



## **Remerciements**

Nous tenions à remercier vivement nos encadreurs Mr BABA AHMED et Mr DIDI pour nous avoir guidé dans l'élaboration de ce projet.

Nous remercions également Mr MESSAR pour avoir accepté de présider le jury.

Nous remercions aussi Mlle BENAOUA et Mr HAMDAN pour avoir accepté d'examiner notre travail.

Enfin, nous exprimons notre reconnaissance à tous nos professeurs qui nous ont suivis au fil de notre cursus universitaire.

## Dédicaces

Je dédie ce travail à tout mon entourage pendant mes études :

- A mes parents qui m'ont aidé et soutenu moralement pendant ces années universitaires et au de-là, et que je remercierai jamais autant.
- A mon petit frère et meilleur ami qui a toujours été là quand j'en ai eu besoin.
- A mes grands-mères pour leur guidance durant toute ma vie.
- A toutes les personnes qui sont cher à mon cœur et qui se reconnaîtront dans cette phrase.
- A mes professeurs qui m'ont guidé et appris énormément le long de mon cursus universitaire.
- A mes amis de tous les jours et dont l'aide morale a toujours été très importante dans les moments de la vie.
- A tous mes collègues et camarades que j'ai découvert au sein du département d'architecture durant ce cursus, et spécialement le groupe de Sétif guidé par Mr CHIALI Mustapha, avec qui j'ai passé mes meilleurs moments universitaires et dont je garde les meilleurs souvenirs.
- A ma camarade de travail KHEBICHAT Affaf avec qui on s'est donnée à fond sur ce travail, et à qui je souhaite d'immenses succès dans la vie.
- A toute personne que je n'ai pu citer et dont l'aide a été importante.

**SELADJI Ilyes**

## Dédicaces

Je dédie ce travail à tout mon entourage pendant mes études :

- A mes chers parents qui ont toujours été là pour moi, à mon cher papa pour son soutien moral et matériel et ses conseils judicieux, à ma maman pour son amour, sa tendresse et sa présence. Ce travail est le fruit de leurs efforts que dieu les garde et les protège pour moi.
- A mes frères, mes adorables sœurs, et mes cousines pour leurs encouragements ainsi que toute ma famille.
- A mes collègues et amis dont l'aide morale n'a jamais été sans effet, et plus particulièrement Mohamed ZIDI pour son soutien moral, ainsi que Imen MESLI, Hakima SAIDI, Hanane BENMOKHTAR, Amina NAIT ZERAD, mes sœurs et non pas que des amis et collègues avec qui j'ai passé d'agréables moments, au sein de l'université ou en dehors.
- A mon binôme SELADJI Ilyes sans lequel ce projet n'aurait pu se concrétiser parfaitement et à tous les membres de sa famille.
- Et à toute personne que je n'ai pu citer et dont l'aide a été effective.

**KHEBICHAT Affaf**

## Résumé

Le transport aérien est devenu l'un des rouages essentiels de la mondialisation. Son développement a été exponentiel depuis de longues décennies, suivant les avancées technologiques de l'aviation d'un côté, et la propension des hommes à vouloir se déplacer. Au-delà de l'évolution des technologies aéronautiques, la mondialisation du transport aérien se marque aussi par l'expansion d'aéroports globaux, véritables villes aériennes, qui constituent comme un archipel international à partir duquel s'organisent le trafic et la circulation des flux. Ils accompagnent et modifient la géographie et l'économie des métropoles. Les posséder sur son territoire est un élément important de l'attractivité des États.

Tout au long de ce travail, nous nous intéresserons à ces bases internationales du transport aérien, à leurs architectures spectaculaires, mais surtout à leurs prouesses techniques représentées par leurs structures portantes qui donnent le ton. Nous détournerons au fur et à mesure cette étude sur les différents aéroports nationaux, pour répondre au final à la problématique structurelle avec un projet qui proposera une structure portante qui pourrait être une solution future pour le développement des plateformes aéroportuaires nationales à l'avenir.

## ملخص

ان النقل الجوي اصبح يعتبر احدى الاليات الاساسية للعولمة العالمية . و يعد تطورها المتسارع منذ عقود طويلة بسبب التقدم التكنولوجي من جهة وميولة و رغبة الرجال في التنقل الى عدة اماكن من جهة اخرى. ان بعد هذا التطور التكنولوجي و تطور تقنيات الطيران اصبحت العولمة للنقل الجوي تتميز بتوسعها الشامل للمطارات, فلقد تشكلت مدن جوية كارخيل الدولي الذي من خلاله يتم تنظيم حركة المرور و حركة السير و رافقه هذا التعديل الجغرافي و الاقتصادي للعواصم . فلقد اصبح امتلاك هذا الاخير من العوامل الاساسية لجذب الدول.

طوال هذا العمل . كان اهتمامنا و تركيزنا في القواعد و الاسس الدولية للنقل الجوي, و بهندسته المدهلة, لتكن بالخصوص براعته التقنية المتمثلة و المحددة من طرف هيكلها الحامل لها. ولقد انتقلنا تدريجيا من خلال دراستنا هذه حول مختلف المطارات الدولية. التي نحاول في الاخير حل هذه المشكلة الهيكلية بواسطة مشروعنا الذي يطرح من خلالها البنية الداعم التي يمكن ان تكون حلا لتطوير منصات المطار المحلية في المستقبل.

# SOMMAIRE

Remerciements .....	2
Dédicaces .....	3
Résumé .....	5
ملخص.....	6
Sommaire .....	7
Table des illustrations.....	11
Introduction générale.....	15
Problématique .....	16
Hypothèse .....	17
Objectifs .....	17
1 Chapitre I: Définitions sémantiques des aéroports et de leurs structures.....	18
Introduction.....	19
1.1 Généralités sur les aéroports.....	19
1.1.1 Définition d'un aéroport.....	19
1.1.2 Composants d'un aéroport.....	19
1.1.3 Typologie des aéroports.....	21
1.1.4 La notion « HUB » d'un aéroport.....	21
1.1.5 Politique et situation du transport aérien dans le monde et en Algérie .....	22
1.1.5.1 Le transports aérien dans le monde .....	22
1.1.5.2 Le transports aérien en Algérie .....	23
1.2 Généralités sur les structures d'aéroports.....	24
1.2.1 Définition d'une structure.....	24

1.2.2	Historique des aéroports. ....	25
1.2.3	Exigences des aéroports.....	26
1.2.4	Classification des structures d'aéroports. ....	27
	Conclusion. ....	34
2	Chapitre II: Etude et analyse de la ville et du site d'implantation .....	35
	Introduction.....	36
2.1	Choix de la ville.....	36
2.1.1	Motifs du choix.....	36
2.1.2	Analyse de la ville .....	37
2.1.2.1	Situation .....	37
2.1.2.2	Structure urbaine .....	38
2.1.2.3	Population .....	40
2.1.2.4	Climat .....	41
2.1.2.5	Transport .....	41
2.2	Choix du terrain. ....	46
	Conclusion. ....	47
3	Chapitre III: Approche programmatique.....	48
	Introduction.....	49
3.1	Analyse des exemples. ....	49
3.2	Programme de base. ....	68
3.3	Définition programmatique.....	71
3.3.1	L'aérogare.....	71
3.3.1.1	Ses acteurs.....	71
3.3.1.2	Ses fonctions.....	72
3.3.1.3	Ses flux passagers .....	72
3.3.2	Liaisons avions-passagers.....	75
3.3.3	Les terminaux. ....	75
3.3.3.1	Ses composants .....	75
3.3.3.2	Ses concepts.....	75

3.3.3.3	Ses dispositions .....	77
3.3.4	Les aérodromes.....	78
3.4	Dimensionnement de l'aéroport.....	79
3.4.1	Parc de stationnement des véhicules. ....	79
3.4.2	Esplanade.....	79
3.4.3	Hall public. ....	80
3.4.4	Enregistrement.....	81
3.4.5	Tri des bagages au départ. ....	81
3.4.6	Salles d'embarquement.....	82
3.4.7	Les divers contrôles .....	82
3.4.8	Livraison des bagages à l'arrivée. ....	83
3.5	Calcul de la capacité futur.....	84
	Conclusion. ....	89
4	Chapitre IV: Approche architecturale .....	90
	Introduction.....	91
4.1	Analyse du site.....	91
4.2	Génèse du projet. ....	94
4.2.1	Principes d'implantation.....	94
4.2.2	Principes volumétriques. ....	97
4.2.2.1	Aspect formel .....	97
4.2.2.2	Aspect fonctionnel .....	98
4.2.2.3	Aspect structurel.....	100
4.2.3	Principes stylistiques. ....	101
4.2.4	Principes fonctionnels.....	103
	Conclusion. ....	115
5	Chapitre V: Approche technique.....	116
	Introduction.....	117
5.1	Systèmes constructifs.....	117
5.1.1	La structure interne.....	117

5.1.2	La structure de l'enveloppe. ....	118
5.1.2.1	La membrane .....	119
5.1.2.2	L'ossature.....	119
5.2	Les matériaux.....	122
5.3	Dispositions techniques. ....	123
	Conclusion. ....	130
	Conclusion générale .....	131
	Bibliographie.....	132

## Tableau des illustrations

### Figures.

Figure 1. Vue intérieur de l'aéroport Roissy Charles De Gaulles (Paris, France). .....	20
Figure 2. Aérodrome de l'aéroport Suvarnabhumi (Bangkok, Thaïlande). .....	20
Figure 3. Tour de contrôle de l'aéroport Orly (Paris, France) .....	21
Figure 4. Schéma de la typologie d'aéroport selon l'AITA .....	21
Figure 5. Schéma représentatif du système HUB par rapport au système simple.....	22
Figure 6. Schéma du cheminement des charges dans les structures .....	24
Figure 7. La Huffman prairie (Ohio, Etats-Unis). .....	25
Figure 8. Vue aérienne de l'aéroport du Bourget en 1920 (Paris, France).....	25
Figure 9. Aéroport TWA (New York, Etats-Unis).....	26
Figure 10. Aéroport de Kansai (Osaka, Japon). .....	26
Figure 11. Situation de la ville nouvelle de Hassi Messaoud.....	36
Figure 12. Situation de la ville nouvelle entre les trois grandes villes voisines.....	37
Figure 13. Accessibilité de la ville nouvelle de Hassi Messaoud .....	38
Figure 14. Composition de la ville nouvelle. ....	38
Figure 15. Schéma d'affectation de la ville nouvelle.....	39
Figure 16. Composition globale de la ville nouvelle. ....	39
Figure 17. Vue de l'axe principal de la ville nouvelle .....	40
Figure 18. Vue aérienne de la ville nouvelle.....	41
Figure 19. Schéma du système de protection de la ville nouvelle. ....	41
Figure 20. Les grands axes du plan de modernisation du rail en Algérie. ....	42
Figure 21. Composition de la zone urbaine de la ville nouvelle .....	42
Figure 22. Vue aérienne de la gare ferroviaire de la ville nouvelle .....	43
Figure 23. Vue de l'entrée principale de l'aéroport Ain Beida. ....	43
Figure 24. Vue de l'entrée principale de l'aéroport Sidi Mahdi. ....	44
Figure 25. Vue de l'entrée principale de l'aéroport Krim Belkacem.....	44
Figure 26. Situation de la ville nouvelle entre les trois continents concernés. ....	46
Figure 27. Situation de la zone urbaine par rapport aux lignes de transport.....	47
Figure 28. Situation du futur projet par rapport à la zone urbaine de la ville nouvelle.....	47

