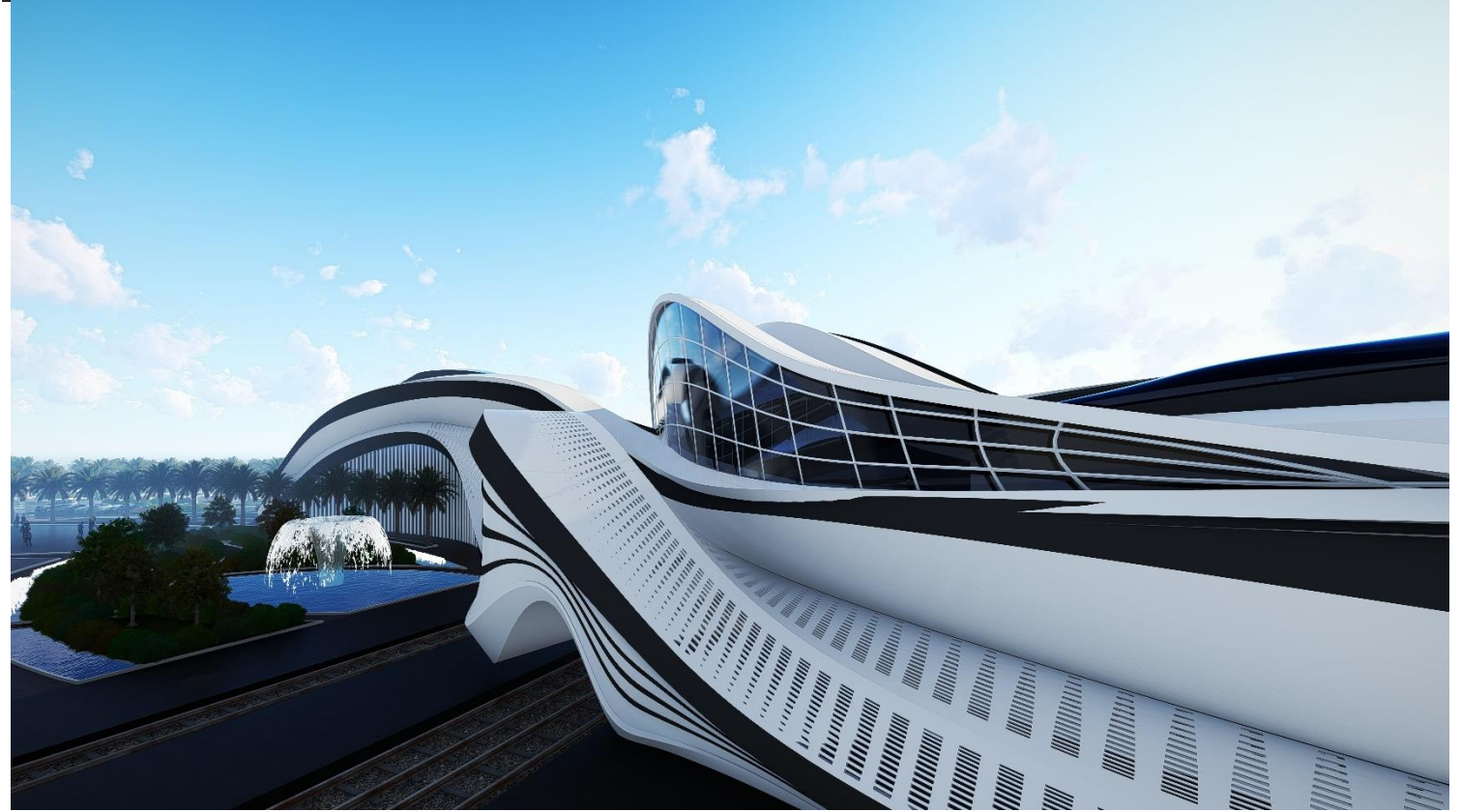
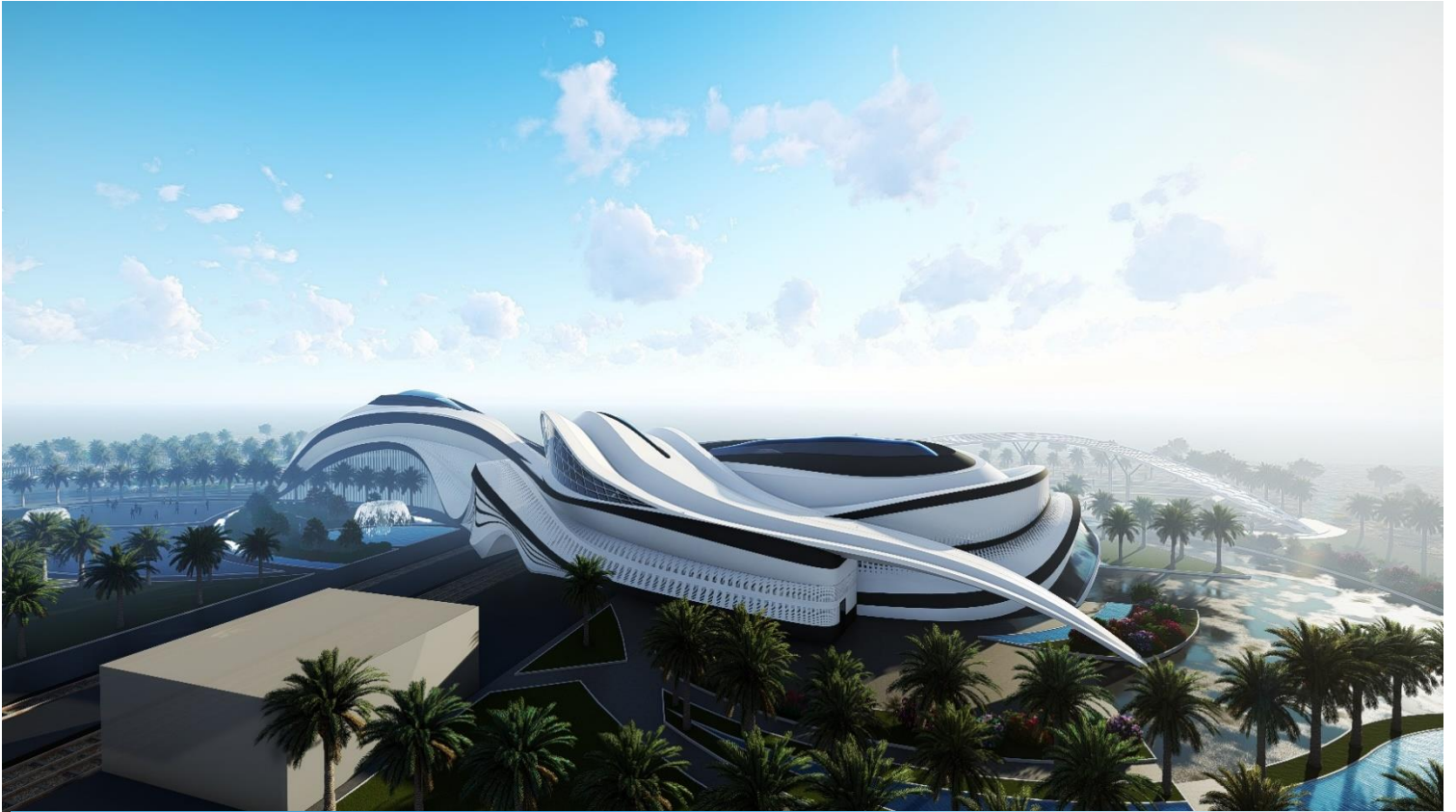
1 5 10 20 25



