



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Amar Thelidji- Laghouat



FACULTÉ : Génie civil et d'Architecture

DÉPARTEMENT : D'Architecture

MÉMOIRE DE MASTER

Présenté par :

Mr. TAIBI Zine Labidine

DOMAINE : ARCHITECTURE, URBANISME ET METIERS DE LA VILLE

FILIERE : ARCHITECTURE

OPTION : ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT ET TECHNOLOGIE

Thème

UN AEROPORT INTERNATIONAL A LA NOUVELLE VILLE DE HASSI MESSAOUD Le confort thermique dans la tour de contrôle

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
Mr. Brahim TABAI	M.C.A	President
Mr. Lakhdar MEZAOUEKH.	M.A.A	Examineur
Mr. Abderrazak BENCHEIKH	M.A. A	Rapporteur

2019-2020



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Amar Thelidji- Laghouat



FACULTÉ : Génie civil et d'Architecture

DÉPARTEMENT : D'Architecture

MÉMOIRE DE MASTER

Présenté par :

Mr. TAIBI Zine Labidine

DOMAINE : ARCHITECTURE, URBANISME ET METIERS DE LA VILLE

FILIERE : ARCHITECTURE

OPTION : ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT ET TECHNOLOGIE

Thème

UN AEROPORT INTERNATIONAL A LA NOUVELLE VILLE DE HASSI MESSAOUD Le confort thermique dans la tour de contrôle

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
Mr. Brahim TABAI	M.C.A	President
Mr. Lakhdar MEZAOUK.	M.A.A	Examineur
Mr. Abderrazak BENCHEIKH	M.A. A	Rapporteur

2019-2020



Université Amar Thelidji- Laghouat
FACULTE : DE GENIE CIVIL ET D'ARCHITECTURE
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

RESUME DE MEMOIRE DE MASTER

Domaine : Architecture, urbanisme et métiers de la ville

Filière : Architecture

Option : Architecture, Environnement et technologie

Thème : CONCEPTION DURABLE D'UN AEROPORT INTERNATIONAL A LA NOUVELLE VILLE DE HASSI MESSAOUD, étude du confort thermique dans la tour de contrôle

Présenté par : TAIBI Zine Labidine

Encadré par : Mr BENCHEIKH Abderrezzak

Résumé :

Cette recherche a pour objectif la conception d'un aéroport durable dans un contexte ayant des contraintes d'ordre économique, climatique, et environnemental, suivant les principes de l'architecture durable. Cette tentative de conception s'est élaborée après une étude approfondie des spécificités des utilisateurs de l'aéroport, ce qui a permis par la suite de définir le programme qualitatif et quantitatif pour répondre aux exigences du bon fonctionnement du projet en tenant compte des conditions climatiques de la ville de Hassi Messaoud caractérisée par son climat chaud et sec.

Par une conception qui a tenté d'apporter des réponses au maximum de contraintes possibles, un intérêt particulier a été porté sur le confort thermique qui constituent d'importants paramètres lors de chaque conception. Le choix des formes compactes avec l'insertion des atriiums orientation nord sud et utilisation matériaux isolants constituer une solution efficace appropriée au climat chaud et sec.

Pour vérifier l'efficacité de solutions proposées, des simulations ont été effectuées au niveau de l'espace de la vigie à l'aide d' «Energy Plus ».

L'isolation du toit, Cool Roof, l'utilisation ventilation naturelle nocturne et contrôlé, ont contribuent au confort thermique de l'espace, et aussi à diminuer le bilan énergétique annuel a au moins de 45%. Mais le confort recommandé n'est encore atteinte. Un system de climatisation et de chauffage a été intégré pour assurer le confort pour les contrôleurs aériens.

Mots clés : Aéroport, Environnement, Climat chaud et sec, Hassi Messaoud, Tour de contrôle, Vigie, Confort thermique, Energy plus.



جامعة عمار ثليجي -
كلية الهندسة المدنية الهندسة المعمارية
الهندسة المعمارية

الميدان: هندسة معمارية ومهن ي .

: هندسة معمارية.

: هندسة معمارية وبيئة وتكنولوجيا

: تصميم مطار دولي بالمدينة الجديدة حاسي مسعود.

دراسة الراحة الحرارية على مستوى برج المراقبة.

تقديم الطالب: طيبي زين العابدين

: بن الشيخ عبد الرزاق

:

يهدف هذا البحث إلى تصميم مطار مستدام في سياق ذ اقتصادية ومناخية وبيئية

محاولة التصميم بعد دراسة متعمقة لمواصفات مستخدمي المطار

لاحقًا تحديد البرنامج النوعي والكمي لتلبية متطلبات الأداء السليم للمشروع مع مراعاة الظروف المناخية

مدينة حاسي مسعود تتميز بمناخها الحار والجاف.

تصميم حاول تقديم استجابات قيود التي تملها طبيعة المنطقة حيث تم إيلاء اهد

للراحة الحرارية، والتي تعد من أهم الشروط الواجب مراعاتها في كل تصميم. لتحقق من فعالية الحلول

تم إجراء عمليات محاكاة في "Energy Plus".

ساهم عزل السقف وتطبيق تقنية Cool Roof واستغلال التهوية الطبيعية الليلية الراحة الحرارية

التقليل من درجات الحرارة، وساهمت أيضا في تقليل استهلاك 45 .

الحرارية الموصى بها لم تتحقق بعد فإنه تم دمج نظام تكييف وتدفئة لضمان

مراقبي الحركة الجوية.

الكلمات المفتاحية: البيئة، رية،

.Energy Plus



Faculty of Civil Engineering and Architecture

Architecture Department

ABSTRACT OF MASTER MEMORY

Domine: Architecture, Urban and professions of city.

Career: Architecture

Option: Architecture, Environment and Technology

Theme: Design of a sustainable international airport in the New city of Hassi Messaoud.
Thermal comfort in the control tower.

Submitted by: TAIBI Zine Labidine.

Supervised by: Mr. BENCHEIKH Abderrezzak

abstract :

This research aims to design a sustainable airport in a context with economic, climatic and environmental constraints, following the principles of sustainable architecture. this design attempt was developed after an in-depth study of the specifications of the airport users, which subsequently made it possible to define the qualitative and quantitative program to meet the requirements of the proper functioning of the project. Taking into account the climatic conditions of the city of Hassi Messaoud characterized by its hot and arid climate.

Through a design that has attempted to provide responses to the maximum possible constraints, particular interest has been paid to thermal comfort, which are important parameters in each design.

To verify the effectiveness of the proposed solutions, simulations were it was carried in the lookout area using "Energy Plus" digital software.

The insolation, the Cool Roof, and the night ventilation have contributed to the thermal comfort of the space, and also to reducing the annual energy balance to at least 45%. But the recommended comfort has not yet been achieved. An air conditioning and heating system has been integrated to ensure comfort for the air traffic controllers.

Keywords: Airport, Environment, Hassi Messaoud, Hot and dry climate, Control tower, Thermal comfort, Energy plus.

Remerciements

*N*ous adressons notre profonde gratitude et reconnaissance envers M^r BENCHEIKH Abderrazak, maitre - assistant à l'université Amar Telidji de Laghouat, pour ses précieux enseignements durant l'année, de nous avoir honoré en acceptant de nous encadrer et structurer ce recherche ainsi que sa contribution inestimable à le mettre à terme, sa ponctualité et sa disponibilité même en dehors des heures de travail, en est l'apothéose.

*N*ous voudrions remercier également M^r TABAI Brahim et Mr. MEZAOUEKH Lakhdar maitres – assistants, d'avoir accepté d'examiner cette recherche.

*N*ous tenons à exprimer nos plus vives reconnaissances à Mr BENSHEIKH Hamida, M^r CHETTIH Azeddine, M^{me} BAALI Souad, MOKEDDEM Mahmoud, pour leurs valeureux aides.

Dédicace.

Tout d'abord, louange à « Allah » qui m'a guidé sur le droit chemin tout au long de ma vie et m'a inspiré les bons pas. Sans sa miséricorde, ce travail n'aurait pu être abouti.

Je dédie cette recherche à mon très cher père, le soleil de ma vie, j'ai eu l'honneur d'être son fils, à ma mère, j'ai de la chance de l'avoir, vos abnégations et dévouements, en termes de temps et d'attention, ont forgé mon éducation. Vos soutiens m'ont fortement motivé, notamment en période universitaire.

À mes très chers frères et sœurs.

À ma très chère femme Zineb.

À mes deux grandes familles, TAIBI et ZERGOT.

À tous mes chères amis, et les amis de demain.

À toute personne qui sait apprécier et s'inspirer de ce mémoire.

À tous mes enseignants dès ma première pas dans l'école primaire jusqu'à ce jours, et particulièrement à Mr Abderrazak BENCHEIKH, pour leur aide et les valeureux conseils.

Zine Labidine. TAIBI.

SOMMAIRE

Resume.....	I
.....	II
Abstract	III
Remerciments	IV
Dedicaces	V
Sommaire	VI
Liste des figures	X
Liste de tableaux	XIII
Introduction générale :.....	1
1. Introduction :.....	1
2. Problématique générale.....	1
3. Hypothèses.....	2
4. Problématique spécifique.....	2
5. Sous Hypothèses.....	2
6. Objectifs :.....	3
7. Méthodologie de la recherche.....	3

Premier chapitre.

La recherche thématique.

I.1. introduction :.....	4
I.2. Architecture et environnement.....	4
I.2.2 Définition des concepts liés à l'environnement :.....	4
I.2.2.1 Architecture durable :.....	4
I.2.2.2 L'environnement :.....	4
I.2.2.3 Construction durable :	4
I.2.2.4 Climat aride :.....	5
I.2.2.6 Les caractéristiques climatiques des zones arides :.....	5

I.2.3 Les Principes de conception durable dans les climats chaude et sec :.....	7
I.2.3.1 L'implantation :.....	7
I.2.3.2 L'orientation du bâtiment :.....	7
I.2.3.3 La forme et le volume du bâtiment.....	8
I.2.3.4 Le choix des matériaux pour des constructions durables :.....	12
I.2.4 Le confort :.....	12
Le confort thermique :.....	12
I.2.4.1 Normes et recommandations :.....	14
I.2.4.2 Stratégies du chaud (confort d'hiver):.....	15
I.2.4.3 Stratégie du froid (confort d'été):.....	15
I.2.4.4 Les dispositifs architecturaux :.....	17
I.3. Partie de transport aérien :.....	19
I.3. 1 Définition.....	19
I.3. 2 Importance et fonction.....	19
I.3. 3 Les types.....	19
I.3.3.1 Aéroports commerciaux :.....	19
I.3. 4 La classification des aéroports.....	20
I.3.5 Les facteurs influant sur la conception des aéroports.....	20
I.3.5. 1 Les différentes catégories des aéronefs.....	21
I.3.5. 2 Les dimensions des aéronefs.....	21
I.3.5. 3 Le choix du site d'implantation.....	21
I.3.6 Le programme descriptif :.....	23
I.3.6.1 L'aérogare.....	23
I.3. 6. 2 L'aérodrome.....	30
I.3. 6. 3 Le tour de contrôle :.....	34
I.3. 7 Analyse des exemples:.....	37
I.3. 7.1 Changi Airport of Singapore.....	37
I.3. 7.2 Abu Dhabi New Airport :.....	38

I.3. 7.3 PEARL RIVER TOWER,.....	39
I.3. 7.4 O'Hare's South Control Tower.....	40
I.3. 7.5 Synthèse de l'analyse des exemples :.....	41
I.3. 8 Conclusion.....	42

Deuxième chapitre.

L'étude contextuelle.

II.1 Introduction :.....	43
II.2 Présentation de la ville :.....	43
II.2.1 Situation :.....	43
II.2.2 Le climat de la ville :.....	45
II.2.2.1 Données climatiques :.....	45
II.2.2.2 Interprétation des données climatiques :.....	46
II.2.2.3 Application du modèle adaptatif :.....	49
II.2.2.4 Application de la méthode de du diagramme Psychométrique :.....	49
II.3 Synthèse.....	51
Conclusion :.....	51

Troisième chapitre.

Le projet architectural.

III. 1. Introduction.....	52
III. 2. Genèse du projet.....	52
III. 2. 1. Procédure de développement de la forme :.....	53
III. 3. Conception.....	56
III. 3. 1 Plan de masse.....	56
III. 3. 2 Corrélation aéroport-site.....	58
III. 3. 3 Formalisation des plans intérieurs.....	58
III. 3. 4 Les vues en 3d.....	69

Quatrième chapitre.

Partie technique.

Introduction :.....	73
Présentation du cas d'étude :.....	73
Les stratégies de confort :.....	74
Présentation de logiciel de simulation :.....	75
Energy plus 9.2.0 :.....	75
La période de simulation:.....	75
Confort thermique adaptative de la ville de Hassi Messaoud :.....	75
Les étapes de simulation :.....	76
Le Cas Initiale:.....	76
Les éléments de construction de la vigie :.....	76
L'application des strategies du froid :.....	77
1 Isolation du toi :.....	77
2 Protections du toit contre les rayons solaires:.....	79
3 L'Utilisation des protections verticales :.....	80
4 Ventilation naturelle:.....	81
Evaluation de confort thermique :.....	83
Conclusion :.....	87
Conclusion générale.....	88
Annexe.....	90
Références bibliographiques.....	101

Liste des figures

Premier chapitre.

La recherche thématique.

Figure I. 1 : Carte représente la zone du climat Aride et chaude (BWh).....	7
Figure I. 2 : schéma représente orientation de l'édifice par rapport au vent et au soleil.....	8
Figure I. 3 : Coupe schématique représente les composants de toiture terrasse.....	10
Figure I. 4 : image représente les system de toit parasol.....	10
Figure I. 5: schéma représente l'Effet de couleur blanc au réémission de chaleur.....	12
Figure I. 6 : schéma représente les pertes thermiques du corps humain.....	13
Figure I. 7 : schéma représente le confort adaptatif selon la température moyenne extérieure.....	15
Figure I. 8 : schéma représente la stratégie de chaud et de froid.....	16
Figure I. 9 : Image représente un capteur du vent à Yazd à Iran.....	17
Figure I. 10 : Image représente un Capteur du vent moderne à Inde.....	17
Figure I. 11 : schéma représente La Ventilation naturelle par cheminée.....	18
Figure I. 12 : schéma représente La Ventilation naturelle par Atrium.....	18
Figure I. 13 : Images représente les différents catégories des aéronefs.....	22
Figure I. 14 : schéma Les différentes dimensions des avions.....	22
Figure I. 15 : Schéma représente Les grandes entités de l'aéroport.....	23
Figure I. 16 : Schéma représente la typologie du trafic aérien.....	24
Figure I. 17 : Schéma représente L'organisation de l'aérogare.....	26
Figure I. 18 : Schéma représente l'organisation verticale d'une aérogare.....	27
Figure I. 19 : Différents concepts d'organisation verticale d'une aérogare.....	27
Figure I. 20 : L'aire de manœuvre.....	30
Figure I. 21 : Schéma d'une piste.....	31
Figure I. 22 : Différents configurations de pistes.....	32
Figure I. 23 : L'aire de circulation.....	33
Figure I. 24 : Visibilité impératif (Verticale).....	34
Figure I. 25 : Visibilité impératif (horizontale).....	35

Figure I. 26 : Exemple de positionnement de tour.....	35
Figure I. 27 : Exemple d'une vigie à 3 postes.....	35
Figure I. 28 : Couleur de vitrage et stores.....	36
Figure I. 29 : Vue extérieur et intérieur de l'aéroport de Changi.....	37
Figure I. 30 : Coupe schematique de l'aéroport de Changi.....	37
Figure I. 31 : vue aérien de l'aéroport d'Abu Dhabi.....	38
Figure I. 32 : vue extérieur et intérieur de l'aéroport.....	38
Figure I. 33 : vue extérieur de Pearl Tower.....	39
Figure I. 34 : principe de ventilation naturelle.....	39
Figure I. 35 : Refroidissement par radiation (ventilation transversale).....	39
Figure I. 36 : vue extérieur et intérieur de la vigie de O'Hare's tower.....	40
..	

Deuxième chapitre.

L'étude contextuelle.

Figure II. 1 : Carte représente La situation de VN de Hassi messaoud.....	44
Figure II. 2: Vue en 3d représente la VN de Hassi messaoud.....	44
Figure II. 3 : Zone climatique de la region de Hassi Messaoud.....	45
Figure II. 4 : Graph représente la variation des Températures de l'air extérieur.....	46
Figure II. 5 : Graph représente la Variation de l'Humidité relative.....	46
Figure II. 6 : Graph représente L'insolation mensuelle.....	47
Figure II. 7 : Graph représente La précipitation mensuelle.....	47
Figure II. 8 : Graph représente la Vitesse des vents.....	48
Figure II. 9 : Graph représente la Rose des Vents.....	48
Figure II. 10 : Diagramme psychométrique de Hassi Messaoud pour les Mois d'été.....	49
Figure II. 11 : Diagramme psychométrique de Hassi Messaoud pour les Mois d'hiver.....	50

Troisième chapitre.

Le projet architectural.

Figure III. 1 : Principe de formalisation.....	52
Figure III. 2 : Les tracés primitifs.....	53
Figure III. 3 : Les éléments initiales de la forme.....	53
Figure III. 4 : L'implantation des éléments formels.....	54
Figure III. 5 : Eléments de toiture.....	55
Figure III. 6 : Aspect primitif de la forme.....	55
Figure III. 7 : Zoning de l'aéroport.....	56
Figure III. 8 : Accessibilité.....	56
Figure III. 9 : Plan de masse.....	57
Figure III. 10 : Formalisation du plan.....	58
Figure III. 11 : Plan du RDC.....	59
Figure III. 12 : Principe de cheminement du R-D-C.....	60
Figure III. 13 : Plan du 1er étage.....	61
Figure III. 14 : Principe de cheminement de 1er étage.....	62
Figure III. 15 : Plan d'organisation de sous-sol.....	63
Figure III. 16 : Coupe sur l'aérogare passagère.....	64
Figure III. 17 : Vues intérieurs hall publique salon d'honneur.....	65
Figure III. 18 : Vues générales du côté ville.....	66
Figure III. 19 : Vue côté VIP.....	67
Figure III. 20 : Vue sur tour de contrôle.....	67
Figure III. 21 : Coupe verticale et organisation de la tour de contrôle.....	68
Figure III. 22 : Vue en 3d.....	69
Figure III. 23 : Vue en 3d.....	70
Figure III. 24 : Vue en 3d.....	71
Figure III. 25 : Vue en 3d.....	72

Quatrième chapitre.

Partie technique.

Figure IV.1 : Images rendu représente le cas d'étude (espace vigie).....	73
Figure IV.2 Plan représente la position de la tour de control.....	74
Figure IV.2 : Zone de confort thermique.....	76
Figure IV.3 : Courbe represente la temperatire interieur en été (Cas initial).....	76
Figure IV.4 : Courbe représente la température intérieure en hiver (Cas initial).....	77
Figure IV.5 : Captures represente le configuration de materiau isolant.....	77
Figure IV.6: Courbe represente la temperatire interieur en été (Cas de toit Isolé).....	78
Figure IV.7: Courbe represente la temperatire interieur en hiver (Cas de toit Isolé).....	78
Figure IV.8 : représente la configuration de réflecteur des rayons solaires.....	79
Figure IV.9 :T°int en été (Cas de reflecteur)	79
Figure IV.10: T°int en Hiver (Cas de reflecteur).....	79
Figure IV.11 : Schéma représente la configuration de réflecteur des rayons solaires.....	80
Figure IV.12 : T°int en été (Cas de l'utilisation de protection verticale).....	80
Figure IV.13 : T°int en hiver (Cas de l'utilisation de protection verticale).....	81
Figure IV.14 : Schéma représente la configuration de la ventilation naturelle.....	81
Figure IV.15:T°int en été (ventilation naturelle).....	82
Figure IV.16:T°int en hiver (ventilation naturelle).....	82
Figure IV.17: Représente les heurs en confort de cas amélioré par rapport au cas initial.....	83
Figure IV.18: images represente les composants de system HVAC.....	84
Figure IV.19 : Courbe represente la temperatire interieur en été (Cas de l'utilisation HVAC)...	85
Figure IV.20 : Diagramme represente l'Energie necessaire de climatisation	86

Liste des tableaux

Premier chapitre.

La recherche thématique.

Tableau I. 1 : Classification des climats Aride et semi-aride selon Köppen.....	5
Tableau I. 2 : Classement et description des aéroports.....	20
Tableau I. 3 : Types de passagers.....	25
Tableau I. 4 : Les liaisons entre l'aéroport et les avions.....	28
Tableau I. 5: Connexions aéroports- aires de stationnement des avions.....	29
Tableau I. 6 : Les composantes de l'aéroport de fret.....	30
Tableau I. 7 : L'aire de mouvement.....	31
Tableau I. 8 : Zones d'installations.....	33

Deuxième chapitre.

L'étude contextuelle.

Tableau II. 1 : les données climatiques de la ville de Hassi Messaoud.....	45
Tableau II. 2 : T° adaptatif calculé à partir de T° moy.....	49

Quatrième chapitre.

Partie technique.

Tableau IV. 1 : Caractéristiques de design day selon Hassi Messaoud DDY File.....	75
Tableau IV.2 : Paramètres de contrôle de operable windows	82
Tableau IV.3 : Les heures de confort dans le cas amélioré par rapport au cas initial.....	83
Tableau IV.4 : Paramètres de Schedule.....	84
Tableau IV.5 : Paramètres de Schedule.....	86

Introduction générale.

Introduction générale :

1. Introduction :

L'architecture durable est, aujourd'hui, un des préoccupations majeures du monde entier et est ainsi devenu un des éléments incontournables des activités de développement et des choix stratégiques de l'état.

Les infrastructures de transport aérien n'échappent pas à cette règle et ainsi les perspectives de croissance rapides des aéroports au niveau mondial sont toujours importantes. A l'échelle nationale, les aéroports se trouvent presque dans toutes les régions, et connaissent une restructuration et réhabilitation avec les nouvelles techniques, surtout au niveau des tours de contrôle.

L'importance du Sud Algérien et l'importance du flux des passagers, nationaux et étrangers, exigent la création d'un Aéroport internationale efficace et durable dans la ville nouvelle de Hassi-Messaoud, qui sera un pôle urbain et administratif.

2. Problématique générale

De point de vue thématique, sur terrain, malgré l'importance du sud Algérien, et surtout les zones des activités pétroliennes comme la zone de Hassi-Messaoud, on constate l'insuffisance des infrastructures aérienne et celles existantes ne reflètent pas l'importance de la région.

Sur le plan scientifique, les recherches antérieures ont prouvé que les conditions de l'environnement intérieur est un facteur déterminant du bien-être, de l'exécution des tâches et avec la performance intellectuelle de l'homme.

Sur le plan énergétique dans les bâtiments publics et surtout pour les aéroports, grand équipement à caractère économique, la consommation énergétique liée aux conditions de confort possède un intérêt très important, elle est utilisée, dans une grande partie, pour les besoins de chauffage, de climatisation et d'éclairage.

De point de vue contextuel, le contexte climatique chaud et sec caractérisé par le soleil domine durant toute l'année avec un ensoleillement intense, une chaleur atteinte des valeurs insupportable et des vents indésirables siroco et vent de sable. Ces conditions influencent largement la qualité de l'environnement intérieur et peuvent inhiber les activités.

Ces réalités et constats nous mènent à poser la question suivante :

Comment concevoir un aéroport qui répond aux besoins fonctionnels et créer des conditions thermiques favorables dans les espaces intérieurs surtout pendant la période estivale ?

3. Hypothèses

- L'application des principes de conception dans le climat chaud et sec, tels que l'orientation nord/sud, la forme compacte et les ouvertures étroites équipées par des dispositifs de control solaire, pourrait créer des conditions thermiques favorables dans les espaces intérieurs et minimiser les besoins de climatisation

4. Problématique spécifique

Parmi les composantes d'un aéroport, la tour de contrôle ; cet élément remplisse la fonction la plus importante pour les avions, son emplacement et sa conception nécessite des précautions règlementaires, normatives et des recommandations appropriées,

Sachant que les conditions de confort sont le résultat de la configuration formelle, dimensionnelle, organisationnelle et de choix des matériaux, la question qui se pose est :

Comment concevoir la tour de contrôle afin de créer des conditions thermiques favorables et se protéger de l'ensoleillement intense et de la chaleur élevée toute en prenant en considération les règlements, les normes et les recommandations appropriées à son fonctionnement ?

5. Sous Hypothèses

- L'emplacement des pistes au nord de la tour sur l'axe EST/OUEST Pourrait Diminuer les rayons solaires pénétrés à l'intérieur des espaces de la tour et par conséquence diminuer la surchauffe.
- L'utilisation des façades ventilées et un système de tirage thermique Pourrait limiter la transmission de la chaleur à l'intérieur des espaces à travers les parois et augmenter le temps de retard de plus de six heures.
- L'exploitation de la hauteur de la tour pour créer un système de ventilation passif (tour à vent) Pourrait Minimiser la chaleur cumulée dans les parois extérieures et évacuer celle cumulée à l'intérieur des espaces.

6. Objectifs :

L'objectif de cette présente recherche est de :

- Découvrir les principes de conception dans les zones arides ;
- Déterminer les recommandations de conception des tours de control ;
- Élaborer des conseils et recommandations à suivre lors la conception de projet.

7. Méthodologie de la recherche

Afin de mieux cerner notre thème de recherche qui se rapporte à la conception d'un aéroport durable à la ville nouvelle de Hassi-Messaoud, et étudier la qualité thermique dans la tour de control, notre méthodologie d'approche s'appuie sur deux parties :

La première partie : elle est destinée l'état de l'art ou le cadre théorique, dans laquelle on va présenter des concepts liés à l'architecture durable, le confort et le thème de transport aérien, et analyser des exemples, à travers Lesquelles on va tirer les recommandations et les principes de conception des aéroports en général et les tours de control en particulier.

La deuxième partie : cette partie consacrée à la conception architecturale et le travail de simulation pour évaluer la qualité de l'environnement thermique dans la tour de control et les tâches à entreprendre pour l'améliorer.

Premier chapitre.
La recherche thématique.

I.1. Introduction :

Tout projet architectural est affecté dans certaines mesures par son environnement et l'affecte. Dans ce chapitre thématique, on va présenter les différentes notions et principes liées à l'architecture et l'environnement, et au thème des aéroports afin de maîtriser les aspects fonctionnels et de confort de ce genre des projets.

I.2. Architecture et environnement

I.2.2 Définition des concepts liés à l'environnement :

I.2.2.1 Architecture durable :

Se concrétise à travers différentes pratiques qui ont pour objectifs de réduire l'impact négatif d'un bâtiment sur son environnement et de prendre soin la qualité de vie des utilisateurs et des communautés riveraines (*www.architecte-batiments.fr*).

I.2.2.2 L'environnement :

L'environnement constitue l'un des enjeux majeurs des interrogations que les sociétés contemporaines portent sur leur identité. Ces questions sont à la fois pratiques et théoriques, car elles concernent l'écologiques de nos sociétés qu'un ensemble de réflexions théoriques et sociales sur les représentations qu'elles en construisent. (*https://www.universalis.fr/*).

I.2.2.3 Construction durable :

Il s'applique à tous les niveaux, choix du lieu de vie, la construction, l'assainissement, les matériaux sains, l'isolation, le chauffage durable, puis la VMC ventilation mécanique contrôlée, etc. Construire c'est appréhender une démarche énergétique globale incluant jusqu'à la fabrication des matériaux, leur transport et à l'énergie qu'il a fallu déployer pour leur mise en œuvre (*www.picbleu.fr*).

I.2.2.4 Climat aride :

Selon la classification de Köppen¹ le climat aride est un climat caractérisé par une sécheresse et une aridité permanente qui dure toute l'année, un manque important d'eau liquide au sol et dans l'air ambiante. Le climat aride est doté par la lettre (BW) (<http://climatedata.e-monsite.com/>).

Tableau I. 1 : Classification des climats Aride et semi-aride selon Köppen

Source : Auteur , élaborer a travers (<http://climatedata.e-monsite.com/>)

Climat Sec (BW): Précipitations annuelles <50 % du seuil	Climat Aride (BWk) froid : T° moyenne annuelle < 18 °C
	Climat Aride chaude (BWh) T° moyenne annuelle > 18 °C

I.2.2.6 Les caractéristiques climatiques des zones arides :

D'après Liebard. A et De Herde. A, 2005, on rencontre les climats désertiques dans les régions subtropicales d'Afrique, d'Asie centrale et occidentale, d'Amérique du Nord-ouest et du sud, et dans l'Australie centrale et occidentale, Occupant plus de 40 % des terres de la planète.

Dans tous ces cas, les conditions d'aridité sont provoquées par les vents alizés qui soufflent du Sud-ouest et du nord-ouest en direction de l'équateur et qui se déchargent de la plus grande partie de leur vapeur d'eau au-dessus de vastes zones continentales. Cette aridité est caractérisée par certaines qualités qui ont une importance pour le confort humain et la conception architecturale :

- Le rayonnement solaire direct est supérieur à 800 ou 900 W/m² sur une surface horizontale, et il est en outre augmenté par le rayonnement réfléchi par les surfaces arides et de couleur claire voisines.

- Le ciel est sans nuage pendant la plus grande partie de l'année, mais les brumes et les tempêtes de poussière sont fréquentes causées par des courants convectifs dus à l'échauffement intense de l'air à proximité du sol.

¹ Köppen : météorologue, climatologue russo-allemand.

- La faible humidité et l'absence de nuage ont pour conséquence une très large amplitude de température. En été, les rayons solaires non interceptés échauffent la surface du sol jusqu'à 70 °C au milieu de la journée. Tandis que, la nuit une rapide perte de cette chaleur par rayonnement de grande longueur d'onde refroidit cette surface jusqu'à 15 °C ou moins encore. Les fluctuations de la température de l'air sont bien sûr beaucoup plus faibles, mais malgré tout une amplitude diurne de 20°C n'est pas rare.

Les températures durant un jour d'été sont aux alentours de 40°C à 50°C et la nuit elles sont comprises entre 15 et 25°C. La tension de vapeur d'eau est à peu près constante, variant selon la position et la saison de 5 à 15 mm Hg.

L'humidité relative évolue donc avec la température d'air, et peut varier de moins de 20% dans l'après-midi jusqu'à plus de 40% la nuit. Les pluies sont peu nombreuses et espacées. Mais en certaines occasions, il y a de violents et rapides orages éclatants brusquement et durant seulement quelques heures.

La vitesse du vent est en générale faible, où elle est accompagnée fréquemment de tourbillons de sable et de poussière.

Nous présentons dans la carte suivante les zones arides et semi arides dans l'Afrique, ou l'Algérie se situe dans une partie regroupant différents types de climats ; le climat méditerranéen, le climat semi-aride et le climat aride dans le sud qui caractérise la plus grande partie du pays (*BENHOUHOU. N., 2012*).

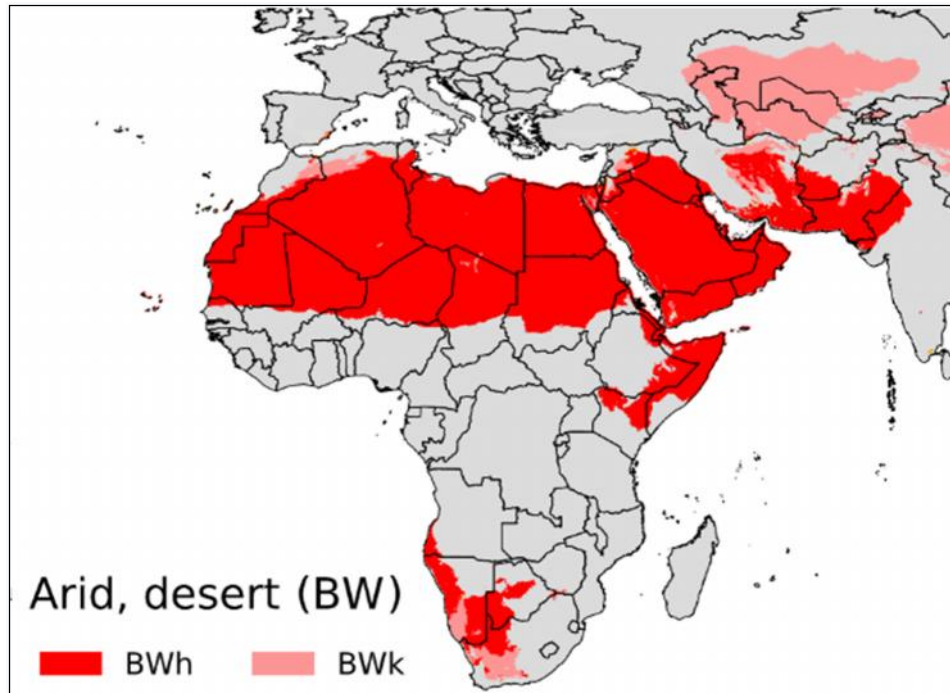


Figure I. 1 : Carte représente la zone du climat Aride et chaude (BWh)

Source : www.notre-planete.info

I.2.3 Les Principes de conception durable dans les climats chaude et sec :

I.2.3.1 L'implantation :

L'implantation d'un projet doit être choisie soigneusement par rapport à son environnement parce qu'elle détermine l'éclairage, les apports solaires, les déperditions, les possibilités d'aération etc. (LIEBARD. A et DE HERDE. A., 2005).

L'implantation principalement est influencée par la direction des vents, les artères, les bâtis et la topographie du site, en évaluant les obstacles autour de la zone à construire.

Dans l'implantation du bâtiment, on recherchera à s'orienter vers les vents à objective de bénéficier le rafraîchissement, en évitant l'effet négatif du siroco et de vent de sable (www.guidebatimentdurable.brussels).

I.2.3.2 L'orientation du bâtiment :

L'orientation optimale d'un bâtiment est celle qui permet un meilleur ensoleillement en hiver et une réduction des apports solaires en été. Selon le diagramme de « l'orientation optimale » calculé selon chaque zone (SEMAHI. S., 2013).

Le rayonnement solaire est le facteur essentiel affectant l'orientation. Le rayonnement en provenance du soleil et atteignant un plan, présente trois composantes :

- Le rayonnement direct : qui provient directement du soleil, et qui peut être nul, par temps couvert.
- Le rayonnement diffus qui provient de la diffusion du rayonnement solaire par les particules de l'atmosphère et qui est en quelque sorte émis par la voûte céleste : faible par ciel très pur, ce rayonnement n'est jamais nul.
- Le rayonnement réfléchi qui provient de la réflexion sur l'environnement des deux rayonnements précédents. L'intensité du rayonnement réfléchi est une fonction du facteur de réflexion moyen ou albédo.