Figure 29. Vues extérieures de l'aéroport de Changi.....	50
Figure 30. Plans de l'aéroport de Changi.....	50
Figure 31. Vues intérieures de l'aéroport de Changi.....	50
Figure 32. Vues extérieures de l'aéroport de Menara .....	51
Figure 33. Plans de l'aéroport de Menara.....	51
Figure 34. Vues intérieures de l'aéroport de Menara.....	51
Figure 35. Vues extérieures de l'aéroport Incheon.....	52
Figure 36. Plans de l'aéroport Incheon.....	52
Figure 37. Vues intérieures de l'aéroport Incheon.....	52
Figure 38. Vues extérieures de l'aéroport de Denver.....	55
Figure 39. Vues intérieures de l'aéroport de Denver.....	55
Figure 40. Composants et modes d'assemblage de la structure.....	55
Figure 41. Vues extérieures de l'aéroport de King Abdelaziz .....	56
Figure 42. Vues intérieures de l'aéroport de King Abdelaziz.....	56
Figure 43. Composants et modes d'assemblage de la structure.....	56
Figure 44. Vues extérieures de l'aéroport Suvarnabhumi.....	57
Figure 45. Vues intérieures de l'aéroport Suvarnabhumi.....	57
Figure 46. Composants et modes d'assemblage de la structure.....	57
Figure 47. Vues extérieures de l'aéroport Charles De Gaulles .....	60
Figure 48. Plans de l'aéroport Charles De Gaulles .....	60
Figure 49. Vues intérieures de l'aéroport Charles de Gaulles.....	60
Figure 50. Vues extérieures de l'aéroport Queen Alia.....	61
Figure 51. Plans de l'aéroport Queen Alia.....	61
Figure 52. Vues intérieures de l'aéroport Queen Alia.....	61
Figure 53. Vues extérieures de l'aéroport de Nice.....	62
Figure 54. Plans de l'aéroport de Nice.....	62
Figure 55. Vues intérieures de l'aéroport de Nice.....	62
Figure 56. Vues extérieures de l'aéroport Houari Boumediene.....	65
Figure 57. Plans de l'aéroport Houari Boumediene.....	65
Figure 58. Vues intérieures de l'aéroport Houari Boumediene.....	65
Figure 59. Vues extérieures et intérieures de l'aéroport Ahmed Ben Bella.....	66
Figure 60. Vues de l'extension future de l'aéroport Ahmed Ben Bella.....	66
Figure 61. Schéma descriptif de l'organisation des circuits départ et arrivée nationale.....	73
Figure 62. Schéma descriptif de l'organisation des circuits départ et arrivée internationale.....	74

Figure 63. Schéma du concept de terminal simple.....	76
Figure 64. Schéma du concept de terminal linéaire. ....	76
Figure 65. Schéma du concept de terminal à jetée .....	76
Figure 66. Schéma du concept de terminal à satellite. ....	77
Figure 67. Schéma du circuit d’atterrissage des avions. ....	78
Figure 68. Schéma du circuit de décollage des avions.....	79
Figure 69. Esplanade de l’aéroport de Nice (Nice, France). ....	80
Figure 70. Hall public de l’aéroport Zaventem (Bruxelles, Belgique).....	80
Figure 71. Schéma descriptif d’un filtre d’enregistrement.....	81
Figure 72. Salle de tri des bagages de l’aéroport Charles De Gaulle.....	82
Figure 73. Salle d’embarquement de l’aéroport Charles de Gaulle (Paris, France).....	82
Figure 74. Zone de livraison des bagages de l’aéroport Suvarnabhumi .....	84
Figure 75. Photo de situation du site du futur projet.....	92
Figure 76. Schéma de l’analyse du site du futur projet.....	92
Figure 77. Coupes topographiques du site d’implantation.....	93
Figure 78. Schéma de l’axialisation du terrain d’implantation .....	94
Figure 79. Schéma de la transformation du rond-point d’accès.....	95
Figure 80. Schéma d’implantation générale du futur aéroport.....	95
Figure 82. Schéma de l’établissement de la forme de l’aérogare.....	98
Figure 83. Photo de l’élément d’accueil de l’aérogare.....	99
Figure 84. Photo du concept de jetées de l’aérogare .....	99
Figure 85. Vue aérienne de l’aérogare .....	100
Figure 86. Façade principale de l’aérogare .....	101
Figure 87. Vue du côté latérale de l’aérogare .....	102
Figure 88. Vue de la structure tendue de la toiture de l’aérogare .....	102
Figure 89. Schéma de l’organigramme fonctionnel .....	103
Figure 90. Coupe AA schématique-fonctionnel de l’aérogare.....	104
Figure 91. Coupe BB schématique-fonctionnel de l’aérogare .....	105
Figure 92. Photo d’un exemple de structure interne métallique.....	117
Figure 93. Photo des dalettes alvéolés à la préfabrication .....	118
Figure 94. Photo d’un plancher alvéolé .....	119
Figure 95. Schéma structurel de l’ossature métallique.....	120
Figure 96. Schéma de l’infrastructure des mâts .....	120
Figure 97. Photo d’un arc tridimensionnel d’un hall d’exposition (Marseille, France)....	121

Figure 98. Photo de l'intersection en gueule loup d'éléments métalliques.....	121
Figure 99. Photo des arcs tridimensionnels d'une piscine (Cologne, Allemagne) .....	121
Figure 100. Photo d'un pylône métallique .....	122
Figure 101. Schéma d'une disposition en double vitrage .....	123
Figure 102. Photo d'une façade de l'aéroport Marrakech-Menara (Marrakech, Maroc)..	123
Figure 103. Photo d'une centrale de l'aéroport Mérignac (Bordeaux, France) .....	124
Figure 104. Photo d'une centrale de l'aéroport Costa Del Sol (Malaga, Espagne) .....	125

### **Tableaux.**

Tableau 1. Distribution des différents aéroports algériens.....	24
Tableau 2. Détails des structures en bois. ....	28
Tableau 3. Détails des structures en coque .....	29
Tableau 4. Détails des structures métalliques .....	30
Tableau 5. Détails des structures mixtes. ....	31
Tableau 6. Détails des structures tendues.....	32
Tableau 7. Détails des structures en treillis.....	33
Tableau 8. Statistiques du trafic aérien de l'aéroport de Ouargla. ....	43
Tableau 9. Statistiques du trafic aérien de l'aéroport de Touggourt .....	44
Tableau 10. Statistiques du trafic aérien de l'aéroport de Hassi Messaoud.....	45
Tableau 11. Analyse comparative des aéroports selon l'aspect architectural .....	53
Tableau 12. Analyse comparative des aéroports selon l'aspect structurel.....	58
Tableau 13. Analyse comparative des aéroports selon l'aspect programmatique.....	63
Tableau 14. Analyse comparative des aéroports nationaux .....	67
Tableau 15. Programmes de base .....	70
Tableau 16. Classement des concepts de terminaux par rapport à leurs dispositions.....	78
Tableau 17. Ratios généraux des trafics de pointe par heure de pointe .....	85
Tableau 18. Programme spécifique de l'aérogare de la nouvelle ville de Hassi Messaoud	86
Tableau 19. Conditions climatiques de la nouvelle ville de Hassi Messaoud.....	93

## **INTRODUCTION GENERALE**

Le thème de la structure constitue depuis toujours un aspect fondamental de la construction, intéressant aussi bien les ingénieurs que les architectes. La conception d'une structure est le processus qui, inscrit dans une démarche de projet d'architecture, vise la production d'un schéma structurel qui conduit à une construction stable, peu déformable, résistante, et aussi réalisable. Il s'agit d'une activité de l'esprit par laquelle on forme des projets.

A travers ce travail, on s'intéressera aux structures portantes d'une des infrastructures à grande échelle les plus intéressantes : les aéroports. Les structures concernent l'ensemble des bâtiments et des installations qui servent au trafic aérien d'une ville ou d'une région, et sont conçus pour que les avions puissent décoller-atterrir, et que le fret et les passagers puissent embarquer et débarquer.

Le travail est établi selon un parcours précis, débutant par un panorama complet sur les structures portantes des aéroports et leurs fonctionnements, en décrivant l'apport de chacune à l'évolution des infrastructures aéroportuaires. Il se poursuit avec l'étude et l'analyse du besoin national en aéroport et se finit avec la projection d'un projet qui conclura le travail autour du thème concerné.

## **Problématique**

Dès leurs premiers développements au début du XXe siècle, les aéroports sont devenus un des thèmes architecturaux les plus caractéristiques et les plus importants. Non seulement ils suggèrent le progrès, la liberté, mais ils offrent aussi aux architectes la possibilité de concevoir et de réaliser des projets à grande échelle. A travers le temps, ces installations aéroportuaires n'ont cessés d'évoluer grâce au développement des nouvelles technologies et des nouveaux modes de construction, dans différents registres: en terme d'esthétique et de formes; de systèmes de constructions pour développer les portées et libérer l'espace de fonctionnement intérieur requis; et de matériaux selon le contexte et la situation de l'infrastructure.

En Algérie, d'un point de vue purement architectural et structurel, les aéroports et spécialement les aéroports n'ont pas connu le développement cité précédemment dans les pays développés, et cela essentiellement à cause de la politique de réaction et de standardisation pour répondre aux besoins des villes prioritaires vu l'étendue du pays, et qui a donné des constructions qui ne répondent pas aux normes et standards internationaux . Ces installations gardent jusqu'à ce jour un aspect peu ordinaire, à cause du manque d'innovation des conceptions des aéroports, et de la non dotation de nouvelles technologies en terme de structures et de matériaux nouveaux de constructions.

**Quel type de structure des aéroports pourrait en utilisant les nouvelles technologies à travers les nouvelles structures et matériaux de construction donner une nouvelle image au domaine aéroportuaire national, tout en mettant l'accent sur les exigences techniques et fonctionnelles de ce dernier ?**

Le transport aérien en Algérie joue un rôle important dans le système de transport national et ce, en raison de l'étendue du pays et de la répartition géographique de la population : 70% concentrée sur une bande côtière, 20% au niveau des hauts plateaux et 10% dans les régions du sud. Le schéma national d'aménagement du territoire (SNAT) donne une grande importance au rééquilibre des zones nord, hauts plateaux et sud. Le secteur du transport, notamment aérien, fait partie de cette nouvelle politique prônée par l'état pour relier la surface vaste du pays. On s'intéressera dans ce travail à la région la plus vaste et la moins fournie en termes d'infrastructure qui est la région sud.

- Est-ce que les aéroports au niveau national répondent aux exigences fonctionnelles et structurelles internationales ?
- Quelle ville pourrait accueillir un équipement aéroportuaire en terme de besoin pour relancer la dynamique économique et territoriale prônée par le pays ?
- Quels types de construction des aéroports et de combinaison de matériaux nouveaux s'intégreraient esthétiquement avec les traditions de la région étudiée ?
- Quel est la forme la plus appropriée pour les aéroports au sud ?

### **Hypothèses**

- Les matériaux innovants pourraient donner une alternative aux matériaux locaux en respectant l'environnement, les traditions et la culture de la région d'emplacement.
- La mixité structurelle pourrait être une réponse aux contraintes dues aux conditions contextuelles et climatiques des régions sahariennes.
- La structure tendue pourrait être un rappel des tentes traditionnelles de la région renforcé par la nouvelle technologie pour répondre aux exigences des aéroports et d'intégration dans les régions du sud.