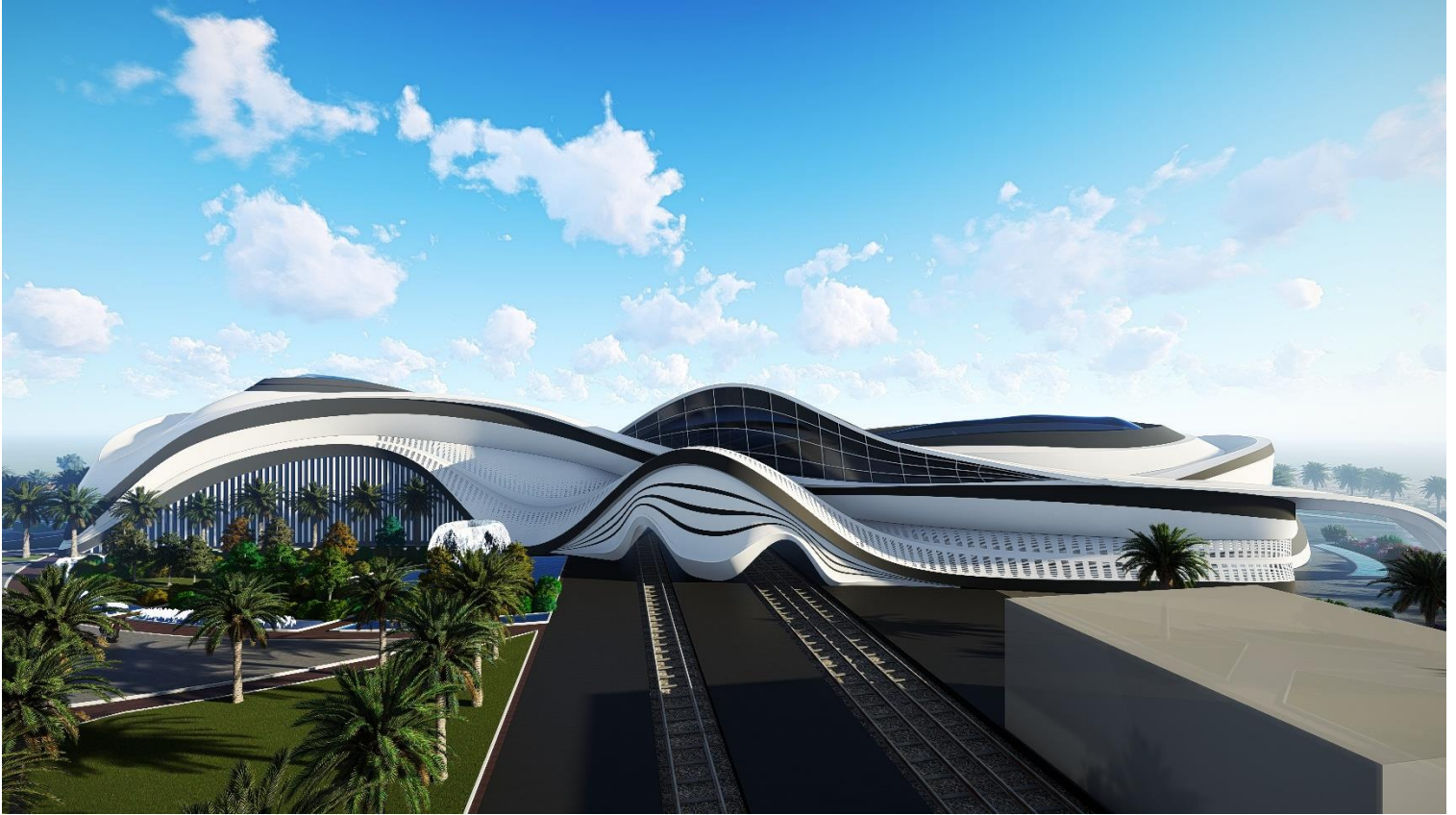
ANNEXE 02 :

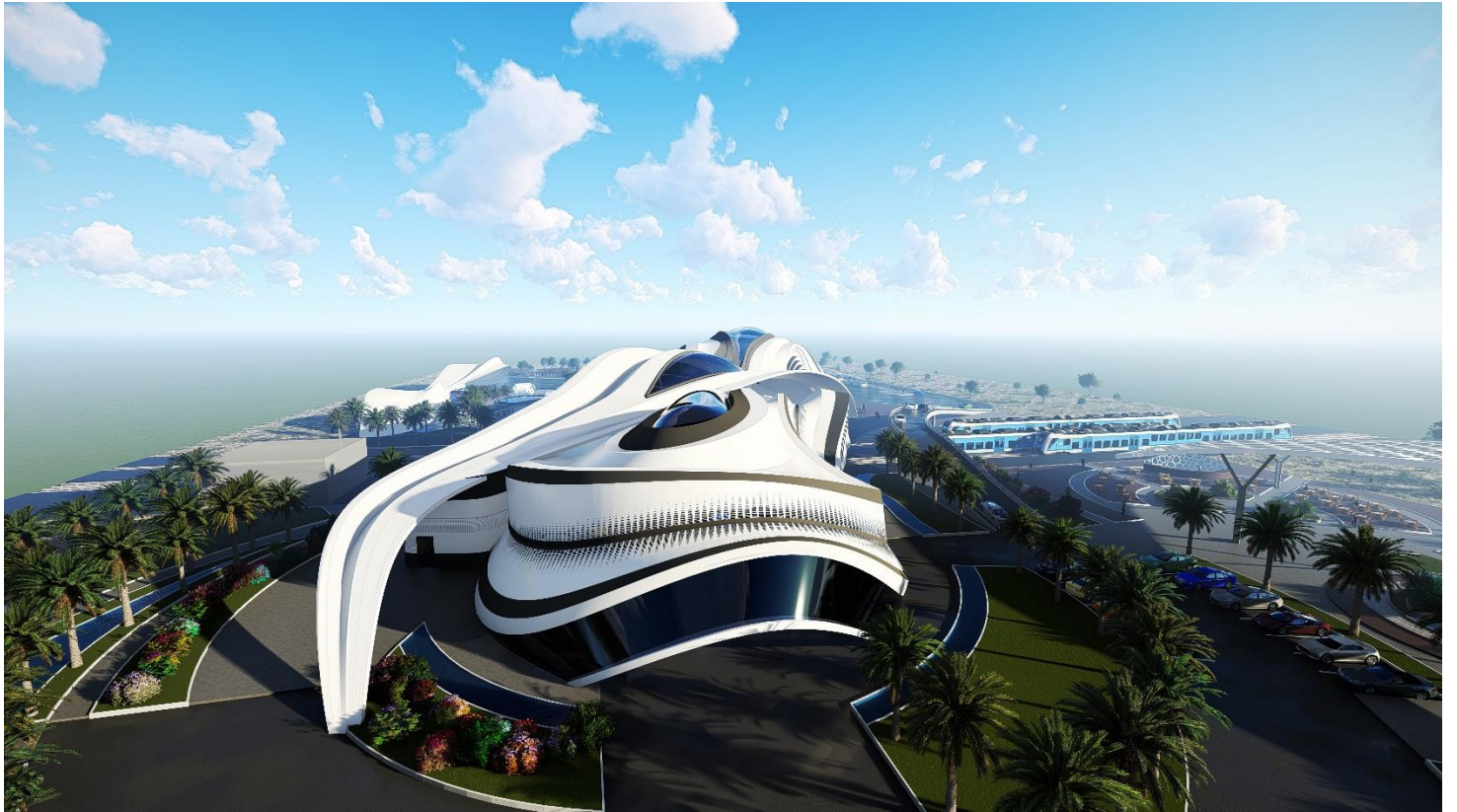
Plans architecturales et Structure du projet.