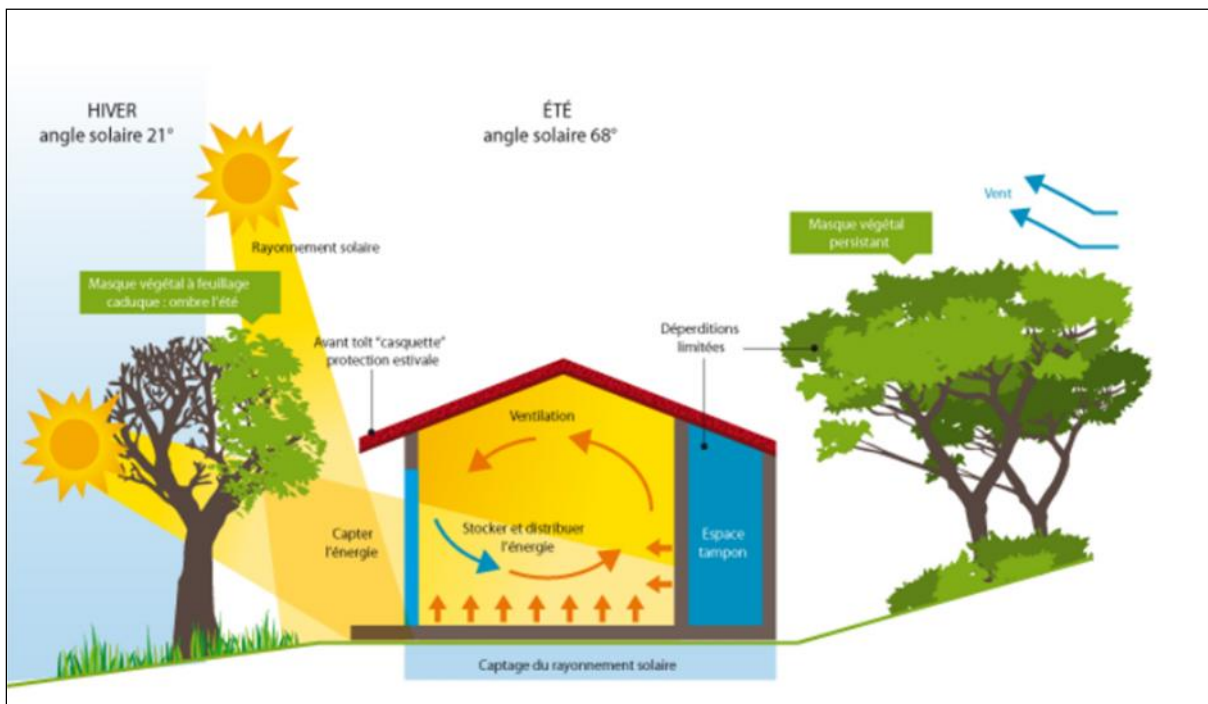


Figure I. 2 : schéma représente orientation de l'édifice par rapport au vent et au soleil

Source: mamaisonbioclimatique.blogspot.com

I.2.3.3 La forme et le volume du bâtiment

Il est plus que la surface totale qui est exposée à l'extérieur est importante, plus la perte d'énergie sera importante. Ainsi, en architecture durable, il est recommandé de réduire la superficie des bâtiments. Avec des constructions plus petites et plus compactes,

le volume de matériaux nécessaire est réduit ainsi que la consommation d'énergie, pour chauffer ou climatiser. Un bâtiment plus petit limite donc la perte calorifique (*blog.batimat.com*).

La forme architecturale et la volumétrie du bâtiment conditionnent les déperditions globales d'énergie, et aussi les apports solaires. Dans les climats chauds et arides, il est préférable, en été, de diminuer la température pendant les heures de la journée. A cet effet, la forme du bâtiment doit être compacte.

Le coefficient de la forme : La compacité d'un bâtiment, ou bien le coefficient de la forme (CF), permet de qualifier les volumes construits en indiquant leur degré d'exposition aux conditions climatiques ambiantes. Elle s'exprime comme le rapport de la surface d'enveloppe extérieure de déperdition (S en m²) au volume habitable (V en m³) (*LIEBARD A. et DE HERDE A., 2005*).

$$CF=S/V$$

- En hiver : Plus ce coefficient est petit, plus les déperditions énergétiques durant l'hiver sont faibles, plus la consommation de chauffage est réduite.

- En été : Durant les journées d'été, l'enveloppe du bâtiment tend à faire pénétrer de la chaleur à l'intérieur. Dans ce cas, un coefficient de forme faible est favorable comme pour l'hiver. Mais durant les nuits d'été, les parois permettent l'évacuation de la chaleur vers l'ambiance extérieure. En effet par les nuits claires d'été, dans un climat semi-aride, un coefficient de forme élevé est très intéressant.

a) Le toiture :

En climat chaud, il faut particulièrement veiller à éviter les apports de chaleur provenant des parois et des toitures échauffées par le soleil.

On y parvient en :

Accroissant leur isolation ou leur inertie.

Ou encore en limitant les infiltrations d'air chaud dans le bâtiment. (*LIEBARD A. et DE HERDE A., 2005*).

Les toitures jardins : Les toitures jardins sont des systèmes de toitures spécialisés aménagés en jardins. Ils y voient une réponse possible aux problèmes de la protection de la toiture contre les gains de chaleur et la durabilité des enveloppes des bâtiments (ZEROUAL. D., 2006).

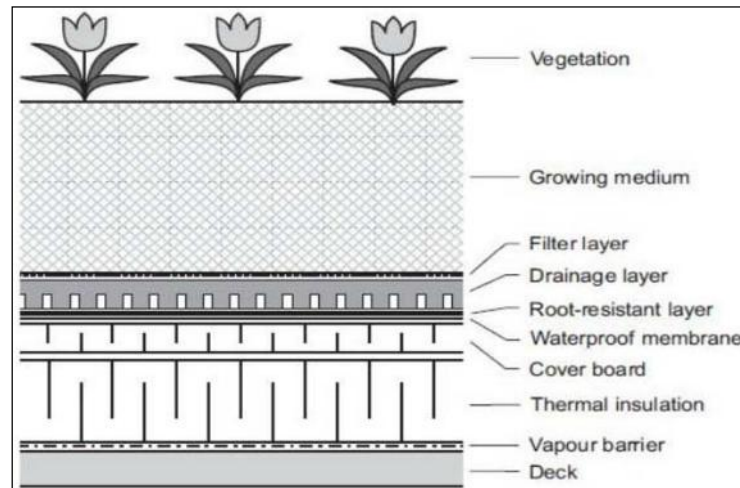


Figure I. 3 : Coupe schématique représente les composants de toiture terrasse

Source : AL-SALLAL. K., 2011.

Les toits parasol : Le toit parasol est l'une des techniques utilisées par l'architecture moderne pour l'amélioration du confort thermique à l'intérieur de l'espace. L'utilisation de ce système constructif permet une construction de qualité thermique, en effet, l'adaptation d'une double couverture au-dessus de la toiture, permet la création d'un espace tampon entre la zone de température contrôlée – l'espace intérieur- et la partie de l'enveloppe qui subit les plus fortes contraintes thermiques en été (ZEROUAL. D., 2006).



Figure I. 4 : image représente les system de toit parasol.

Source : ZEROUAL. D., 2006.

b) Le sol :

Pour les zones où le problème d'été est dominant, le sol sert plutôt de dissipateur thermique en été. Grâce à l'inertie, la température du sol est beaucoup moins élevée que la température intérieure du bâtiment. Le bénéfice de refroidissement à travers le sol en été est plus fort que la déperdition thermique en hiver. Dans ces régions, il est déconseillé de mettre en place de l'isolation thermique sous le plancher car elle peut annuler le rafraîchissement passif (*REMON. L.,2015*).

c) Les espaces extérieurs :

Pour les espaces et les surfaces extérieurs, Le rayonnement solaire -qui dépend surtout de l'albédo des surfaces urbaines-, les couleurs et la couverture végétale influent sur l'élévation de la température et la réduction du taux d'humidité relative. Pour les zones arides, le climat et l'environnement, doivent être déterminant et non facultatifs dans toute étude de bâtiment (*MOKHTARI .A, BRAHIMI. K et BENZIADA.R., 2008*).

L'importance de la végétation dans les espaces extérieurs : L'architecture durable s'inscrit nécessairement dans une recherche de verdure afin de se rapprocher de la nature. Les plantes pourront être utilisées pour protéger le bâtiment du soleil et donc de la chaleur mais aussi pour créer une couverture qui permet au contraire de garder la chaleur grâce à des façades végétalisées. Le choix de la végétation dépend donc du but recherché (*blog.batimat.com*).

d) Les couleurs :

Pour bénéficier du rafraîchissement passif surtout au niveau du toit en offrant des surfaces réfléchissantes au soleil, il est nécessaire de par revêtement froid de type « cool roof » : La surface extérieure de la toiture est revêtue par un matériau ayant un coefficient de réflexion solaire important (*REMON. L.,2015*).

La figure suivante montre que, pour une surface peinte en blanc, 3 % seulement de l'énergie incidente servent à réchauffer la masse de la paroi. En effet, 90 % du rayonnement

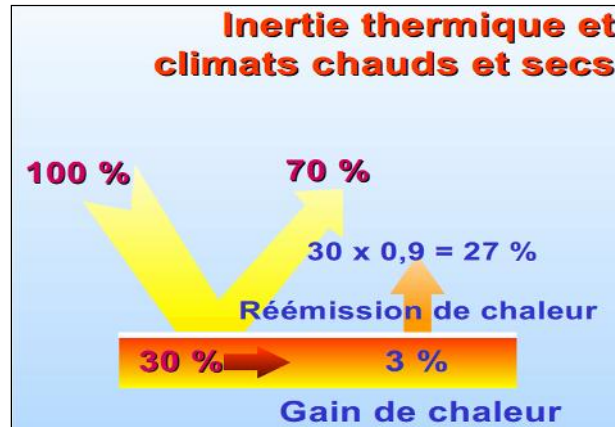


Figure I. 5: schéma représente l'Effet de couleur blanc au réémission de chaleur.

Source : LIEBARD. A et DE HERDE. A., 2005

I.2.3.4 Le choix des matériaux pour des constructions durables :

Choisir les matériaux est une très important dans l'architecture durable dans les zones arides. La nature des matériaux est d'un niveau d'adaptation qui s'intéresse particulièrement à la gestion du rayonnement solaire créant une barrière entre l'intérieur et l'extérieur qui modifie les échanges thermiques. Les matériaux qui les composent, leur épaisseur, leur couleur, leur revêtement et leur propriété thermo physique sont des facteurs principaux intervenant dans leur évaluation (CHELGHOU.M.Z et BELHAMRI. A., 2011).

Dans les régions arides ou semi-arides, il est nécessaire de réaliser des parois de forte inertie thermique ayant la capacité de stocker la chaleur le jour et la restituer la nuit, pour réduire les fluctuations de la température qui sont à la base de la sensation d'inconfort. Les habitants utilisent les moyens et matériaux de constructions locaux. Les murs porteurs d'épaisseur 50 à 60cm, sont érigés avec un nombre important de brique de terre fabriquée sur place (AHMADREZA. F., 2018).

I.2.4 Le confort :

Le confort est la résultante de la sensation de bien-être sur le plan physique et mental. Le confort dans la maison va se percevoir par les sens tels que la sensation de froid ou de chaleur, le sens olfactif, le bruit, la vision (www.climamaison.com).

Le confort thermique :

Dans les milieux bâtis, le confort thermique constitue une exigence essentielle à laquelle le concepteur doit apporter les réponses nécessaires. Cette importance n'est pas seulement pour la qualité des ambiances intérieures, mais aussi pour la quantité d'énergie à fournir par les équipements d'ambiance (la climatisation et le chauffage).

Le confort thermique définit des plages de températures, de vitesse d'écoulement d'air et des niveaux d'humidité dans lesquelles les habitants ne ressentent pas d'inconfort. Il est essentiellement fonction des échanges de chaleur entre le corps humain et son environnement.

Ces échanges sont issus des mécanismes suivants :

- Echauffement ou refroidissement de la peau par convection avec l'air, selon que la température ambiante est supérieur ou inférieur à celle de la peau ;
- Refroidissement de la peau par sudation du corps dans l'air ;
- Echauffement ou refroidissement de la peau par rayonnement des parois, selon que leur température est supérieur ou inférieur à la celle de la peau. (Rayonnement a grande longueur d'onde.
- La présence des machines ou autre personnes dans le local peut être source de chaleur.

L'augmentation de la température engendre alors un échauffement de la peau par convection.

En climat chaud et sec la température de l'air est souvent supérieure à celle de la peau. Il est nécessaire de favoriser des constructions à grande inertie thermique de façon à accumuler de la fraîcheur dans les parois durant la nuit afin de la restituer au cours de la journée. Le faible niveau d'humidité permet le recours à un rafraichissement de l'air par évaporation d'eau. La présence de végétaux aide à atteindre les exigences de confort (LIEBARD. A et DE HERDE. A., 2005).

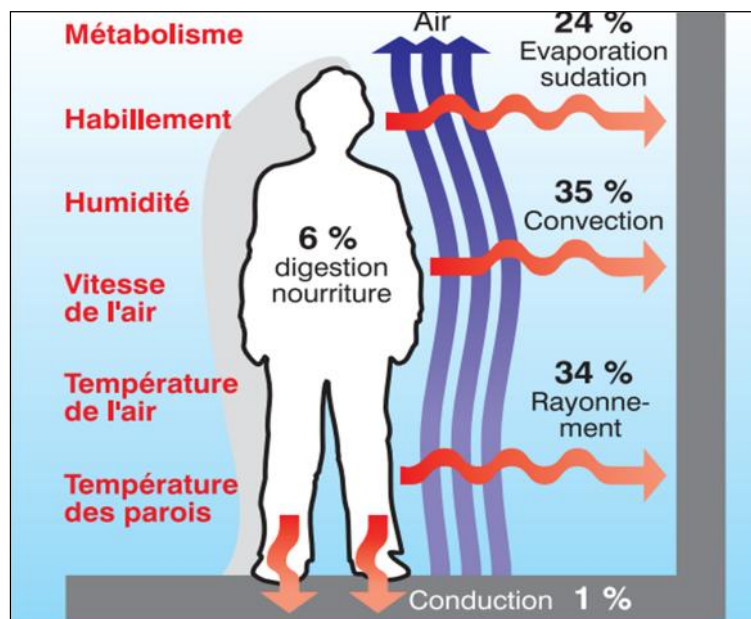


Figure I. 6 : schéma représente les pertes thermiques du corps humain.

Source : LIEBARD. A et DE HERDE. A., 2005.

I.2.4.1 Normes et recommandations :

Les conditions d'un environnement thermique acceptable sont définies à partir de deux approches principales basées sur plusieurs modèles. La première étudie le confort thermique d'une façon analytique et la deuxième approche est adaptative, elle représente la réalité du confort thermique dans les bâtiments.

a) L'approche analytique :

L'approche analytique du confort thermique est basée sur le calcul du bilan thermique du corps humain, par des modèles physiques et physiologiques essentiellement. Ces modèles utilisent comme variables d'entrée les grandeurs physiques de l'ambiance thermique (température d'air, température de rayonnement, humidité d'air et vitesse d'air), ainsi que les caractéristiques de l'individu (taille et poids de l'individu, production de chaleur métabolique, caractéristiques des vêtements...). En sortie sont proposés des nombreux indices qui prévoient la sensation thermique des occupants afin d'identifier les conditions de confort thermique.

b) L'approche adaptative :

L'approche adaptative du confort thermique a commencé tout en considérant l'homme comme un élément actif qui réagit avec les variations de son environnement afin de garantir son confort.

Le modèle adaptative de RP-884 : La méthode développée par (**Dear and Brager**) permet de calculer la température de confort (T_{conf}) dans les bâtiments à ventilation naturelle en fonction de la moyenne mensuelle de la température extérieure ($T_{a, out}$) suivant la formule :

$$T_{conf} = 0.31 \times T_{a, out} + 17.8$$

Dear a défini une bande de 5°C de largeur autour la température de confort pour 90 % d'acceptabilité, et de 7° de largeur pour 80% d'acceptabilité.

$$T_{min} = 0.31 \times T_{a, out} + 15.8$$

$$T_{conf} = 0.31 \times T_{a, out} + 17.8$$

$$T_{max} = 0.31 \times T_{a, out} + 20.8$$

(SEMAHI. S.,2013).

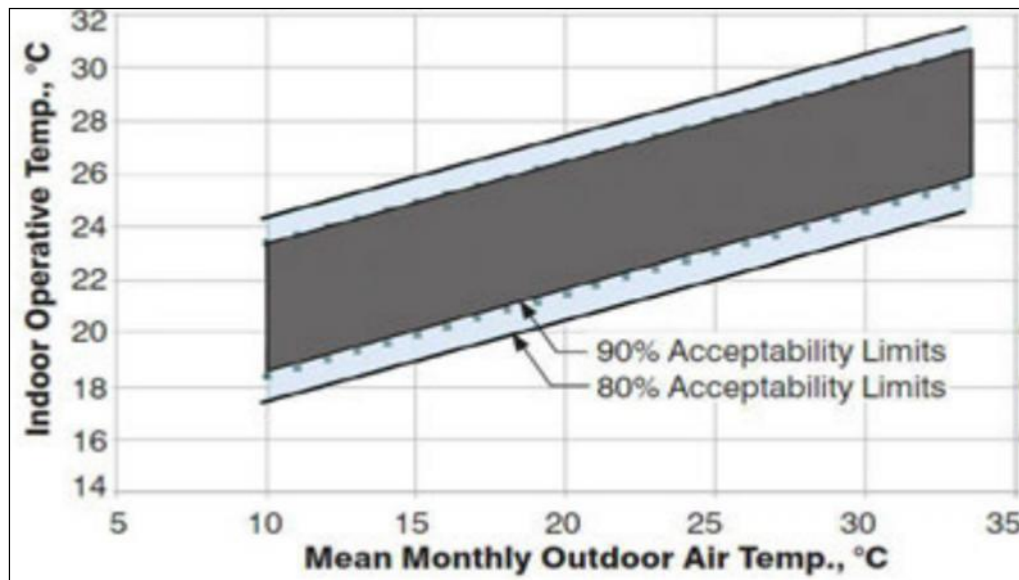


Figure I. 7 : schéma représente le confort adaptatif selon la température moyenne extérieure

Source : SEMAHI. S.,2013.

I.2.4.2 Stratégies du chaud (confort d'hiver):

Cette stratégie est mise en place pour le chauffage passif, où l'énergie du Soleil pénètre à l'intérieur des pièces par les fenêtres (capter) et elle est absorbée par les murs et les planchers (stocker), puis, elle est conservée par l'isolation (conserver). Une fois que la chaleur stockée et conservée dans le bâtiment, plusieurs techniques sont utilisées pour la distribuer

- Capter: Capter la chaleur consiste à recueillir l'énergie solaire et à la transformer en chaleur.
- Stocker : Stockage au sein de chaque matériau suivant sa capacité d'accumulation.
- Conserver : C'est essentiellement la forme et l'étanchéité de l'enveloppe ainsi que les vertus isolantes de ses parois qui limiteront les déperditions thermiques du bâtiment.
- Distribuer : Distribuer la chaleur dans le bâtiment naturellement lorsque la chaleur accumulée est restituée à l'air ambiant par rayonnement et convection. Un autre mode de distribution de la chaleur est celui de la thermo-circulation de l'air. (LIEBARD. A et DE HERDE. A., 2005).

I.2.4.3 Stratégie du froid (confort d'été):

Cette stratégie est mise en place Pour La climatisation (refroidissement) passive qui consiste à minimiser les risques de surchauffe par diverses techniques :

Se protéger du rayonnement solaire et des apports de chaleur, minimiser les apports internes, dissiper la chaleur en excès et refroidir naturellement

- Protéger : Protéger le bâtiment, de l'ensoleillement direct afin de limiter les gains directs. afin d'éviter réchauffement

- Minimiser les apports internes : Minimiser les apports internes vise à éviter une surchauffe des locaux due aux occupants et aux équipements.

- Dissiper les surchauffes :

La dissipation des surchauffes peut être réalisée grâce à la ventilation naturelle, en exploitant "l'effet de cheminée", la pression du vent et la canalisation des flux d'air.

- Refroidir les locaux :

Le refroidissement des locaux peut être assuré par des moyens naturels (la ventilation nocturne, tour à vent, plans d'eau, de la végétation, etc.) (LIEBARD. A et DE HERDE., A, 2005).

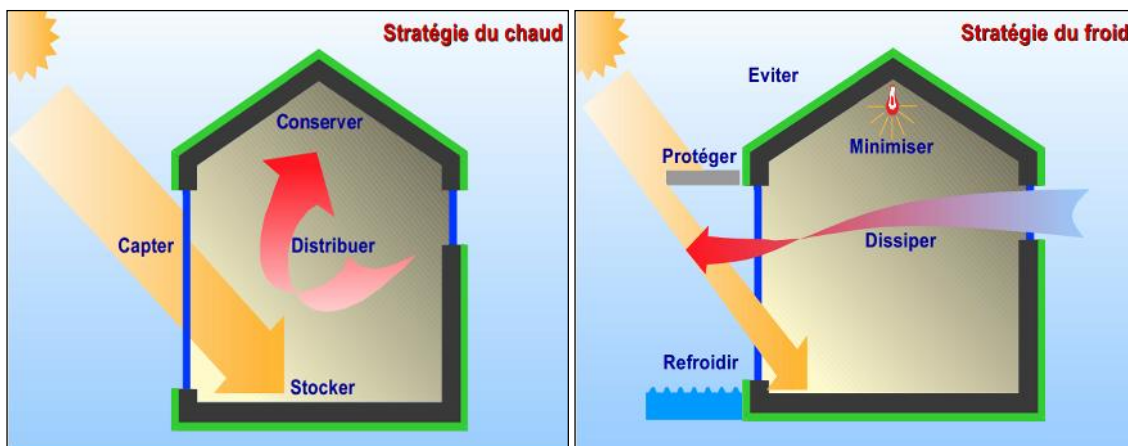


Figure I. 8 : schéma représente la stratégie de chaud et de froid

Source : LIEBARD. A et DE HERDE. A., 2005.

I.2.4.4 Les dispositifs architecturaux :

a) Serres et vérandas

Un système de chauffage solaire passif est constitué d'un espace clos en verre et d'une masse accumulatrice thermique.

La chaleur captée à l'intérieur de la serre (gains directs) peut être accumulée dans les matériaux lourds et délivrée plus tard par radiation.

Le rôle de la serre bioclimatique :

- Chauffe la construction en hiver.
- Permet d'éviter les surchauffes d'été.

b) Ventilation naturel pat Capteur de vent :

C'est une sorte de cheminée montée en toit qui capture le vent à grande hauteur, où la vitesse du vent, et donc la pression dynamique du vent, est généralement plus élevée.

Il est également possible d'étudier l'utilisation du dispositif en tirage thermique lorsqu'il n'y a pas de vent.



Figure I. 9 : Image représente un capteur du vent à Yazd à Iran

Source : en.wikipedia.org



Figure I. 10 : Image représente un Capteur du vent moderne à Inde

Source : worldarchitecture.org

c) Ventilation par cheminées :

C'est une ventilation qui repose sur l'effet de tirage thermique, et qui peut être assistée par le vent si la sortie est conçue pour être toujours dans des zones de pression négative.

La conception doit aussi prendre en compte le fonctionnement en hiver, où il faut que les pertes thermiques restent limitées, c'est-à-dire plus faibles que les apports solaires, afin de garder un sens du flux positif.

d) Le Patio :

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 cheminée solaire géante.

Pour le bâtiment à plusieurs étages il faudra envisager de couper les étages supérieurs de l'atrium, et d'envisager un système de ventilation indépendant. Dans la conception des atriums il faut prendre en compte l'effet de vent, isolation en particulier de toit.

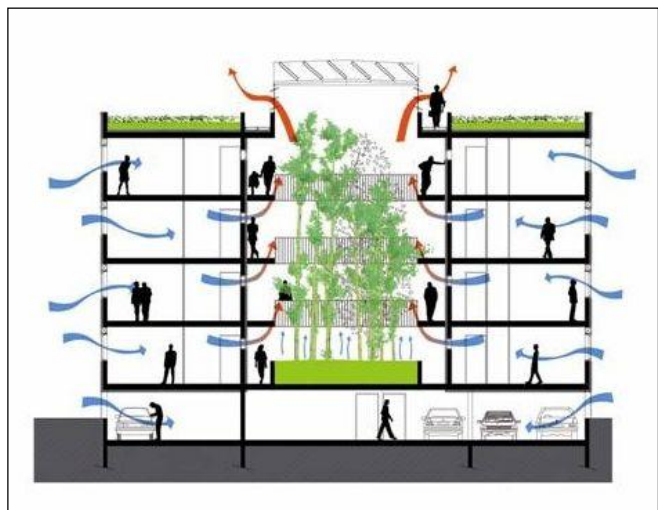
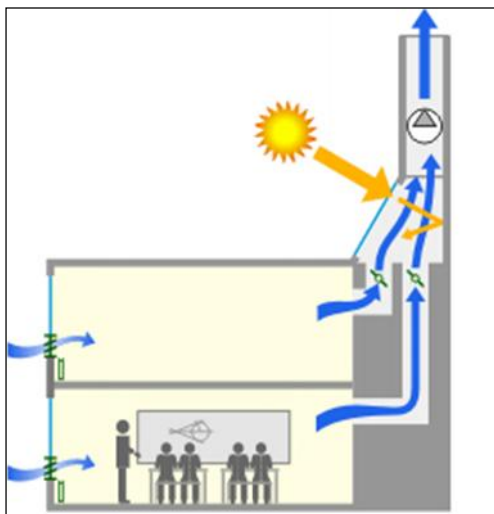


Figure I. 11 : schéma représente La Ventilation naturelle par cheminée Figure I. 12 : schéma représente La Ventilation naturelle par Atrium

Source : *energieplus-lesite.be*

Source : *energieplus-lesite.be*

I.3. Partie de transport aérien :

I.3. 1 Définition

Un aéroport est l'ensemble des bâtiments et des installations d'un aérodrome qui servent au trafic aérien d'une ville ou d'une région. Ces bâtiments et installations sont conçus pour que des avions puissent décoller et atterrir, que les passagers puissent embarquer et débarquer et que le fret puisse être chargé et déchargé. Un aéroport destiné en exclusivité aux hélicoptères, de taille réduite et pouvant donc se situer au plus près des villes ou autres zones à desservir, est un héliport (www.wikipedia.org).

I.3. 2 Importance et fonction

La fonction essentielle de l'aéroport est d'assurer le transfert des passagers et des bagages d'un mode de transfert terrestre à un mode de transport aérien. L'aéroport doit être considéré en premier lieu comme un outil qui permet aux passagers munis de leurs bagages de changer de moyen de transport. L'importance de l'aéroport se mesure par :

- Le nombre de personnes qui les reçoivent.
- La quantité de marchandises transportées par le trafic de transit.
- Proximité de l'aéroport des centres commerciaux et administratifs (*MAJID. A., 1998*).

I.3. 3 Les types

Les aéroports se différencient en planification et en taille, et principalement selon les modèles des avions qui atterrissent, on distingue :

I.3.3.1 Aéroports commerciaux :

exploités par les compagnies aériennes, ils peuvent être petits ou grands, selon le type d'avion qui ferait face et la vitalité de l'aéroport, les petits contiennent un ou deux pistes de 1800 à 2400 mètres, les grands qui desservent les grandes villes contiennent plusieurs pistes de 3000 à 3700 mètres.

Aéroports militaires : Sont inclus une ou deux pistes de 3000 à 4600 mètres et est utilisé par les armées à des fins de combat et de la formation.

Aéroports de navigation : Sont les aéroports qui desservent de petits avions civils et sont plus petits que les aéroports commerciaux, ce type des aéroports comporte d'un ou deux pistes de 900 à 1500 mètres.

Hydrobases : Sont les aéroports qui se trouvent sur les bassins hydrographiques qui servent les types d'aéronefs qui atterrissent sur l'eau.

Aéroports des hélicoptères : Sont destinés pour les travaux de l'air (transfert de air mail / taxi / opérations de sauvetage et de traitement) (MAJID. A.,1998).

I.3. 4 La classification des aéroports

Les critères adoptés pour la classification des aéroports sont la longueur d'étape, l'accessibilité et la nature du trafic. (Tableau I. 1)

En Algérie les aéroports sont classés : national, international, régional, et aéroport à usage restreint.

Tableau I. 2 : Classement et description des aérodromes

Source : www.techniques-ingenieur.fr

Classe	Description
A	Aérodromes destinés aux services à grande distance (étapes longues de plus de 3000 km) assurés normalement en toutes circonstances.
B	Aérodromes destinés aux services à moyenne distance (étapes moyennes de 1000 km à 3000 km) assurés normalement en toutes circonstances, et à certains services à grande distance mais qui ne comportent pas d'étape longue au départ.
C	- courte distance (< 1000 km) et à certains services à moyenne et longue distance qui ne comportent que des étapes courtes au départ, et au grand tourisme.
D	destinés à la formation aéronautique, aux sports aériens, au tourisme ...
E	Aérodromes destinés aux giravions et aux aéronefs à décollage vertical ou oblique.

I.3.5 Les facteurs influant sur la conception des aéroports

La conception d'un aéroport est un processus qui dépend directement aux paramètres liés au type et à la capacité de lui-même ainsi que le nombre des passagers comme des indicateurs de réglage, sans oublier les conditions climatiques comme des critères à introduire dans la localisation et le fonctionnement.

I.3.5. 1 Les différentes catégories des aéronefs

Ce sont les appareils qui circulent dans l'air, selon le design, on distingue plusieurs sortes d'aéronefs:

Les avions : Ce sont des aéronefs à moteurs et ailes fixes. Ils représentent la quasi-totalité du matériel de transport aérien.

Les hydravions : Ce sont des avions conçus pour manœuvrer sur l'eau.

L'hélicoptère : Ce sont des aéronefs sustentés par des ailes rotatives.

Les planeurs : Ce sont des aéronefs légers à voilure fixe ne comportant pas de moteur et qui volent en utilisant les courants atmosphériques, (*www.techniques-ingenieur.fr*)

I.3.5. 2 Les dimensions des aéronefs

La hauteur des avions définit la hauteur des hangars et des passerelles, la longueur et la largeur ont une influence directe sur les dimensions de l'aire de stationnement et les rayons nécessaires pour les manœuvres (*www.techniques-ingenieur.fr*).

I.3.5. 3 Le choix du site d'implantation

La première condition du site d'implantation est l'étendue du terrain, avec une morphologie pratiquement plate. L'étude de localisation doit être précise avec un soin particulier, les conditions de sélection des sites aéroportuaires sont résumées comme suit :

- Topographie du site.
- Système éolien (la direction du vent, brouillard ...).
- Obstacles (montagnes, bâtiments à grandes hauteurs...).
- La possibilité d'une future extension de l'aéroport.
- Projet économique.
- Façons de connecter l'aéroport à la ville.
- Services publics nécessaires à l'aéroport (*MAJID. A.,1998*).



Figure I. 13 : Images représente les différents catégories des aéronefs

Source : Encyclopédie universelle Encarta 2011

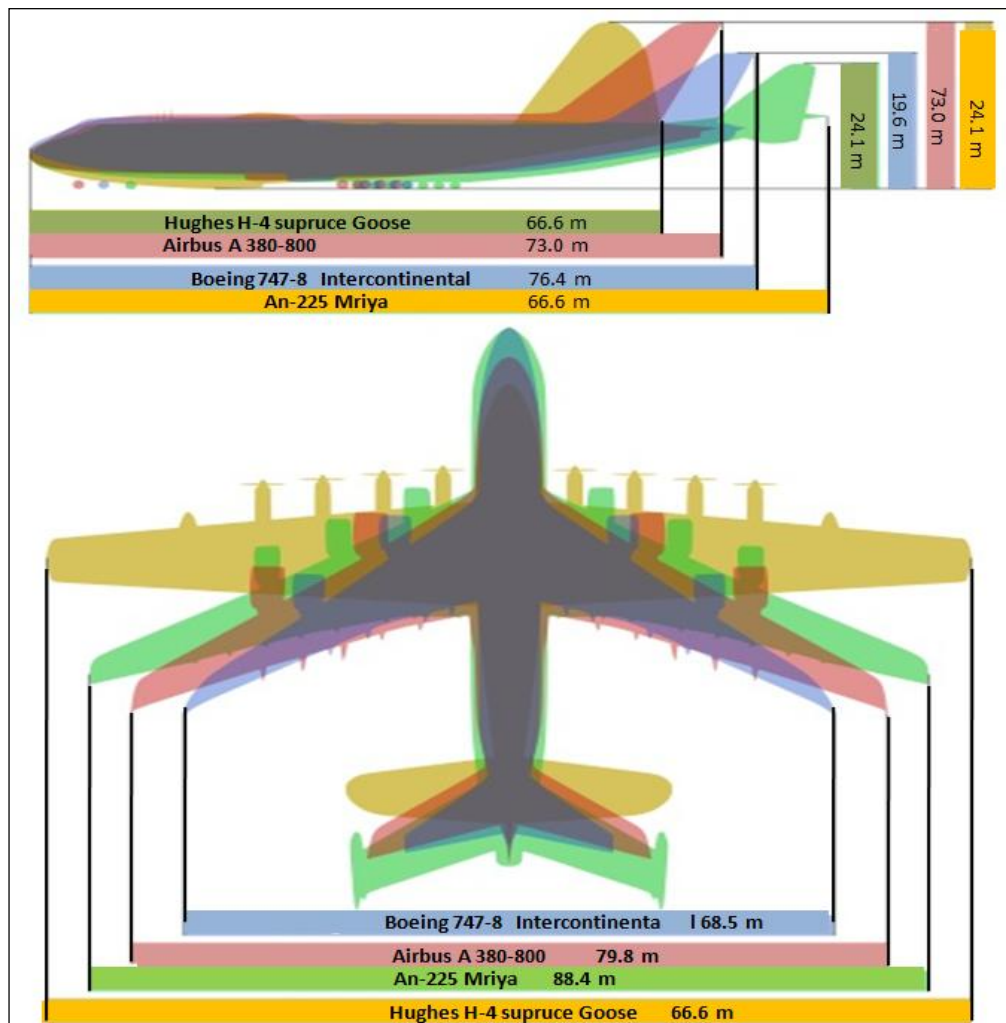


Figure I. 14 : schéma Les différentes dimensions des avions.