### **Objectifs :**

- Etudier les différents systèmes de construction existants dans le domaine aéroportuaire.
- Connaître les différents critères pour faire un choix structurel et de matériaux.
- Choisir un modèle structurel des aéroports et l'intégrer dans la région étudiée.

**1 Chapitre I:**  
**Définitions sémantiques des aéroports et de leurs**  
**structures**

## **Introduction**

Ce premier chapitre va élucider tous ce qu'il y à savoir sur l'équipement aéroportuaire et ses structures pour avoir un début d'idée sur ce qui se fera lors du futur projet. Le chapitre se répartira en deux parties : une partie de généralités sur les aéroports et le transport aérien pour connaître l'équipement en lui-même, puis une partie de généralités sur les structures existantes pour les aéroports. L'objectif étant d'avoir une notion de départ sur les aéroports et de connaître les différentes structures possibles pour avoir une base de choix pour le futur projet.

### **1.1. Généralités sur les aéroports.**

#### **1.1.1. Définition d'un aéroport**

Un aéroport est un terrain aménagé pour l'atterrissage et le décollage des avions, qui requièrent une grande étendue : la surface exigée pour un grand aéroport est proportionnelle au trafic : 1km<sup>2</sup> pour un 1 million de passagers ou pour 100000t de fret. Il est destiné au trafic aérien commercial de passagers ou de fret ainsi que toutes les activités commerciales et administratives (vente de billets, douane...) qui s'y rattachent.

Un aéroport fait face à de nombreuses contraintes :

- D'approche des abords.
- Liés à la taille et aux caractéristiques des avions ensuite.
- A l'importance du trafic des passagers.
- Aux contraintes géographiques, climatiques et environnementales.

#### **1.1.2. Composants d'un aéroport**

- **Aérogare :** C'est l'ensemble des bâtiments par lesquels transitent les passagers et leurs bagages. L'aérogare regroupe les comptoirs d'accueil et de vente des transporteurs, leurs bureaux, les comptoirs d'enregistrement des passagers et des bagages, des salles d'attente, salles des opérations et locaux réservés aux équipages, des nombreux commerces et services divers, comptoirs des transporteurs de surface, parcs à voitures, lieux de culte, infirmeries, comptoirs d'assurances, centre de ravitaillement hôtelier, les services de police de l'air, de sécurité, de douane, de santé, les services du fret qui dans les très grands aéroports sont situés dans une aérogare distincte, les bureaux des commissionnaires, transitaires, et les services de l'aéroport lui-même, etc. Cette liste qui n'est pas limitative, varie évidemment selon l'importance (trafic) de l'aéroport et aussi selon un Pays à l'autre.



**Figure 1.** Vue intérieur de l'aéroport Roissy Charles De Gaulles (Paris, France)

- **Aérodrome :** C'est la surface destinée à être utilisée pour l'arrivée, le départ des aéronefs et leurs évolutions au sol. Accessoirement, il peut disposer d'installations destinées au garage, à la mise en œuvre et à la maintenance des aéronefs. Les différentes pistes sont souvent en herbe, en béton, en bitume ou en terre battue comme il est souvent le cas dans les petites îles. Les pistes sont normalement orientées dans le sens des vents dominants, de manière à faire profiter les avions des courants aériens, qui vont faciliter le décollage et améliorer le freinage lors de l'atterrissage, les avions se présentant toujours face au vent.



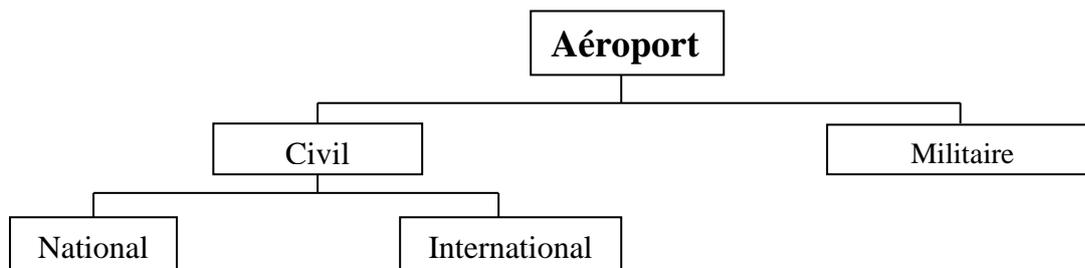
**Figure 2.** Aérodrome de l'aéroport Suvarnabhumi (Bangkok, Thaïlande)

- **Tour de contrôle :** C'est l'organe le plus visible de toute la chaîne dédiée au contrôle aérien. C'est à partir d'elle que les " contrôleurs du ciel " opèrent pour guider les avions dans les phases du vol liées au survol de l'aéroport : instructions pour les phases finales d'approche et délivrance de l'autorisation d'atterrir, délivrance de l'autorisation de décollage et instructions pour rejoindre le couloir aérien défini dans le plan de vol de l'avion. La tour de contrôle est placée de manière à pouvoir suivre visuellement les évolutions des avions sur les voies de circulation et sur les pistes. C'est elle qui gère, en fonction des conditions météorologiques, le choix des pistes à utiliser et l'activation du balisage lumineux au sol. Elle comprend trois parties : la vigie qui est la cabine de contrôle, le fût métallique et le bloc technique des différents bureaux.



**Figure 3.** Tour de contrôle de l'aéroport Orly (Paris, France)

### 1.1.3. Typologie des aéroports



**Figure 4.** Schéma de la typologie d'aéroport selon l'AITA<sup>1</sup>

### 1.1.4. La notion « HUB » d'un aéroport

En anglais, le mot « HUB » au sens premier désigne le centre d'une roue (ou d'un cylindre) et peut donc se traduire par un noyau central. En transport aérien, cela signifie une **plate-forme de correspondance aéroportuaire** qui est l'aéroport choisi par une compagnie aérienne pour y faire transiter une partie notable de ses vols et y assurer des correspondances rapides et garanties. La plupart des compagnies aériennes ont une base d'opération principale, l'aéroport où se situent leurs installations de maintenance des avions. Cette base est souvent utilisée comme plaque tournante principale. Le premier, et probablement l'élément le plus important d'une stratégie de hub, est sa position géographique, bien plus encore que son marché de proximité, car un hub doit avant tout se situer à la croisée de grands courants de trafic.

<sup>1</sup> Association Internationale du Transport Aérien <http://www.iata.org/>

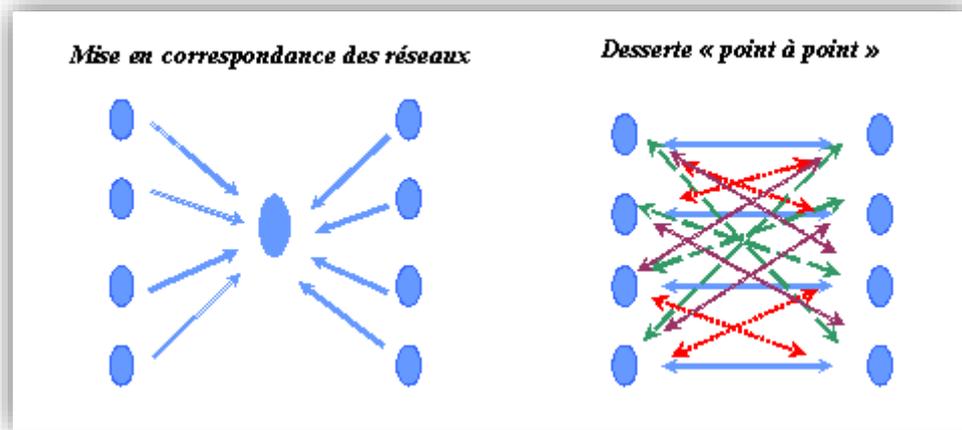


Figure 5. Schéma représentatif du système HUB par rapport au système simple<sup>2</sup>

## 1.1.5. Politique et situation du transport aérien dans le monde et en Algérie

### 1.1.5.1. Le transport aérien dans le monde

- **Les organisations principales**

- **Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) :** C'est une organisation internationale qui dépend des Nations-Unies. Son rôle est de participer à l'élaboration des normes qui permettent la standardisation du transport aéronautique international (les vols à l'intérieur d'un même pays ne sont pas concernés par l'OACI). Son siège social est situé à Montréal. Le conseil de l'OACI adopte les normes et recommandations règlementant la navigation, le partage des fréquences radio, les brevets du personnel d'aviation, la circulation aérienne, etc. Il définit aussi les protocoles à suivre lors des enquêtes sur les accidents aériens, protocoles qui sont respectés par les pays signataires de la convention de Chicago.
- **Association internationale du transport aérien (AITA) :** C'est une organisation commerciale internationale de sociétés de transport aérien. Ces entreprises sont spécialement autorisées à consulter les prix entre elles par l'intermédiaire de cet organisme. Son siège social est situé à Montréal, dans la tour de la Bourse. L'IATA assigne des codes de 3 symboles (Chiffres/lettres) aux aéroports (ainsi qu'aux gares de chemin de fer importantes) et des codes de 2 symboles (Chiffres/lettres) aux compagnies aériennes. Ces codes sont utilisés dans le monde entier afin de faciliter le travail de certaines entreprises employant ceux-ci.

- **Classification des aérodromes :**

La loi du 2 octobre 1946 stipule que les aérodromes publics et privés destinés à la circulation aérienne publique font l'objet d'une classification établie en tenant compte des caractères et l'importance du trafic qu'ils doivent assurer. De ce fait le code l'aviation civile classe les aérodromes en plusieurs catégories :

<sup>2</sup> Groupe ADP <http://www.parisaeroport.fr/>

- **Catégorie A** : Aérodrômes destinés aux services à grande distance assurés normalement en toute circonstance.
- **Catégorie B** : Aérodrômes destinés aux services à moyenne distance assurés normalement en toutes circonstances et à certains services de grande distance assurés dans les mêmes conditions mais qui ne comportent pas d'étape longue au départ de ces aérodrômes.
- **Catégorie C** : Aérodrômes destinés :
  - Aux services à courte distance et à certains services à moyenne et même à longue distance qui ne comportent que des étapes courtes au départ de ces aérodrômes.
  - Au grand tourisme.
- **Catégorie D** : Aérodrômes destinés à la formation aéronautique, aux sports aériens et au tourisme et à certains services à courte distance.
- **Catégorie E** : Aérodrômes destinés aux giravions et aux aéronefs à décollage vertical ou oblique.