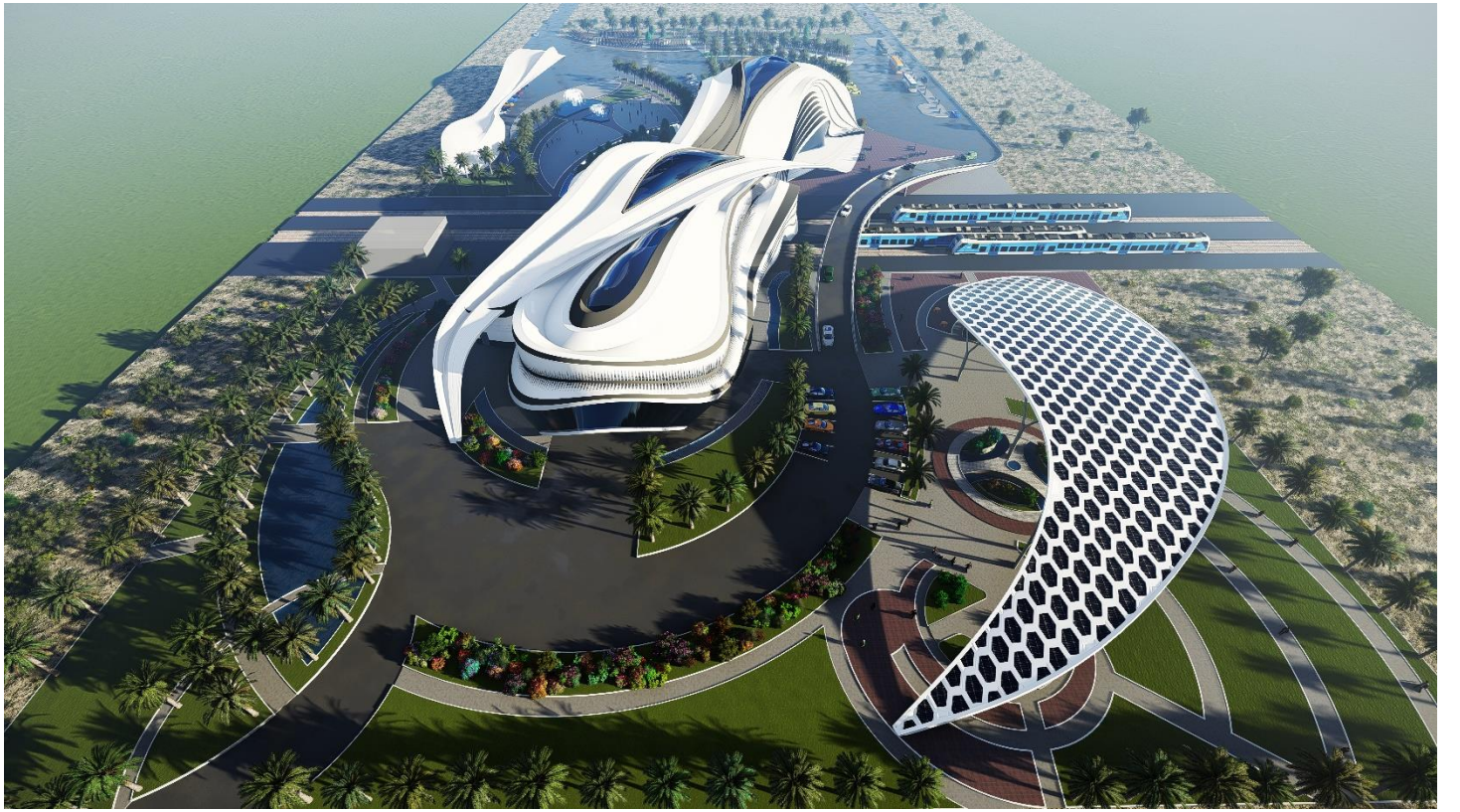
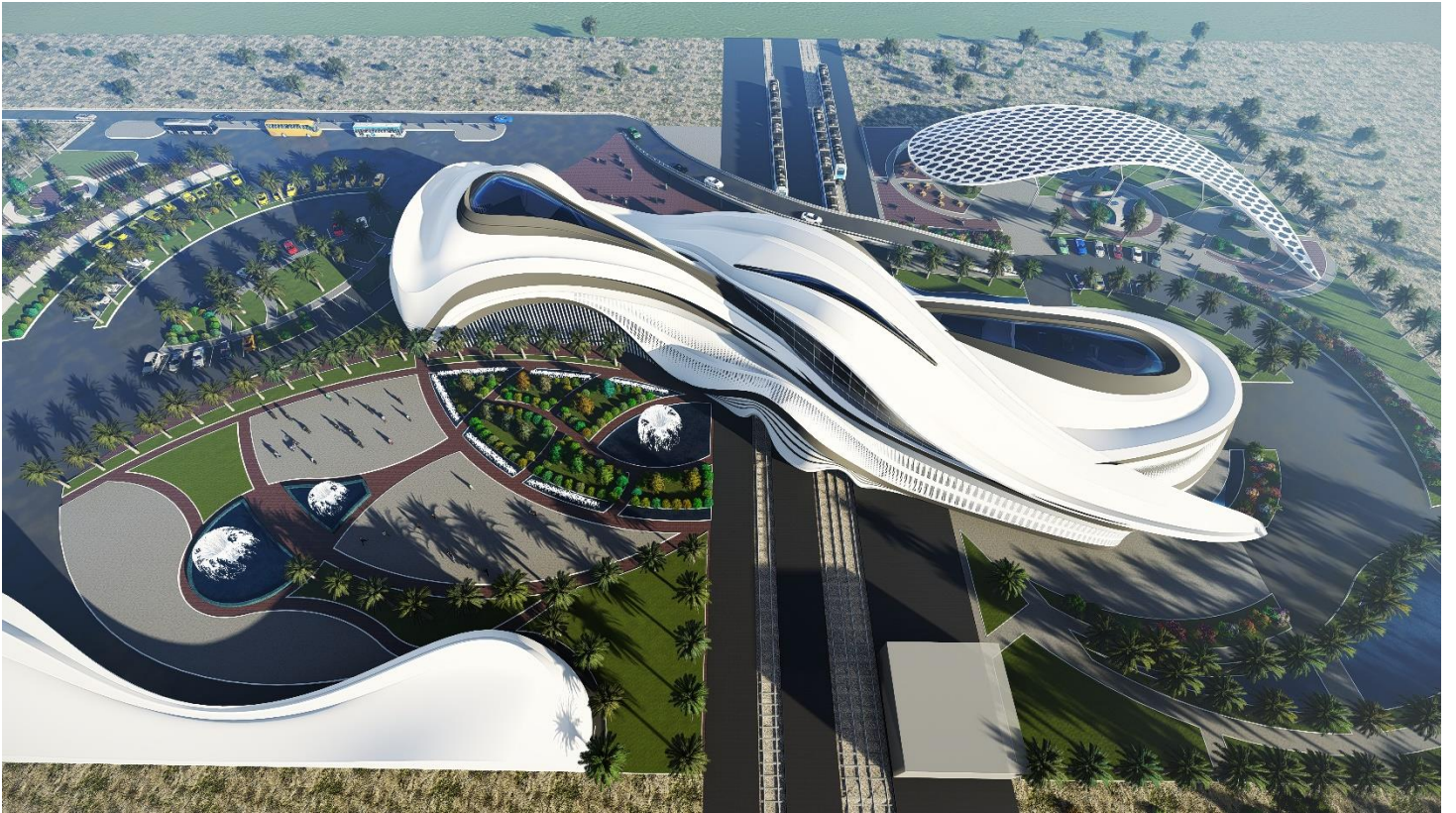