Source : www.techniques-ingenieur.fr.

I.3.6 Le programme descriptif :

L'aéroport généralement comporte trois entités selon les fonctions et la nature d'utilisateur. Parc de stationnement des véhicules. Du côté de la ville, on trouve cinq natures de parcs de stationnement sur un aéroport :

- Le parc à voitures pour passagers.
- Le parc à voitures pour employés.
- Le parc pour voitures de location.
- Le parc pour taxis.
- Le parc pour véhicules de transport en commun (MAJID. A.,1998).

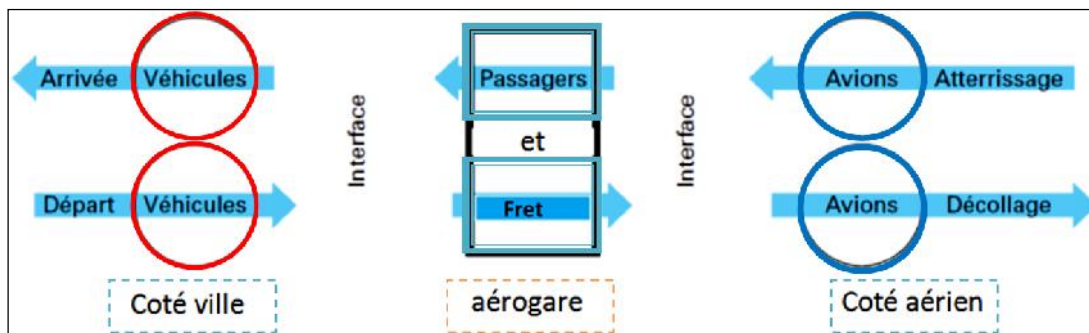


Figure I. 15 : Schéma représente Les grandes entités de l'aéroport

Source : www.techniques-ingenieur.fr

I.3.6.1 L'aérogare

C'est l'entité qui assure la liaison entre le côté ville et le côté aérien, elle contient l'aérogare passager et l'aérogare de fret (www.techniques-ingenieur.fr).

a) L'aérogare des passagers

- Définition :

L'aérogare passagers c'est le bâtiment qui permet le transfert de personnes et de leurs bagages, d'un mode de transport terrestre, vers un autre, aérien, et réciproquement. C'est donc le lieu du processus administratif et technique qui rend possible ce transfert (vente de billets, enregistrement des passagers et de leurs bagages, contrôles réglementaires de police, douane et sûreté).

- Les fonctions de l'aérogare

On peut distinguer cinq fonctions principales qui permettent de concevoir les différents espaces de ce bâtiment, les fonctions sont: trafic, commerciale, opérationnelle, administrative, technique.

- Les types et la nature de trafic passagers

Le trafic aérien s'assortit d'un certain nombre d'opérations qui sont différentes selon la destination ou la provenance des passagers. La durée du vol et la longueur du parcours permettent d'établir une autre distinction (*www.techniques-ingenieur.fr*).

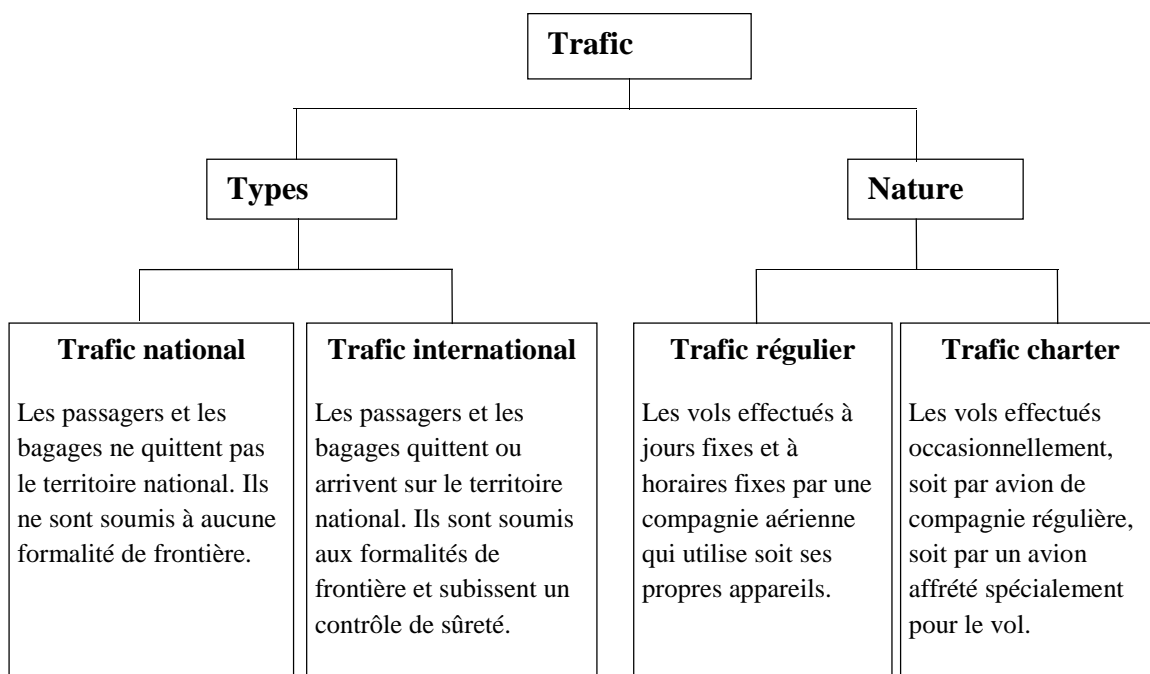


Figure I. 16 : Schéma représente le typologie du trafic aérien

Source : *www.techniques-ingenieur.fr*.

- Types des passagers

Pour un bon fonctionnement, il faut obtenir une bonne qualité de service, qui dépend en premier lieu au type de passager.

Tableau I. 3 : Types de passagers

Source : *www.techniques-ingenieur.fr*

Type de passager	Observation
Le passager habitué	Connaît bien les formalités à accomplir et va trouver facilement l'emplacement correspondant.
Le passager occasionnel	Ne connaît pas toujours les formalités, où il pourra être renseigné et une signalétique appropriée.
L'homme d'affaires	Voudra accomplir ses formalités et accéder à l'avion le plus rapidement possible.
Le touriste	Le touriste dispose de temps pour découvrir l'aérogare. S'il est au départ, sa présence dans l'aérogare constitue le début de ses vacances .
Les étrangers	Ils ne seront peut être pas en mesure de comprendre les indications qui leur sont données. Pour eux, la qualité de service pourra aller jusqu'à leur offrir un accueil personnalisé où l'on s'adressera à eux dans leur langue.
Les personnes du troisième âge (enfants)	Voyages organisés, et vouloir trouver un bon accueil ; les longs trajets à pied pourront leur être difficiles.
Les personnes à mobilité réduite	Le principe général consiste à respecter une similitude des cheminements publics classiques avec ceux proposés aux personnes à mobilité réduite; Aucune ségrégation ne sera admise.
Les passagers de vols charters	En général, ils arrivent longtemps à l'avance (ils sont convoqués par les tour-opérateurs 2 à 3 h avant le vol pour la remise des billets).

- **Les différents circuits**

Les circuits de chaque aérogare passagers dépendent de son architecture, ils se composent sur le plan fonctionnel de deux circuits distincts.

- Circuits passagers : Il se compose de deux circuits, le circuit départ et le circuit arrivée.
- Circuits bagages : La circulation des bagages ne doit en aucun cas couper les circuits des passagers (*www.techniques-ingenieur.fr*) .

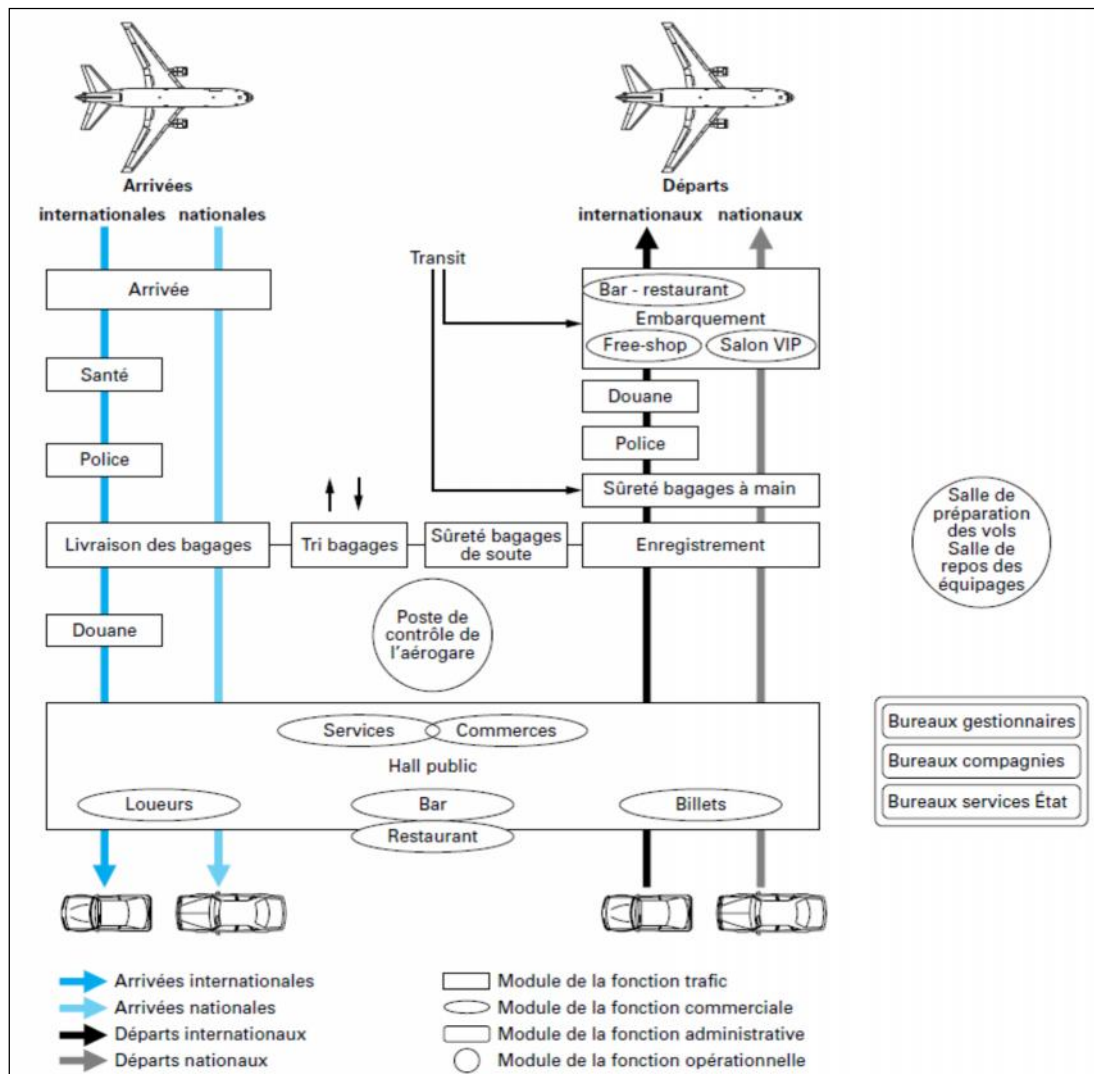


Figure I. 17 : Schéma représente L'organisation de l'aérogare.

Source : www.techniques-ingenieur.fr

- **Nombre de niveaux**

Les aérogares à deux niveaux, facilitent le contrôle de sûreté puisqu'elles permettent de séparer plus facilement les trafics arrivée et départ, mais elles nécessitent des infrastructures routières importantes côté ville pour permettre l'accès de véhicules à deux niveaux différents. Les aérogares à un niveau et demi sont moins coûteuses en infrastructure côté ville et permettent la concentration des contrôles police et douane en un seul point, mais l'objectif de sûreté y est plus difficile à atteindre correctement, compte tenu de la difficulté de séparer, sur un seul niveau, les passagers à l'arrivée et au départ (www.techniques-ingenieur.fr).

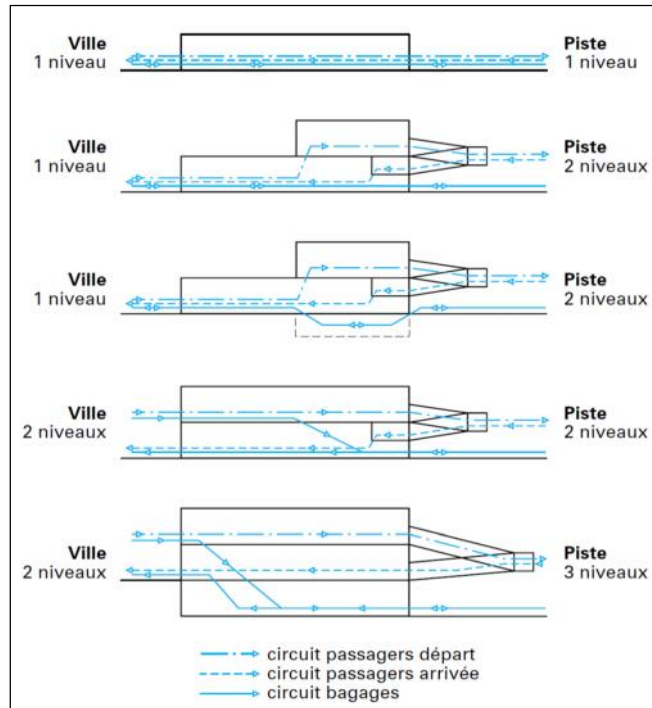


Figure I. 18 : Schéma représente l'organisation verticale d'une aéro-gare

Source : www.techniques-ingenieur.fr

- **Constituants de l'aéro-gare passagers:**

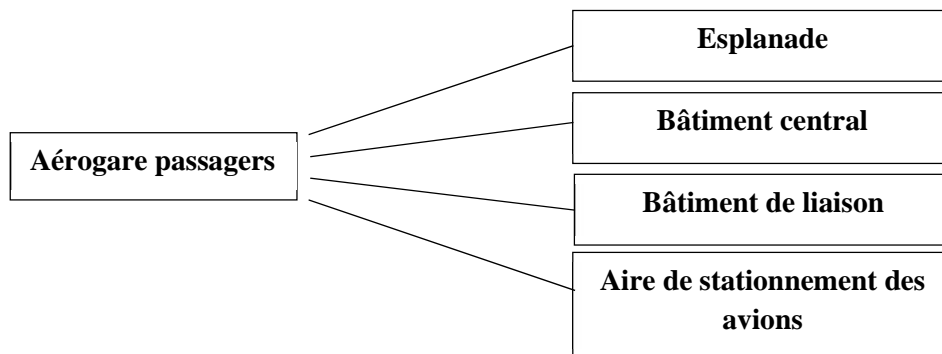


Figure I. 19 : Différents concepts d'organisation verticale d'une aéro-gare

Source :Auteur

L'esplanade est un espace extérieur qui permet le transit des personnes entrant ou sortant de l'aéro-gare. Il comprend une surface de stationnement de très courte durée

Le bâtiment central comprend :

Hall public : accessible pour toutes les personnes présentes dans l'aéro-gare (des passagers arrivés ou départ, des visiteurs, des accompagnateurs, et des attendants).

Enregistrement : est constitué d'un meuble d'enregistrement équipé d'un système de pesage et d'un tapis d'étiquetage des bagages.

Tri bagages : C'est un espace où se stockent les trains de chariot autour du tapis à bagages. Contrôle de police, santé, douane : cet espace de contrôles comprend des surfaces dans l'aérogare pour le besoin de sécurité.

Le bâtiment de liaison se situe sur le côté piste en relation directe avec le bâtiment central, les passerelles sont utilisées pour l'acheminement des passagers entre l'aérogare et les avions peuvent être regroupés en deux grands types, ce sont les passerelles semi-fixes et les passerelles mobiles (www.techniques-ingenieur.fr).

Tableau I. 4 : Les liaisons entre l'aérogare et les avions

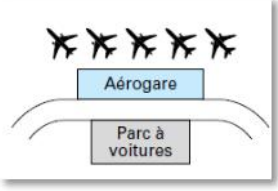



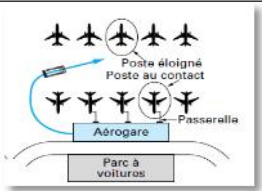
Source : www.techniques-ingenieur.fr

Liaison Aérogare-avion	Fonctions	Avantages	Inconvénients
Accès à pieds	- Les passagers circulent à pieds entre l'aérogare et l'avion.	-Aucun aménagement. -Très souple et économique.	- Exposition aux intempéries et aux effets du souffle des hélices. - L'embarquement des handicapés difficiles.
Transport en autobus	- Des autobus aménagés spécialement, de grande capacité.	- Les passagers sont protégés des intempéries, et des véhicules circulants.	- Difficile pour les handicapés. - Nécessite plusieurs bus pour les grands avions.
Accès par passerelle	L'accès se fait directement de l'aérogare à l'avion par une passerelle couverte mobile.	- Les passagers sont protégés. - Embarquement et débarquement rapides. - Très pratique pour les handicapés.	- L'avion doit stationner à proximité de l'aérogare. - Les salles d'embarquement à l'étage. - Très coûteux.
Transport par salles d'embarquement mobiles.	Le passager est transporté par un véhicule réglable en hauteur et qui vient s'accoler à l'aérogare, puis l'avion.	Les passagers sont protégés et Les postes de stationnement éloignés de l'aérogare. - Facile pour les handicapés.	- Coût élevé. - Les salles d'embarquement à l'étage. - Elles ne peuvent être utilisées pour les aéroports à gros trafic.

La passerelle radiale est une passerelle mobile (non télescopique ou télescopique). Les liaisons passerelles-aérogare peuvent être directes ou par pré-passerelles dans les cas où nécessite de dégager, sur la largeur de la voie de service au front d'aérogare. Le nombre des passerelles reliées à la même pré-passerelle dépend du nombre de flux de passagers (ICAA, 1986).

Tableau I. 5: Connexions aérogares- aires de stationnement des avions

Source : www.techniques-ingenieur.fr

Conception	Forme	Densité de trafic / an	Caractéristiques
Conception linéaire		- 1 Million passagers par an.	- C'est le système le plus simple et le plus facile à réaliser. -Les postes sont alignés le long de l'aérogare.
Conception galerie		- Trafic supérieur à 1 Million passagers par an.	On prolonge celle-ci par des couloirs ou galeries de part et d'autre desquelles stationnent les avions et dans lesquelles circulent les passagers.
Conception à jetée		- Trafic supérieur à 1 Million passagers par an	Sont utilisées pour les trafics assurés par de très gros porteurs. Elles ont une largeur plus importante que les galeries
Conception satellite		- Trafic supérieur à 2 Million passagers par an	Il est accessible depuis l'aérogare par un couloir souterrain au RDC ou en étage, le satellite peut être une véritable petite aérogare.
Conception transporte		Trafic de 1 à 1.5 millions passagers par an	Il exige que les passagers et les bagages et le fret soient transportés sur des distances relativement longues.

b) L'aérogare de fret

L'aérogare de fret permet pour les marchandises la rupture de charge entre le transport terrestre et le transport aérien. L'aérogare est centralisée ou décentralisée (divisé en lots loués à un exploitant) (*www.techniques-ingenieur.fr*).

Tableau I. 6 : Les composantes de l'aérogare de fret

Source : *www.techniques-ingenieur.fr*

Côté ville	Un parc de stationnement (personnel, clientèle, poids lourds) Une esplanade (desserte de l'aérogare, manœuvres des poids lourds). Une zone de réception-livraison (le quai de déchargement côté ville)
Bâtiment	Une aire de stockage. Et Une zone pour le rassemblement ou l'éclatement.
Côté piste	Une zone de déchargement; Une aire de manœuvre (palettes, chariots, élévateurs...);

I.3. 6. 2 L'aérodrome

L'aérodrome c'est tout terrain ou plan d'eau spécialement aménagé pour l'atterrissage, le décollage et les manœuvres des aéronefs y compris les installations annexes qu'il peut comporter pour les besoins du trafic et le service des aéronefs (*www.techniques-ingenieur.fr*).

a) L'aire de mouvement

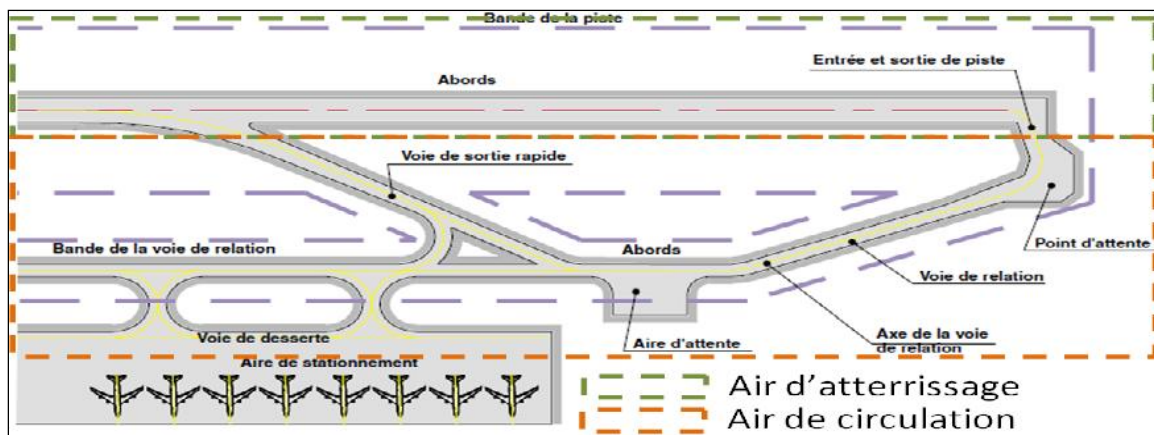


Figure I. 20 : L'aire de manœuvre

Source : *www.techniques-ingenieur.fr*

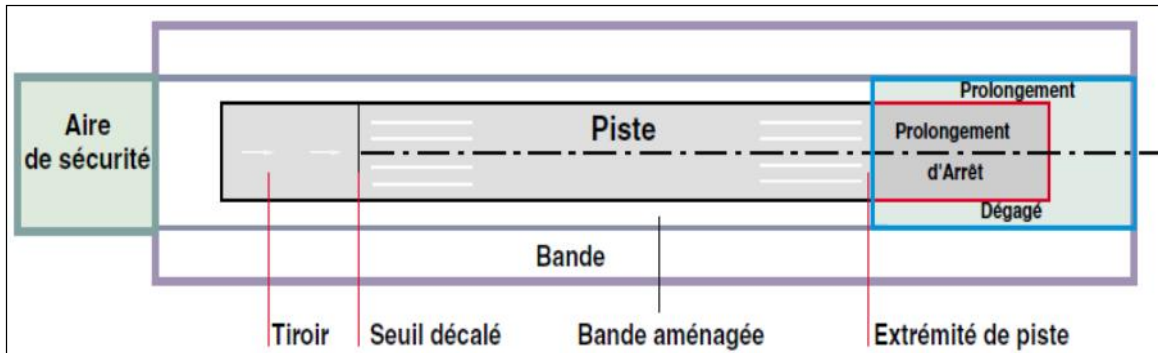


Figure I. 21 : Schéma d'une piste

Source : www.techniques-ingenieur.fr

Tableau I. 7 : L'aire de mouvement

Source : www.techniques-ingenieur.fr

L'aire de manœuvre	Aire d'atterrissage	Pistes : C'est une aire rectangulaire, aménagée afin de servir au décollage et à l'atterrissage des aéronefs lorsqu'elle est pourvue d'une chaussée, elle est dite revêtue. Elles sont bordées par des balises lumineuses pour être facilement repérables la nuit, ou lorsque les conditions météorologiques sont mauvaises (pluies, brouillard).
		Bande de piste: La bande est une aire encadrant la piste est destinée pour réduire les risques de dommage d'un aéronef qui sort accidentellement de la piste.
Les aires de trafic	Aire de circulation	Les voies de relation entrées-sorties de piste
	Aire de garage	destinée au stationnement des avions pendant les périodes où ils ne sont pas utilisés commercialement.
	Aire d'entretien	liées aux besoins d'entretien et le service des aéronefs.

- **Les différentes configurations des pistes :**

- Une seule piste: elle sera doublée par une voie de circulation assurant la liaison entre la piste et les aires de trafic par des bretelles.
- Cas de deux pistes: lorsque les conditions météorologiques nécessitent une seconde orientation, vers une autre direction.
- Cas de plusieurs pistes: il peut arriver que l'exploitation de l'aéroport soit perturbée lorsqu'il y a beaucoup de trafic (*www.techniques-ingenieur.fr*).



Aéroport de Hambourg

Aéroport d'Abu Dhabi

Aéroport d'Atlanta

Figure I. 22 : Différents configurations de pistes

- **Dispositions des pistes:**

Les dispositions les plus courantes sont :

- Doublets de pistes parallèles: Les pistes parallèles peuvent être décalées longitudinalement pour réduire les temps de circulation au sol. Un doublé de pistes parallèles est caractérisé par l'écartement des deux axes (Doublet rapproché ou doublet éloigné) et l'utilisation à laquelle est destinée chacune des deux pistes (doublet spécialisé, doublet banalisé ou indépendant.).
- Un doublé de pistes pouvant être spécialisé qu'il s'agit d'un doublé dans lequel l'une des pistes est exclusivement réservée aux atterrissages tandis que l'autre n'est utilisée que pour les décollages, ou banalisé qu'il s'agit d'un doublet sur lequel les atterrissages et les décollages s'effectuent indifféremment sur l'une ou l'autre piste.
- Doublet de pistes sécantes : le doublet de pistes sécantes se trouve dans le cas où ont deux sens de vent, peut être spécialisé ou banalisé ou comporter des pistes de codes différents. (*www.techniques-ingenieur.fr*).

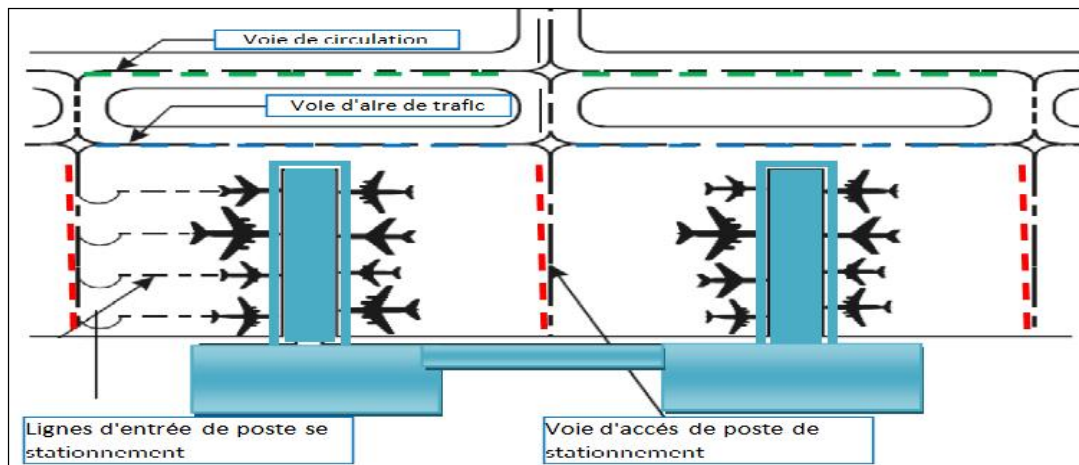


Figure I. 23 : L'aire de circulation

Source : OACI, 2005

b) Zone des installations

Elles sont situées à proximité des aires du trafic et sont, en général, regroupées par zones d'activités semblables.

Tableau I. 8 : Zones d'installations

Source : www.techniques-ingenieur.fr

Zones d'exploitation	commissariat hôtelier, abri de matériel de piste, parcs à véhicules, dépôts de carburant, bloc technique, service incendie, centrale électrique et parcs à véhicules correspondants.
Zones d'activités industrielles	Les zones d'activités industrielles regroupent les ouvrages, nécessaires à l'entretien et aux réparations d'aéronefs (hangars).
Zones spécialisées	pour une activité spécifique (zone militaire ; sécurité civile ; d'aviation générale comme monomoteur, planeurs, etc.).
Zone D'autres installations	Les installations de balisage ; les postes de transformation ; les émetteurs de radionavigation ; les installations de mesures météorologiques .

c) Activités d'un aéroport

- Transport aérien: Le transport aérien constitue l'activité principale des aéroports.
- École de pilotage : Il s'agit de vols effectués en général sur des avions légers à hélice, Cette activité comprend l'entraînement de pilotes privés.
- Aviation de voyage ou d'affaires Il s'agit de permettre à des avions privés d'effectuer des vols à destination ou au départ de l'aéroport. (O.A.C.I, 2005).

I.3. 6. 3 Le tour de contrôle :

Un composant majeur de l'aéroport se caractérise par sa hauteur importante, au sommet de laquelle est placée la vigie.

On appelle vigie le local dans lequel se trouve l'agent chargé du contrôle d'aérodrome contienne des équipements spécifiques de fonctionnement et de performances qualitatives renforcées dans la vigie (vitrages, acoustique, thermique, éclairage, etc.). Le support est une construction, habitable ou non. Lorsqu'il est indépendant on l'appelle le fût.

Le bloc technique abrite les organismes qui assurent la circulation aérienne et l'assistance météorologique sur l'aérodrome, le contrôle de la circulation aérienne, la sécurité en vol et au sol, la maintenance des équipements de navigation aérienne (www.planete-tp.com).

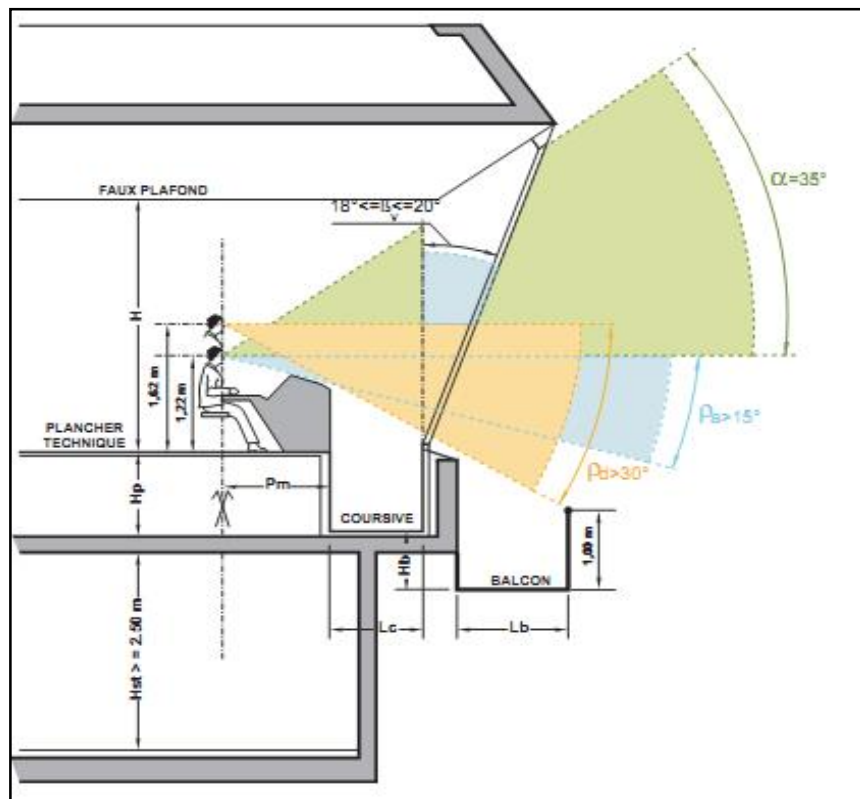


Figure I. 24 : Visibilité impératif (Verticale)

Source : DGAC.,2007.

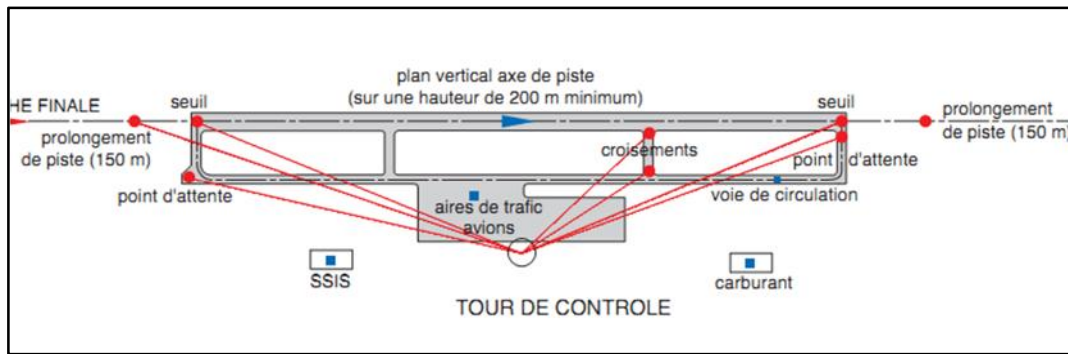


Figure I. 25 : Visibilité impératif (horizontale)

Source : DGAC.,2007.

Les caractéristiques des vitrages de vigie :

- Transmission lumineuse entre 60 et 70 %,
- Les reflets doivent être inférieurs à 10 %.
- Inclinaison de 18° à 20 °.

Hauteur de tour de contrôle :

- Il faut qu'elle soit située suffisamment haut pour éviter l'effet de mirage (règle angle $>1^\circ$)

L'espace intérieur de la vigie :

La vigie contient principalement trois postes de contrôleurs :

- Contrôleur d'Approche
- Contrôleur Local
- Contrôleur du Sol (DGAC.,2007.).