#### 1.1.5.2. Transport aérien en Algérie

- **Les intervenants**
  - **L'Établissement National de la Navigation Algérienne (ENNA)** : Est l'administration responsable de l'exploitation et de la sécurité du transport aérien en Algérie. C'est un établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) placé sous la tutelle du ministère des Transports algériens. Ses missions principales sont d'assurer la sécurité de la navigation aérienne dans l'espace aérien algérien ou relevant de la compétence de l'Algérie, veiller au respect de la réglementation relatives à la circulation aérienne, assurer l'exploitation technique des aérodrômes algériens civils, et être l'organisme représentant l'Algérie à l'international dans les domaines aéronautiques ou météorologique.
  - **Office National de la Météorologie(ONM)** : C'est l'office responsable de la fourniture des données météorologiques à divers clients et notamment aux secteurs des transports maritimes et aériens. L'ONM exploite et maintient un grand nombre de centres et stations répartis à travers le territoire national. En général, les stations sont implantées au niveau des aérodrômes mais il n'existe pas de centres exploités exclusivement par un client donné.
  - **Etablissements de Gestion des Services Aéroportuaires (EGSA)** : Sont des établissements publics à caractère industriel et commercial (EPIC) responsables de la gestion, de l'exploitation et du développement des aéroports algériens. L'EGSA voit le jour le 11 août 1987 par décret exécutif et se divise en trois grands établissements :

- **EGSA Alger** chargé de la gestion des aéroports du centre-nord et du sud de l'Algérie.
- **EGSA Constantine** chargé de la gestion des aéroports du nord-est de l'Algérie.
- **EGSA Oran** chargé de la gestion des aéroports du nord-ouest et du sud-ouest de l'Algérie.

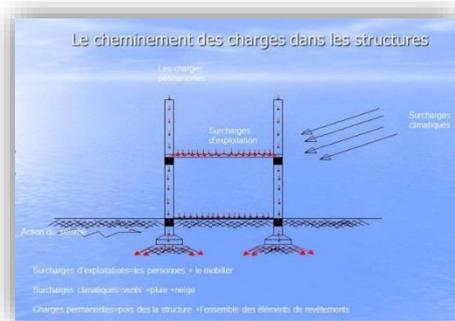
EGSA Alger	EGSA Oran	EGSA Constantine
<p><b>International :</b> Alger, Bejaia, Chlef, Ghardaïa, Hassi Messaoud, In Aménas, Djanet, Tamanrasset</p> <p><b>National:</b> Boussaada, El Oued, El Golea, Hassi R'mel, Illizi, In Guezzam, In Salah, Laghouat, Ouargla, Touggourt.</p>	<p><b>International:</b> Oran, Tlemcen, Adrar, Tindouf</p> <p><b>National:</b> Béchar, Timimoun, Tiaret, Mascara, Borj Badji Mokhtar, Mecheria, El Bayedh</p>	<p><b>International:</b> Annaba, Batna, Constantine, Jijel, Sétif</p> <p><b>National:</b> Biskra, Tébessa</p>

**Tableau 1.** Distribution des différents aéroports algériens<sup>3</sup>

## 1.2. Généralités sur les structures d'aéroports

### 1.2.1. Définition d'une structure

La structure ou l'ossature, est le squelette d'un bâtiment. Elle supporte les efforts dus au poids de la construction elle-même, aux charges d'exploitation, aux charges climatiques et éventuellement sismique. Toute modification, toute intervention sur l'une de ses parties peut avoir des répercussions sur l'ensemble structural du bâtiment.



**Figure 6.** Schéma du cheminement des charges dans les structures<sup>4</sup>

On appelle structure la manière dont sont disposés les éléments porteurs horizontaux, verticaux ou obliques, destinés à recevoir les charges et les surcharges de la construction et de les transmettre aux fondations, ainsi que d'assurer la stabilité de la construction.

<sup>3</sup> Etablissement de Gestion des Services Aéroportuaires <http://www.egsa-alger.dz/>

<sup>4</sup> L'art des structures (Aurelio Muttoni, 2012)

### 1.2.2. Historique des aéroports <sup>5</sup>

Depuis le début du XXe siècle, les aéroports fascinent les architectes par leurs différentes structures. Cela a commencé avec la première construction du genre représenté par la Huffman Prairie des frères Wright, dans l'Ohio, en 1904. A cette époque, le site présentait déjà les caractéristiques essentielles d'un aérodrome, accompagnait d'hangars en bois qui servaient à la gestion des planeurs.



**Figure 7.** La Huffman prairie (Ohio, Etats-Unis)

En 1920, les structures aéroportuaires commencent à se développer et le premier aéroport du Bourget voit le jour, constitué d'une succession de petits bâtiments autour d'une place servant comme aérodrome.



**Figure 8.** Vue aérienne de l'aéroport du Bourget en 1920 (Paris, France)

Après les deux guerres, il y a eu une croissance rapide des aéroports pour suivre l'augmentation du flux des vols commerciaux. Il est question des réalisations classiques, telles que le terminal de la TWA à New York, dû à Eero Saarinen.

---

<sup>5</sup> Aéroports : Un siècle d'architecture (Hugh Pearman, 2005)



**Figure 9.** Aéroport TWA (New York, Etats-Unis)

Enfin, avec le développement des nouvelles technologies et des nouveaux modes de construction ainsi que les nouvelles normes mondiales, il y a eu un développement plus contrasté des modèles récents, qui vont de l'aéroport régional de tailles réduite aux structures gigantesques, comme l'aéroport flottant de Kansai de Renzo Piano au Japon, qui est presque une ville à lui seul.



**Figure 10.** Aéroport de Kansai (Osaka, Japon)

### 1.2.3. Exigences des aéroports

Les aéroports sont des structures en constant développement. Ils doivent en permanence s'adapter à l'évolution du nombre de passagers et doivent répondre à des exigences bien définis :

- **Architectural**
  - Fluidité des différentes opérations et parcours des passagers.
  - Un fonctionnement qui favorise la sécurité et la sûreté.
  - Confort des passagers.
  - Concevoir des formes en longueurs généralement pour une meilleure visibilité du passagers à l'intérieur de l'aérogare.

- **Structurel**

- Préférence pour les structures légères pour une meilleure sensation et une facilité de conception des formes.
- Les installations doivent être spacieuses, transparentes et lumineuses.
- Le système structurel doit supporter de grandes portées pour dégager les espaces de circulation et spécialement els centraux.
- Adaptations des grandes hauteurs (sous plafond) pour un confort spatial et un esprit de liberté.
- Préférence pour les structures et matériaux translucides pour un confort optimal et naturel la journée.

#### **1.2.4. Classification des structures d'aéroport**

Pour mieux comprendre les différentes structures utilisées comme système porteur dans les équipements aéroportuaires, il est nécessaire d'avoir une idée sur les structures possibles :<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> L'art de la structure (Aurelio Muttoni, 2012)

## Structure en bois

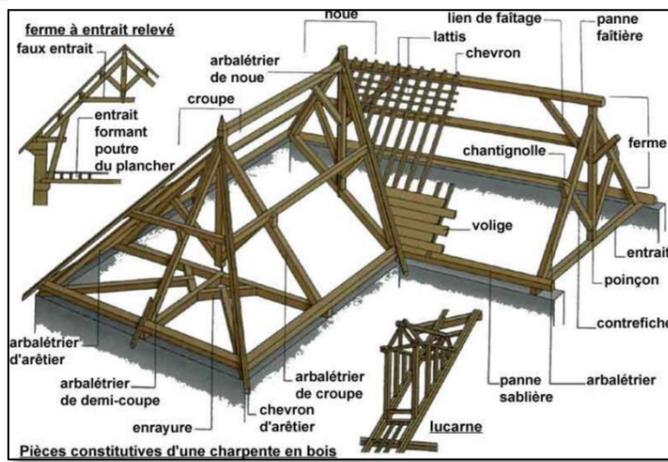
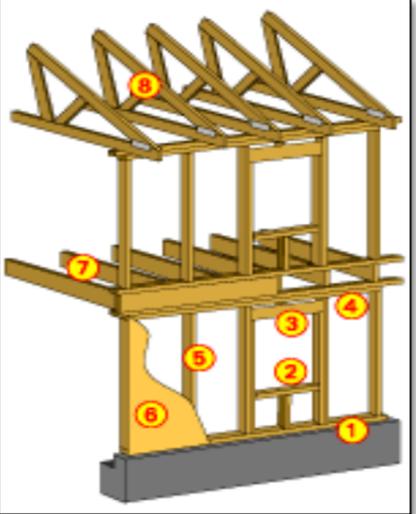
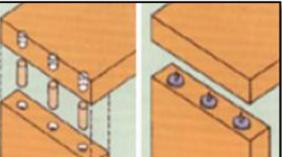
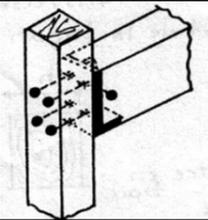
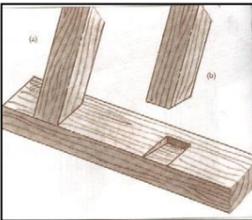
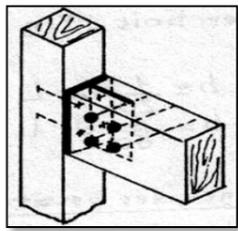
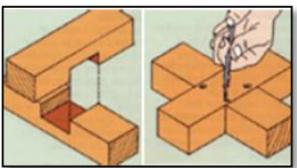
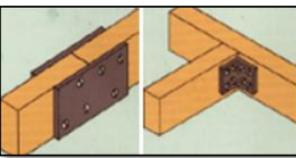
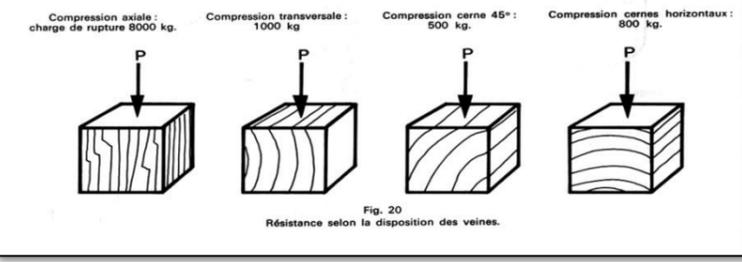
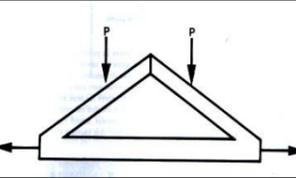
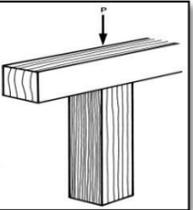
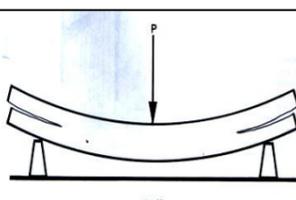
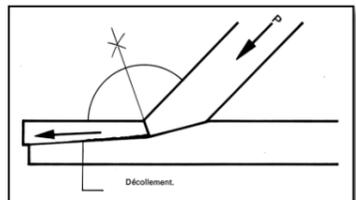
Définition	Les composants	Assemblage		Sollicitation
<p><b>Charpente en bois :</b> Une charpente est un assemblage de pièces de bois, servant à soutenir ou couvrir des constructions et faisant partie de la toiture.</p> <p><b>Lamellé-collé :</b> Des pièces massives reconstituées à partir de lamelle de bois de dimensions relativement réduites par rapport à celles de la pièce. Assemblées par collage, les lamelles sont disposées de tel sorte que les fils soient parallèles.</p>  <p><i>Pièces constitutives d'une charpente en bois</i></p>	 <p>Lisses basses (1) Lisses hautes (4) Les montants (5) Les solives (7) Linteau (3) Pré-cadre de menuiseries (2) Les fermettes (8)</p>	<p><b>L'Empilage</b></p>  <p><b>Assemblage à tourillons</b></p>  <p><b>Assemblage chevron sur plaque boulonné</b></p>  <p><b>Assemblage cornière d'appui</b></p>  <p><b>Assemblage par profilé en T boulonné / Assemblage à mi-bois</b></p>   <p><b>Assemblage à l'aide de cheville métallique</b></p> 		<p>La résistance est différente selon l'utilisation du bois</p>  <p>Fig. 20 Résistance selon la disposition des veines.</p> <p><b>La traction</b></p>  <p><b>La compression</b></p>  <p><b>Cisaillement</b></p>  <p><b>Cisaillement en tête de poutre</b></p> 
<p><b>Avantages de la structure</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Vaste choix de formes</li> <li>-Grande qualité de surface</li> <li>-Gonflement et retrait</li> <li>-Résistance aux séismes</li> <li>-Souplesse architecturale</li> <li>-Matériau esthétique</li> <li>-Recyclage du bois</li> <li>-Une construction à base de bois bien conçue nécessite peu d'entretien.</li> </ul>	<p><b>Inconvénients de la structure</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Hauteur limité du bâtiment</li> <li>-Des espaces limités</li> <li>-Des portés limités</li> <li>-Mauvaise résistance au feu</li> </ul>		<p><b>Exemple d'un aéroport</b></p>   <p><b>Aéroport international Dzaoudzi-Pamandzi (Pamandzi, Mayotte)</b></p>	