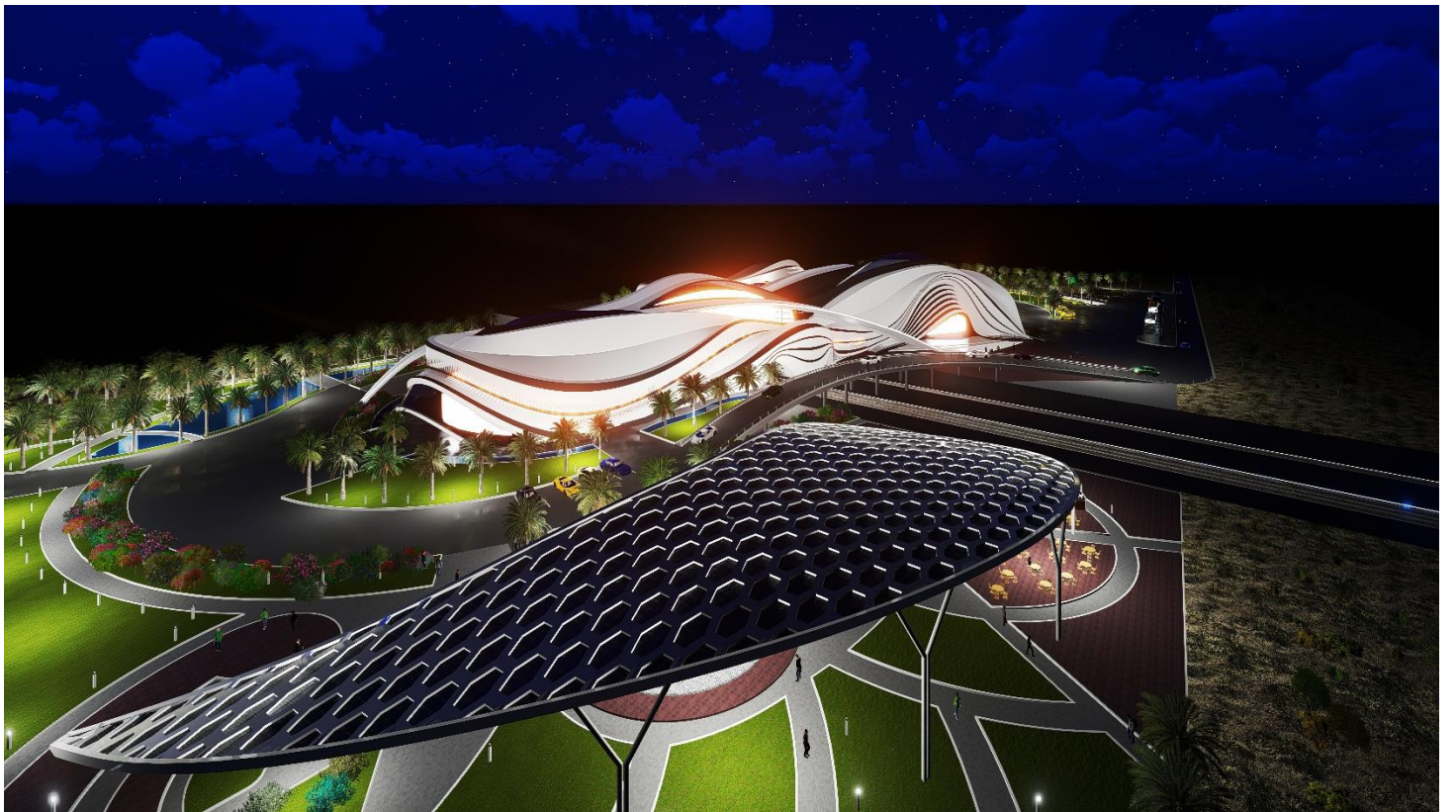
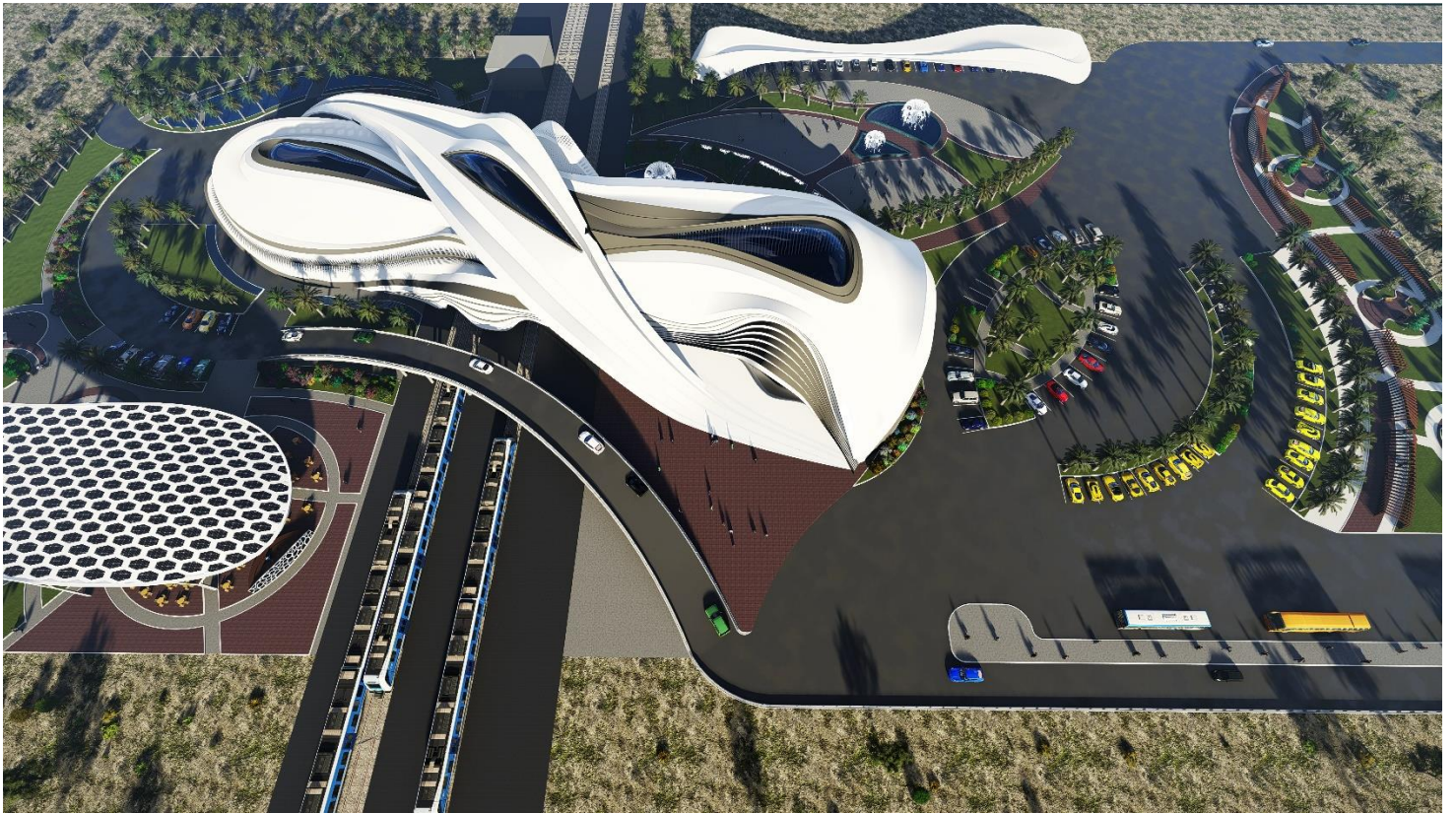