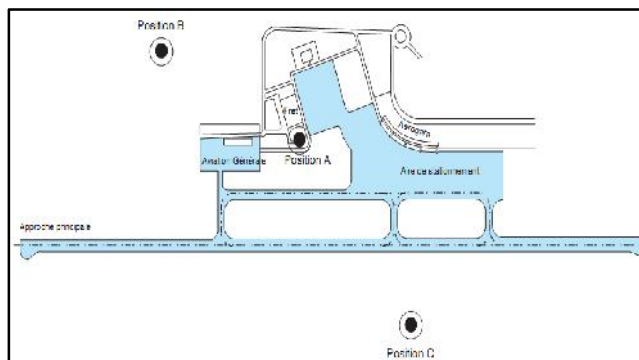


Figure I. 26 : Exemple de positionnement de tour

Source : DGAC.,2007.

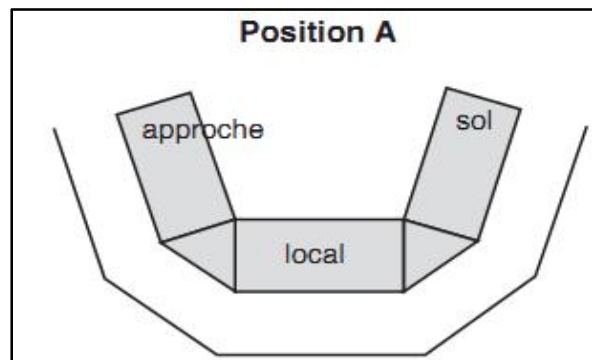


Figure I. 27 : Exemple d'une vigie à 3 postes

Source : DGAC.,2007.

Couleur de vitrage de la vigie :

Le choix de la couleur des vitrages de vigie (vert, bronze ou gris) est orienté par différents paramètres, tels que le type de protection solaire utilisée en complément (stores, films de protection). La couleur verte est généralement préconisée, car elle représente un bon compromis, notamment par rapport à la réponse physiologique de l'œil vis-à-vis des visions diurnes et nocturne.

Des protections solaires complémentaires sont souvent nécessaires. Elles sont de deux types : stores, ou films colorés transparents.



Figure I. 28 : Couleur de vitrage et stores

Source : DGAC.,2007.

I.3. 7 Analyse des exemples:

I.3. 7.1 Changi Airport of Singapore

Fiche technique :

Année : 2019

Location : Singapore

Justification de choix :

Nouveau projet qui favorise la dimension de la durabilité,

Principes de conception :

- **cascade intérieure** ce qui refroidir et à faire circuler l'air,
- Collectant une quantité importante d'eau de pluie à réutiliser dans le bâtiment
- **jardin intérieur** intégré des expériences spatiales et interactives.
- Un paysage intérieur en terrasses, marque l'impression d'un véritable forêt.
- **Structure** de poutres en verre et en acier, formant une serre qui laisse entrer la lumière.
- **Eclairage naturel** diffuse ambiant et confortable pour les voyageurs, assuré par vitrage translucide.



Figure I. 29 : Vue extérieur et intérieur de l'aéroport de Changi

Source : www.archdaily.com

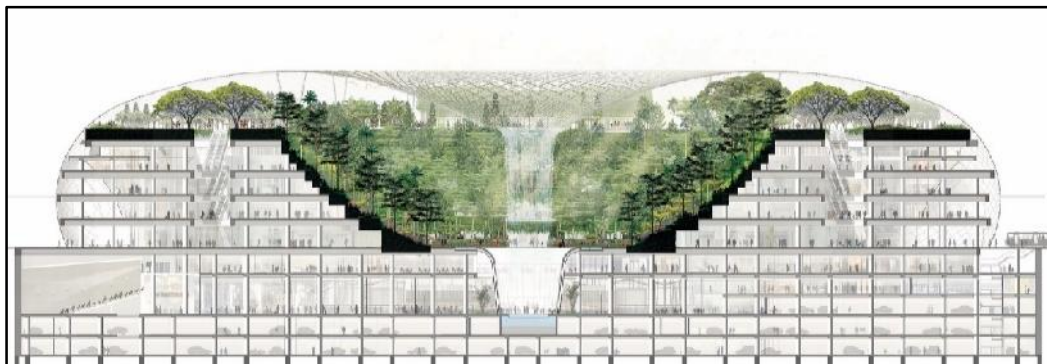


Figure I. 30 : Coupe schematique de l'aeroport de Changi

Source : www.archdaily.com

I.3. 7.2 Abu Dhabi New Airport :

Fiche technique :

Année : 2012

Location : Abu Dhabi

Justification de choix :

Un projet qui caractérise par un climat chaud, similaire à notre site.

Conception :

- **Structure arborisante**, montrent le système qui supporte une toiture légère à une grande hauteur, assurant la **continuité visuelle**.
- **Végétation** intégré pour création de microclimat et l'animation des espaces.
- **Lac d'eau** devant la façade pour le rafraîchissement et la récréation.
- **L'avancement de la toiture** Garanti l'ombrage de la Façade vitrée qui permet de pénétration des rayons reflétés indirects.

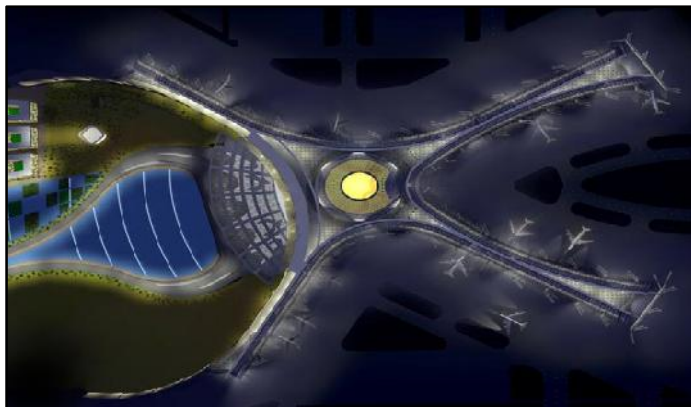


Figure I. 31 : vue aérien de l'aéroport d'Abu Dhabi

Source : www.kpf.com



Figure I. 32 : vue extérieur et intérieur de l'aéroport

Source : www.kpf.com

I.3. 7.3 PEARL RIVER TOWER,

Fiche technique :

Année : 2010

Location : Guangzhou, China

Justification de choix :

Un Equipement de grande hauteur similaire au tour de contrôle, et favorise la production d'énergie par le photovoltaïque et wind-turbines.

Principes:

- Radiant-Cooling par ventilation naturel contrôlé.
- Production de l'énergie électrique par vertical wind-turbins l' l'intégration des panneaux Photovoltaïque.
- Economiser les dépenses de chauffage artificiel.



Figure I. 33 : vue extérieur de Pearl Tower

Source : www.architecturalrecord.com

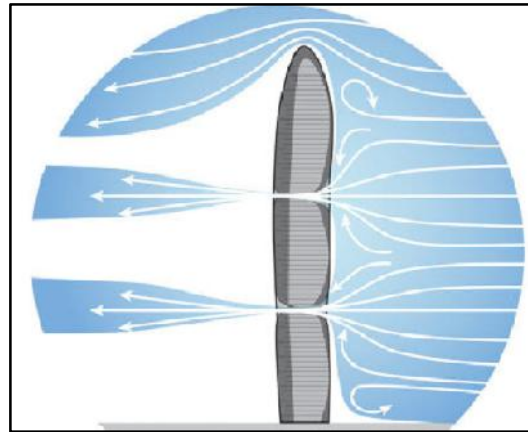


Figure I. 34 : principe de ventilation naturelle

Source : www.architecturalrecord.com

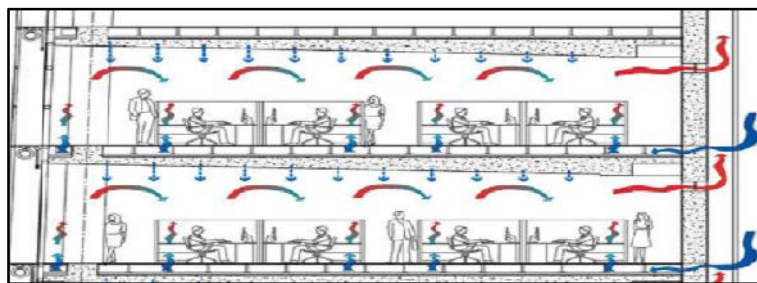


Figure I. 35 : Refroidissement par radiation (ventilation transversale)

Source : www.architecturalrecord.com

I.3. 7.4 O'Hare's South Control Tower

Fiche technique :

Année : 2008

LOCATION : CHICAGO, USA

Justification de choix :

Un tour de contrôle qui est certifié LEED Gold, par sa gestion d'eau et d'énergie.

Principes :

- Consommation : - 25% d'énergie et - 40% d'eau.
- Le toit végétalisé réduit la demande de climatisation, et aide à rétention des eaux pluviales.
- Système géothermique : utilise des températures souterraines.
- Assurer l'éclairage naturel au moins pour 80% pour les utilisateurs de l'espace.



Figure I. 36 : vue extérieur et intérieur de la vigie de O'Hare's tower

Source : www.exp.com

I.3. 7.5 Synthèse de l'analyse des exemples :

Garantir le confort des passagers avec les points suivants :

- Assurer la fluidité des circuits de tous genres.
- La Structure spéciale et toiture légère pour libérer les espaces ;
- Assurer l'éclairage naturel avec des grandes ouvertures latérales et zénithales ;
- Eviter et se protéger des rayons solaires directs ;
- Prévoir des végétaux et de plans d'eau pour des raisons esthétiques et climatiques ;
- Exploitation des apports solaires et des énergies renouvelables ;
- Réduire la consommation d'énergie,
- Gestion des déchets.

Dispositifs architecturaux pour tour de contrôle pour assurer le confort thermique :

- Dispositifs de protection solaire ;
- Ventilation naturelle,
- Exploitation d'énergie géothermique,
- Utilisation des auvents (Avancement du toit),
- Inclination des vitrages,
- Position de tour de contrôle en perpendiculaire à l'axe de la piste et Orientation Nord,
- Vitrages teintés en vert.

Sans influence sur la visibilité impérative des contrôleurs.

I.3.8 Conclusion

Les caractéristiques d'un aéroport sont différentes selon certains paramètres (classe- type- aéronef à utiliser...), et le programme approprié. Le projet doit être lié directement à ces paramètres, il est judicieux d'introduire ultérieurement de façon détaillée dans les démarches d'élaboration du projet architecturale, qui sera détaillée dans les chapitres suivants.

Deuxième chapitre.
L'étude contextuelle.

II.1 Introduction :

Tout concepteur a besoin de connaître le climat du lieu où il doit construire, la température et de l'humidité de l'air, le régime et la nature des précipitations, l'ensoleillement, le régime et la nature des vents.

Dans ce contexte, on affirme que la connaissance de ses variables et leurs différentes combinaisons représente un principe essentiel dans la conception de notre projet.

Dans ce chapitre, par conséquent, on abordera une étude climatique de la région de Hassi Messaoud qui représente un contexte aride et chaud. Cette analyse est élaborée pour définir la zone de confort, et les différents éléments de conception architecturale influant sur le confort thermique.

II.2 Présentation de la ville :

La Ville Nouvelle de Hassi Messaoud, s'inscrit dans un contexte particulier, celui de la délocalisation de la Ville actuelle qui se situe en zone à risques majeurs. Elle a conçue en tant que nouveau centre d'urbanisation et de croissance avec un périmètre global de 4.483,00 ha réservé pour 80.000 habitants. Ce périmètre comprend une zone d'urbanisation de 3.205 ha (une zone urbanisable de 2.044 ha et une zone d'urbanisation future de 1.161 ha) et une zone d'activité logistique de 965 ha, édifée sur un site approprié, sûr et sécurisé (<http://www.evnh.dz/>).

II.2.1 Situation :

Le site d'implantation de la ville est délimité par la route nationale N° 3 à l'Ouest, au bord du triangle de 80 qui est un élément caractère pour la région d'Ouargla, et un facteur majeur pour la localisation de la ville nouvelle, et évidemment pour l'implantation de l'aéroport. Le terrain est presque plan.

La ville de Hassi Messaoud se trouve à la latitude 31.7, et 6.06 de longitude est. Elle a une altitude de 171 m.

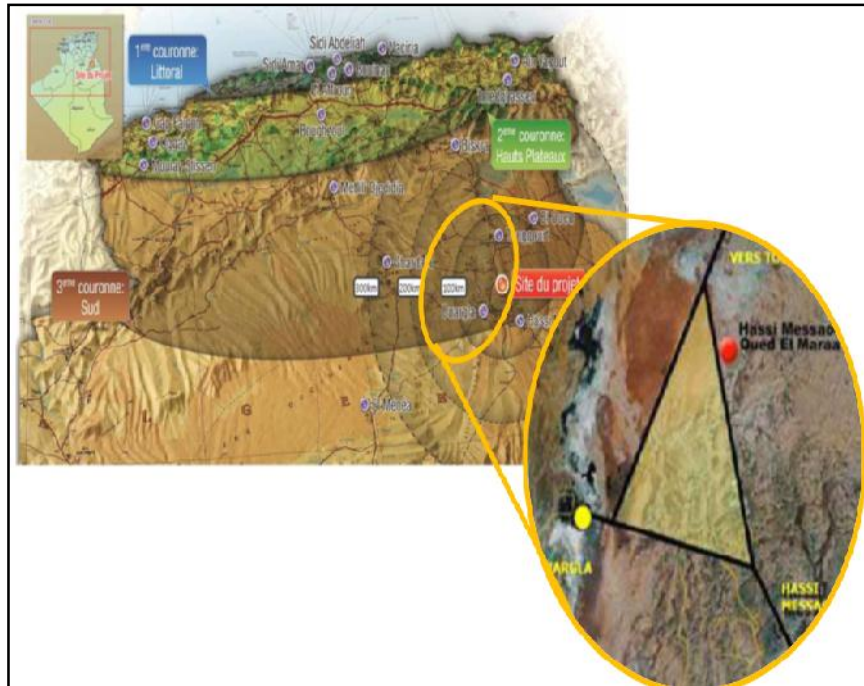


Figure II. 1 : Carte représente La situation de VN de Hassi messaoud.

Source : (<http://www.evnh.dz/>).



Figure II. 2: Vue en 3d représente la VN de Hassi messaoud.

Source : (<http://www.evnh.dz/>).

II.2.2 Le climat de la ville :

Suivant la classification des zones climatique en Algérie, La ville de Hassi Messaoud appartient à la zone climatique d’hiver H3b et celle d’été E4 avec deux saisons principales (été et hiver).

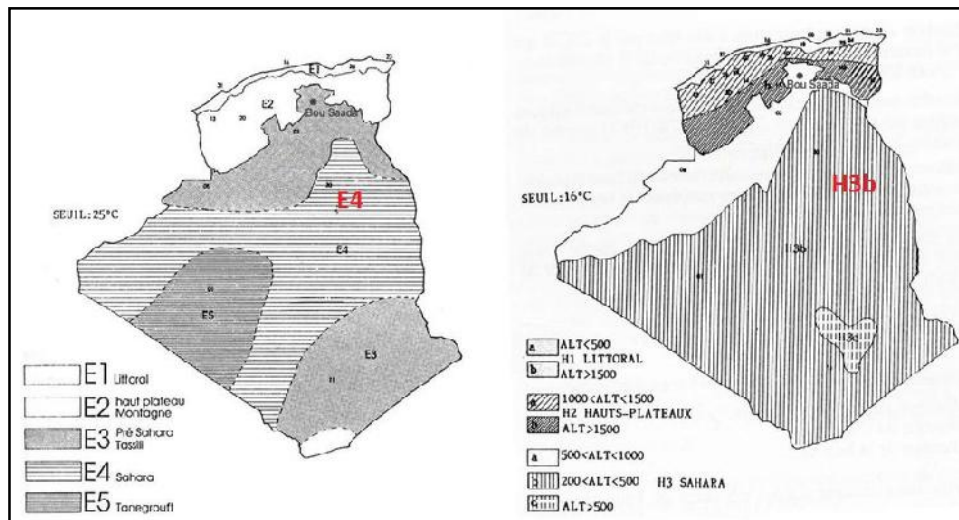


Figure II. 3 : Zone climatique de la region de Hassi Messaoud.

Source :Hadbaoui. H, Bourbia. Fatiha., 2018.

II.2.2.1 Données climatiques :

Les données météorologiques mensuelles relevées à la station météorologique de l’aéroport de Hassi Messaoud.

Tableau II. 1 : les donnes climatiques de la ville de Hassi Messaoud.

Source: Hassi Mesaoud 2017 ASHRAE Handbook, Ecotect Weather tool.

		Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	oct	Nov	Dec
Temp C°	Dry bulb	11.6	13.8	18.3	22.6	27.7	32.6	35.4	34.8	30.8	24.9	17.4	12.6
	Wet bulb	2.33	3.26	3.88	3.86	4.01	3.43	2.7	2.36	3.45	3.58	3.25	2.8
Temp Range C°		13	13.4	13.7	13.8	13.9	14.2	14.6	14.2	13.3	13.1	12.7	12.4
Humidity %	9am	61	58	42	27	27	23	20	26	34	40	49	55
	3pm	59	28	28	18	15	15	13	17	21	26	37	53
Vent m/s		2.8	3.6	4.1	4.7	4.8	4.7	3.9	3.6	4	3.2	2.8	2.8
Préc mm		7	2	7	4	2	1	0	0	3	4	4	4
Solar radiation		5829	7043	7947	8551	9215	9351	9406	8858	8110	7178	6163	5701

II.2.2.2 Interprétation des données climatiques :

L’interprétation des données météorologiques de Hassi Messaoud, fait ressortir que :

a) La température :

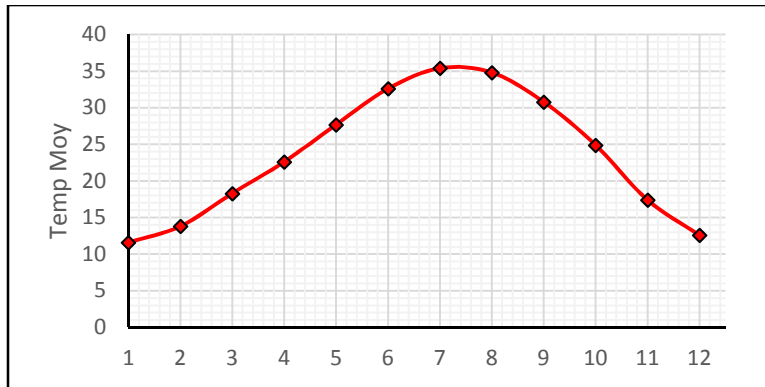


Figure II. 4 : Graph représente la variation des Températures de l'air extérieur.

Source : Autour élabore à travers les donnes de la station météorologique Ouarqla, 2013.

La température moyenne passe d'un minimum de 11.6°C en janvier (le mois le plus froid) à un maximum de 35.4°C en juillet (le mois le plus chaud). En été, la température extrême enregistrée peut dépasser les 48.4 °C. En hiver la température extrême extérieure peut descendre à -0.2 °C.

b) L'humidité relative :

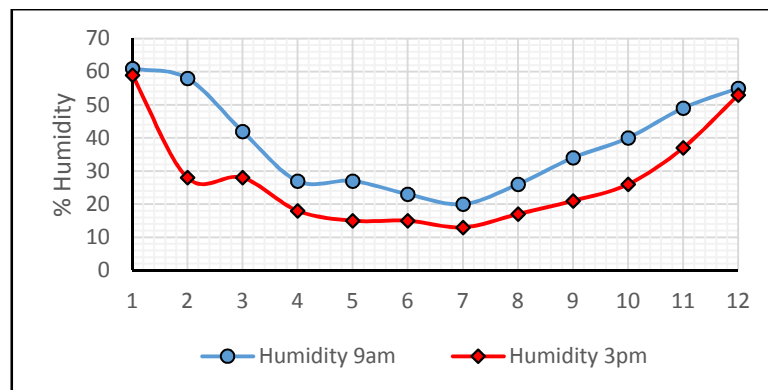


Figure II. 5 : Graph représente la Variation de l'Humidité relative.

Source : Autour élabore à travers les donnes de la station météorologique Ouarqla, 2013.

La faible humidité de l'air, surtout en été, Elle ne dépasse pas 59% maximale à 3h00 pm en janvier, et une moyenne minimale de 13% en juillet. Ce qui engendre des étés secs et chauds et des hivers sec et froids.

c) Solaire radiation :

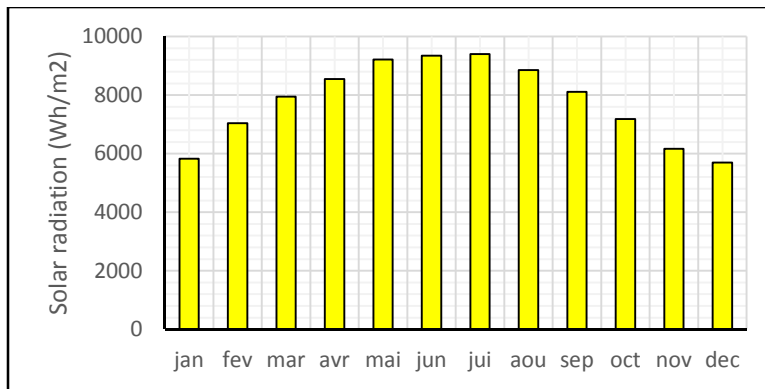


Figure II. 6 : Graph représente L'insolation mensuelle.

Source : Autour élabore à travers les donnes de la station météorologique Ouarqla, 2013.

L'insolation totale mensuelle est considérable. Elle a un maximum de 9406 Wh/m² enregistrée en juillet et un minimum de 5701 Wh/m² en décembre.

d) La précipitation :

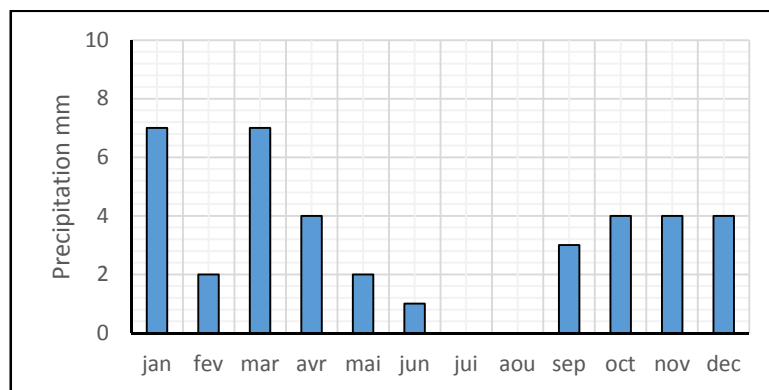


Figure II. 7 : Graph représente La précipitation mensuelle.

Source : Autour élabore à travers les donnes de la station météorologique Ouarqla, 2013.

Les précipitations sont rares et irrégulières présentent une moyenne minimale de 0 mm au mois de juillet (le mois le plus sec) durant lequel, les précipitations sont très faibles. La moyenne maximale est de 07 mm au mois de Janvier (le mois le plus pluvieux). Donc, la répartition annuelle des précipitations est marquée par une importante période de sécheresse.

e) Les vents :

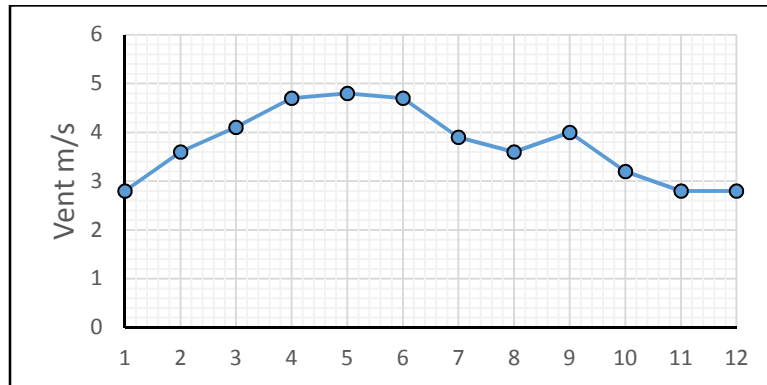


Figure II. 8 : Graph représente la Vitesse des vents.

Source : Autour élaboré à travers les données de la station météorologique Ouarqla, 2013.

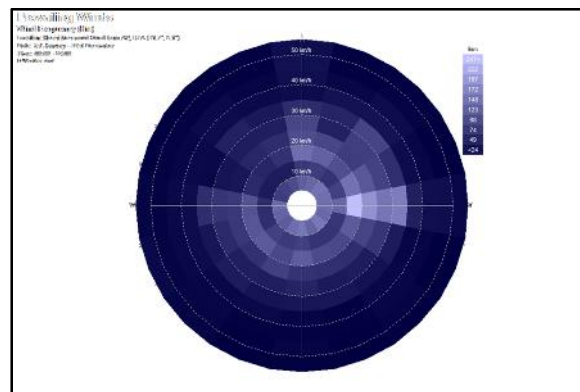


Figure II. 9 : Graph représente la Rose des Vents.

Source :Source Ecotect Weather tool

Les vents qui prédominent la ville sont variables, assez faibles présentent une vitesse minimale correspondant au mois de Janvier atteignant 2.8 m/s. et une valeur maximale de 4.80 m/s enregistrée au mois de mai. Il parait claire dans cette figure que la vitesse des vents est plus élevées durant la période estivale (été) que la période hivernale (hiver).

La région de Hassi Messaoud est caractérisée par un climat aride et chaud avec une saison hivernale froide sec et une saison estivale chaude et sec avec des radiations solaires intenses et une température de l'air extrêmement élevée.

II.2.2.3 Application du modèle adaptatif :

L'application du modèle adaptatif permet de déterminer la zone du confort en fonction de température moyen extérieur :

Tableau II. 2 : T° adaptatif calculé à partir de T° moy.

Source : Autour, élabore à travers les donnes de Hassi Messaoud Weather File,

	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	oct	Nov	Dec	
Temp C°	11.6	13.8	18.3	22.6	27.7	32.6	35.4	34.8	30.8	24.9	17.4	12.6	
Temp ad "Dear and Brager"	Tmin	19.4	20.1	21.5	22.8	24.4	25.9	26.8	26.6	25.3	23.5	21.2	19.7
	T ad	21.4	22.1	23.5	24.8	26.4	27.9	28.8	28.6	27.3	25.5	23.2	21.7
	Tmax	24.4	25.1	26.5	27.8	29.4	30.9	31.8	31.6	30.3	28.5	26.2	24.7

La température de confort adaptatif avec une 90% d'acceptabilité est entre 19.4°C et 24.4°C dans le moi du janvier, alors que elle situe entre 26.8°C et 31.6°C dans le mois du juillet. Par conséquent, les températures moyennes extérieures des mois d'hiver de même que les mois d'été se situent en dehors les limites thermiques d'acceptabilité.

II.2.2.4 Application de la méthode de du diagramme Psychométrique :

Pour l'analyse bioclimatique de la ville, la méthode du diagramme Psychométrique a été choisie. L'exploitation du diagramme psychométrique de Givoni fait Ressortir des recommandations conformes au climat de la région.

Après l'application du diagramme psychométrique, on constate qu'une large partie en dehors de la zone de confort en été même qu'en hiver.

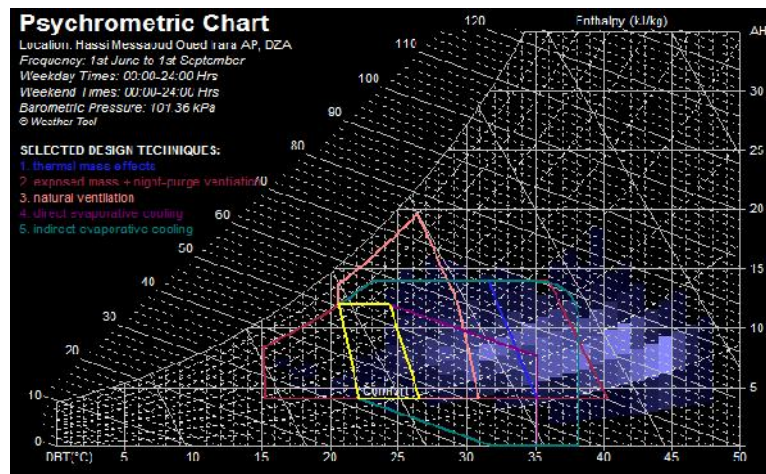


Figure II. 10 : Diagramme psychométrique de Hassi Messaoud pour les Mois d'été.

Source : Ecotect Weather Tool.

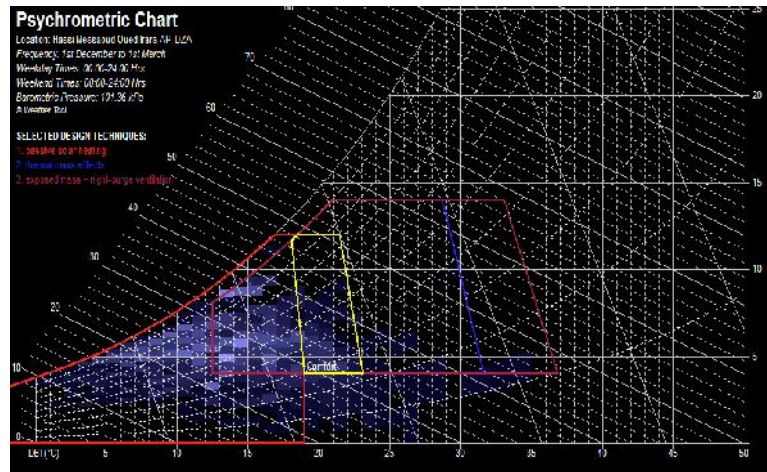


Figure II. 11 : Diagramme psychrométrique de Hassi Messaoud pour les Mois d'hiver.

Source: Ecotect Weather Tool.

Les recommandations:

Dans les mois d'été il est nécessaire d'utiliser la ventilation naturelle pour dissiper l'air chaud, et d'utiliser un system de refroidissement par humidification pour pré-refroidissement de l'air frais, et la ventilation naturel nocturne...

Dans les mois d'hiver il est nécessaire de prévoir un système de chauffage solaire passif. Et de stockage de la chaleur de la journée en exploitant les caractéristiques des matériaux massifs pour le restituer la nuit...

En plus de ces stratégies il est nécessaire de protection contre le soleil pour éviter la surchauffe surtout au niveau de façades orientées vers l'est et vers l'ouest ou le soleil à une faible latitude, et protection du toit par l'utilisation du system Cool-Roof qui aide à diminuer le Transfert de chaleur par radiation.

II.3 Synthèse :

- Notre projet se situe dans la nouvelle ville de Hassi Messaoud qui se caractérise par un climat chaud et aride, ce qui nécessite un traitement soigneux surtout au niveau des façades et les matériaux de construction.
- Prévoir des plantations à feuilles caduques et légumes et plans d'eau au niveau du plan de masse pour assurer le rafraîchissement par humidification et d'éviter les vents.
- L'orientation favorable au nord pour diminuer éviter les rayons solaires directs.
- Il faut avoir un système de ventilation naturelle efficace pour bénéficier la ventilation naturelle nocturne, en exploitant la hauteur du tour de contrôle.
- Les couleurs sablés et les matériaux locaux sont désirables pour une bonne intégration au site et au climat local.

Conclusion :

On a abordé dans ce chapitre une étude climatique de la région de Hassi Messaoud, et analyser les différents composants du climat tel que la température, l'humidité, les vents, la précipitation, l'insolation..., on a découvert que le climat de la ville se caractérise par deux saisons, un été chaud et sec et un hiver froid et sec.

Et par l'analyse de ces éléments on a défini la température de confort, et défini les recommandations spécifiques pour ce type de climat.

Troisième chapitre.
Le projet architectural

III. 1. Introduction

L'idée du projet se concrétise dans le contexte de site, il est nécessaire de s'inspirer du milieu naturel pour gagner l'intégration dans l'environnement en genre de visage qu'en phénomènes naturelles.

III. 2. Genèse du projet

La méthode de composition formelle est portée sur la métaphore, qui est la **rose de sable**, le site, de la nouvelle ville projetée, est dans une zone désertique vague caractérisée par les dunes de sable, le site est dépourvu du cadre bâti qui peut servir de référence architecturale pour l'inspiration.

Les formes dynamiques et fluides -comme une rose de sable- peuvent diminuer l'effet du vent, donc ce sont utiliser au niveau de l'aérogare et le tour de contrôle.

On a essayé de créer un micro climat par la création de modèle d'oasis, en utiliser les différents types des plates tout autour du projet, des arbres à feuilles persistants pour casser les vents et les vents de sable, des arbres caducs pour l'occultation des rayons solaires en été et de bénéficier l'apport solaire en hivers, des palmiers et d'autres espèces.

Il est nécessaire de prévoir des plans d'eau et cours d'eau qui permet de rafraîchir le climat environnant par évaporation. Et surtout pour assurer la dimension psychique.

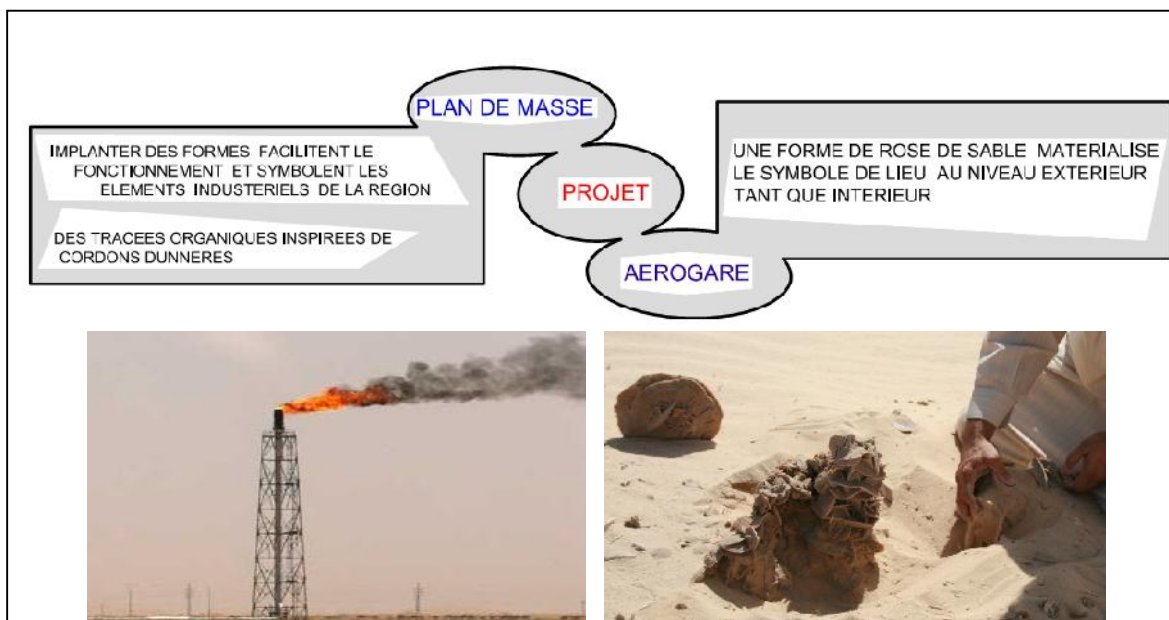


Figure III. 1 : Principe de formalisation.