Tableau 2. Détails des structures en bois

## Structure en coque

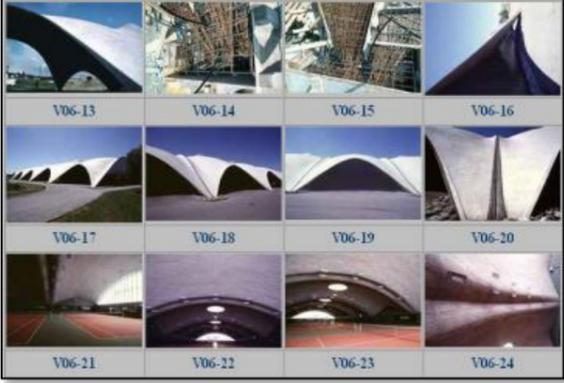
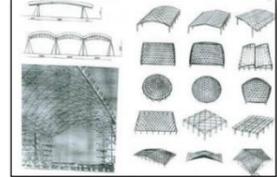
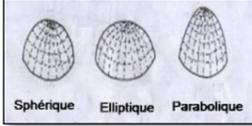
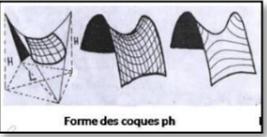
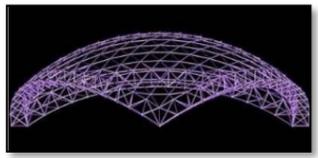
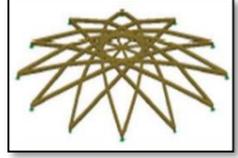
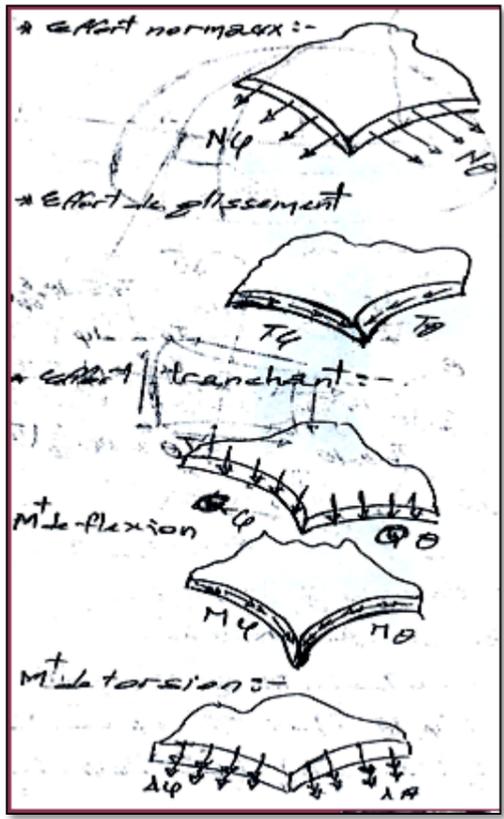
Définition	Les composants et l'assemblage	Sollicitation
<p>Système porteur déployant une surface à simple ou double courbure, formé d'un matériau spécialement résistant aux forces de traction et compression.</p> <p>Le principe de construction repose sur un assemblage de pièces de métal, de béton armé servant à constituer l'ossature fixe ou provisoire d'une construction, et ayant des formes courbées de partout</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Coque cylindrique</li> <li>➤ Coque sphérique</li> <li>➤ Coque elliptique</li> <li>➤ Coque de forme libre</li> <li>➤ Coque parabolique hyperbolique</li> </ul> 	<p>Les composants et l'assemblage des coques diffèrent selon la forme et les matériaux de construction de la coque</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> <div> <p>En béton</p>  </div> <div> <p>En bois</p>  </div> <div> <p>En acier</p>  </div> </div> <p style="text-align: center;">Selon la forme</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div>  <p>Sphérique    Elliptique    Parabolique</p> </div> <div>  <p>Forme des coques ph</p> </div> <div>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;">    </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;">    </div>	<p>Les propriétés mécaniques de la structure : <b>Effort normal, effort de glissement, effort de traction, effort de flexion, effort de torsion.</b></p> 
<p><b>Avantages de la structure</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Grandes portée</li> <li>-Adapté à tous types de formes</li> <li>-La coque résiste aux charges non pas par son épaisseur mais par sa forme.</li> <li>-La coque avec ses différentes formes facilite la distribution des charges.</li> <li>-Les coques avec la variété de ses formes possèdent des variétés esthétiques.</li> <li>-Elle est réalisable par différents matériaux tel que le béton, l'acier le verre et le bois.</li> </ul>	<p><b>Inconvénients de la structure</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Coffrage perdu</li> <li>-Les coques sont utilisées seulement pour la couverture des espaces.</li> <li>-Elle n'offre pas la possibilité d'avoir des extensions verticales.</li> <li>-La difficulté de la réalisation de quelques formes (coffrage).</li> </ul>	<p><b>Exemple d'un aéroport</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p><b>Aéroport international TWA Flight Center (New York, Etats-Unis)</b></p>

Tableau 3. Détails des structures en coque

## Structure métallique

### Définition

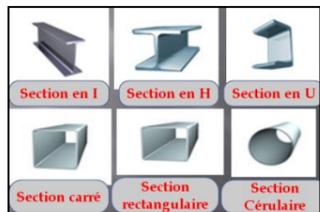
Le principe de construction repose sur un assemblage de pièces de métal servant à constituer l'ossature fixe ou provisoire d'une construction.  
C'est un type de structure employant des matériaux métalliques, elle a fait son apparition au milieu du XVIIIe siècle contribuant ainsi à une nouvelle forme d'architecture, en utilisant des barres.

Acier ----- Elasticité  
Résistance  
Ductilité

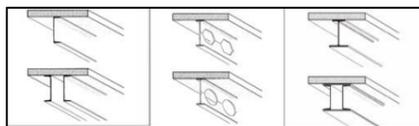


### Les composants

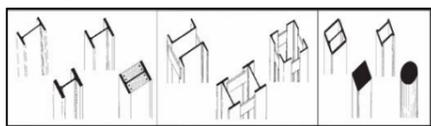
-Les profilés



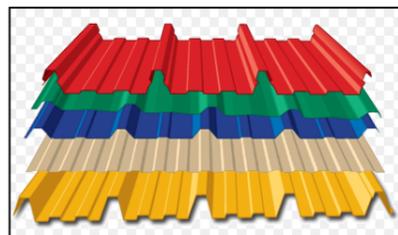
-Les poutres



-Les poteaux

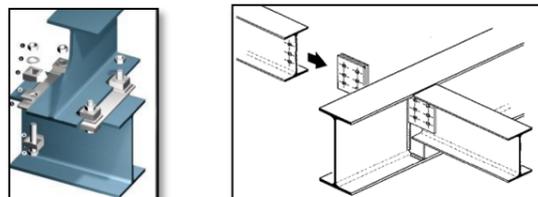


-Les tôles minces



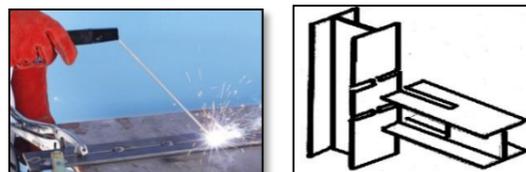
### Assemblage

Boulonné / Par couvre-joints d'âme Joint

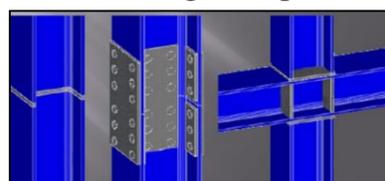


Soudé

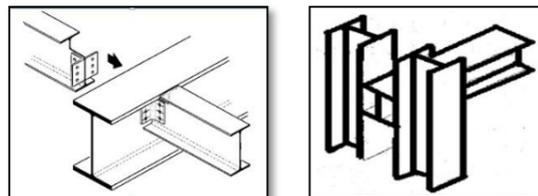
Par entaillage des pièces



Par entaillage des pièces

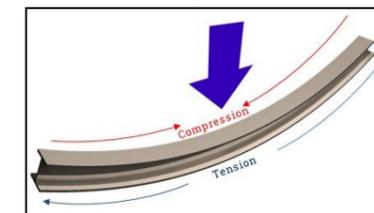


Cornière double / Poutre jumelées sur poteau

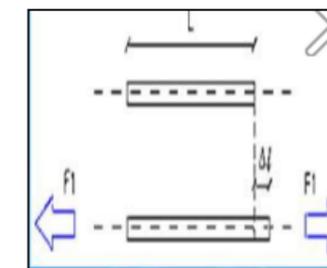


### Sollicitation

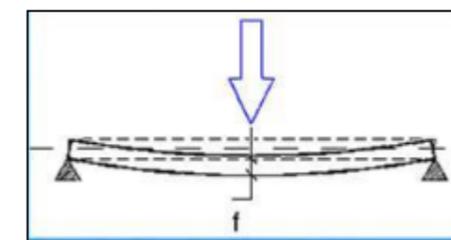
Les propriétés mécaniques de la structure métallique :  
Compression



Traction ( $e = Dl / L$ )



Flexion



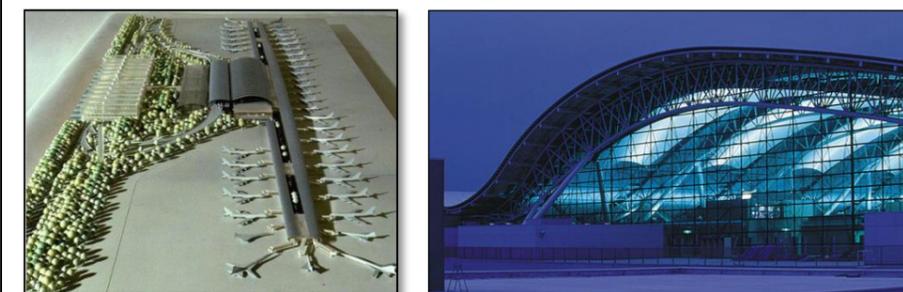
### Avantages de la structure

- Transformation et modification facile des bâtiments, grâce à l'utilisation d'élément standard et d'assemblages démontables
- La légèreté
- La souplesse
- Pas de nécessité de mur de refend même pour les grandes portées
- Délai d'exécution réduit
- Haute Résistance
- Grandes portées

### Inconvénients de la structure

- Le résistance des alliages de carbone à l'action de l'oxygène oblige à un entretien et une surveillance périodique de l'ouvrage non abrité.
- A haute températures, les charpentes en métal perdent leur résistance.
- Les métaux ferreux s'oxydent au contact de l'humidité.