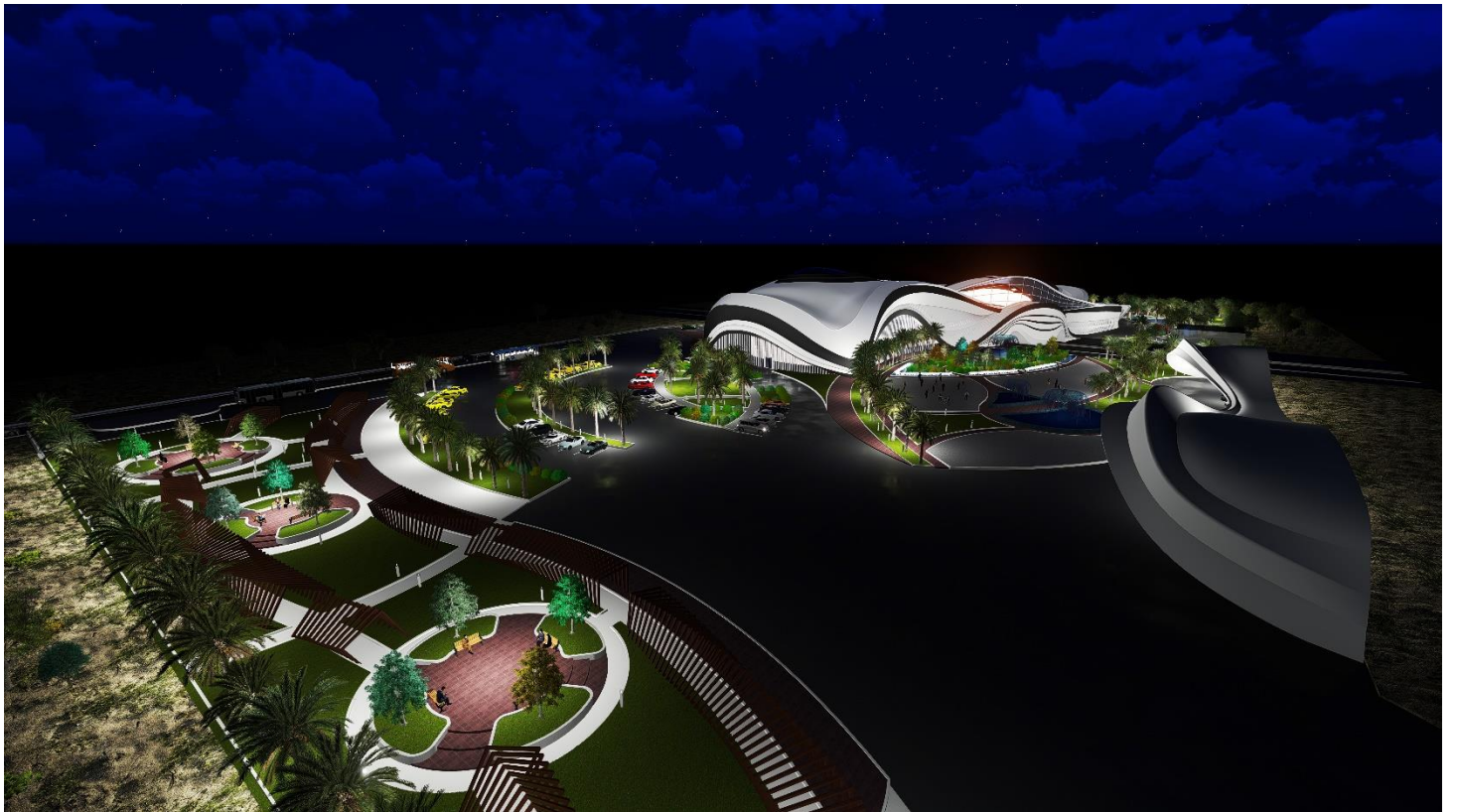
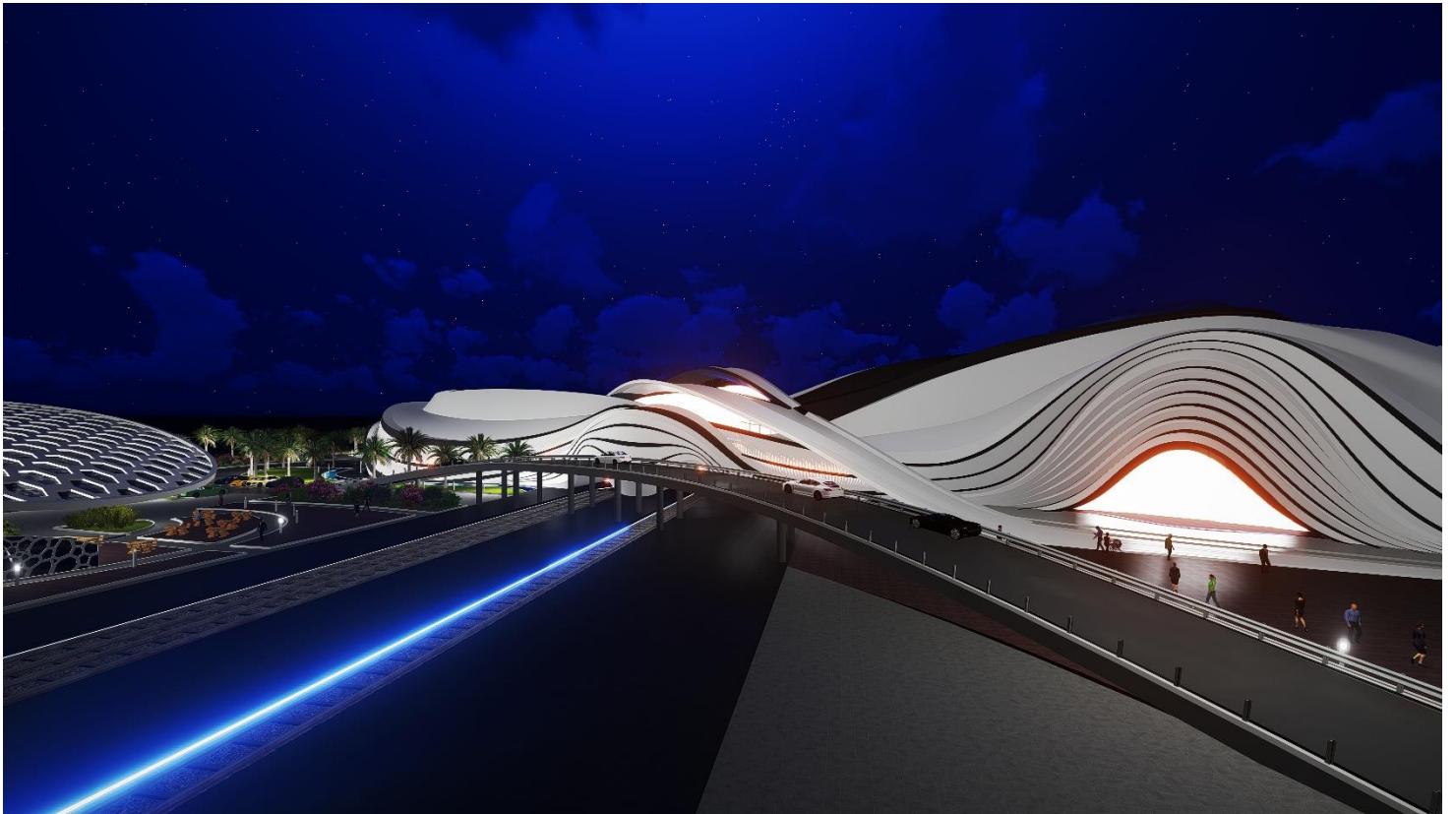