Source : Auteur.

III. 2. 1. Procédure de développement de la forme :

Etape 1 : L'inspiration des tracés géométriques pour les éléments formels



Figure III. 2 : Les tracés primitifs.

Source : Auteur.

Etape 2 : Choix de géométrie d'un module initiale pour constituer la forme.

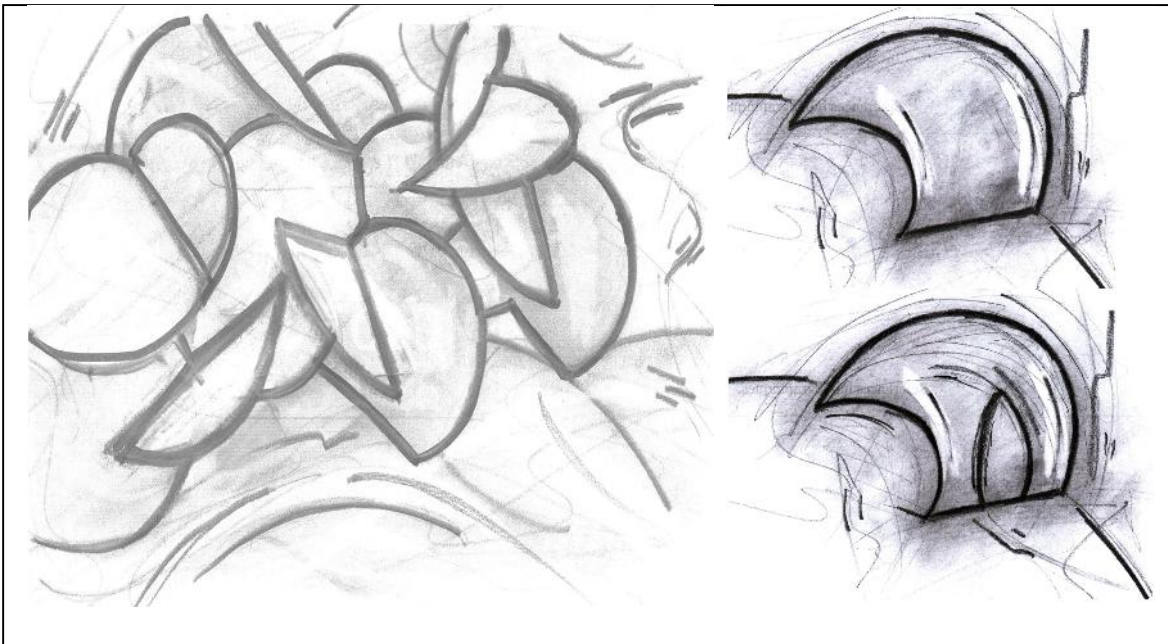


Figure III. 3 : Les éléments initiaux de la forme.

Source : Auteur.

Etape 3: Le choix d'une trajectoire qui s'inclure dans le même enveloppe de l'idée, et répond aux exigences fonctionnels, naturels et architecturales. Implantation des éléments formels sur ce trajectoire.

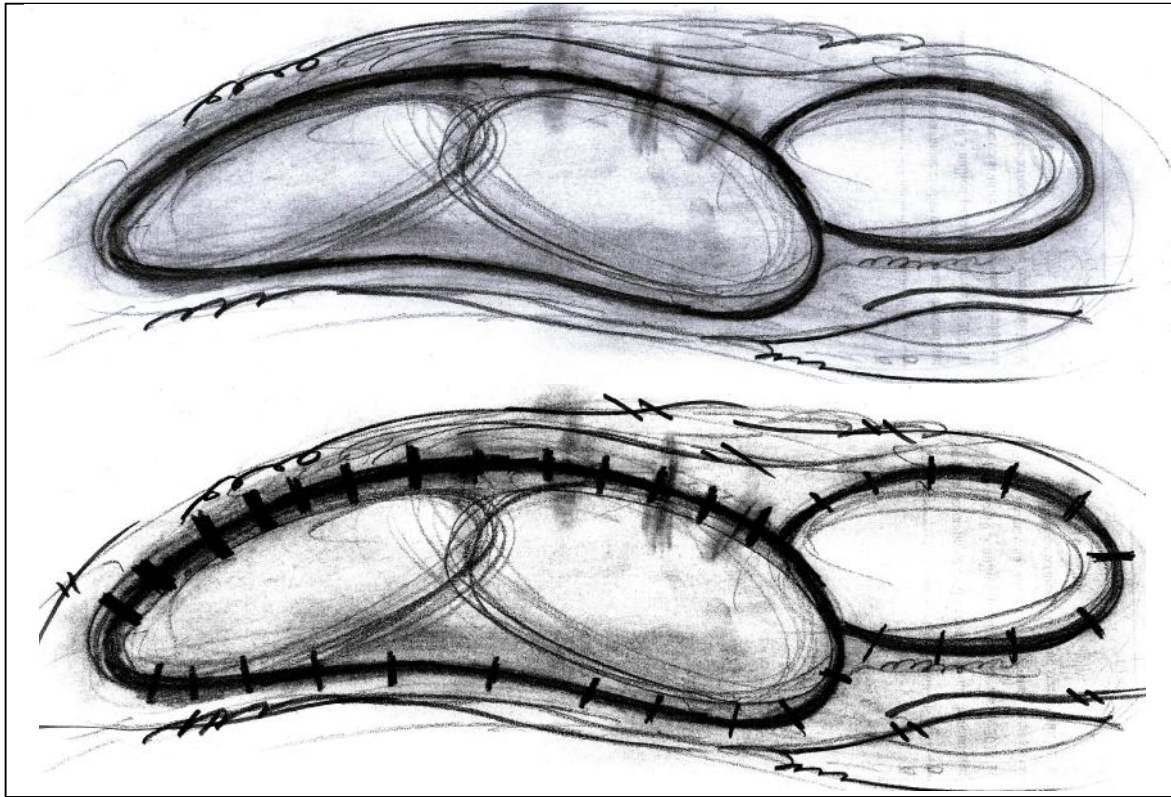


Figure III. 4 : L'implantation des éléments formels.

Source : Auteur.

Etape 4: La couverture et le remplissage entre les éléments par un system approprié :
Mur extérieur posé sur la trajectoire linéaire.

Toiture aérodynamique fait par un module juxtaposé formé par des éléments inspirés de la **rose de sable**. Afin d'avoir un sky-line ondulé.

Cette méthode répond aux questions climatiques du site.



Figure III. 5 : Eléments de toiture.

Source : Auteur.

Etape finale:

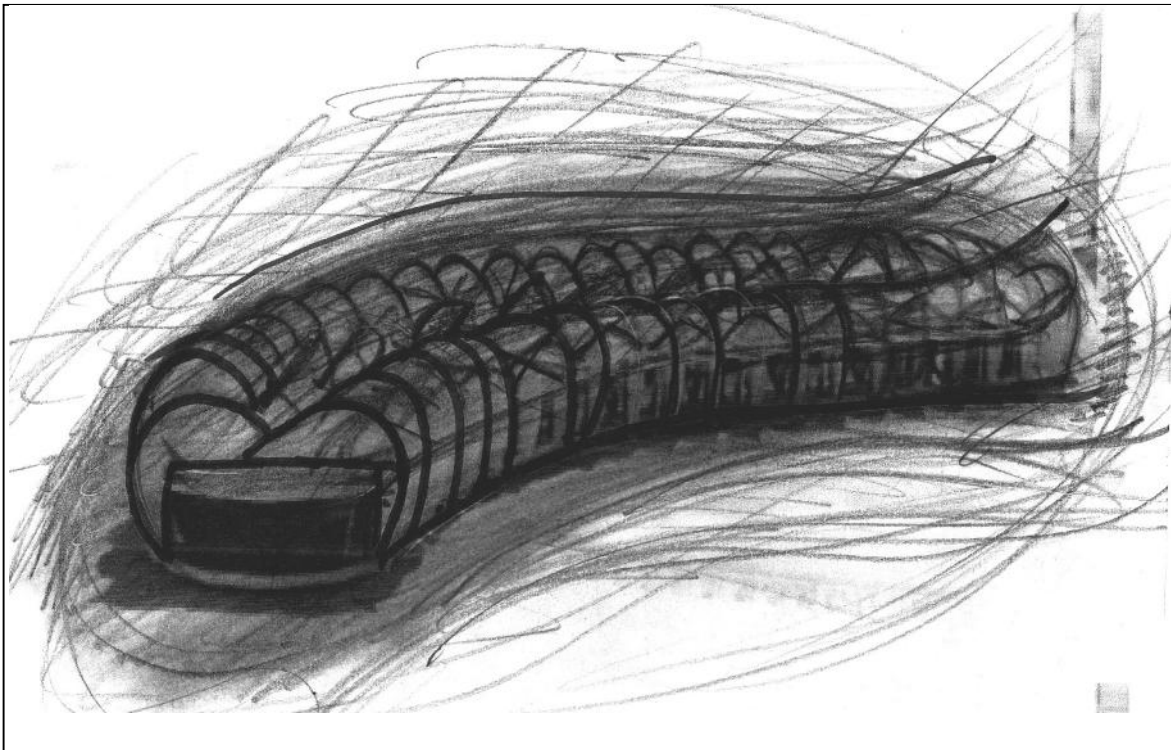


Figure III. 6 : Aspect primitif de la forme.

Source : Auteur.

III. 3. Conception

III. 3. 1 Plan de masse

Le zoning de plan de masse est basé sur la séparation de côté ville et le coté aérien.

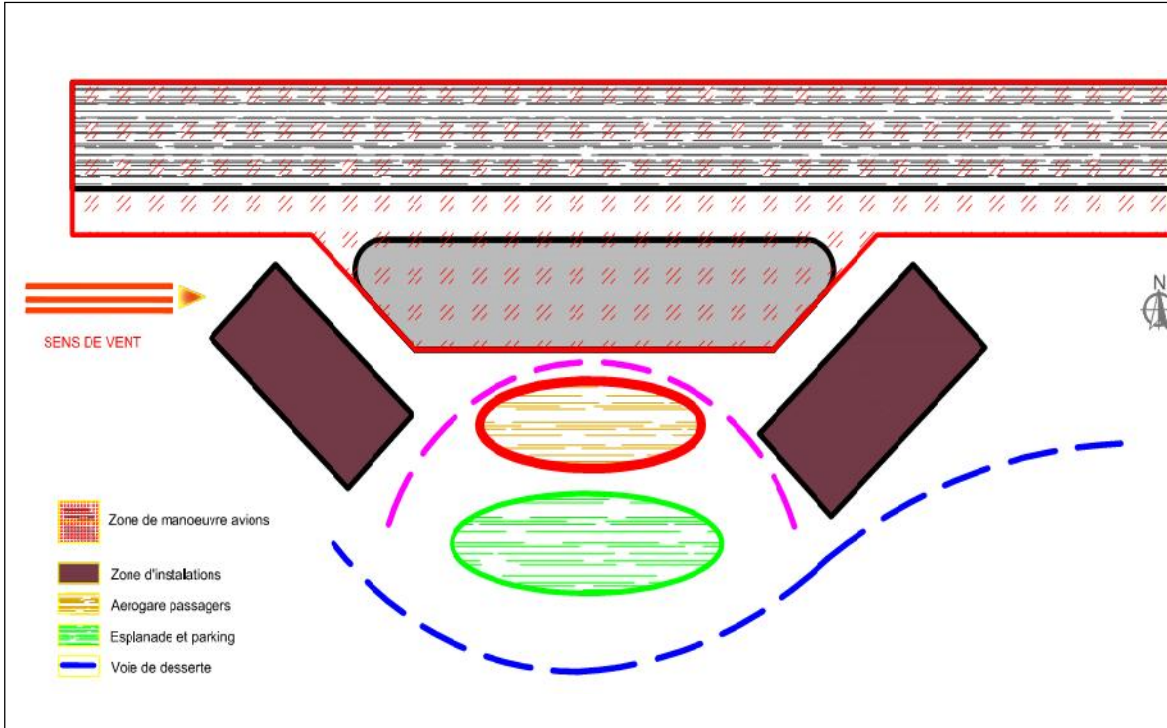


Figure III. 7 : Zoning de l'aéroport

Source : Auteur.

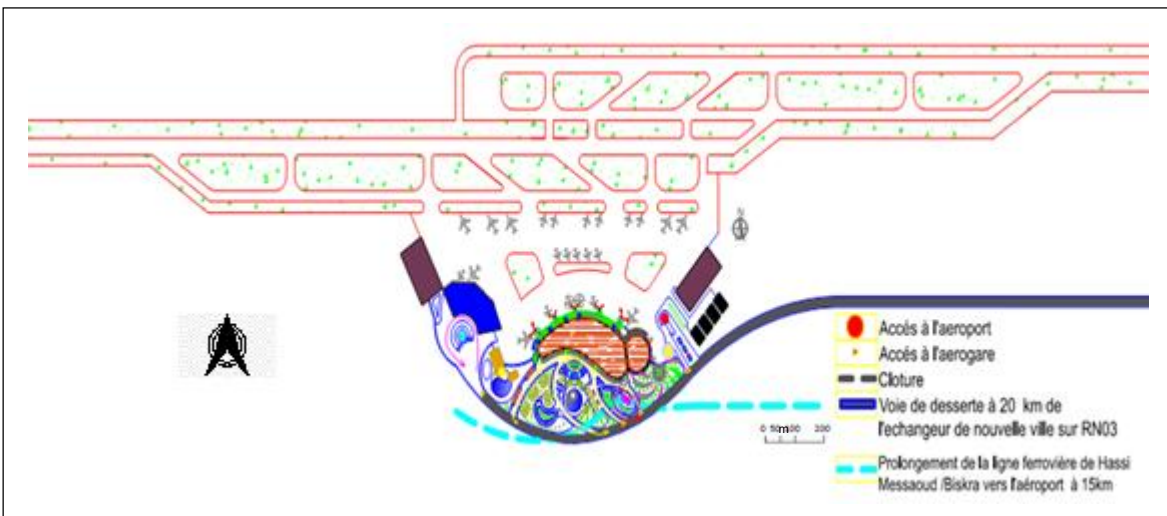


Figure III. 8 : Accessibilité.

Source : Auteur.

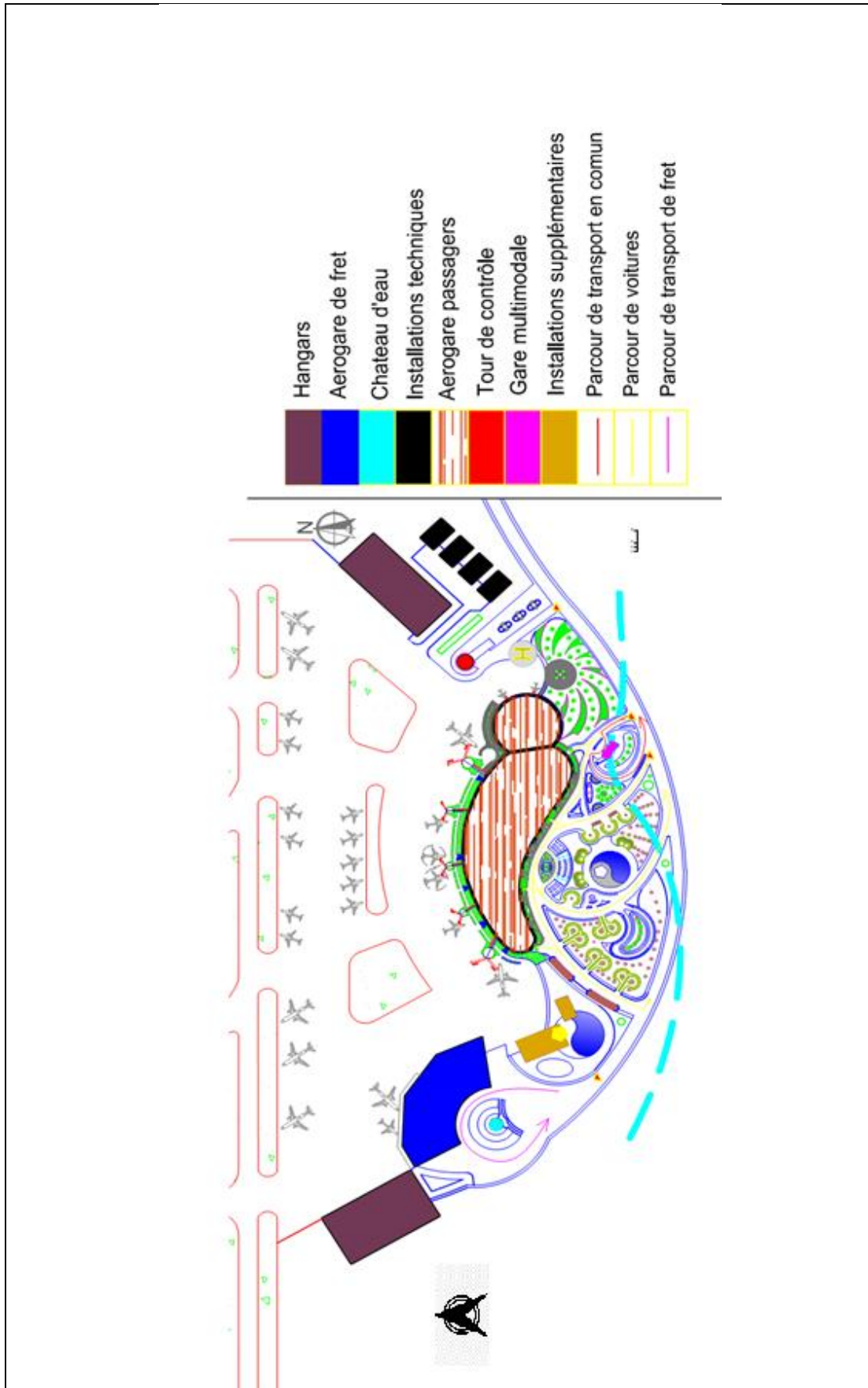


Figure III. 9 : Plan de masse

Source : Auteur.

III. 3. 2 Corrélation aéroport-site

Perméabilité : l'aérogare est accessible par des accès routiers et ferroviaires.

Transparence : Le verre est spécialement conçu pour répondre aux demandes d'architecture d'aujourd'hui, qui permet de découvrir l'espace avant même de le franchir, et de voir le mouvement des avions.

Forme : un symbole de lieu conforme les caractéristiques du site.

III. 3. 3 Formalisation des plans intérieurs

Le fonctionnement intérieur est axé sur la séparation du trafic des passagers et des bagages selon la nature et la destination.

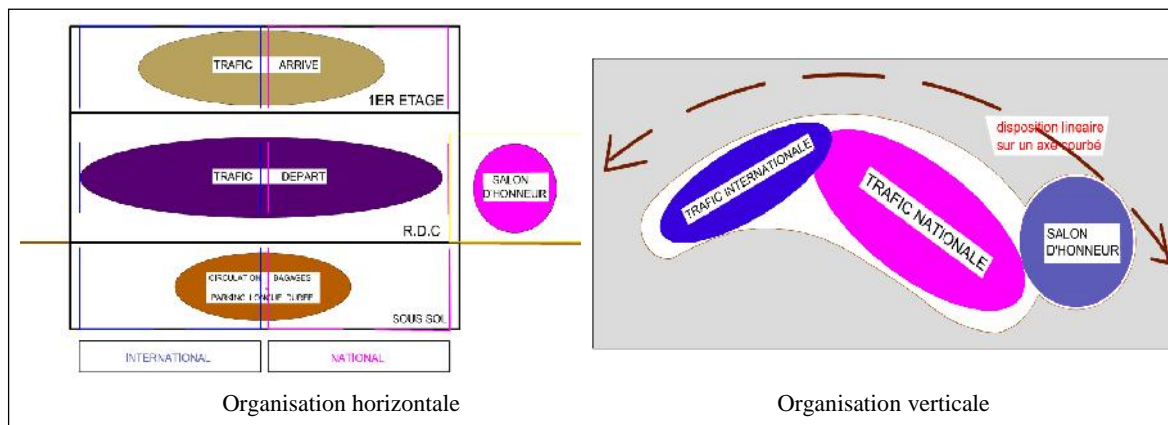


Figure III. 10 : Formalisation du plan.

Source : Auteur.

Le rayon de courbure signifie l'intensité du trafic. La disposition linéaire courbée augmente la capacité de stationnement des avions et met en relief l'objectif de métaphore.

Le RDC est réservée pour les passagers et les services du hall public et le salon d'honneur à cause de l'importance de leur durée d'attente, le 1^{er} étage pour les passagers arrivants. Ce dispositif facilite le filtrage de police et les déferents contrôles.

Le sous-sol est approprié au traitement de bagage et au stationnement de longue durée.

• Les Plans

Le tracé des plans intérieurs se fait à partir de l'isolation des fonctions, chacune dans une zone appropriée, en assurant le guidage de passagers avec une relation par un espace centrale d'échange et de transition entre fonctions.

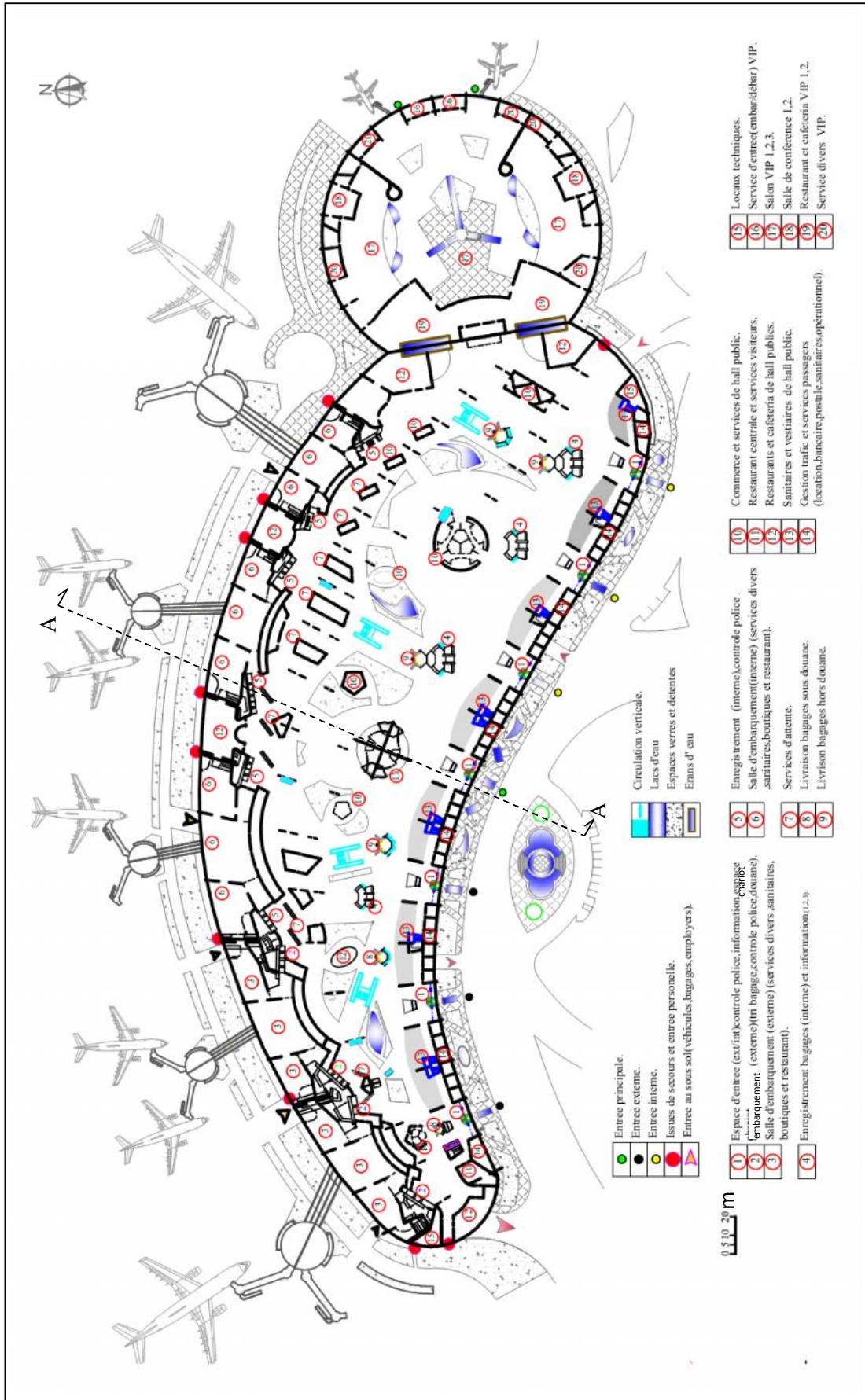


Figure III. 11 : Plan du RDC

Source : Auteur.

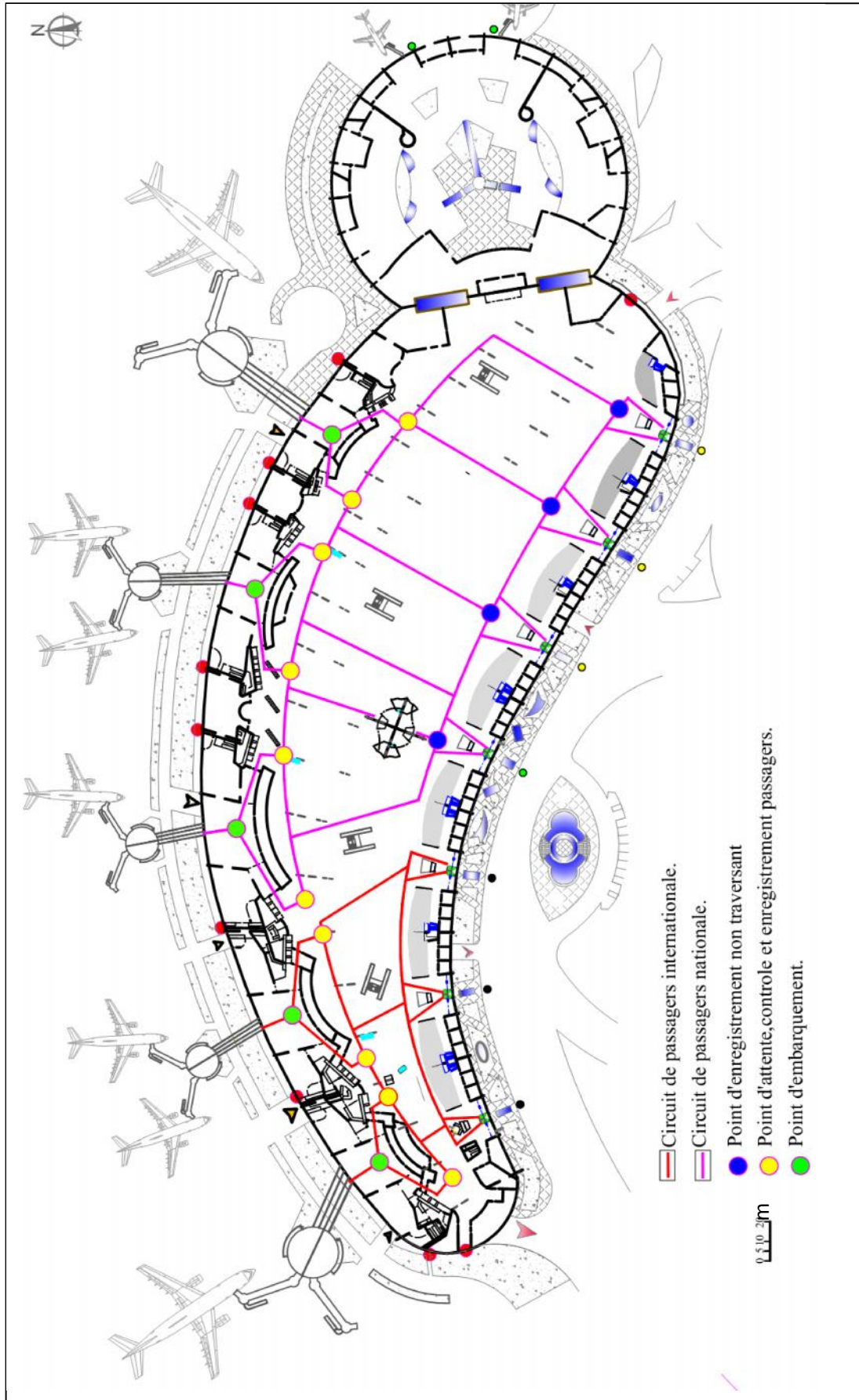


Figure III. 12 : Principe de cheminement du R-D-C

Source : Auteur.

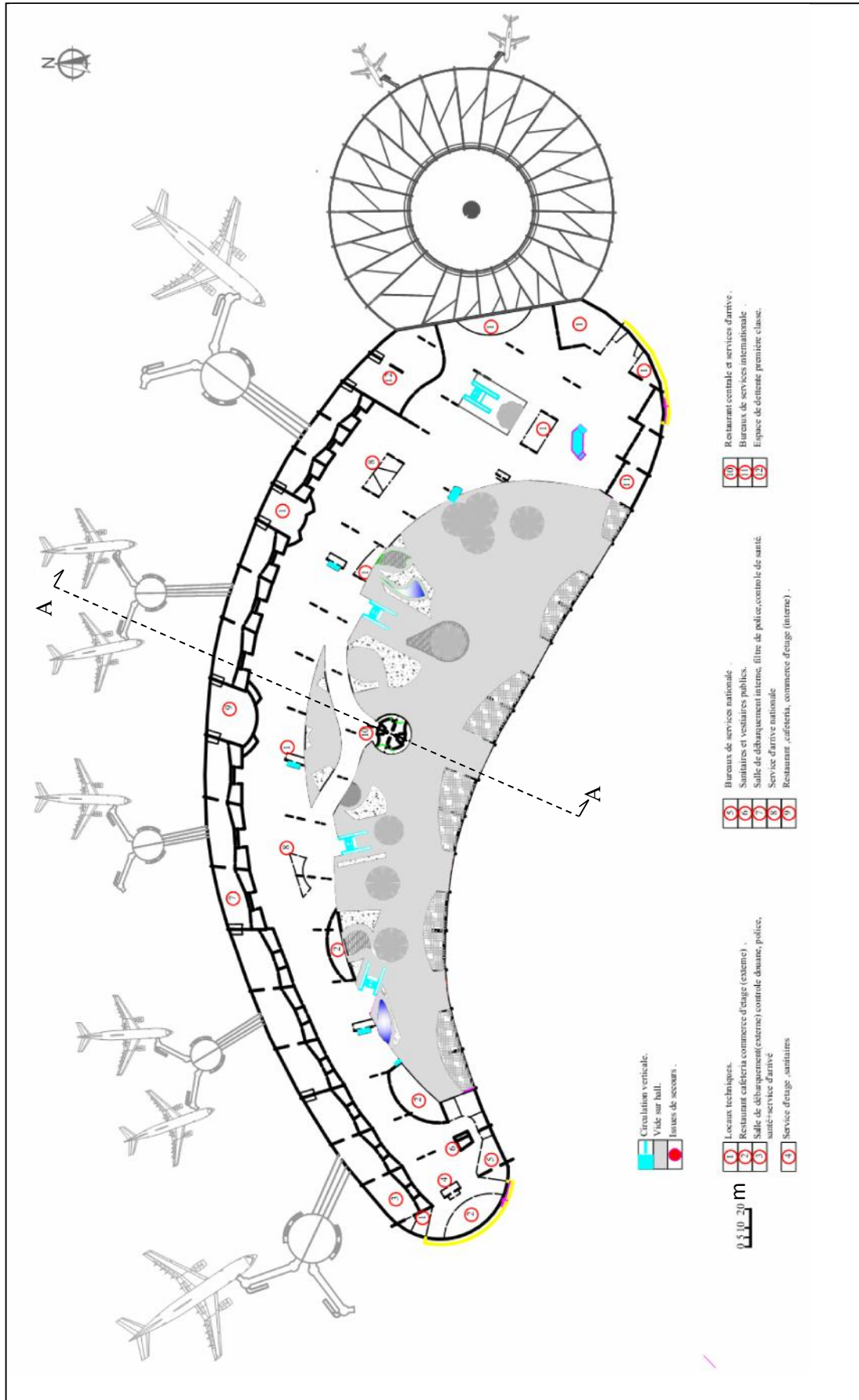


Figure III. 13 : Plan du 1er étage.

Source : Auteur.