### Exemple d'un aéroport



**Aéroport international de Kansai (Osaka, Japon)**

**Tableau 4.** Détails des structures métalliques

## Structure mixte

### Définition

C'est la combinaison entre 02 matériaux de construction, et bien que de nature différente ces deux matériaux sont complémentaire.

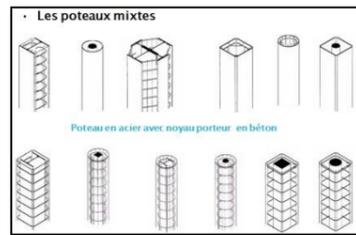
Il existe plusieurs types de structure mixte :

- Acier / béton
- Bois / acier
- Bois / béton
- Bois/ Aluminium ... etc.

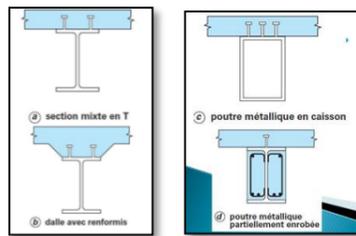


### Les composants

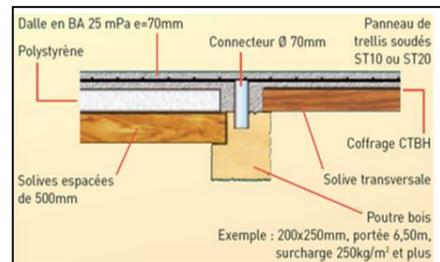
#### Les poteaux mixtes



#### Les poutres mixtes

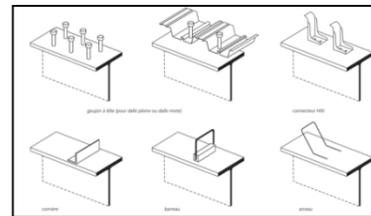
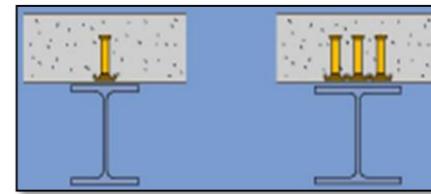
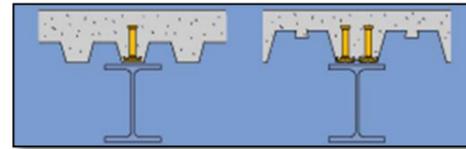
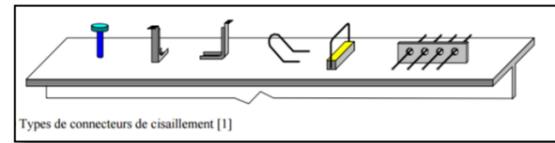


#### Les dalles mixtes (BA+bois)

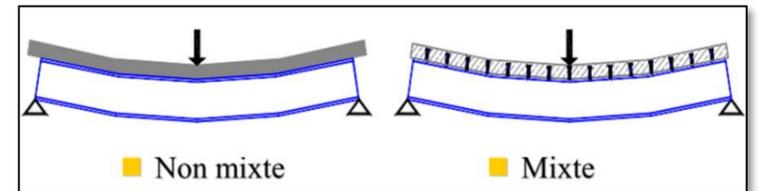
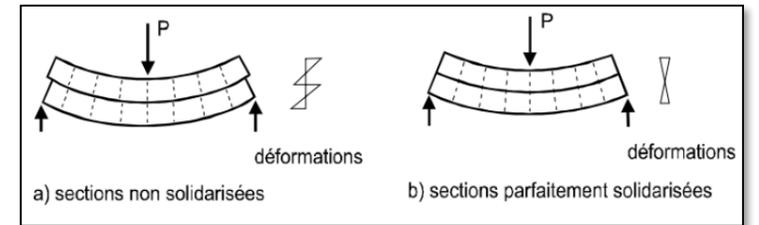


### Assemblage

Les différents types de connecteurs : les goujons à tête, les cornières coulées, les butées soudées...



### Sollicitation



### Avantages de la structure

- Dalle plus mince
- Poteau plus élancé
- Réalisation rapide
- Cout de financement faible
- La réduction du poids de la structure métallique
- L'augmentation de la rigidité en flexion du plancher
- La réduction de la hauteur des planchers, associée à la facilité de réaliser des poutres métalliques à âmes ajourées permettant le passage des gaines techniques, d'où la réduction de la hauteur totale du bâtiment à un nombre fixé d'étages.
- L'amélioration appréciable de la résistance à l'incendie des poutres et solives métalliques
- Le monolithisme et la rigidité dans son plan d'une dalle de plancher mixte.

### Inconvénients de la structure

- Le principal inconvénient de la construction mixte est d'avoir à fixer des connecteurs à l'interface acier-béton
- Si l'on veut tirer pleinement parti de la continuité des ossatures mixtes acier-béton, par exemple fonctionnant en portiques non contreventés, on doit s'attendre à une plus grande complexité de construction, notamment au niveau des assemblages de type poutre-poteau.

### Exemple d'un aéroport



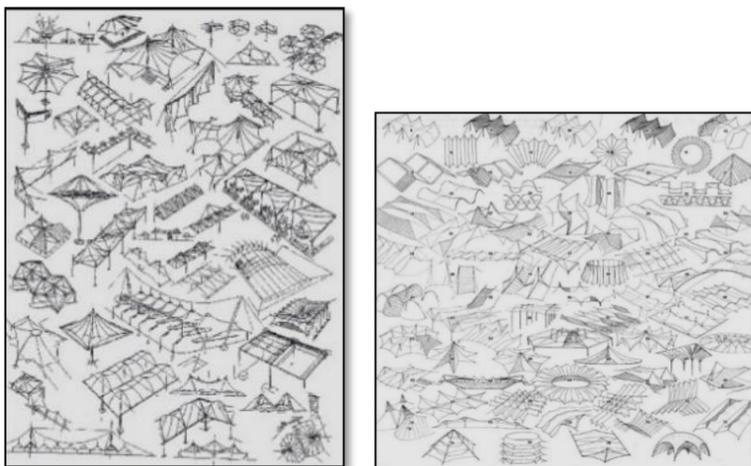
**Aéroport Barajas (Madrid, Espagne)**

**Tableau 5. Détails des structures mixtes**

## Structure tendues

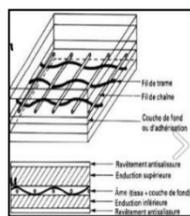
### Définition

Il s'agit de structures architecturales dont la forme est déterminée par la membrane de couverture qui est tendue entre plusieurs points prédéfinis, et donc sans appui sur des arcs de supports traditionnels.



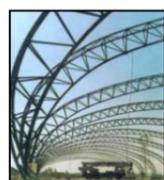
### Les composants

**\* Les membranes**  
-Une membrane est constituée de:  
**l'âme textile, l'enduction, le revêtement.**

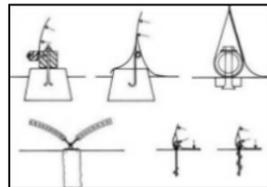
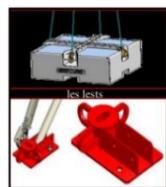


**\* Les éléments de la mise en tension des toiles**

-Ossature charpente



**\* Les encrages:** les lests, encrage au sol



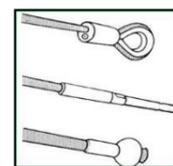
### Assemblage

Se fait par :

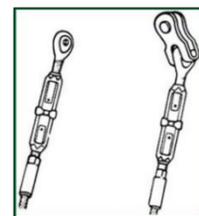
-Les câbles



-Les attaches de câbles



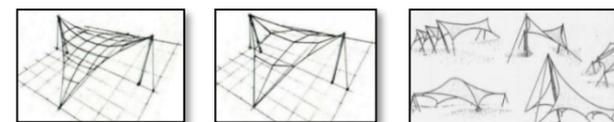
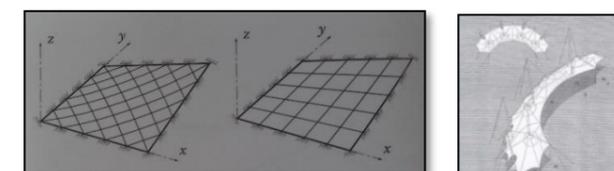
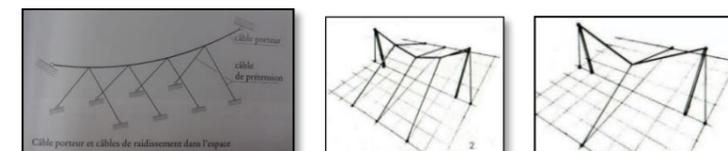
-Les mises en tension



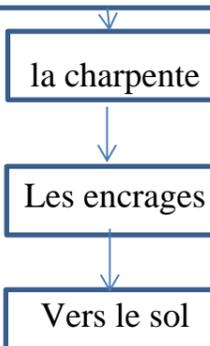
-Les éléments de liaisonnement porté par la toile



### Sollicitation



Efforts appliqués sur les rives de membrane



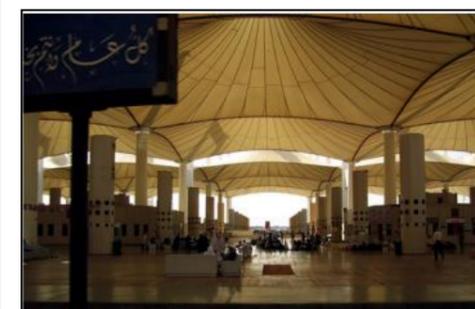
### Avantages de la structure

- Grande portée
- Légèreté de la structure
- Suspendre les toitures (réduire les hauteurs des poutres)
- Esthétique
- Intégration parfaite a tout type d'environnement
- Adaptabilité a de nombreuses contraintes de formes et d'espace
- Résistance aux conditions climatiques : vent, soleil, neige, pluie
- Adaptation technologique des tissus a des besoins spécifiques : protection solaire, protection anti – feu, ventilation..
- Large gamme de couleur

### Inconvénients de la structure

- Le coût est élevé
- Nécessite d'une main d'œuvre qualifiée
- Nécessite d'une maintenance permanente
- Conduite des calculs et obtention de la surface d'équilibre complexes.