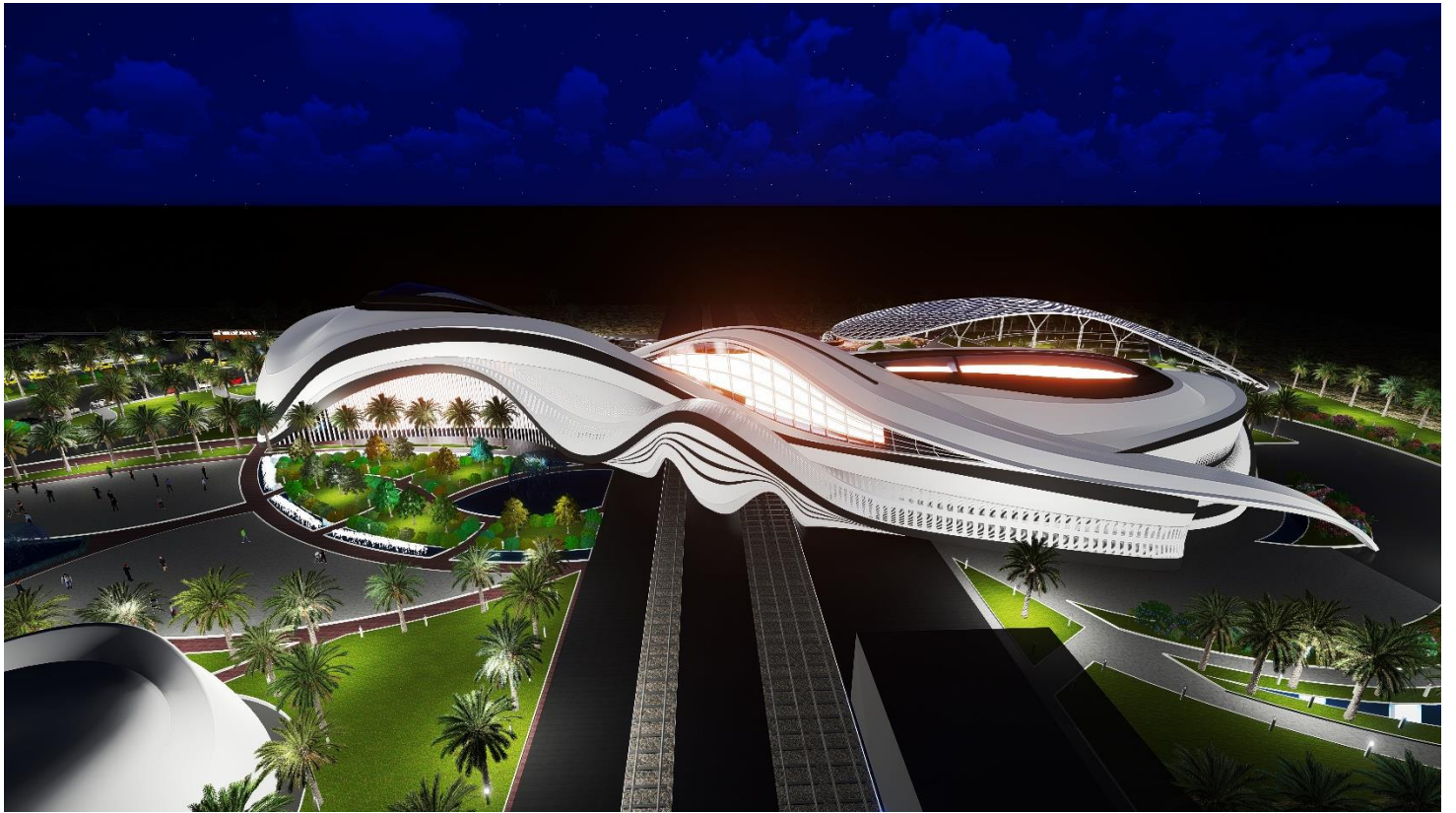


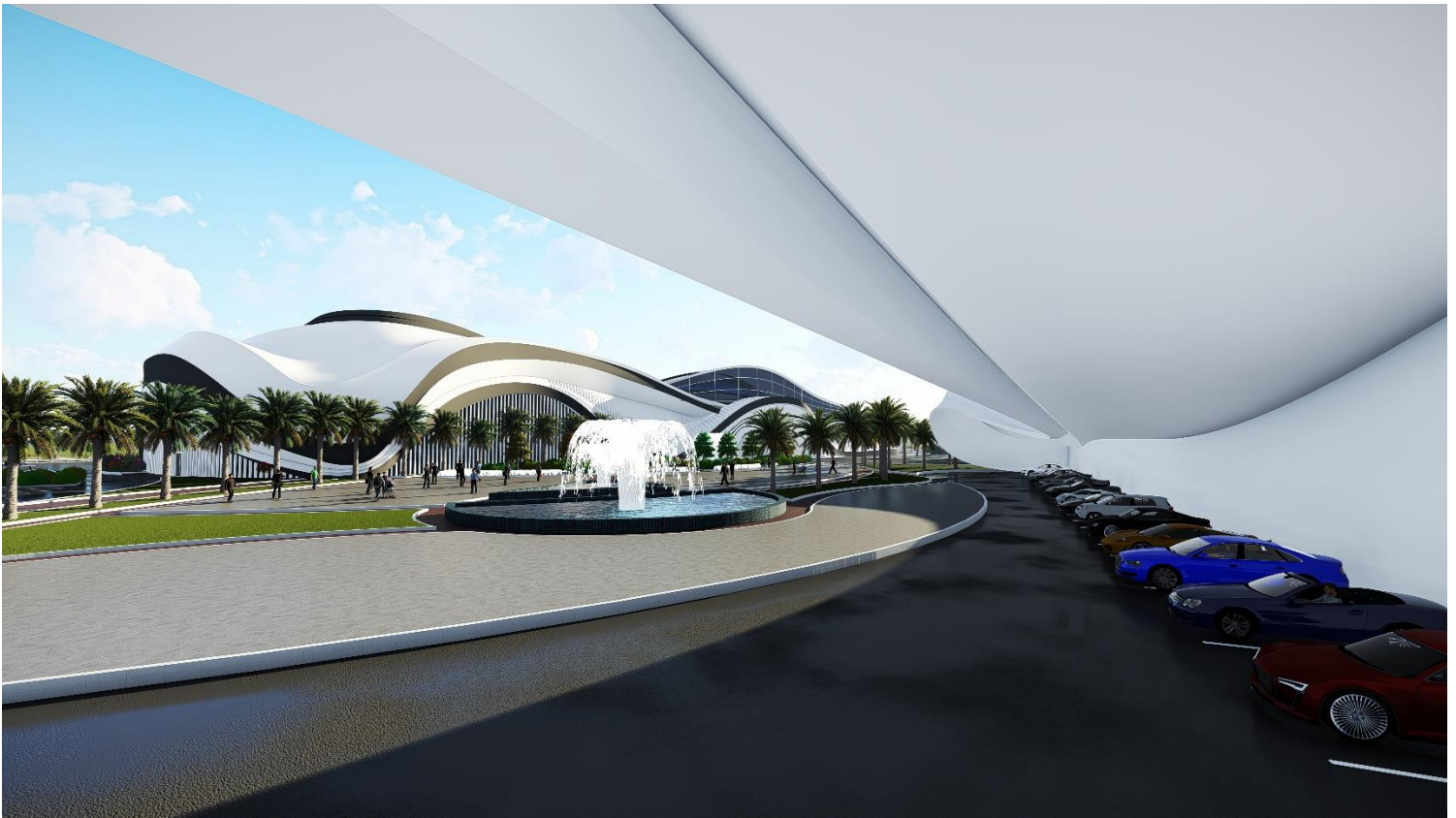
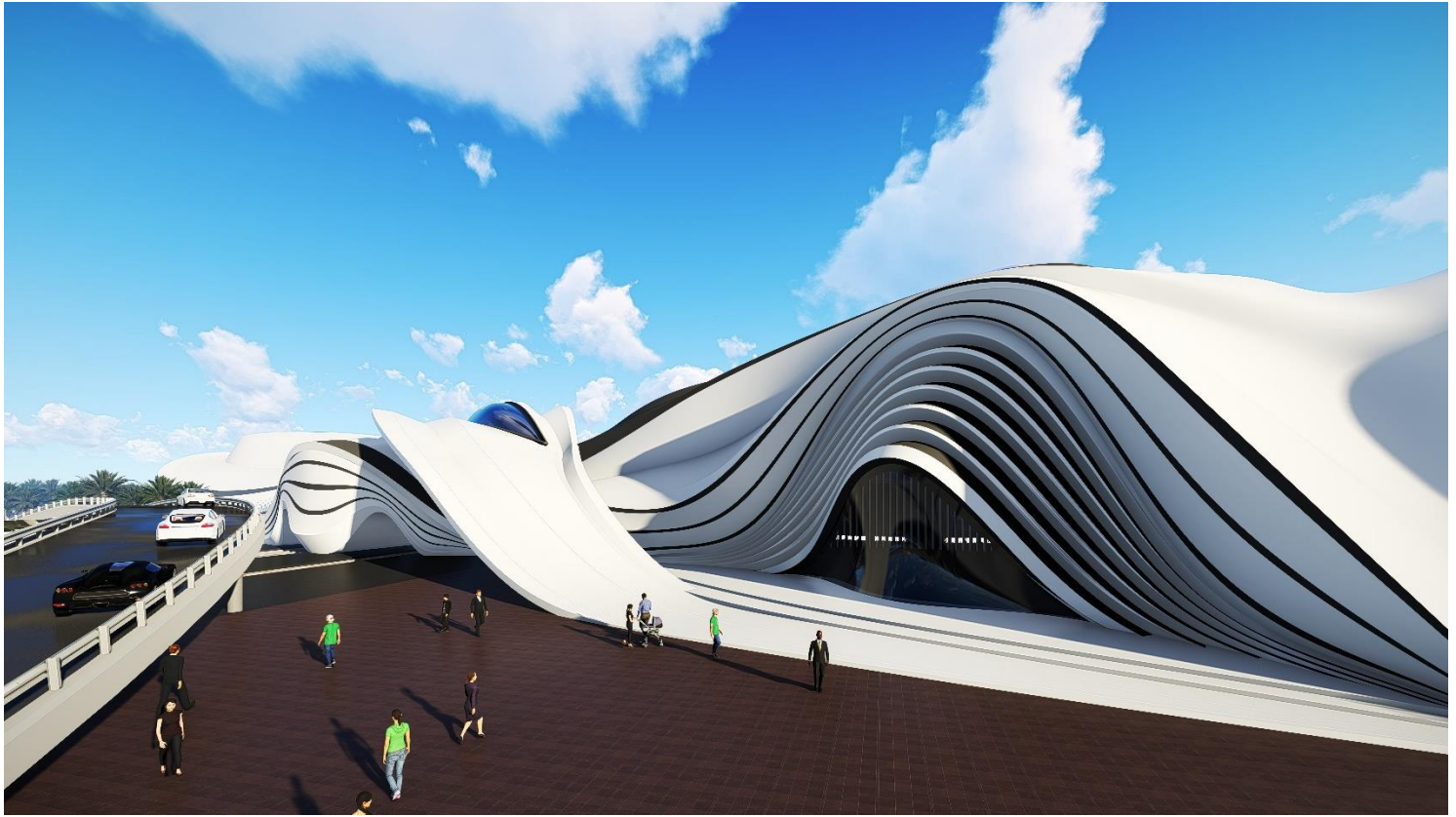