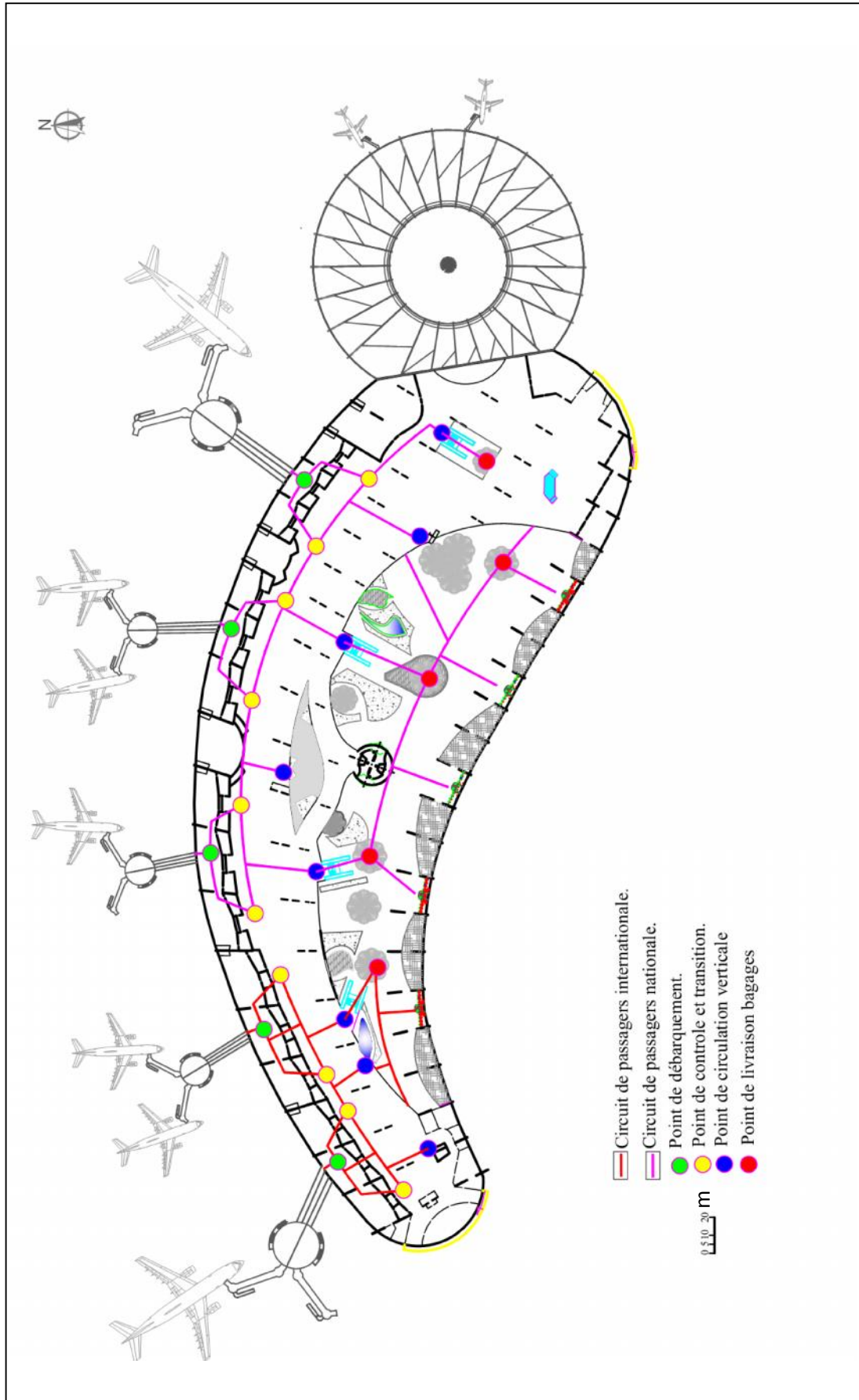


Figure III. 14 : Principe de cheminement de 1er étage

Source : Auteur.

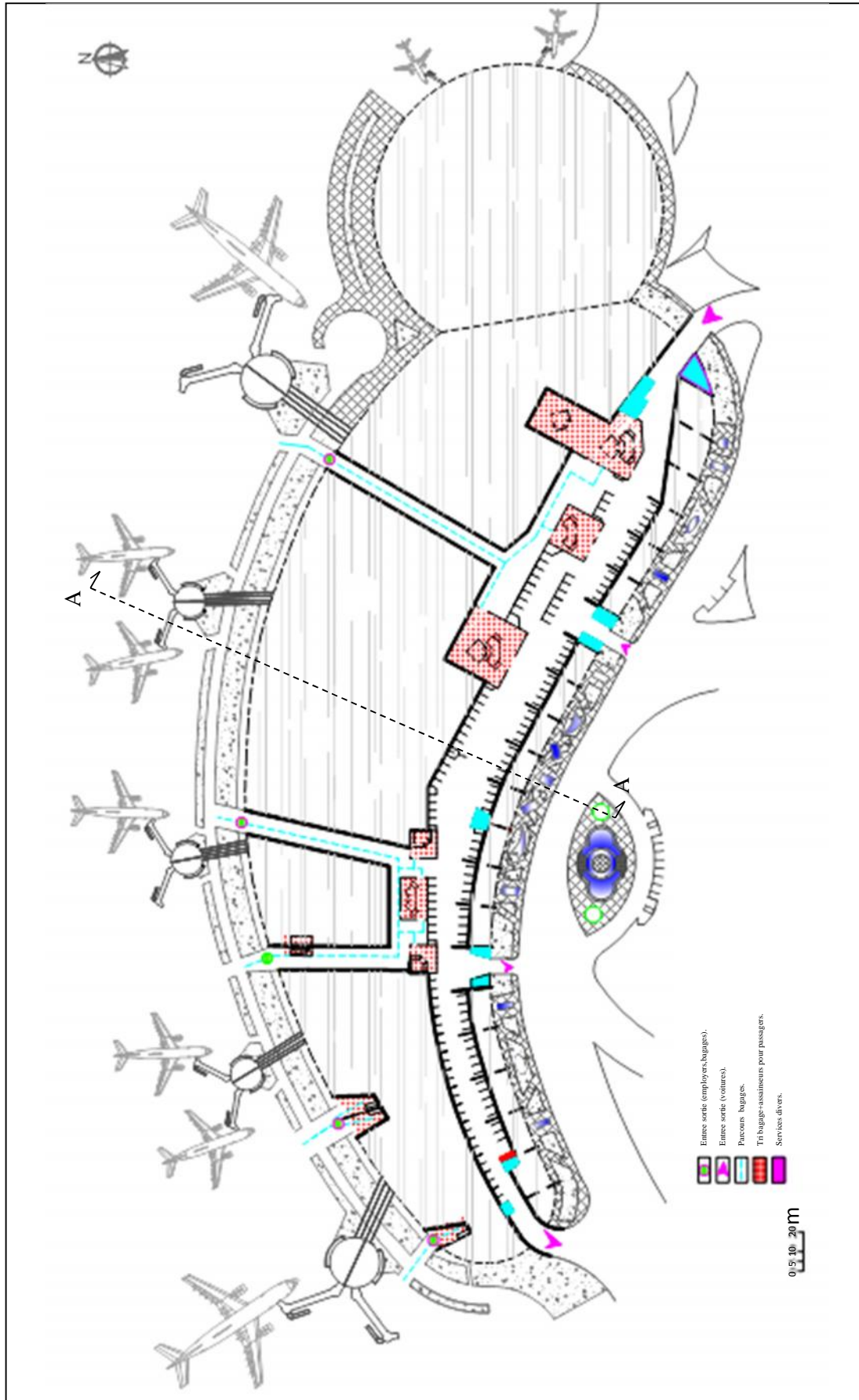


Figure III. 15 : Plan d'organisation de sous-sol

Source : Auteur.

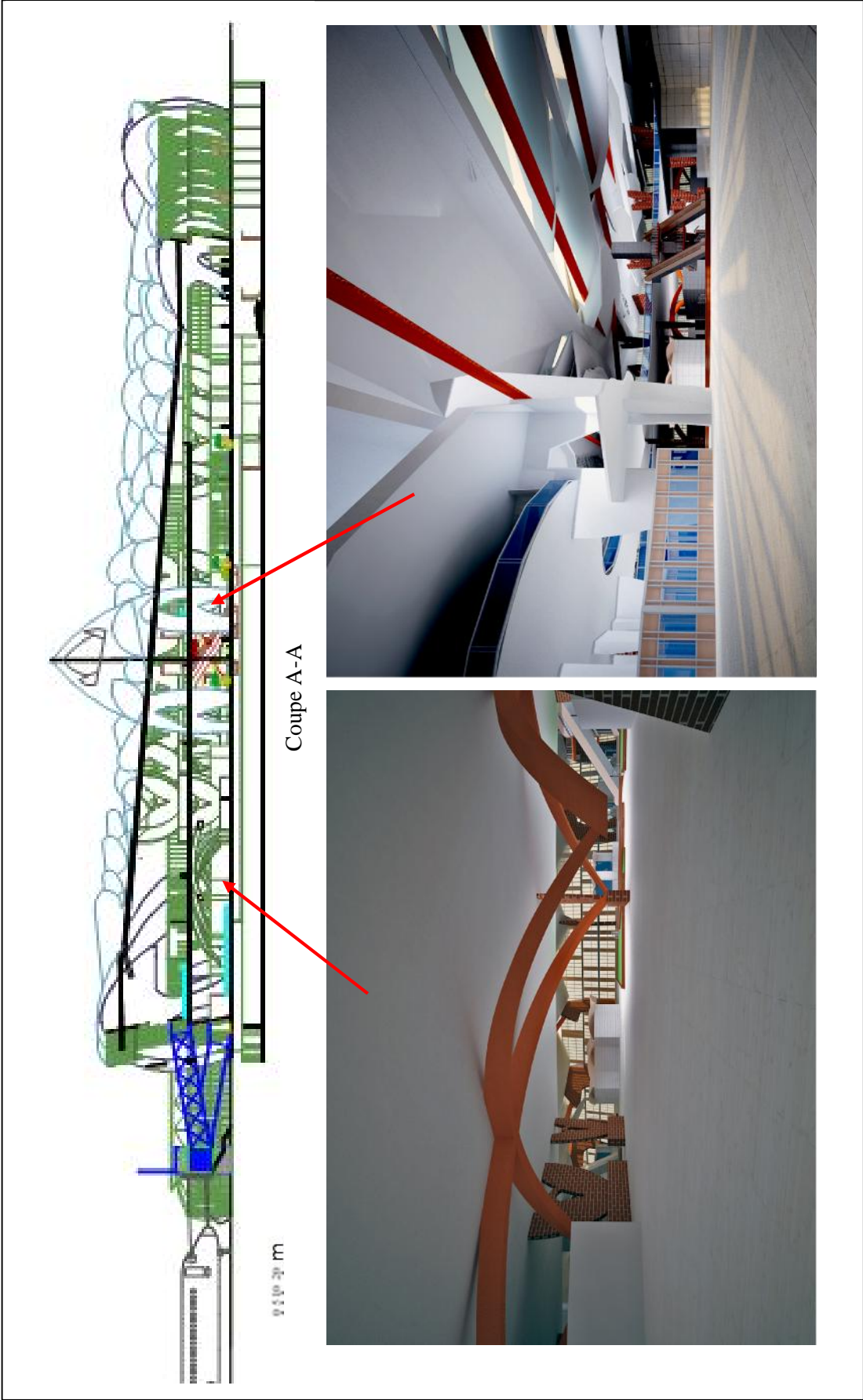


Figure III. 16 : Coupe sur l'aérogare passagers
Source : Auteur.



Figure III. 17 : Vues intérieurs hall publique salon d'honneur

Source : Auteur.

Les principes de la façade :

- * utilisation de toit avances pour l'occultation des rayons solaires.
- * Plantations et des verdure pour gagner le rafraichissement et l'humidification.
- * Les couleurs sablés inspirés de la région locale.
- * Le forme complexe et les décrochements contribue a briser les rayons solaires directs.



Figure III. 18 : Vues générales du coté ville

Source : Auteur.



Figure III. 19 : Vue coté VIP

Source : Auteur.



Figure III. 20 : Vue sur tour de contrôle

Source : Auteur.

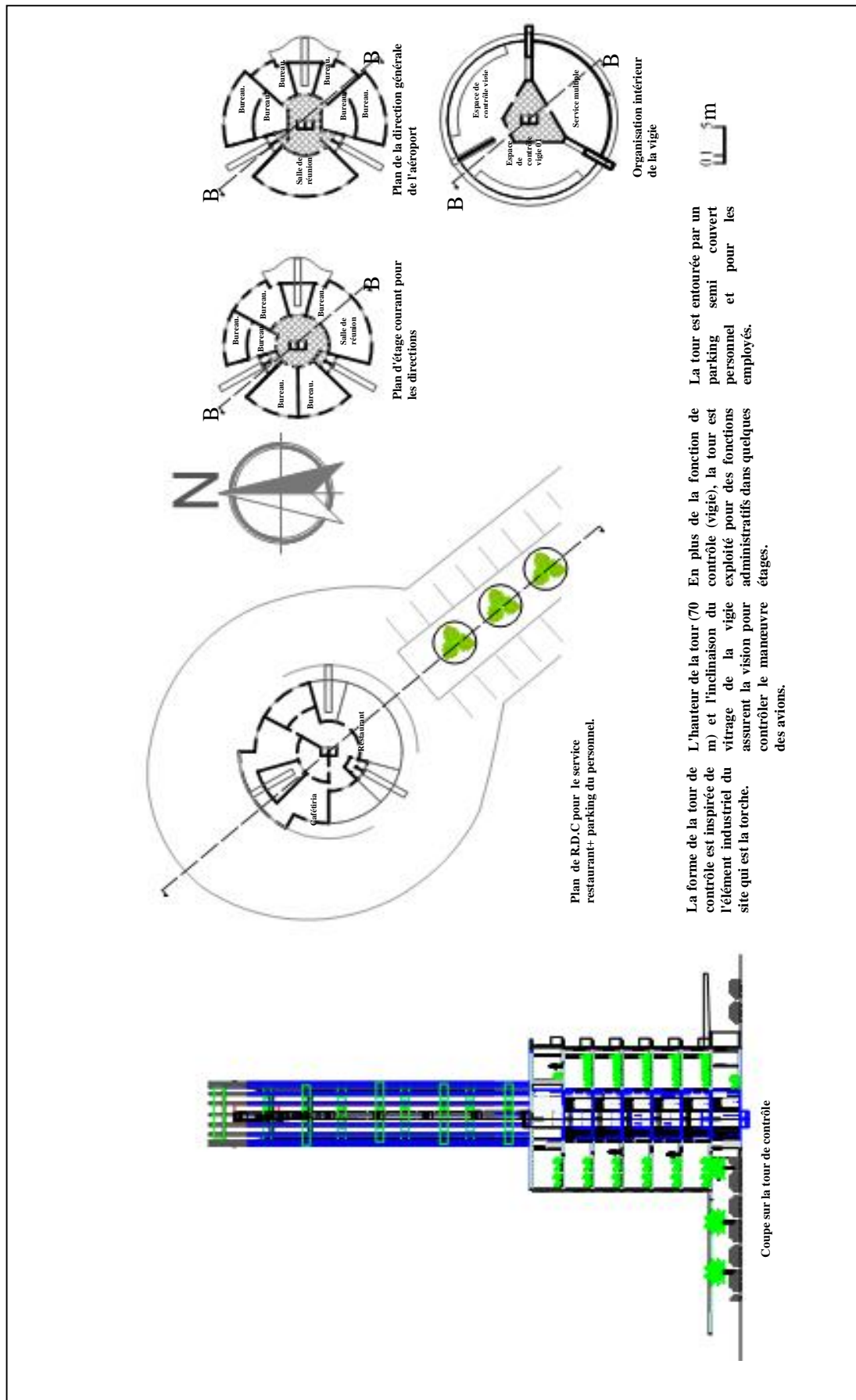


Figure III. 21 : Coupe verticale et organisation de la tour de contrôle

Source : Auteur.

III. 3. 4 Les vues en 3d



Figure III. 22 : Vue en 3d.

Source : Auteur.

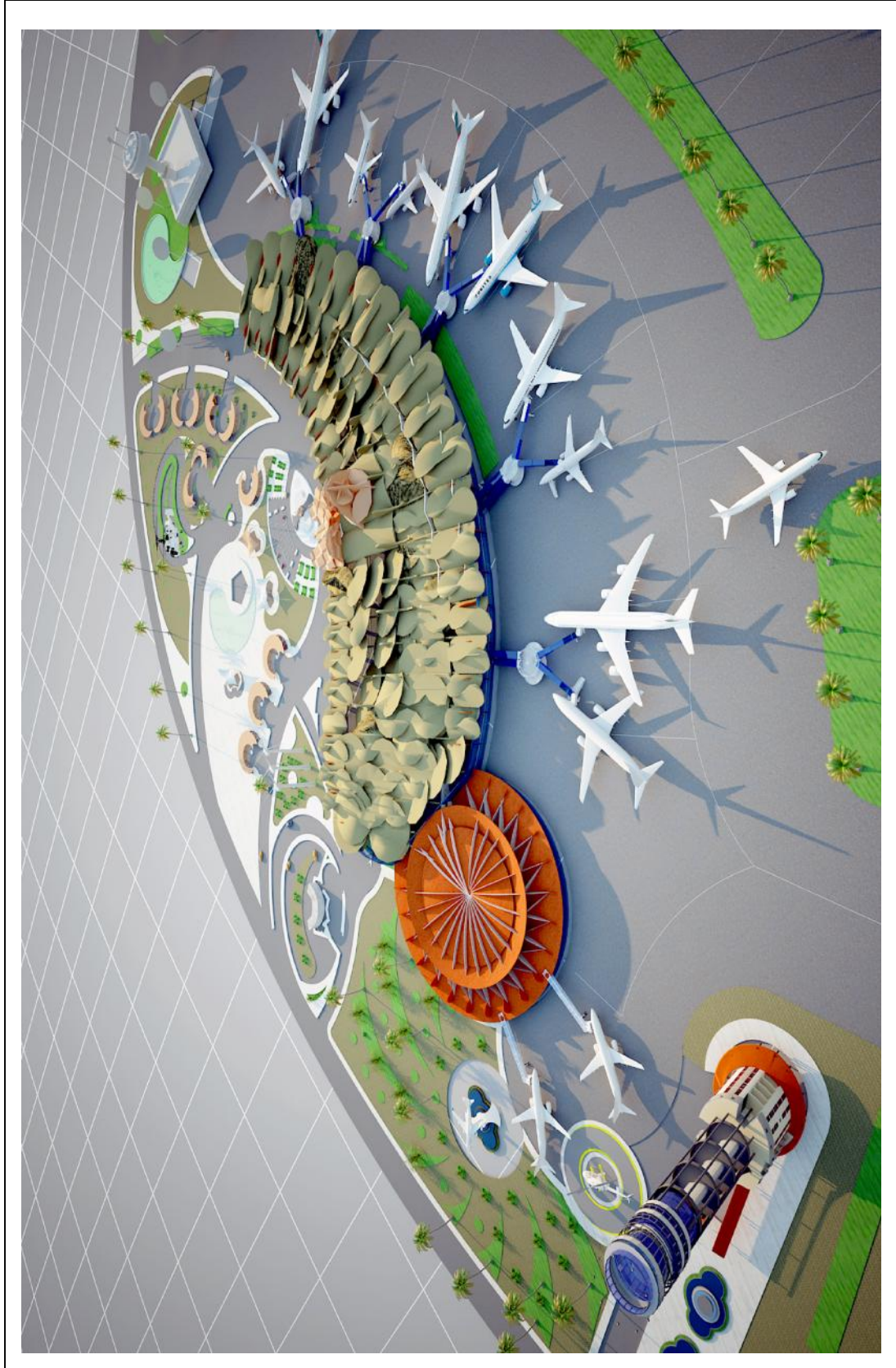


Figure III. 23 : Vue en 3d.

Source : Auteur.

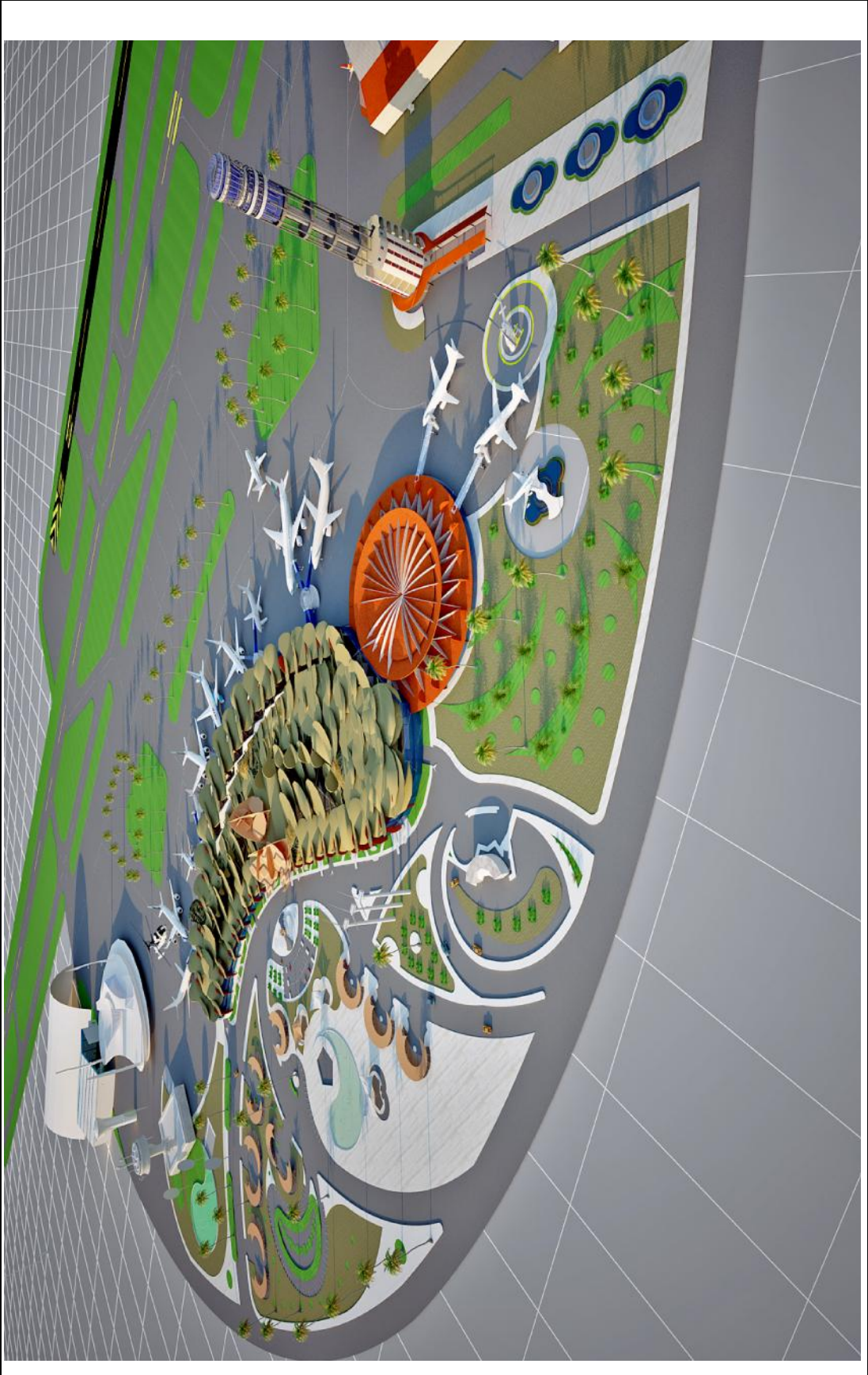


Figure III. 24 : Vue en 3d.

Source : Auteur.

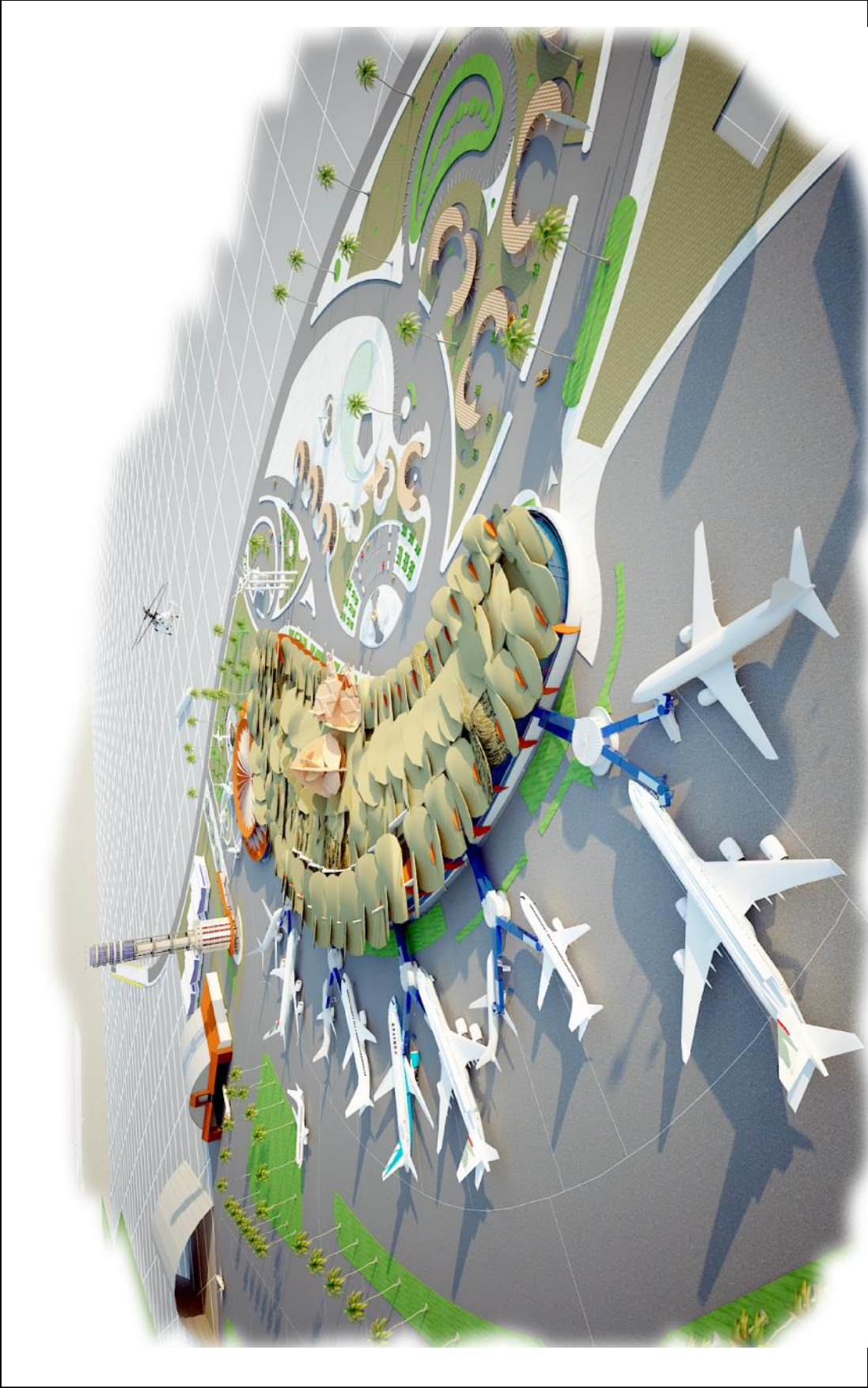


Figure III. 25 : Vue en 3d.

Source : Auteur.

Quatrième chapitre.
Partie technique

Introduction :

La vérification de l'efficacité énergétique de bâtiment par des outils informatiques aide à identifier le comportement de l'isolation thermique du bâtiment vis-à-vis les conditions extérieures. A but de diminuer la consommation de l'énergie fossile orientée vers la climatisation et le chauffage, les enjeux de développement durable s'appuieront sur des solutions architecturales durables.

Présentation du cas d'étude :

L'espace de vigie est considéré comme un espace très critique sur le plan de confort thermique, surtout un espace vitré placé en hauteur est moins isolé contre les conditions climatiques (Effet de serre, les pertes de chaleurs...)

- Orientation de la tour de control au nord.
- Hauteur : 45 m
- Hauteur sous plafond : 4.00 m
- Surface d'espace 75 m².
- Vitrage : 360°

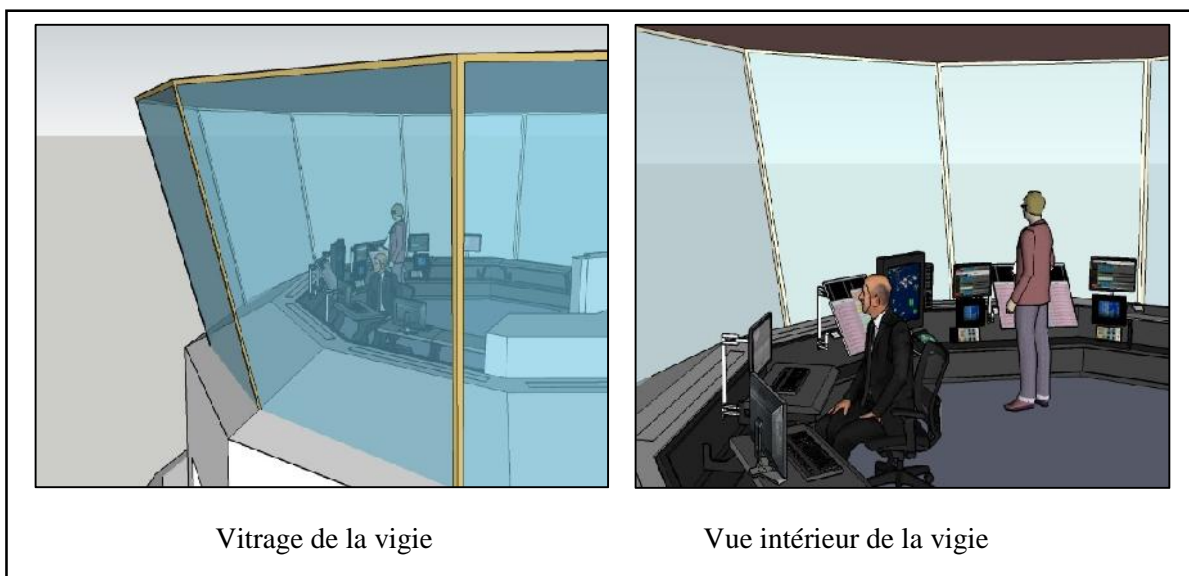


Figure IV.1 : Images rendu représente le cas d'étude (espace vigie)

Source : Auteur.

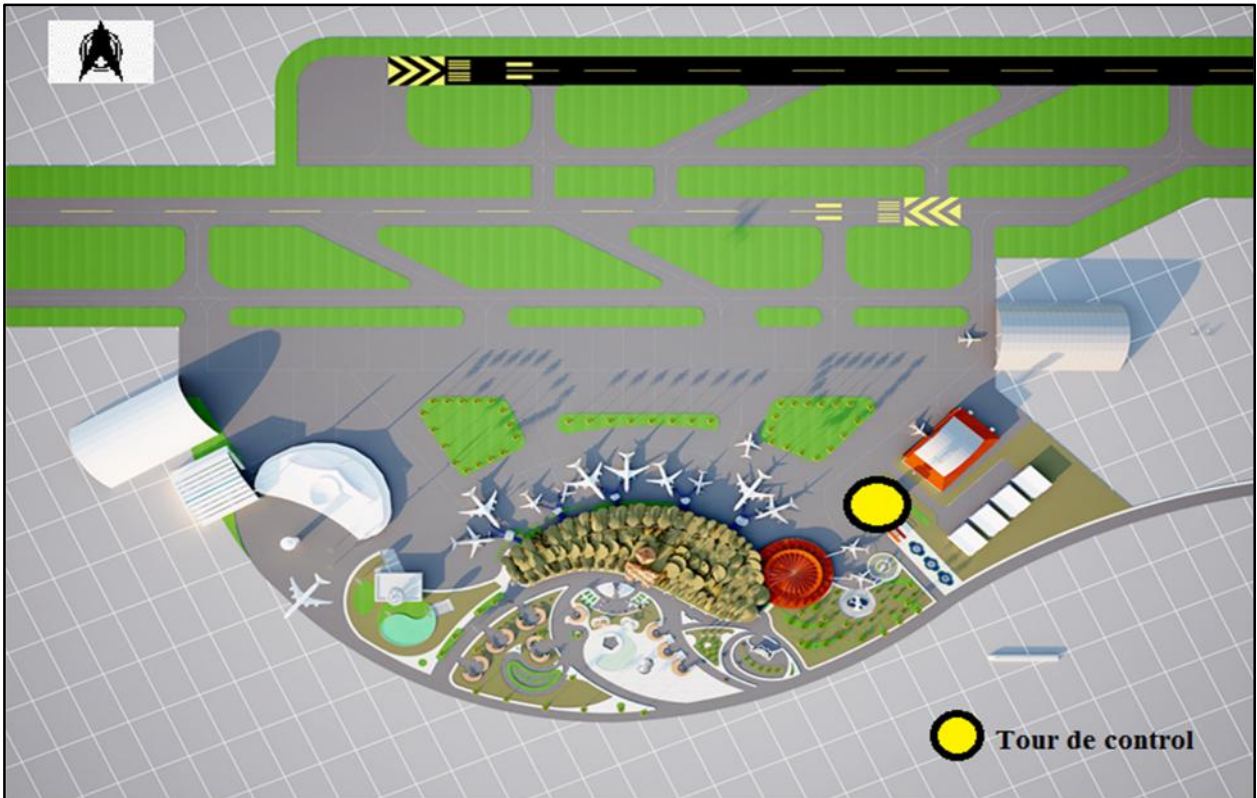


Figure IV.2 Plan représente la position de la tour de control

Source : Auteur.

Les stratégies de confort :

Le spécifié de l'espace étudié caractérisé par la température élevée nous mène à s'appuyer sur la stratégie du froid basé sur les principes :

- Isoler les surfaces en contact avec l'extérieure,
- Eviter les rayons solaires,
- Dissiper la chaleur excessive par ventilation naturelle de jour et de nuit pour refroidir.

Présentation de logiciel de simulation :

Energy plus 9.2.0 :

Energy Plus est un programme de simulation énergétique des bâtiments. Il offre une analyse d'énergie et une de simulation de la charge thermique. Sur la base de la description d'un utilisateur d'un bâtiment à partir de la perspective de la constitution physique du bâtiment et des systèmes mécaniques, Energy Plus calcule le chauffage et le refroidissement des charges nécessaires pour maintenir consignes de régulation thermique.

La période de simulation:

La période de simulation : de 01/01/2020 au 31/12/2020.

Pour la simulation on a choisi deux jours significants :

Le jour le plus chauds et le jour le plus froid 21 aout et 21 janvier.

Qui sont caractérisé par :

Tableau IV. 1 : Caractéristiques de design day selon Hassi Messaoud DDY File.

Source : Auteur.

	21 aout	21 janvier
Maximum dry bulb Temp	47.1	19.9
Daily Dry bulb Temp Range	14.2	15.4
Humidity indicating at max temp	22.6	11.5
Humidity indicating type	Wetbulb	wetbulb
Wind speed / direction	3.6	2.8

Confort thermique adaptative de la ville de Hassi Messaoud :

Le confort thermique adaptatif est défini tous les mois de l'année par rapport à la température extérieur.

Le mois juillet : Dans notre zone d'étude qui se caractérise par un climat chaud et sec, le confort d'été est le plus recherché, vu que la période estival s'étale sur une durée de sept mois. La température extérieure maximale atteint 47 C° pendant la journée.

Pour une température extérieure de 47 C°, la température de confort thermique est entre 30.40 C° et 35.40 C°.