### Exemple d'un aéroport



**Terminal Hajj Aéroport King Abdul-Aziz (Djeddah, Arabie Saoudite)**

**Tableau 6.** Détails des structures tendues

## Structure en treillis

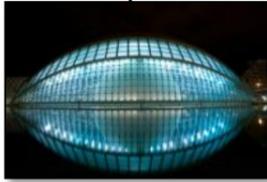
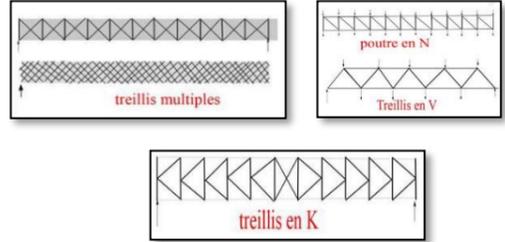
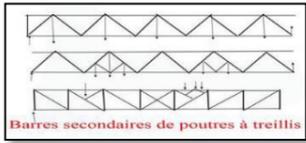
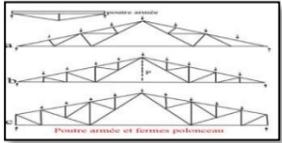
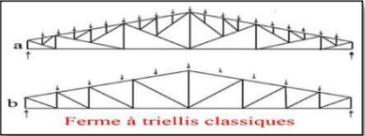
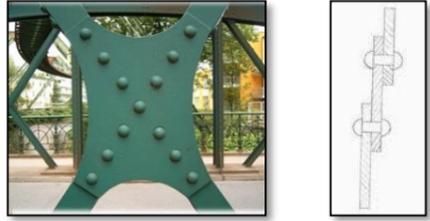
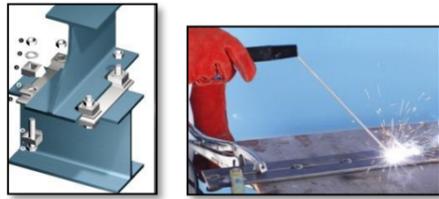
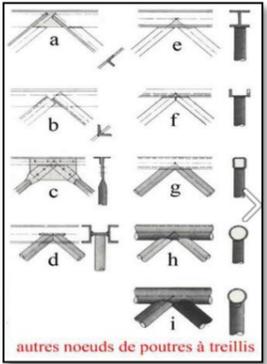
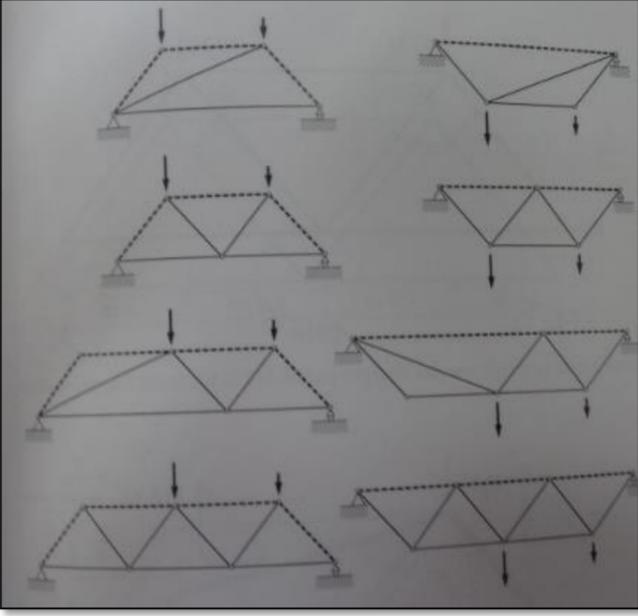
Définition	Les composants	Assemblage	Sollicitation
<p>Ce sont des systèmes de courts, solides, membres linéaires droits (barres), dans lesquels la redirection de forces est réalisée par fractionnement multidirectionnelles des forces (traction ou compression de bars).</p> <p>-Plane</p>  <p>-Dôme</p>  <p>- Double pente</p>  <p>- Voute</p>  <p>-Pyramide</p> 	<p>-Les poutres en treillis :</p>  <p>-Les barres secondaires de poutre à treillis :</p>  <p>-Les fermes :</p>  <p>- Les fermes secondaires :</p> 	<p style="text-align: center;">Riveté</p>  <p style="text-align: center;">Boulonné      Soudé</p>  <p style="text-align: center;">Les nœuds d'assemblage</p> 	<p>Les propriétés mécaniques de la structure en treillis diffèrent selon l'organisation du treillis :</p> 
<b>Avantages de la structure</b>	<b>Inconvénients de la structure</b>	<b>Exemple d'un aéroport</b>	
<p>-Garantir une portée sans appuis intermédiaire</p> <p>-L'avantage considérable offert par les structures tridimensionnelle est leur aptitude à transmettre tous types d'efforts, en particulier dans son plan, rendant inutiles les contreventements horizontaux.</p> <p>-L'esthétique.</p>	<p>-La structure en treillis assure que l'ossature, elle doit être associée à un autre matériau de couverture.</p>	  <p style="text-align: center;"><b>Aéroport international Düsseldorf (Düsseldorf, Allemagne)</b></p>	

Tableau 7. Détails des structures en treillis

**Conclusion :**

Désormais, on connaît les premières notions nécessaires sur les aéroports, qui englobent les composants du futur projet (aérogare, aérodrome, tour de contrôle) et toutes les organisations gérantes du transport aérien, au niveau national et international.

On connaît aussi désormais les types de structures utilisés comme système porteur dans ce genre d'équipement, avec les plus de chacune pour faire évoluer cet infrastructure. Après le choix de la ville et du terrain et la connaissance de leurs paramètres, le choix de la structure portante sera plus facile à arrêter pour la conception du futur projet.

## **2 Chapitre II:**

### **Étude et analyse de la ville et du site d'implantation**

## Introduction

Après le chapitre sur les recherches sémantiques, ce second chapitre sera concentré sur l'étude et l'analyse. On y établira le choix de la ville et le terrain d'implantation du futur projet, avec une analyse qui facilitera l'intégration de l'aéroport et le choix de sa structure portante à partir du premier chapitre.

### 2.1. Choix de la ville

#### 2.1.1. Motifs du choix

Selon les orientations du schéma national d'aménagement du territoire (SNAT 2025), l'un des objectifs principaux de la politique du pays est le rééquilibrage de la distribution de la population sur l'étendue du pays. Cette politique se développe à travers l'importance donnée au côté urbain et infrastructures au niveau des différentes villes existantes, mais aussi à travers la création de ville nouvelle définie comme un moyen efficace de recours pour la maîtrise et l'organisation de la croissance urbaine. On s'intéressera de ce fait à la ville nouvelle projetée au sud du pays et qui est Hassi Messaoud.

Cette ville nouvelle a été pensée suite au classement de la ville actuelle par le DE n°05-127 comme zone à risque majeurs, présentant un réel danger pour la population, les biens et l'environnement. Ces risques peuvent prendre la forme d'incendie, d'explosion, de pollution et de contamination. En vertu de ce texte, le siège du chef-lieu de la commune de Hassi Messaoud et les biens situés à l'intérieur du périmètre d'exploitation sont destinés à être transférés dans la commune de Hassi Ben Abdallah, distante de 75km de la ville actuelle, et visant à accueillir 80.000 habitants dans un premier temps.



**Figure 11.** Situation de la ville nouvelle de Hassi Messaoud

Le projet de la ville nouvelle a été prononcé par un décret présidentiel, DE n°06-321 en date du 18 septembre 2006. Elle est destinée à abriter les fonctions importantes par le développement des énergies nouvelles, renouvelables et fossiles. Elle devra aussi assurer la consolidation de l'armature urbaine régionale, constituant un centre dynamique et durable avec un cadre de vie de qualité où il fait bon vivre.

C'est une future ville autonome parée contre les menaces de crises multiples, offrant des emplois innovants, tourné vers l'avenir et ouverte à l'international, tout en fédérant les territoires et en coopérant étroitement avec les villes de Ouargla et Touggourt, dans le triangle d'or du sud dont elle est désormais le cœur.

La communication dans le cadre de la stratégie de marketing doit se développer en direction de trois cibles : la population actuelle et les entreprises à délocaliser, les investisseurs potentiels nationaux et étrangers, et les cadres qualifiés à attirer vers la ville. L'offre peut être construite aussi bien sur le segment du potentiel résidentiel, que sur la performance des équipements publics, la disponibilité du portefeuille du foncier industriel et agricole, des bureaux, des services urbains diversifiées. L'analyse des objectifs de la création de cette ville nouvelle, en dehors de ceux liés à la délocalisation, montre l'importance capitale de ce projet exceptionnel à l'échelle nationale et son ouverture sur l'international par la projection du développement d'un tourisme d'affaire attirant les visiteurs intéressés par notamment l'industrie pétrolière et celle des énergies nouvelles et renouvelables.

La ville nouvelle de Hassi Messaoud vise à être la nouvelle métropole rayonnante sur toute la région du « sud-est », et de par la domination et le rayonnement qu'elle offre une métropole sur toute une région, et spécialement en Algérie vu l'étendue du pays, les infrastructures de transport doivent répondre aux normes et aux besoins, puisqu'elles sont indispensables dans l'économie et jouent un rôle majeur dans les relations spatiales et lieux géographiques. Il peut être un support d'échanges, à tous les niveaux, et spécialement aérien puisqu'il permet des échanges culturels, économiques et sociaux.

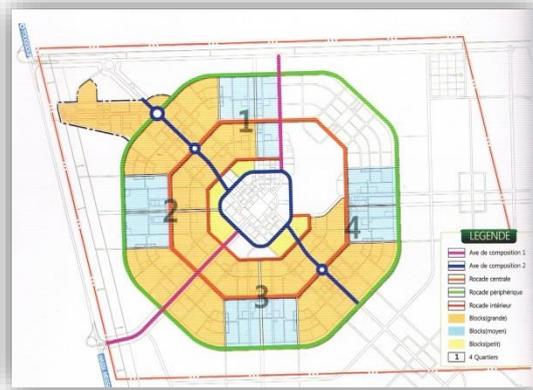
## 2.1.2. Analyse de la ville

### 2.1.2.1. Situation

La ville nouvelle de Hassi Messaoud, dimensionnée pour accueillir une population de 80.000 habitants, est située dans la région de Oued El Meraa à équidistance de 80km de Ouargla, de Touggourt et de l'actuelle ville de Hassi Messaoud. Le site du projet est accessible par la route nationale n°03 du côté est qui arrive de Touggourt et mène vers la ville actuelle de Hassi Messaoud.



**Figure 12.** Situation de la ville nouvelle entre les trois grandes villes voisines



**Figure 13.** Accessibilité de la ville nouvelle de Hassi Messaoud<sup>7</sup>

### 2.1.2.2. Structure urbaine

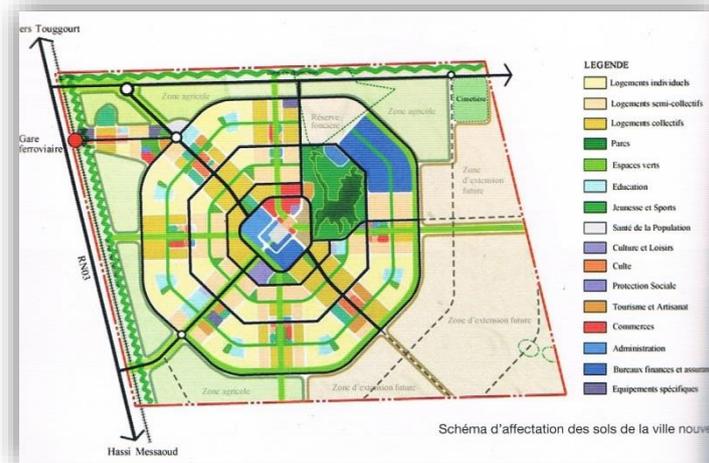
La ville nouvelle de Hassi Messaoud est une ville de forme compacte, structurée en quatre quartiers d'habitat et d'un centre-ville en fonction de la forme urbaine et de la distance d'accès aux équipements : c'est une oasis urbaine du futur.