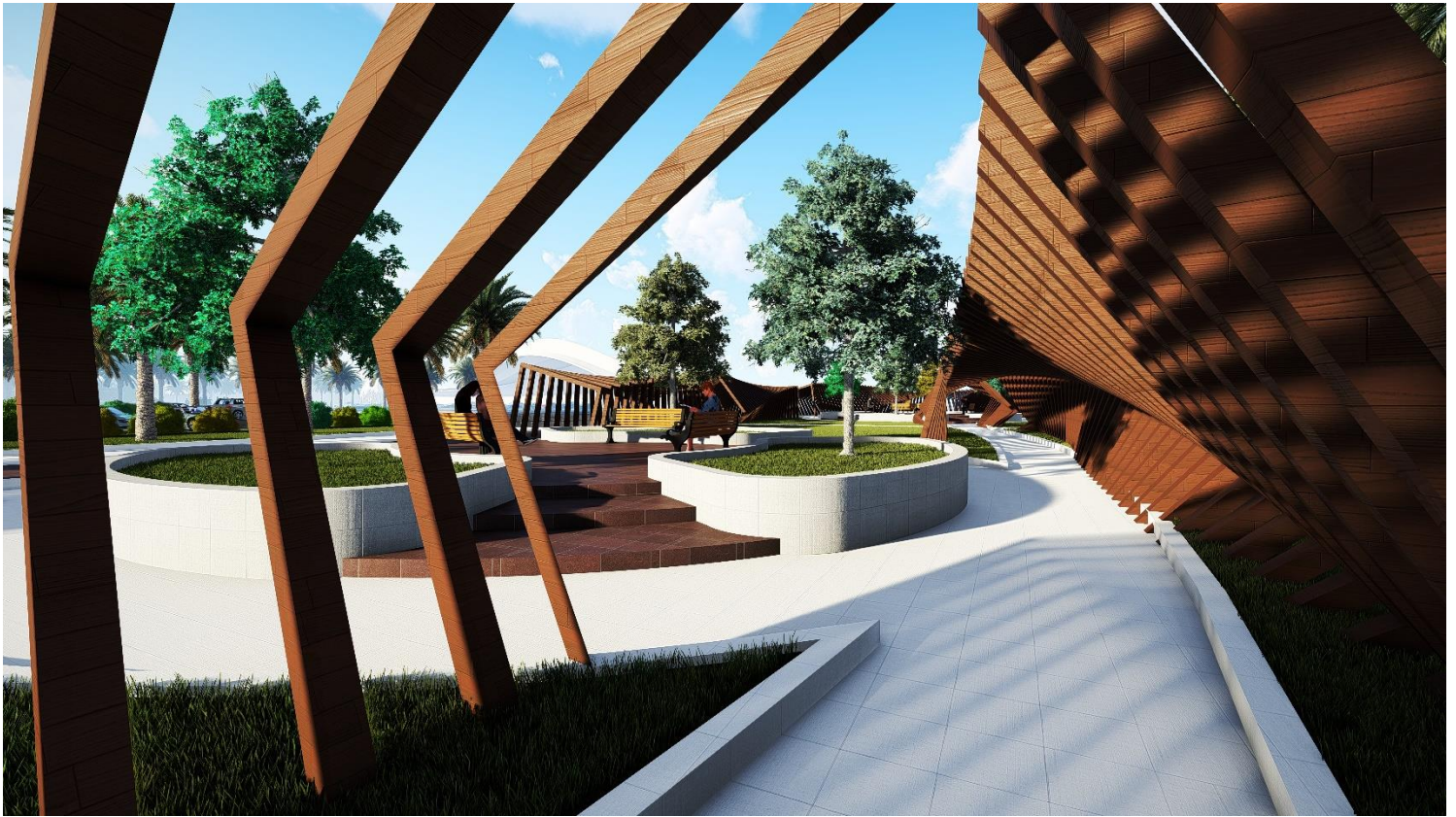
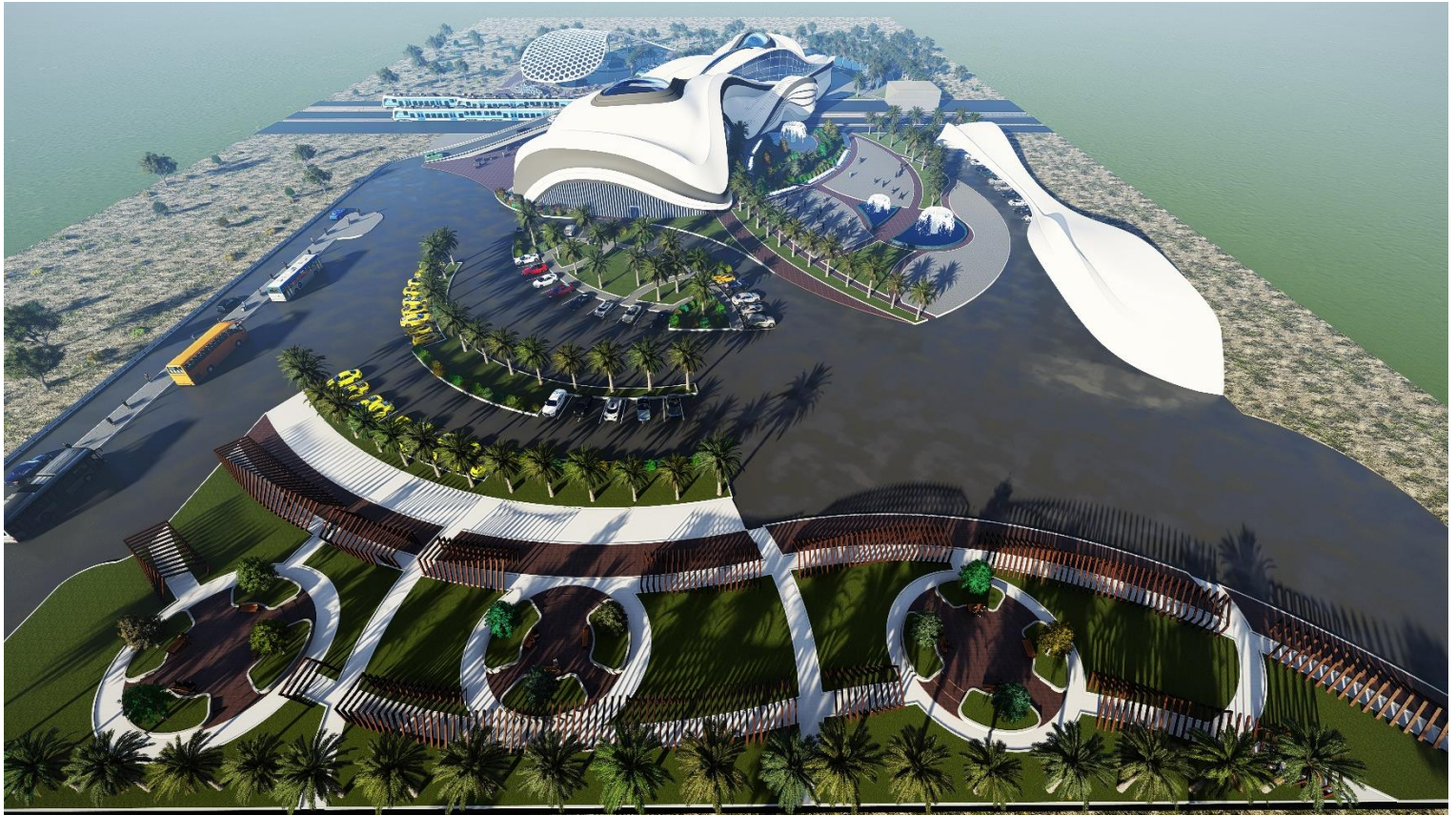












ANNEXE 03
Programme de la gare de Djelfa

NIVEAUX	Espace	SURF m ²	TYPE DE REVETEMENT du sol	TYPE FAUX PLAFOND
SOL	Escalier	16,00	Carreaux de porcelaine type compacto dim30*60+plinth en porcelaine de 10cm de h	Faux plafond acoustique non-démontable en plaque cartonnée perforées sur une ossature métallique de 60*60
	Tunnel d'accès au quai intermédiaire	36,50		
	Corridor de service	50,50		
	Locale technique du M charge 01	3,85		
	Local technique du m charge 2	5,00		
	Local technique	26,65		
	Détente et réfectoire	24,85		
	Entrepôt pour restaurant	22,90		
	Chambre d'internaire	20,50		
	Locaux d'entretien	7,70		
Vestiaire	42,00	Carreaux en porcelaine de 2,5*2,5 cm en fini MATTE	Faux plafond pour les locaux humides en plaque de plâtre de 60*60	

RDC	Escalier	30,30	Carreaux de porcelaine type compacto dim30*60+plinth en porcelaine de 10cm de h	Faux plafond acoustique non-démontable en plaque cartonnée perforées sur une ossature métallique de 60*60
	Entrée bureau			
	Corridor de service	92,50		
	Guichet	17,00		
	Locale recette	16,00		
	Bureau chef de service	16,30		
	Consigne des bagages	24,20		
	Entrée des passagers	117,75		
	Salle des pas perdus +sal d'attente	363,50		
	Espace commercial	25,00		
Kiosque d'information	4,00			
WC	48,00	Carreaux en porcelaine de 2,5*2,5 cm en fini MATTE	Faux plafond pour les locaux humides en plaque de plâtre de 60*60	

NIVEAUX	Espace	SURF m ²	TYPE DE REVETEMENT du sol	TYPE FAUX PLAFOND
1ER ETAGE	Escalier	15,65	Carreaux de porcelaine type compacto dim30*60+plinth en porcelaine de 10cm de h	Faux plafond acoustique non-démontable en plaque cartonnée perforées sur une ossature métallique de 60*60
	Secrétariat	43,00		
	Bureau de chef de gare	34,30		
	Archives	18,35		
	Salle de reunion	31,35		
	Bureau	32,30		
	Cuisine	15,50		
WC	11,50	Carreaux en porcelaine de 2,5*2,5 cm en fini MATTE	Faux plafond pour les locaux humides en plaque de plâtre de 60*60	

NIVEAUX	Espace	SURF m ²	TYPE DE REVETEMENT du sol	TYPE FAUX PLAFOND
2EM ETAGE	Escalier	15,65	Carreaux de porcelaine type compacto dim30*60+plinth en porcelaine de 10cm de h	Faux plafond acoustique non-démontable en plaque cartonnée perforées sur une ossature métallique de 60*60
	Secrétariat	43,00		
	Bureau du chef du discret	34,30		
	Archives	18,40		
	Bureau du représentant de liaison	32,30		
	Cuisine	9,00		
	Archives	20,00		
	Secrétariat	17,60		
	WC	11,50		