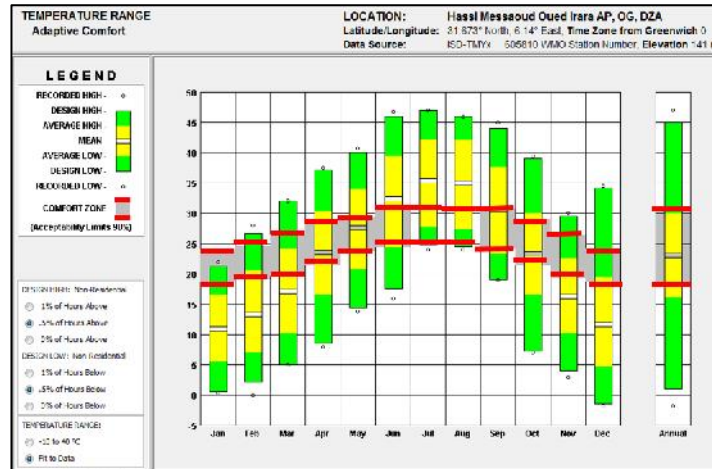


Figure IV.2 : Zone de confort thermique.

Source : Outil Climate consultante 6.0

Les étapes de simulation :

Le Cas Initiale:

Les éléments de construction de la vigie :

Summer design day (21 aout) :

Par l'utilisation de Vitrage la courbe de température de l'espace simulée a un grand différence de température entre l'intérieur et l'extérieur, à cause de l'effet de serre, Avec une variation minimum de 31.32 C° et maximum 58.59 C°, La température de l'espace étudié est loin de la plage de confort.

La période entre 7h00 et 19h00 la température intérieur est très chaude, cette température et engendrée par le rayonnement solaire directe et par conduction à travers le toi.

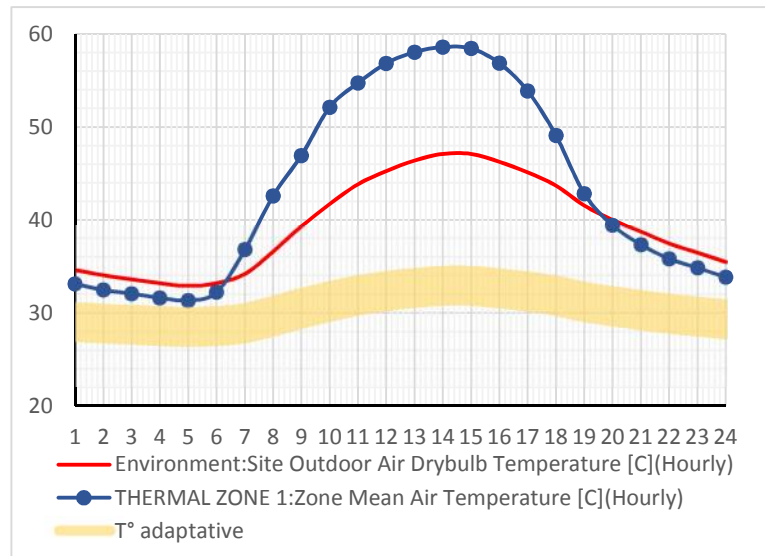


Figure IV.3 : Courbe represente la temperature interieur en été (Cas initial)

Source : Auteur.

Winter design day (21 Janvier) :

La température de l'espace simulée varie entre 08.00 C° et 38.6 C°, avec un large écart entre jour et nuit de 30.6 C°.

La température intérieure est inférieure à la plage de confort du 19h00 au 8h30. Et supérieur à la plage de confort du 9h15 au 17h45. A cause de l'effet de serre.

Le grand écart de température est engendré par la faible résistance thermique du matériau de vitrage.

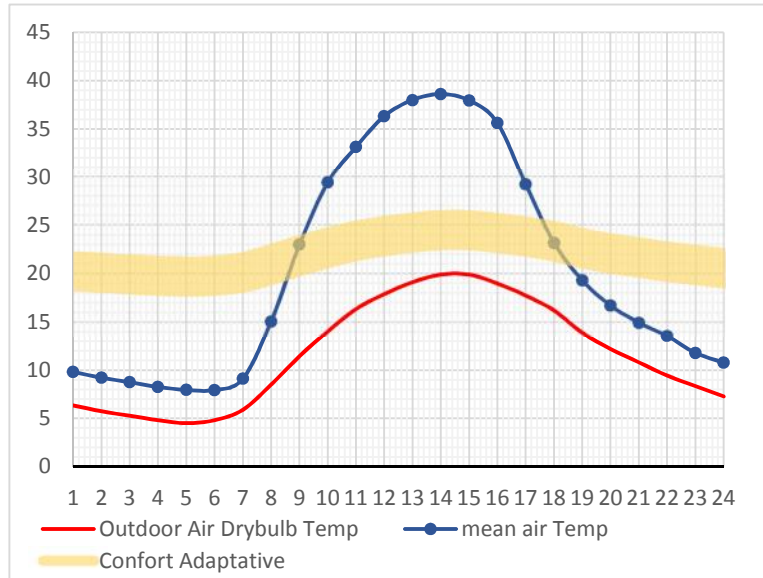


Figure IV.4 : Courbe représente la température intérieure en hiver (Cas initial)

Source : Auteur.

L'application des strategies du froid :

1 Isolation du toi :

<p>Layer: Outside</p>	<p>Layer: Outside</p>	<p>Roughness: Smooth</p> <p>Thickness: 0.012700 m</p> <p>Conductivity: 0.160000 W/m·K</p> <p>Density: 784.900000 kg/m³</p> <p>Specific Heat: 830.000000 J/kg·K</p> <p>Thermal Absorptance: 0.900000</p> <p>Solar Absorptance: 0.400000</p> <p>Visible Absorptance: 0.400000</p>
Toit (cas initial)	application de l'isolant	Caractéristiques de matériau isolant

Figure IV.5 : Captures représente le configuration de materiau isolant

Source : Auteur.

Summer design day (21 aout) :

L'isolation du toi a rendu une fort diminution de la température intérieur qui arrive jusqu'à 8.0°C à 13h00. À cause de la grande altitude des rayons solaires incidents sur le toit en été. Ce qui signifie qu'une grande partie de la température intérieure a été incidé par le toit.

Et à la période de nuit. L'isolation du toit reste avec une influence négligeable.

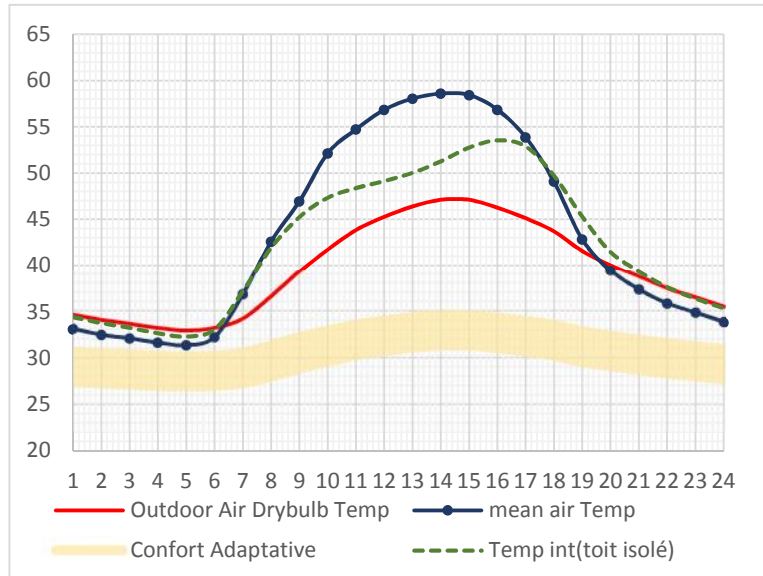


Figure IV.6: Courbe represente la temperature interieur en été (Cas de toit Isolé)

Source : Auteur.

Winter design day (21 Janvier) :

A la periode d'hiver, l'isolation du toi sert a auguementer la temperature interieure prés de 5° c du 00h00 à 8h00 et du 18h00 à 24h00, et il a aider a garder la temperature interieure .

Du 11h00 à 15h00 la temperature interieur a diminuer de 1.8°C, on remarque que l'isolation de toit en été a une failble influence le jour, a cause des rayons solaires directes a une failble altitude, et elles pénétrent par le vitrage de façade.

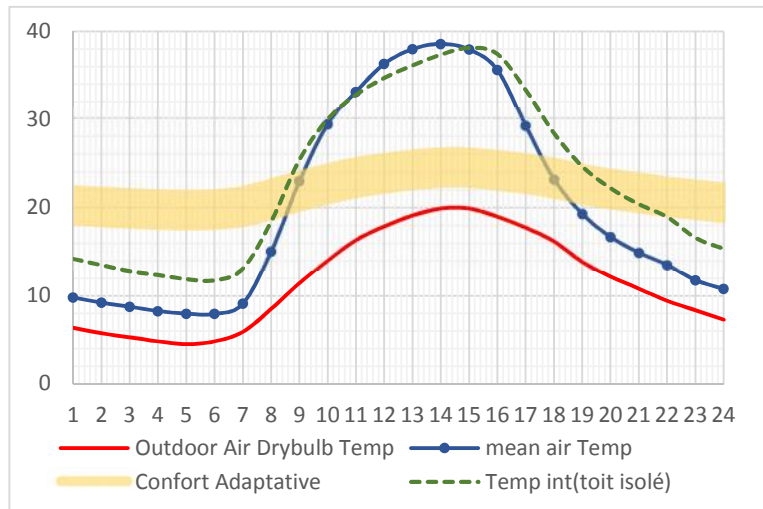


Figure IV.7: Courbe represente la temperature interieur en hiver (Cas de toit Isolé)

Source : Auteur.

2 Protections du toit contre les rayons solaires:

Pour éviter de plus les apports solaires, on essaie de réfléchir les rayons solaires par des plaques métallique "Cool Roof" de couleurs claires avec une lame d'air a but de couper la transmission de chaleur par conduction.

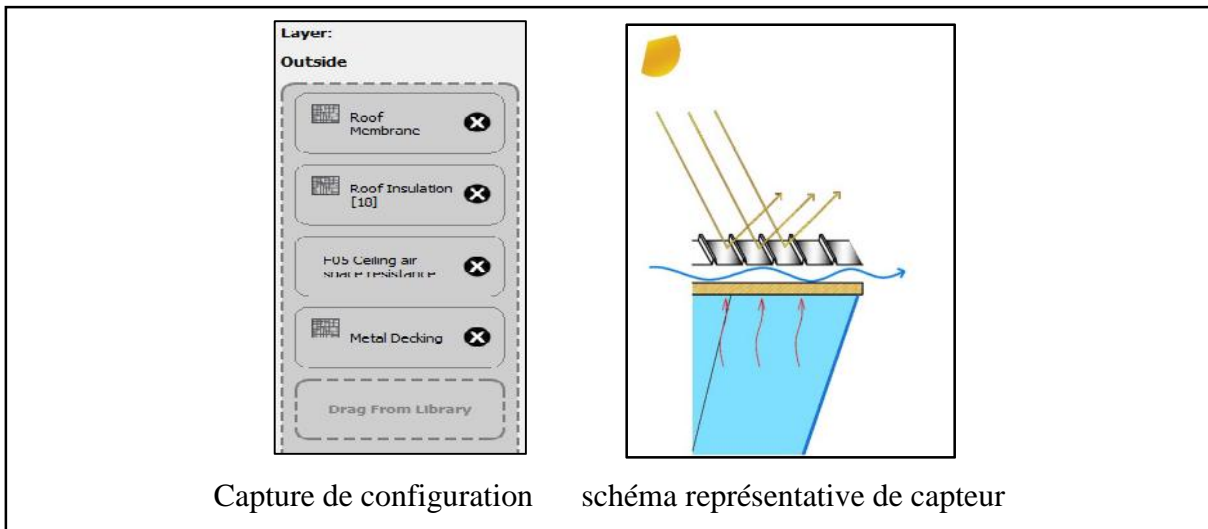


Figure IV.8 : représente la configuration de réflecteur des rayons solaires

Source : Auteur.

La réflexion des rayons solaires incidents sur le toit a une faible influence sur la température intérieure, dans les limites de 1°C pendant la période du jour, en été comme en hiver. Ce signifie que la majorité de la température intérieur est engendré à travers le vitrage.

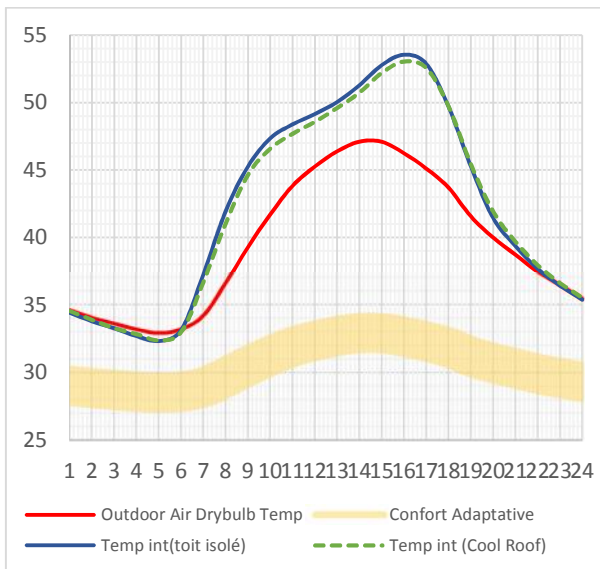


Figure IV.9 : T°int en été (Cas de reflecteur)

Source : Auteur.

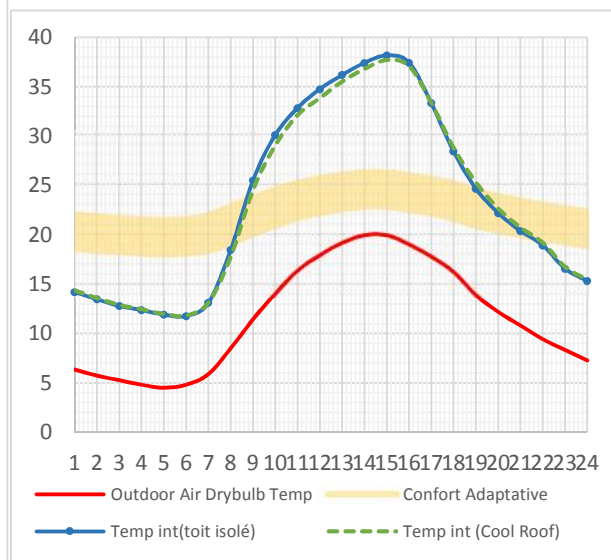


Figure IV.10: T°int en Hiver (Cas de reflecteur)

Source : Auteur.

3 L'Utilisation des protections verticales :

Les protections verticales ne doit pas gêner la visibilité impératif des contrôleurs aériens. Un angle de 35° de l'horizon doit être assuré pour le contrôleur aérien assise.

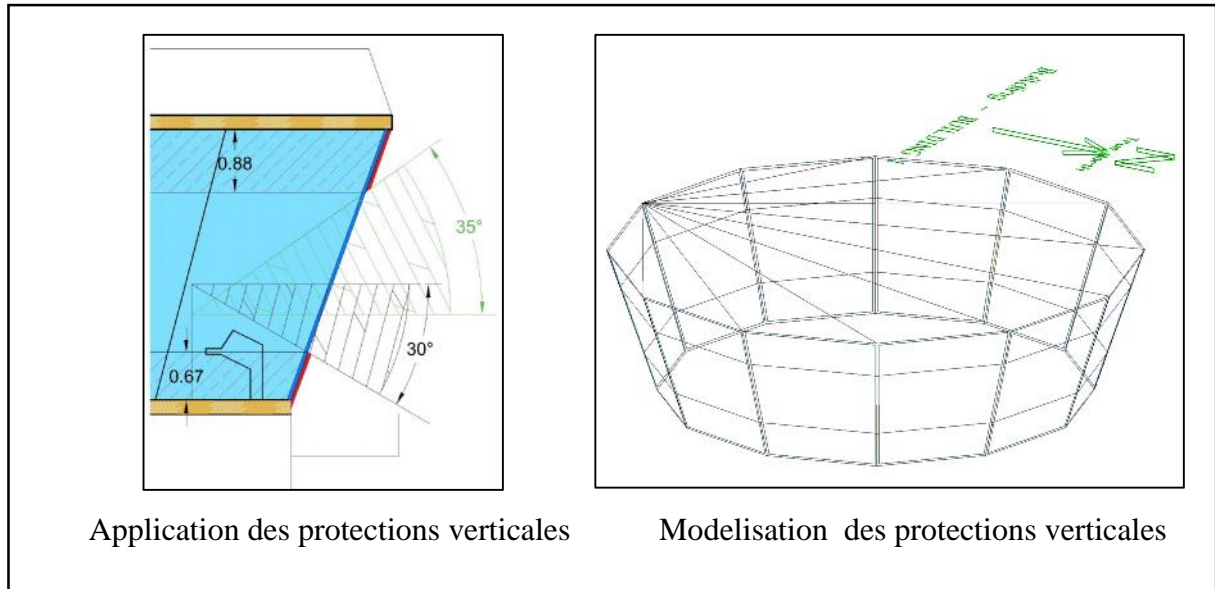


Figure IV.11 : Schéma représente la configuration de réflecteur des rayons solaires

Source : Auteur.

L'application des protections verticales en été à aider de diminuer l'apport solaire de 1.5°C du 8h00 à 18h30, la protection verticales a un plus fort influence entre 8h00 à 10h30 et entre 15h30 et 17h30 à cause de faible altitude du soleil.

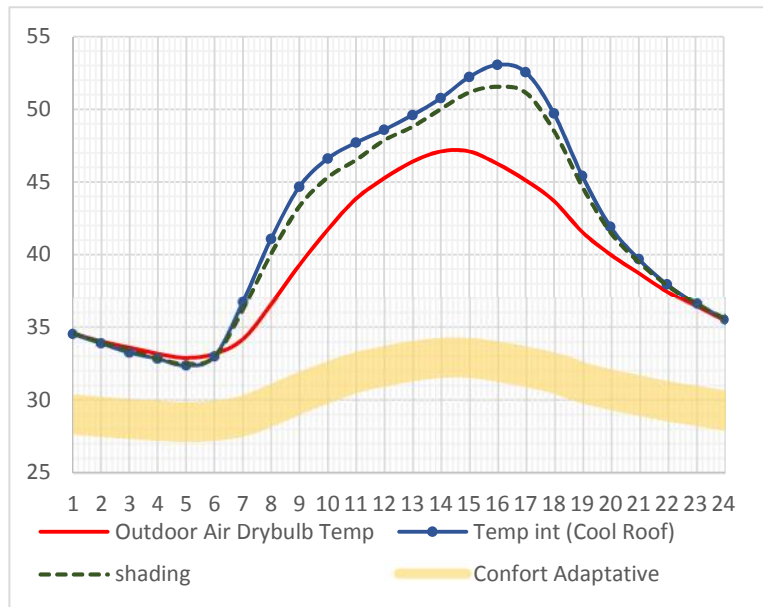


Figure IV.12 : T°int en été (Cas de l'utilisation de protection verticale)

Source : Auteur.

L'influence des protections verticales En hiver est plus fort, la température intérieur a été diminuée de près de 3° à cause de réflexion des rayons solaires directs.

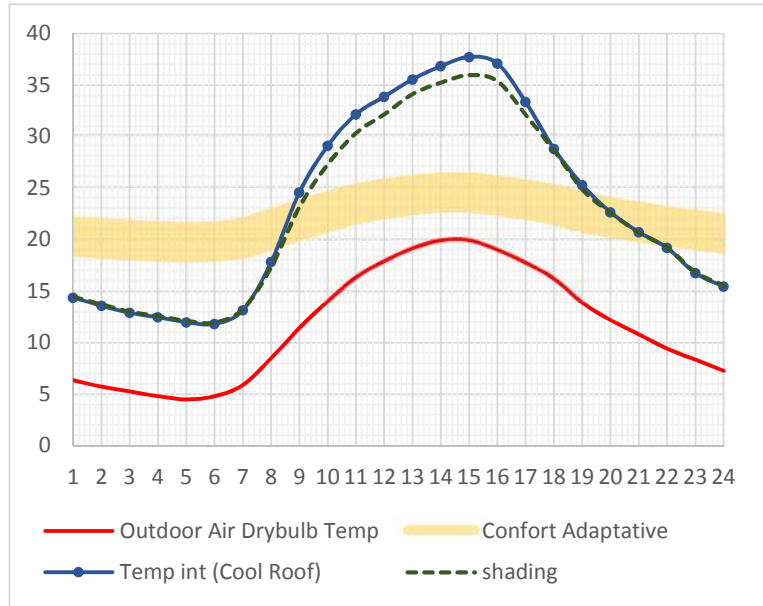


Figure IV.13 : T°int en hiver (Cas de l'utilisation de protection verticale)

Source : Auteur.

4 Ventilation naturelle:

L'intégration de système de ventilation naturel en exploitant de l'effet de tirage thermique par cheminée, on peut exploiter l'espace du fut du tour de control (cage d'escaliers), sous la vigie qui est bien isolé et plus froid par la création des ouvertures au-dessus de la vigie pour créer un courant d'air de double flux, a but de rafraichir notre espace étudié dans la période de climatisation.

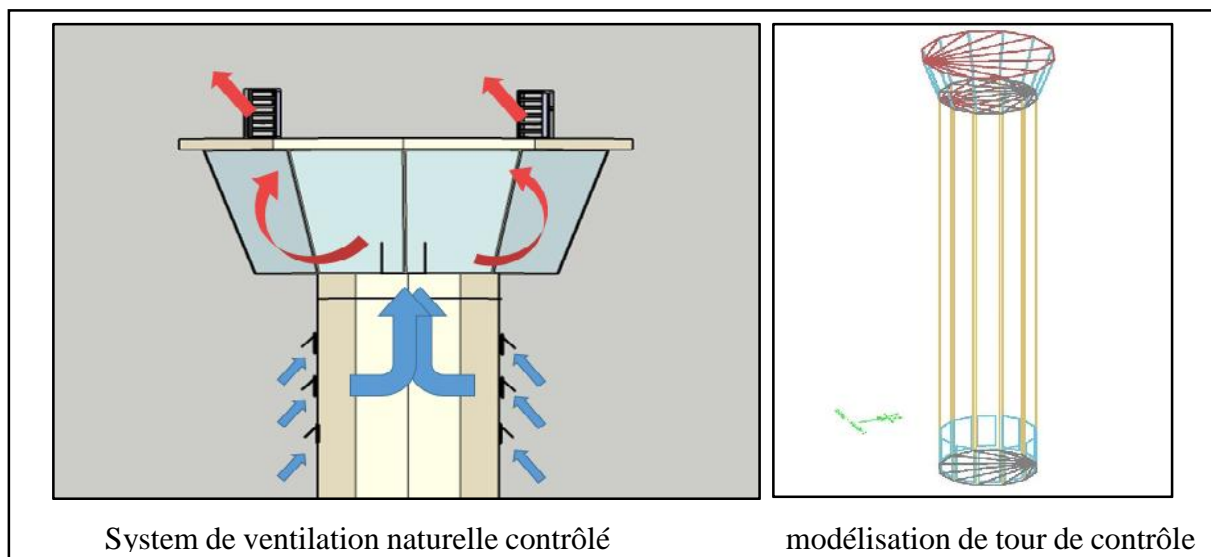


Figure IV.14 : Schéma représente la configuration de la ventilation naturelle

Source : Auteur.

Paramètres de ventilation naturelle :

La création des ouvertures auto contrôlés en fonction de température (**operable windows with thermostat**)

Tableau IV.2 : Parametres de contrôle de **operable windows** .

Source : Auteur.

On a réglé le Programmation de ventilation naturelle de sorte que T-int est entre 21°C et 60°C, et T-ext est entre 15°C et 58°C et l'écart est inférieure de 02°C et vitesse du vent inférieure de 6 m/s, donc les '**Operable Windows**' s'ouvrent par une fraction relative, pour activer la ventilation. Ces paramètres permettent d'une ventilation naturelle rafraichissant sans gêne et sans effet négative sur la température intérieur.

Parametre	Valeur
Min Indoor Temp (c°)	21
Max Indoor Temp (c°)	60
Max in-outdoor Temp difference (c°)	02
Min Outdoor Temp (c°)	15
Max Outdoor Temp (c°)	58
Max wind speed (m/s)	6

L'influence de ventilation naturelle au Design day apparait de manière timide, donc la simulation est calculé durant tout l'année (Run période de 01/01 au 31/12) pour déterminer l'effet en détail.

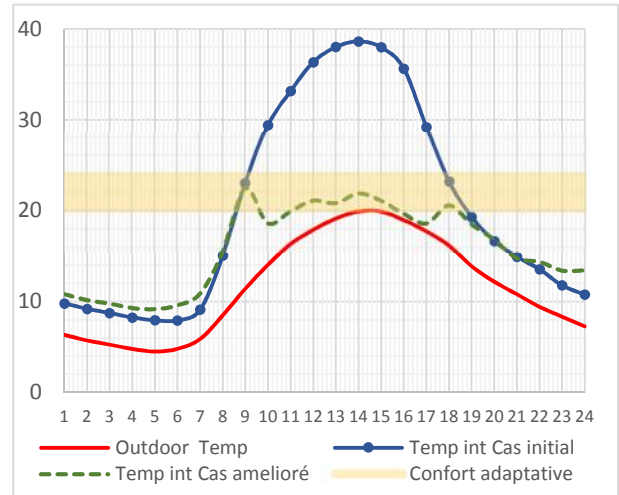
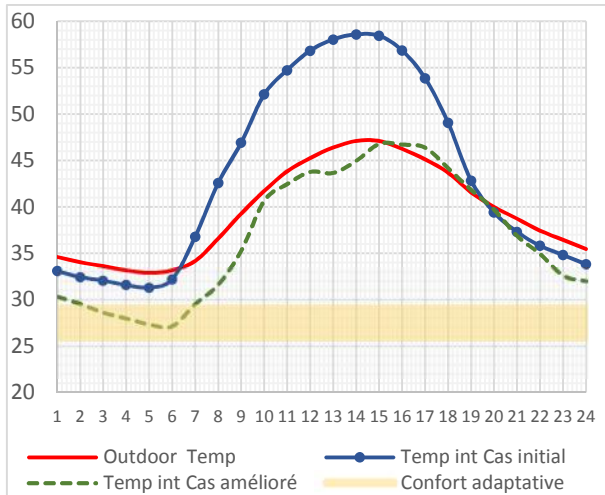


Figure IV.15: T°int en été (ventilation naturelle) Figure IV.16: T°int en hiver (ventilation naturelle)

Source : Auteur.

Source : Auteur.

La ventilation naturelle contrôlée a une influence très importante sur la dissipation de la température intérieure.

Le gain maximum obtenu par ventilation naturelle est de -15.7°C le 23 décembre à 15h00, et on a obtenu un gain de -5° et plus dans 2196 heures par 8760 heures de l'année. Et de gain de -1° au moins dans 4527 heures.

Evaluation de confort thermique :

Depuis les diagrammes de simulation en passant par plusieurs stratégies on a marqué d'un important gain qui arrive à diminution de -23.58° C le 11 mars à 13h00, et atteindre le zone de confort dans 3035 heures pendant l'année par rapport 1880 heures dans le cas initial.

Tableau IV.3 : Les heures de confort dans le cas amélioré par rapport au cas initial.

Source : Auteur.

	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	JUI	JUIL	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
Heurs de confort (Cas initial)	78	70	118	136	174	207	246	241	223	197	121	69
Heurs de confort (Cas Amélioré)	181	201	236	251	276	287	264	268	318	338	263	152

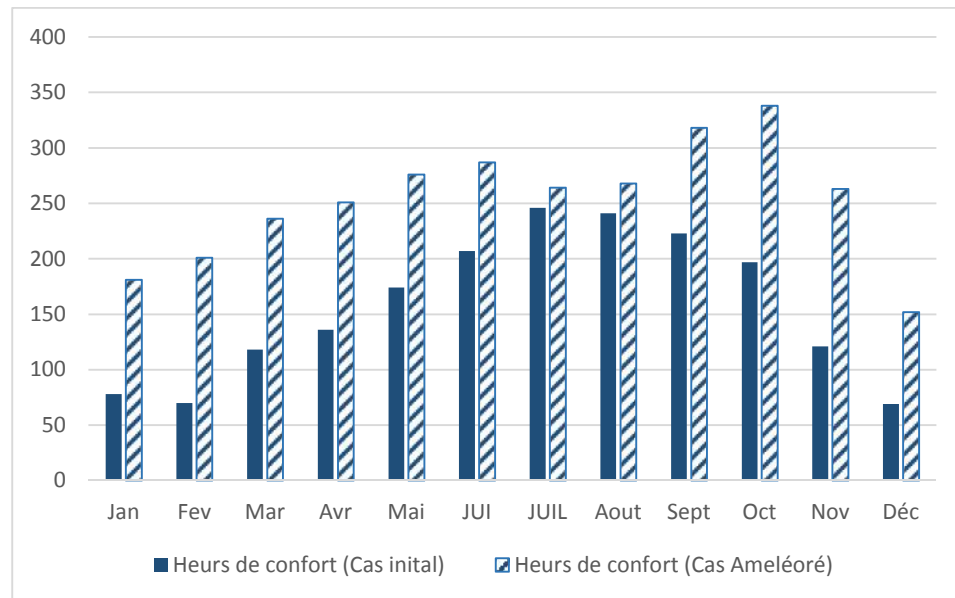


Figure IV.17: Représente les heurs en confort de cas amélioré par rapport au cas initial

Source : Auteur.

Mais le confort thermique n'est pas encore atteint, et il faut d'intégrer un system de climatisation et de chauffage complémentaire.

L'integration du System HVAC:

La presence du vitrage en 360° a fait le confort thermique est difficile a atteindre par les solutions passifs et il est donc necessaire de prevoir un system de climatisation et de chauffage artificiel HVAC (Heating, ventilation, and air conditioning) Pour atteindre le niveau de confort thermique.

Le système choisi et le system **Packaged Rooftop VAV with Reheat.**

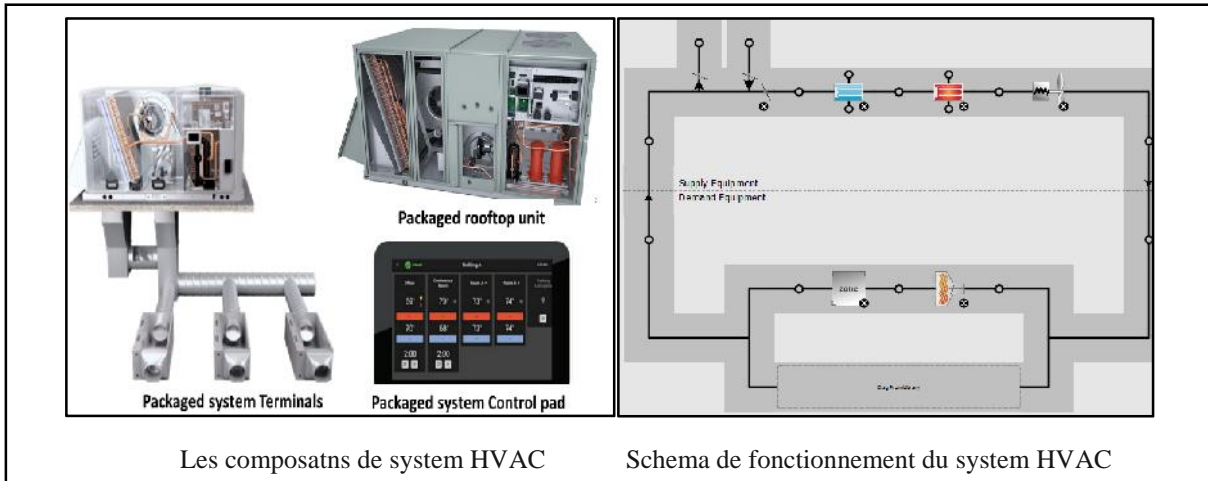


Figure IV.18: images represente les composants de system HVAC.

Source : Auteur.

Paramètres de Schedule:

Depuis le diagramme de confort adaptatif on détermine : Heating and Cooling set point

Tableau IV.4 : Paramètres de Schedule.

Source : Auteur.

	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	JUI	JUIL	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
Heat setP	19.5	20	20.5	22.5	24	25	25	25	23.5	21.5	20	19.5
Cooling setP	24.5	25	26.5	28	28.5	30.5	30.5	30.5	30.5	28.5	26	24

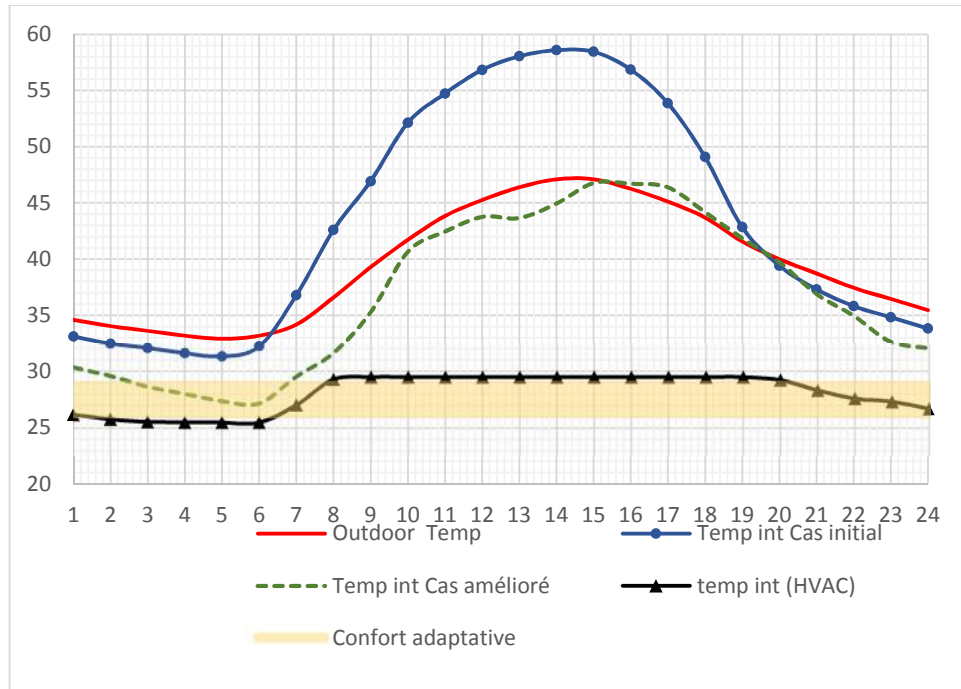


Figure IV.19 : Courbe represente la temperature interieur en été (Cas de l'utilisation HVAC)

Source : Auteur.