FIGURE 185:PROGRAMME DE LA GARE DE LA VILLE DE DJELFA

ANNEXE 04

Norme recommandée sur la qualité d'air

Occupancy Category	People Outdoor Air Rate		Area Outdoor Air Rate		Notes	Default Values		Air Class	
	R_p		R_a			Occupant Density (see Note 4)	Combined Outdoor Air Rate (see Note 5)		
	cfm/person	L/s-person	cfm/ft ²	L/s-m ²		#/1000 ft ² or #/100 m ²	cfm/person L/s-person		
Correctional Facilities									
Cell	5	2.5	0.12	0.6		25	10	4.9	2
Dayroom	5	2.5	0.06	0.3		30	7	3.5	1
Guard stations	5	2.5	0.06	0.3		15	9	4.5	1
Booking/waiting	7.5	3.8	0.06	0.3		50	9	4.4	2
Educational Facilities									
Daycare (through age 4)	10	5	0.18	0.9		25	17	8.6	2
Daycare sickroom	10	5	0.18	0.9		25	17	8.6	3
Classrooms (ages 5–8)	10	5	0.12	0.6		25	15	7.4	1
Classrooms (age 9 plus)	10	5	0.12	0.6		35	13	6.7	1
Lecture classroom	7.5	3.8	0.06	0.3		65	8	4.3	1
Lecture hall (fixed seats)	7.5	3.8	0.06	0.3		150	8	4.0	1
Art classroom	10	5	0.18	0.9		20	19	9.5	2
Science laboratories	10	5	0.18	0.9		25	17	8.6	2
University/college laboratories	10	5	0.18	0.9		25	17	8.6	2
Wood/metal shop	10	5	0.18	0.9		20	19	9.5	2
Office Buildings									
Breakrooms	5	2.5	0.12	0.6		50	7	3.5	1
Main entry lobbies	5	2.5	0.06	0.3		10	11	5.5	1
Occupiable storage rooms for dry materials	5	2.5	0.06	0.3		2	35	17.5	1
Office space	5	2.5	0.06	0.3		5	17	8.5	1
Reception areas	5	2.5	0.06	0.3		30	7	3.5	1
Telephone/data entry	5	2.5	0.06	0.3		60	6	3.0	1
Public Assembly Spaces									
Auditorium seating area	5	2.5	0.06	0.3		150	5	2.7	1
Places of religious worship	5	2.5	0.06	0.3		120	6	2.8	1
Courtrooms	5	2.5	0.06	0.3		70	6	2.9	1
Legislative chambers	5	2.5	0.06	0.3		50	6	3.1	1
Libraries	5	2.5	0.12	0.6		10	17	8.5	1
Lobbies	5	2.5	0.06	0.3		150	5	2.7	1
Museums (children's)	7.5	3.8	0.12	0.6		40	11	5.3	1
Museums/galleries	7.5	3.8	0.06	0.3		40	9	4.6	1

Figure 186: Taux de ventilation minimum recommandés pour certains espaces selon les normes ASHRAE 2010

[Source, ASHRAE Standard 62.1-2010]

Standards

Selon le standard 62.1 d'ASHRAE (2010) une qualité d'air acceptable est celle dans laquelle il n'y a pas de contaminants connus à des concentrations nocives telles que déterminées par les autorités compétentes et avec lesquels une majorité substantielle (80% ou plus) des personnes exposées n'expriment pas d'insatisfaction. Divers standards établissent les paramètres requis pour atteindre cette qualité. L'un des aspects vitaux correspond au débit d'air frais qui est introduit dans l'espace. Normalement, ce débit d'air s'exprime en termes de CFM (Cubic Feet per Minuté) ou l/s (litres par seconde), mais il peut aussi être exprimé par rapport à la surface de l'espace (CFM/ft² ou l/s/m²) ou par rapport à ses occupants (CFM/p ou l/s/p), ou encore par rapport aux changements d'air par heure (CAH ou ACH, Air Changes per Hour). Des normes telles que ASHRAE 62.1 (2004) et prEN 13779 (2003) indiquent des limites pour les concentrations de CO₂ sous la forme d'un rapport entre la concentration extérieure de CO₂ et le niveau à l'intérieur de l'espace. Par exemple, la norme européenne prEn 13779 définit quatre types de qualité d'air intérieur selon la différence entre la concentration de CO₂ intérieure et extérieure.[Esteban Emilio, 2011]. (Voir tableau II.4).

Catégorie	Description	Niveau de CO ₂ au dessus du niveau de l'air extérieur (ppm)	
		Valeurs typiques	Valeur par défaut
IDA 1	Haute qualité de l'air intérieur	<400	350 (650 à l'intérieur)
IDA 2	Moyenne	400-600	500 (800 à l'intérieur)
IDA 3	Modérée	600-1 000	800 (1200 à l'intérieur)
IDA 4	Faible	> 1 000	1 200 (1500 à l'intérieur)

Tableau : Catégories et niveaux recommandables de qualité d'air intérieur selon la concentration de CO₂. « Une haute qualité de l'air intérieur correspond à 350 ppm au-dessus du niveau de CO₂ à l'extérieur. Si on considère que la concentration extérieure se situe normalement à 300ppm, le niveau intérieur serait 650 ppm » Norme prEN 13779 (2003). [Source : Esteban Emilio, 2011

Simulation de température 21 juin et 21 décembre cas de ventilation hybride :

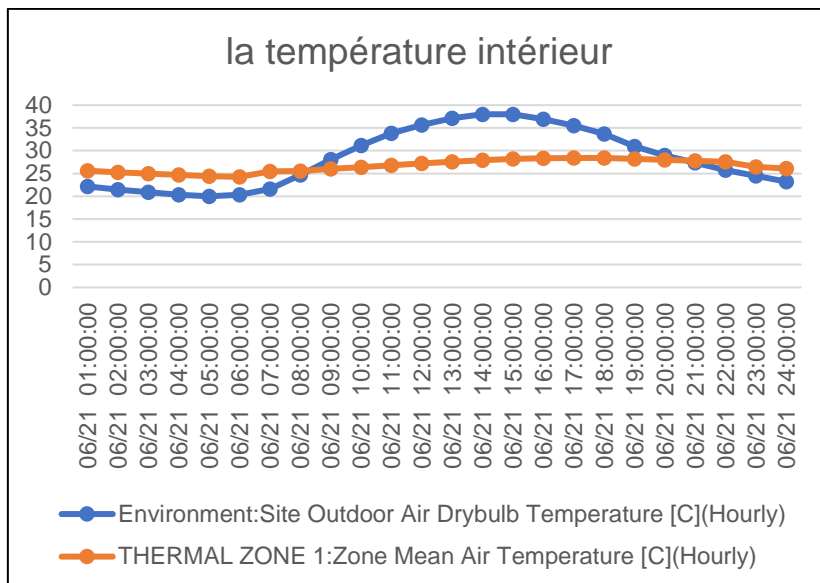


Figure 187: la température intérieure dans le hall d'accueil journée d'été (21juillet) cas de ventilation hybride par atriums
source : auteur

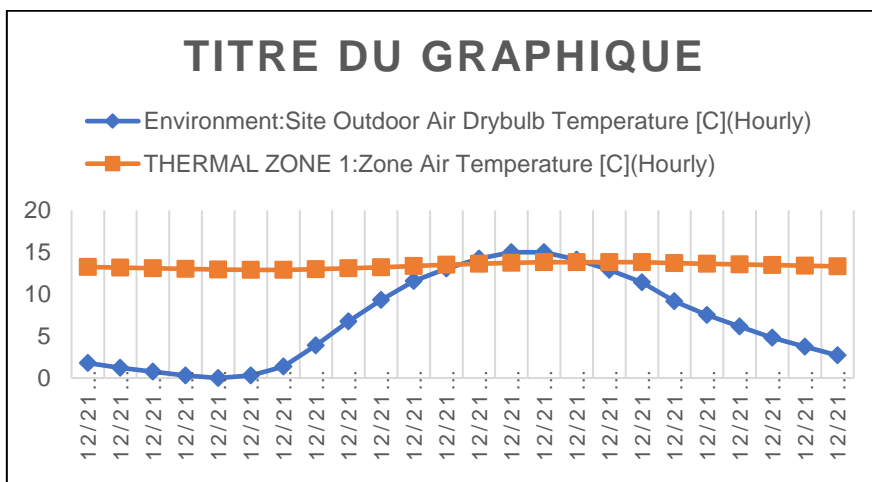


Figure 188: température intérieure dans le hall d'accueil cas de ventilation hybride (journée d'hiver 21decembre)