D'après le diagramme ; la période de climatisation est considérable durant les mois été, à cause de l'effet de serre.

Le système HVAC a été utilisé comme une outils complémentaire pour garantir parfaitement le Temperature interieur au plage de confort.

L'estimation de besoin en energie :

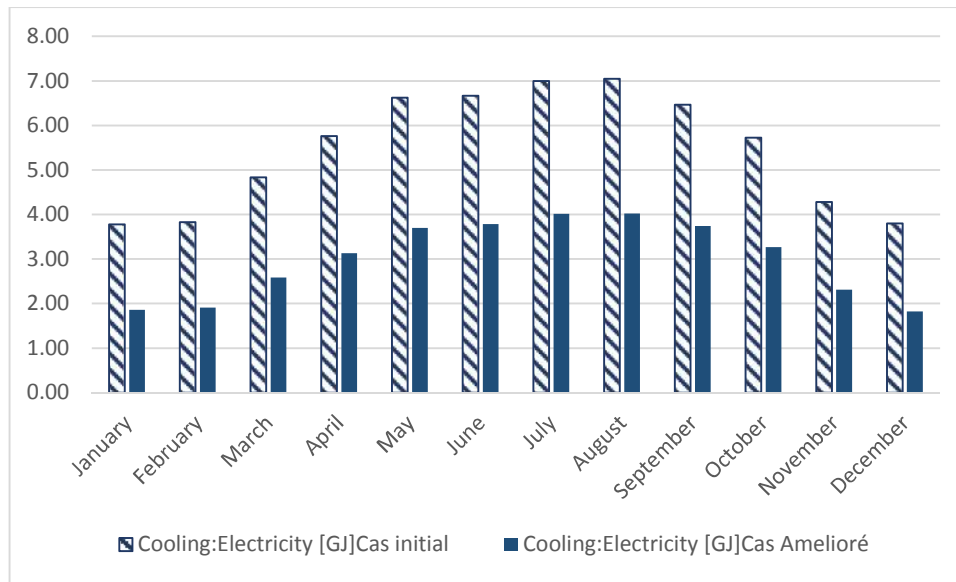


Figure IV.20 : Diagramme represente l'Energie necessaire de climatisation avant et apres l'amelioration

Source : Auteur.

Les Charges en énergie consommées dans le cas initial par le system HVAC Durant la période de simulation sont de 65.8 GJ en Electricité. Par contre le cas amélioré la climatisation a besoin de 36.15 GJ avec un gain de 45%.

Tableau IV.5 : Paramètres de Schedule.

Source : Auteur.

Electricity: [GJ] Cas initial	Electricity: [GJ] Cas amélioré	Gain
65.8	36.15	45%

L'application des stratégies de froid a une forte influence sur le bilan énergétique qui permet de conserver près de 45% de l'énergie destiné vers la climatisation.

Conclusion :

L'espace de la vigie –par le vitrage de 360°- présente un grand défi en matière de propriétés thermiques, et les conditions extrêmes de la région font très difficile de bien maîtriser le confort thermique intérieur. Les solutions adaptées pour notre espace ont une influence désirable, elles ont aidé à diminuer la température intérieure d'une valeur considérable de -23.58° C.

Ce qui a permis de diminuer le bilan énergétique de climatisation par 45%, mais le confort thermique reste n'est pas encore atteint, ce qui nous mène à prévoir un système de climatisation et de chauffage complémentaire (actif).

Conclusion générale :

A travers cette recherche nous avons essayé de concevoir un projet d'un aéroport international à la nouvelle ville de Hassi Messaoud qui s'inscrit dans une démarche globale de développement durable. En premier lieu, on a élaboré une recherche théorique, dont on a défini la notion de confort thermique ces différents paramètres. Nous pouvons dire que le confort thermique est une sensation psycho-physiologique faisant intervenir plusieurs paramètres ; liées à l'environnement et d'autres liées à l'individu, et pour l'évaluation du confort on a basé sur l'approche adaptative ; considère l'usager comme un élément actif avec sa capacité d'adapter l'ambiance à son environnement.

Ensuite à travers une étude contextuelle, on est arrivé à limiter les considérations urbanistiques et les contraintes climatiques de la nouvelle ville de Hassi Messaoud qui caractérise par un climat chaud et aride, Afin d'intégrer le projet dans son contexte.

On a conclu que la conception d'un aéroport nécessite, en plus des caractéristiques des équipements de transport aérien telles que le bon fonctionnement, l'importance de l'aménagement extérieur, la variété des accès selon les usagers et le choix des matériaux et des couleurs ...etc. la prise en considération des besoins de contrôle aérien dans la conception comme la programmation des espaces et des fonctions pour le contrôle aérien pour accueillir le contrôleur, pour assurer le niveau recommandé de l'ergonomie.

De point de vue environnemental, on a conclu que la dimension environnementale s'atteint par le concevoir en harmonie avec les conditions du climat dès les phases primaires de processus de conception jusqu'au le choix des matériaux de construction. L'application des principes de la conception bioclimatique tels que, le volume compact, l'utilisation de la végétation, la forme arrondie, l'insertion des atriiums et des patios, l'exploitation de la façade nord et sud et le choix des couleurs claires constituent des solutions efficaces appropriées pour la conception d'un projet avec une dimension environnementale dans les climats chauds et secs.

L'évaluation du confort par simulation, nous permet de vérifier si notre projet ne risque pas d'inconfort à certaines périodes de l'année, et de vérifier l'influence de plusieurs paramètres sur le confort, dans plusieurs variantes et de proposer des tâches de corrections.

Pour la vigie, où le contrôleur aérien passe une grande partie du temps (jour/nuit), le confort thermique est un facteur déterminant de la qualité de l'espace. L'utilisation de la ventilation

nocturne, l'utilisation de la végétation, les dispositifs d'occultation et l'isolation thermique représente une solution efficace pour le confort thermique.

Vu que le confort thermique dans la vigie est n'est pas atteinte parfaitement, une solution artificielle a été utilisé pour assurer le confort thermique pour les usagers de cette espace. Le system HVAC (heating, ventilation, air conditioning) a été utilisé comme une solution actif complémentaire.

Cette présente recherche est un essai de concevoir un projet qui contribue à l'amélioration de la qualité des équipements dans la région du sud algerien. La solution est de concilier entre les différentes dimensions environnementale, contextuelle, thématique et architecturale sans omettre la dimension psychique et les précautions de sécurité, ce qui ouvre autres axes de recherche dont l'objectif est d'élaborer une guideline où un instrument approprié pour la conception des équipements hospitaliers dans les zones chaudes et arides.

Analyse des exemples :

Exemple 01 : Changi Airport of Singapore

Présentation et situation :

L'aéroport Changi de Singapour est situé à Singapour. Il comprend trois terminaux, reliés par un métro automatique léger, ainsi qu'un terminal destinés à certaines compagnies à bas coûts.



Figure A.1 : Vue aerien du l'aéroport Changi

Source : www.archdaily.com



Figure A.2: Situation de l'aéroport de Changi

Source : www.archdaily.com

Accessibilité :

L'aéroport est facilement accessible par train, highway, et bus. Il se situe à 17 minutes par voiture de la ville de Singapour ce qui permet à l'aéroport de bien fonctionner dans le système de transport de la ville.

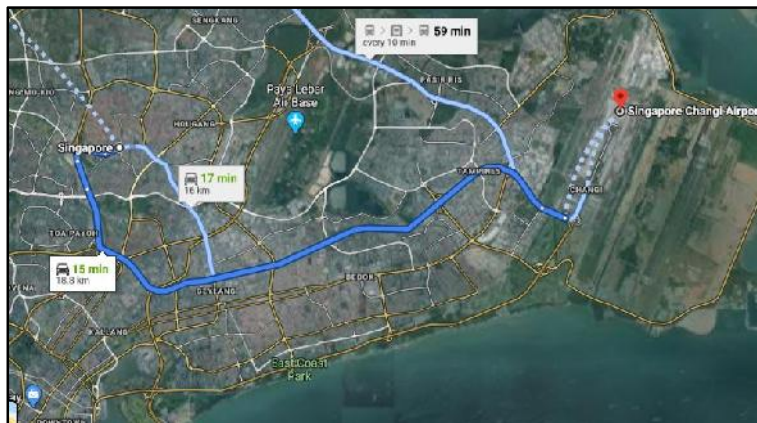


Figure A.3 : Accessibilité de l'aéroport de Changi

Source : www.archdaily.com

Conception :

Architect: Moshe Safdie

Structural engineer: RSP Architects Planners & Engineers Private Limited

Other designers: PWP Landscape Architecture

Le terminal est un dôme de verre et d'acier, dont le centre sera orné et déversant son contenu dans une cascade de 40 mètres de haut. Où les pluies seront recyclées, à la mise en scène de spectacles son et lumière visibles à 360° depuis les terrasses environnantes. Restaurants, magasins, hôtels seront installés sous ce cadre paradisiaque sur une hauteur de cinq étages.

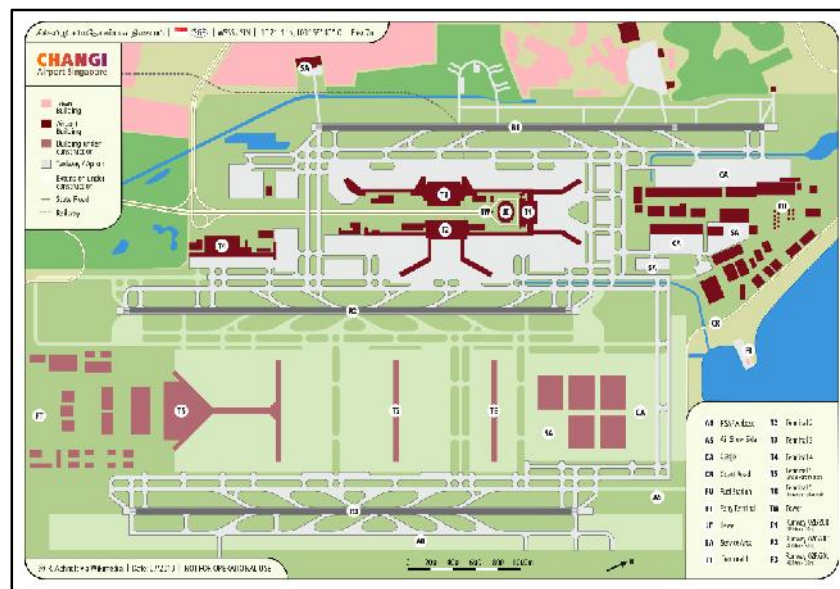


Figure A.4 : Plan de masse de l'aéroport de Changi

Source : www.archdaily.com

Les espaces intérieurs :

- **cascade intérieure** ce qui refroidir et à faire circuler l'air,
- Collectant une quantité importante d'eau de pluie à réutiliser dans le bâtiment
- **jardin intérieur** intégré des expériences spatiales et interactives.
- Un paysage intérieur en terrasses, marque l'impression d'un véritable forêt.



Figure A.5 : Hall centrale de 'l'aéroport de Changi

Source : www.archdaily.com

- **Structure** : de poutres en verre et en acier, formant une serre qui laisse entrer la lumière.
- **Eclairage naturel** diffuse ambiant et confortable pour les voyageurs, assuré par vitrage translucide.

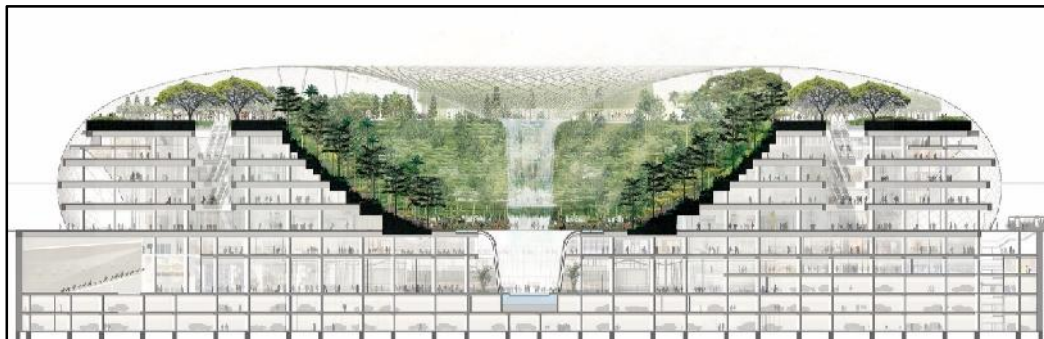


Figure A.6 : Coupe schématique de 'l'aéroport de Changi

Source : www.archdaily.com

Le tour de control

Le tour de control est construit en premier phase, entre deux pistes parallèles,

Hauteur de tour de control et de 81 mètre :

Le vitrage de la vigie a une Inclinaison d'environ 30°.



Figure A.7 : Vue de face sue le tour de control

Source : www.archdaily.com



Figure A.8 : position de tour de control

Source : www.archdaily.com

Exemple 02: Abu Dhabi New Airport :

III. 2. 4. 1 Présentation et situation

L'entreprise nationale des aéroports d'Abu Dhabi; pour l'accélération de la cadence du développement économique a créé le grand aéroport comme un carrefour, pour le service des voyageurs et leurs affaires. L'aéroport respecte les règles internationales, et conforme aux demandes montantes liées aux préoccupations futures. Il est situé près de la capitale .

III. 2. 4. 2 Conception

La situation permet à l'aéroport de bien fonctionner a cause de l'intégration de ce dernier dans le système de transport de la ville .

En plus de sa fonction, la tour est exploitée par d'autres fonctions pour les passagers.



Figure A.9 : Situation de l'aéroport.

Source : Autour

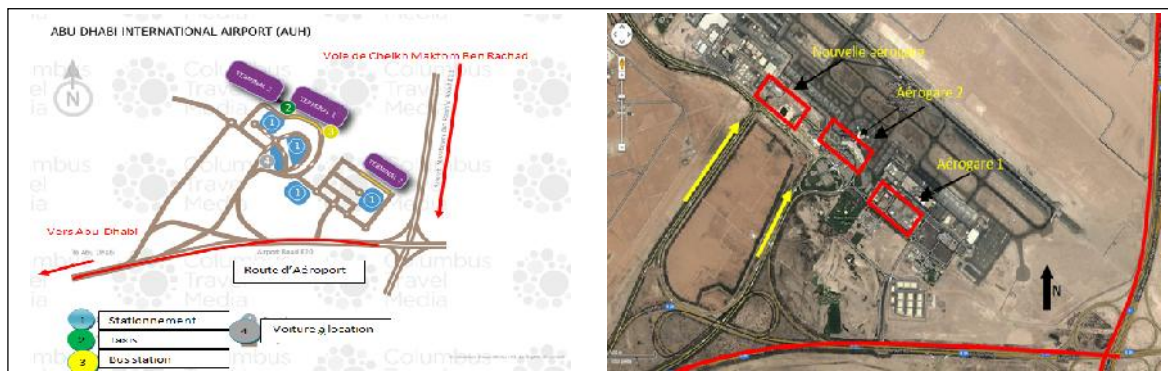


Figure A.10 : L'accessibilité de l'aéroport.

Source : www.Air-abudhabi.com.

Tour de control :

Le tour de 109 mètres de haut se compose d'un seul bâtiment avec une vigie en haut et contrôle d'approche au niveau 1.



Figure A.11 : Le tour de contrôle.

Source : www. Air-abudhabi.com.

Des éléments de structure continus, sous forme d'un arbre, montrent le système d'une coque qui supporte une toiture légère en métal. Avec l'intégration de la nature (végétation) à l'intérieur pour la récréation des passagers. Un espace intérieur plus vaste bien éclairé naturellement et artificiellement, et l'implantation des éléments, anime l'intérieur et oriente le passagers .

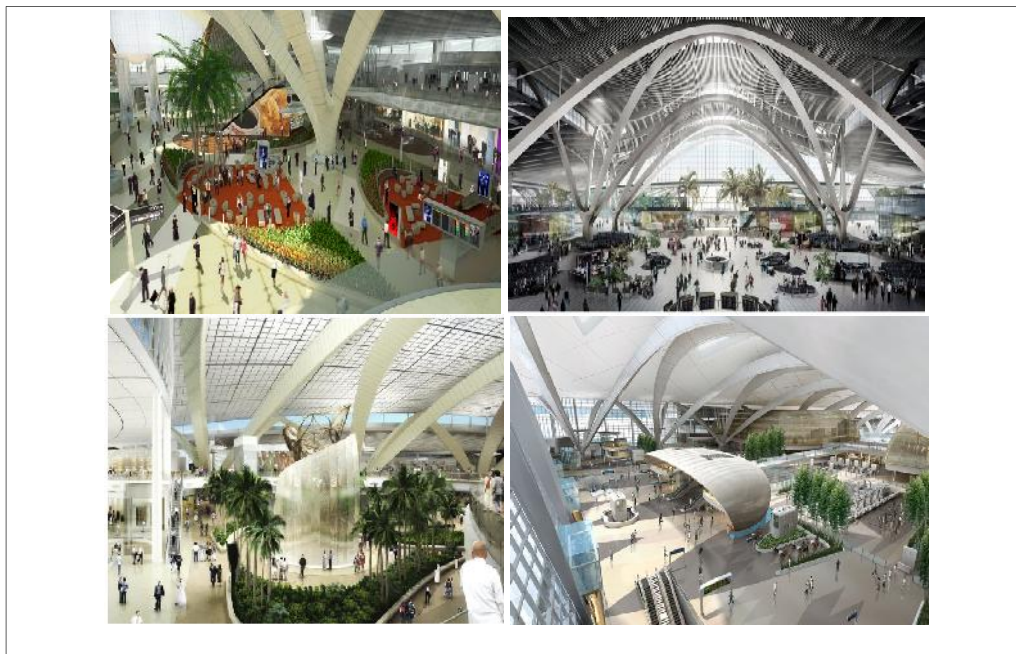


Figure A.12 : Vues de l'intérieur .

Source : www. Air-abudhabi.com.

Les espaces extérieurs :

Un choix de plantes réussi pour ne pas cacher les façades et l'implantation d'un lac d'eau reflété sur le vitrage. L'utilisation d'un auvent, avec le prolongement des éléments intérieurs dans la face extérieure, donne un bon aspect aux façades. Une façade libre avec un sky-line ondulé. La façade a une hauteur énorme vis-à-vis l'échelle du corps humain. L'utilisation d'un auvent avec le prolongement des éléments courbés montrent l'harmonie de l'enveloppe architecturale.

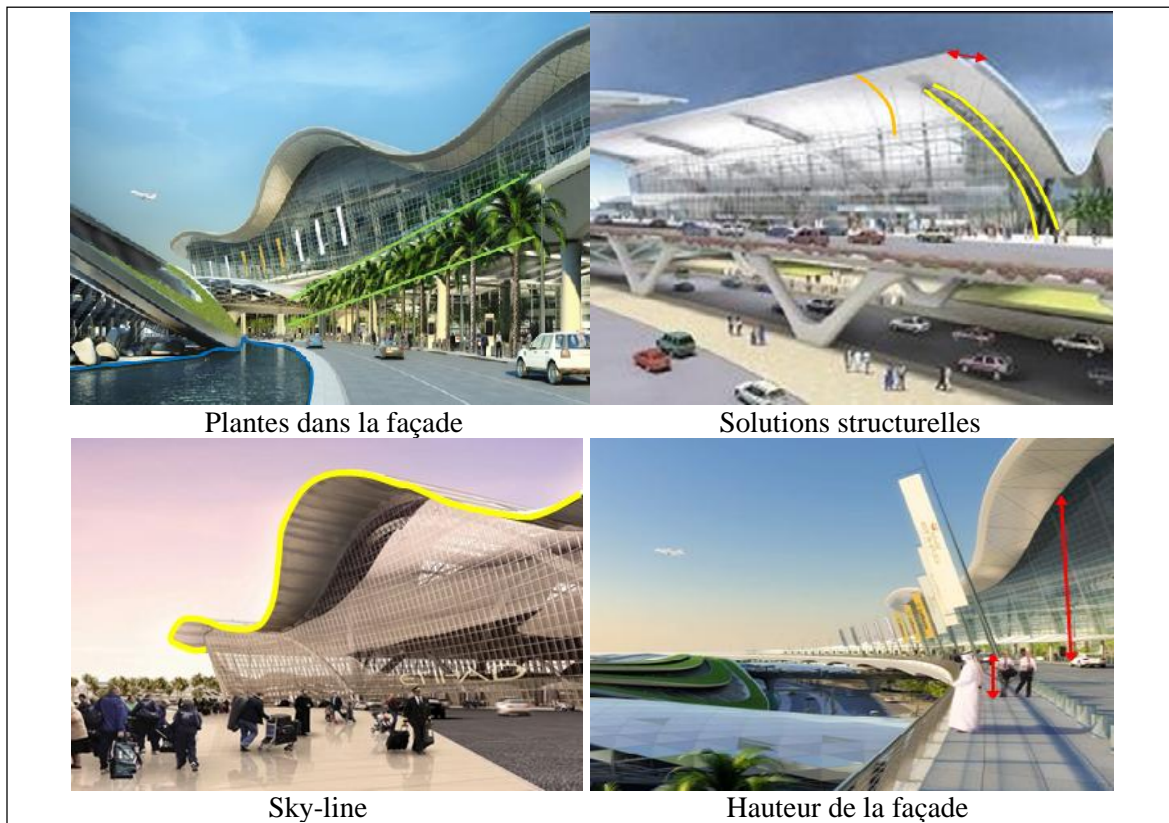


Figure A.13 : Les façades.

Source: www.Air-abudhabi.com.

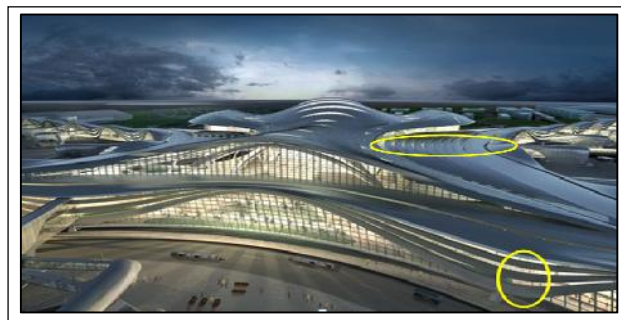


Figure A.14 : Traitement de la toiture.

Source: www.Air-abudhabi.com.

Exemple 03 : PEARL RIVER TOWER,

Presentation et situation:

La Tour de la Rivière des Perles est un gratte-ciel à faible consommation d'énergie. Elle mesure 309,60 mètres pour 69 étages.



Figure A.15 : Pearl River Tower

Source: www.som.com

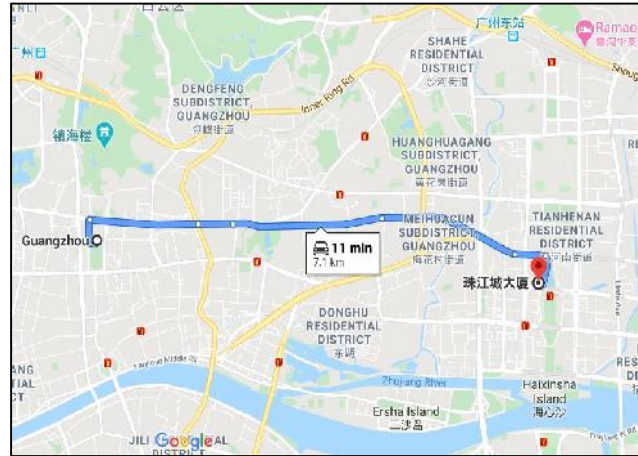


Figure A.16 : Situation du tour

Source: www.google.com/maps

Les principales innovations de cette tour résident dans son orientation au développement durable. Des panneaux photovoltaïques sur les vitres et des éoliennes à axes permettre à cette tour, du moins théoriquement, de produire plus d'énergie qu'elle ne devrait en consommer et en faire un bâtiment à énergie positive.

Accessibilité :

Le projet est accessible par un large réseau routier à partir de la province de Guangzhou (11 min par voiture) à proximité de Hong-Kong,

Conception :

System de ventilation Naturelle :

Radiant-Cooling par ventilation naturel contrôlé.

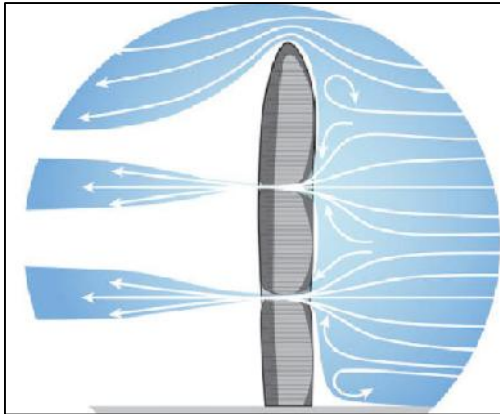


Figure A.17 : principe de ventilation naturelle

Source : www.architecturalrecord.com

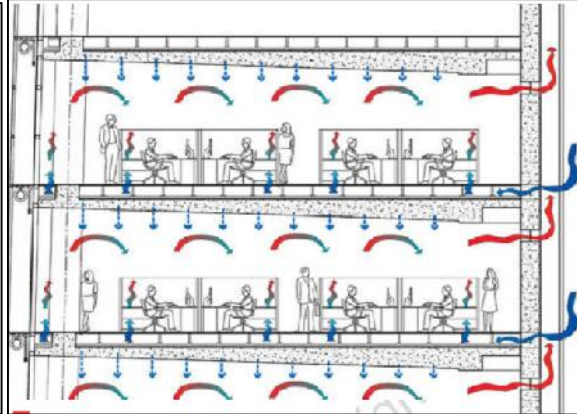


Figure A.18 : Refroidissement par radiation

Source : www.architecturalrecord.com

Production de l'énergie :

L'intégration des panneaux Photovoltaïque. Et Economiser les dépenses de chauffage artificiel.

Production de l'énergie électrique : par vertical Wind turbines



Figure A.19 : Vertical Wind turbines

Source : www.architecturalrecord.com

Exemple 04: O'Hare's South Control Tower :

La nouvelle tour de contrôle du trafic aérien sud et le bâtiment de base de 207 pieds de haut desservent la nouvelle piste au sud de l'aéroport international de Chicago O'Hare. La conception fournit une solution simple, économique et durable pour répondre aux besoins opérationnels.



Figure A.20 : O'Hare South control Tower

Source : www.architecturalrecord.com



Figure A.21: Vue satellite de l'aéroport

Source : www.architecturalrecord.com

L'aspect de la conception simple, durable qui a la flexibilité de s'adapter au changement à mesure que les nouvelles technologies avancent.

Le projet utilise un certain nombre de stratégies durables, y compris un vaste toit vert et le chauffage / refroidissement géothermique, et n'est que la troisième tour de contrôle du trafic aérien aux États-Unis à obtenir LEED Gold.

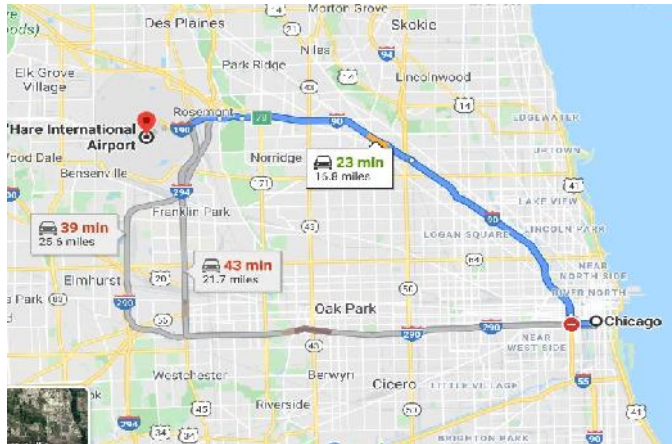


Figure A.22: Situation du projet

Source : www.architecturalrecord.com

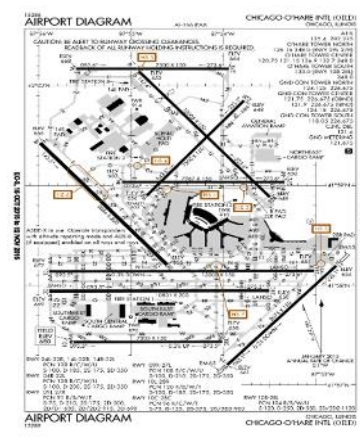


Figure A.23 : les pistes de l'aéroport

Source : www.Wikipedia.com

Prinipes:

Le prjet et cerifiée LEED par ça reduction de consommation (- 25% d'énergie et - 40% d'eau)

- Le toit végétalisé réduit la demande de climatisation, et aide à rétention des eaux pluviales.

- Système géothermique : utilise des températures sousterrains.

- Assurer l'éclairage naturel au moins pour 80% pour les utilisateurs de l'espace.

Vitrage :

La qualité des vitrages utilisés doivent offrir une parfaite transparence et un bon « rendu » d'image. Inclinaison de vitrage de la vigie assuré.



Figure A.24 : Vue de la vigie.

Source : www.exp.com

Bibliographie

Ouvres , theses, revues :

1. Aérodromes C4452 - Prise en compte des données locales, p35.
2. AHMADREZA. F, 2018.*Thermal comfort in hot dry climates*, Edition Routledge, p 79.
3. Alain Liébard, André De Herde, 2005, *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique*.Edition Moniteur.
4. AL-SALLAL, Khaled. 2011. *Mitigating Heat Gain Using Greenery of an Eco-House in Abu Dhabi..* International Journal of Environment and Sustainability, P103.
5. Annexe 14 de: O.A.C.I . 2005
6. BENHOUHOU Naim, 2012, *L'impact des matériaux sur le confort thermique, dans les zones semi-arides, thèse magister*, EPAU, p59.
7. CHELGHOUM. Z et BELHAMRI. A, 2011, *Analyse des propriétés thermiques des matériaux de construction utilisés dans la villa de Tamanrasset*, Université Constantine, p51.
8. DGAC. 2007, Les tours de contrôles les exigences qualitatives.
9. Ecotect Weather Tool.
10. Encyclopédie universelle Encarta 2011
11. Hadbaoui, Hicham & Bourbia, Fatiha. 2018. *Pratique du biomimétisme dans l'architecture bioclimatique* .Université Constantine, p 61.
12. Hassi Mesaoud 2017 ASHRAE Handbook, Ecotect Weather tool.
13. Hassi Messaoud Weather File
14. LAPISA Remon, 2015 . *Étude du rafraîchissement passif de bâtiments commerciaux ou industriels*, Thèse de doctorat,
15. Les passerelles - disposition techniques et critères de choix Décembre 1986, p48.

16. Manuel de conception des aérodromes 4^{ème} édition 2005, p16.
17. MOKHTARI .A, BRAHIMI. K et BENZAIDA.R, 2008.*Architecture et confort thermique dans les zones arides*, USTO, p 309.
18. SEMAHI SAMIR, 2013, *Contribution méthodologique à la conception des logements à haute performance énergétique (HPE)*, thèse magister, EPAU, p104.
19. Techniques de l'ingénieur, Aérodromes C4450 - Description et classification.
20. Techniques de l'ingénieur, Aéroports passagers C4120
21. ZEROUAL DAOUD, 2006, *Impact des gains de chaleur sur la morphologie des batiments cas des climats chauds et arides*, thèse Magister, université de Constantine. p34.
22. تصميم المطارات ومباني الركاب ماجد عباس خلوصي. (MAJID. A ,1998)

Sites Internet :

23. <http://climatedata.e-monsite.com/pages/abc-meteo-climato/introduction-aux-sciences-atmospheriques/classification-de-koppen.html> (consulté le : 2020-09-26 17:40).
24. <http://mamaisonbioclimatique.blogspot.com/p/une-maison-bioclimatique-cest-quoi.html> (consulté le : 2020-02-29 23:01).
25. <http://www.evnh.dz/FR/> (consulté le:2020-09-26 18:00).
26. <http://www.planete-tp.com/une-composante-majeure-de-l-aeroport-a46.html> (consulté le:2020-05-20 20:00)
27. <https://blog.batimat.com/architecture-durable/> (consulté le : 2020-03-03 16:00).
28. <https://en.wikipedia.org/wiki/Windcatcher> (consulté le:2020-05-02 19:00)
29. <https://energieplus-lesite.be> (consulté le:2020-04-03 12:00)
30. <https://worldarchitecture.org> (consulté le:2020-03-12 15:00)
31. <https://www.archdaily.com/915688/jewel-changi-airport-safdie-architects> (consulté le:2020-04-30 15:00)
32. <https://www.architecte-batiments.fr/l-architecture-durable-en-pratique/> (consulté le:2020-06-15 21:00).
33. <https://www.architecturalrecord.com/articles/7971-pearl-river-tower> (consulté le:2020-04-03 15:00)

34. <https://www.climamaison.com/lexique/confort.htm> (consulté le:2020-04-07 21:00).
35. <https://www.energy.gov.dz/?article=projet-de-la-ville-nouvelle-de-hassi-messaoud> (consulté le:2020-05-15 14:00).
36. <https://www.exp.com/resource/chicago-ohares-south-air-traffic-control-tower-achieves-lead-gold/>(consulté le:2020-04-12 22:00)
37. <https://www.google.com/maps> (consulté le:2020-05-25 00:00).
38. <https://www.guidebatimentdurable.brussels/fr/implantation-et-forme-des-batiments-quels-choix-influencent-les-effets-du-vent.html?IDC=7849> (consulté le:2020-02-28 23:00).
39. <https://www.kpf.com/projects/abu-dhabi-international-airport> (consulté le:2020-04-21 12:00)
40. <https://www.notre-planete.info/terre/climatologie> (consulté le:2020-05-15 12:00).
41. <https://www.picbleu.fr/page/habitat-sain-construction-durable-ou-eco-construction> (consulté le : 2020-03-22 18:00).
42. https://www.som.com/projects/pearl_river_tower__sustainable_design . (consulté le:2020-05-27 22:00).
43. <https://www.universalis.fr/encyclopedie/environnement-un-enjeu-planetaire/> (consulté le:2020-09-26 17 :36).
44. [www. Air-abudhabi.com](http://www.Air-abudhabi.com). (consulté le:2020-05-25 23:00).