**Figure 14.** Composition de la ville nouvelle

Le centre-ville est organisé autour d'une grande place événementielle pouvant accueillir les manifestations culturelles, religieuses, sociales et civiques. Il abrite les équipements administratives et civiques de la ville tels que le siège de l'APC, le tribunal, le palais des congrès ; les équipements culturels, sportifs, et de loisirs tels que le musée des hydrocarbures, le théâtre et le cinéma, ainsi que des commerces et services, la grande mosquée et le grand parc urbain en tant qu'espace de loisirs et de détente pour les habitants. Le centre-ville comporte également des logements pour assurer une mixité fonctionnelle et éviter l'effet de ville morte ainsi qu'un espace résidentiel soukaira (médina), en tant que référent à la ville traditionnelle et aux valeurs socioculturelles du sud algérien.

<sup>7</sup> Vies de villes : Numéro spécial N°05 – Février 2014



**Figure 15.** Schéma d'affectation de la ville nouvelle<sup>8</sup>

Chaque quartier abrite un centre communautaire doté de tous les équipements d'accompagnements nécessaires à la vie au quotidien : parcs de proximité et espaces verts, commerces de proximité, marchés couverts, crèche et jardins d'enfants, école primaire, collège, bibliothèque, mosquée, polyclinique, salle de sport, maison de jeunes, antennes administratives et sureté urbaine. Ces équipements sont implantés de manière à être accessibles dans un rayon de 250m à pied.

La ville nouvelle de Hassi Messaoud est conçue de manière à privilégier l'utilisation des transports en commun et minimiser le recours à l'automobile pour réduire les émissions de gaz à effet de serre. S'inscrivant dans le programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique fixé par les pouvoirs publics à l'horizon 2030, le projet de cette ville nouvelle sera un champ d'application exemplaire des solutions les plus avancées dans le domaine des énergies renouvelables et du solaire en particulier.



**Figure 16.** Composition globale de la ville nouvelle<sup>8</sup>

La ville de Hassi Messaoud est dotée également d'une Zone d'Activités Logistiques ZAL, distante de 3km de la zone d'urbanisation, classée par le SNAT comme Zone Intégrée

<sup>8</sup> Vies de villes : Numéro spécial N°05 – Février 2014

de Développement Industriel (ZIDI). Elle aura une double fonction, logistique et industrielle. Les surfaces projetées prévoient 30% aux secteurs d'activité existants de l'actuelle ville de Hassi Messaoud, contre environ 45 à 50% pour les nouveaux secteurs et la logistique. Ce projet d'aménagement de la ZAL prévoit la concrétisation de 3 objectifs stratégiques inscrit dans le SNAT 2025 selon la gradation des échelles :

- Plateforme logistique locale.
- Pôle logistique régional Sud orienté vers l'avenir.
- Hub logistique, plaque tournante logistique d'Afrique du Nord.

Du côté architecturale, la forme des toitures préconisent tous types de voûtes et de coupes dans leur diversité, des encorbellements et des saillies, d'inspiration mauresque. Ces éléments architectoniques contribuent à attribuer à la ville nouvelle une certaine référence architecturale historique et une identité. Cette identité sera renforcée par le choix des couleurs qui rappellera la couleur naturelle des matériaux locaux de la région, à savoir la couleur du sable, de terre, de la pierre pour les murs et la couleur du bois et du palmier pour la menuiserie et la ferronnerie.



**Figure 17.** Vue de l'axe principal de la ville nouvelle<sup>9</sup>



**Figure 18.** Vue aérienne de la ville nouvelle<sup>9</sup>

### 2.1.2.3. Population

Des études de prévision à l'horizon 2050 ont été élaborées dans le but d'évaluer les besoins de la population dans tous les domaines. La projection de la population est calculée à

---

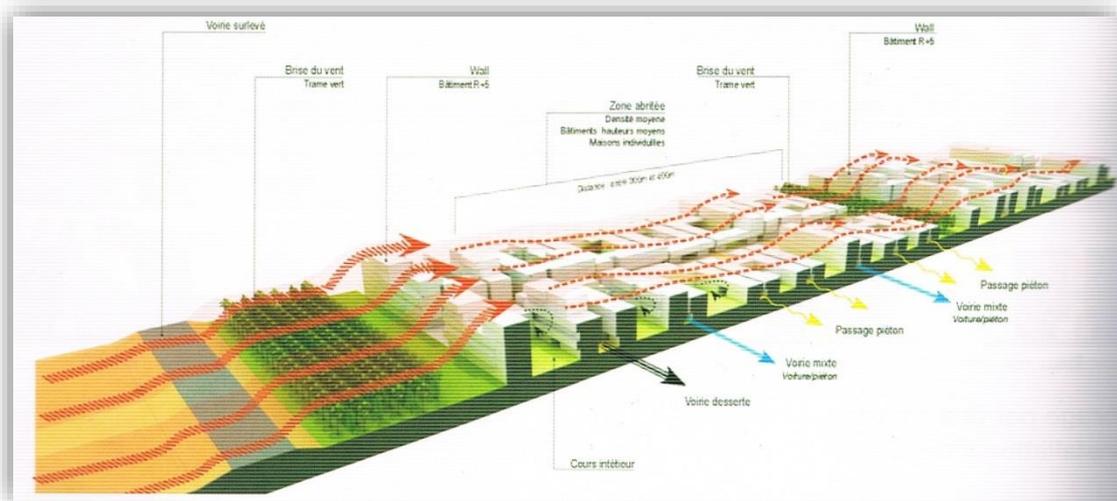
<sup>9</sup> Vies de villes : Numéro spécial N°05 – Février 2014

partir des données du RGPH (ONS-2008) de l'actuelle ville de Hassi Messaoud, qui connaît un accroissement modéré de sa population de l'ordre de 1,1%. Il est donc attendu une population de 88 545 habitants en 2030 et un peu plus de 110 000 habitants en 2050, soit une évolution de 36%.

#### 2.1.2.4. Climat

La ville nouvelle de Hassi Messaoud se trouve dans une zone aride désertique. Ses caractéristiques sont celles d'une zone saharienne dont le climat est sec, désertique, marquée par une sécheresse permanente, un fort ensoleillement permettant d'avoir une luminosité intense durant presque toute l'année, mais aussi par des précipitations rares et irrégulières.

L'autre fait climatique marquant dans la région est celui du vent et spécialement chaud qui vient du sud, provoquant des tempêtes de sables violentes à grande vitesse qui accentuent l'aridité de la région sur une durée maximale et moyenne de 10 jours par an. Pour contrer cela et éviter l'ensablement de la ville, une bande verte a été implantée du côté des vents dominants (sud). Elle se développe sur une longueur de 6 km et une largeur de 500 m.



**Figure 19.** Schéma du système de protection de la ville nouvelle<sup>10</sup>

#### 2.1.2.5. Transport

- **Routier** : Dans ce domaine-là, la nouvelle ville est accessible sur son côté « Est » par la route nationale n°03, mais bénéficiera également du projet d'autoroute prévu déjà dans le SRAT 2009 qui la relie à Ouargla.
- **Ferroviaire** : Ce mode de transport sera le plus riche puisqu'il y aura le prolongement de la ligne reliant la ville nouvelle à la ville de Touggourt. L'autre ligne très importante, la boucle du sud, est prévue après 2020 et reliera la nouvelle ville de Hassi Messaoud à Ouargla, et cette dernière à la ville de Ghardaïa.

<sup>10</sup> Vies de villes : Numéro spécial N°05 – Février 2014



Figure 20. Les grands axes du plan de modernisation du rail en Algérie<sup>11</sup>

Une grande gare ferroviaire est prévue au niveau de l'entrée de la nouvelle ville de Hassi Messaoud, parallèle au réseau routier.



Figure 21. Composition de la zone urbaine de la ville nouvelle<sup>11</sup>

<sup>11</sup> Vies de villes : Numéro spécial N°05 – Février 2014



**Figure 22.** Vue aérienne de la gare ferroviaire de la ville nouvelle

- **Aérien** : Pour ce type de transport, il n'a été prévu aucune infrastructure aéroportuaire lors de la projection de la ville nouvelle de Hassi Messaoud. Les seules existantes sont celles de Touggourt, Ouargla et l'actuelle ville de Hassi Messaoud, et se trouvant toute à équidistance de 95 km.

De ce fait, on analysera brièvement ces aéroports voisins pour juger leurs capacités et leurs rôles dans la région sud-est :

- **Aéroport de Ouargla – Ain Beida** : Aéroport à vocation national se situant à 15 km au « Sud-Est » de la ville de Ouargla. Il dessert les grandes villes du nord de l'Algérie comme Alger, Oran et Constantine et quelques villes du sud. L'infrastructure dispose d'une aérogare passagère de 2200 m<sup>2</sup>.



**Figure 23.** Vue de l'entrée principale de l'aéroport Ain Beida

Aéroport de Ouargla	Passagers			Mouvements			Fret		
	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013
National	33 540	36 667	45 532	1 428	848	945	48,35	40,79	31,66
International	7 000	5 564	6 790	39	22	37	0,00	0,00	-
<b>Global</b>	<b>40 540</b>	<b>42 231</b>	<b>52 322</b>	<b>1 467</b>	<b>870</b>	<b>982</b>	<b>48,35</b>	<b>40,79</b>	<b>31,66</b>

**Tableau 8.** Statistiques du trafic aérien de l'aéroport de Ouargla<sup>12</sup>

<sup>12</sup> Etablissement de Gestion des Services Aéroportuares <http://www.egsa-alger.dz/>

- **Aéroport de Touggourt – Sidi Mahdi** : Aéroport à vocation national se situant à 9 km au « Sud-Est » de la commune de Touggourt. Il dessert la ville d’Alger et quelques villes du sud. L’infrastructure dispose d’une aérogare de 2145 m<sup>2</sup>.



**Figure 24.** Vue de l’entrée principale de l’aéroport Sidi Mahdi

Aéroport de Touggourt	Passagers			Mouvements			Fret		
	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013
National	11 257	13 965	16 419	670	706	774	0,00	0,00	-
International	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	-
<b>Global</b>	<b>11 257</b>	<b>13 965</b>	<b>16 419</b>	<b>670</b>	<b>706</b>	<b>774</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

**Tableau 9.** Statistiques du trafic aérien de l’aéroport de Touggourt<sup>13</sup>

- **Aéroport de Hassi Messaoud –Krim Belkacem** : Aéroport à vocation international se situant à 16km au « Sud-Est » de la commune de Hassi Messaoud. Il est l’un des aéroports les plus importants du pays en termes de mouvements du fait que la région de Hassi Messaoud renferme les plus grandes richesses du pays et compte plus de 700 entreprises pétrolières.



**Figure 25.** Vue de l’entrée principale de l’aéroport Krim Belkacem

<sup>13</sup> Etablissement de Gestion des Services Aéroportuaires <http://www.egsa-alger.dz/>

Aéroport de Hassi Messaoud	Passagers			Mouvements			Fret		
	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013
National	531 864	556 717	542 007	22 960	22 143	20 662	248,31	218,03	155,25
International	30 671	23 174	10 813	1 424	1 443	795	1868,03	1765,76	1 373,89
<b>Global</b>	<b>562 535</b>	<b>579 891</b>	<b>552 820</b>	<b>24 384</b>	<b>23 586</b>	<b>21 457</b>	<b>2116,34</b>	<b>1983,79</b>	<b>1529,15</b>

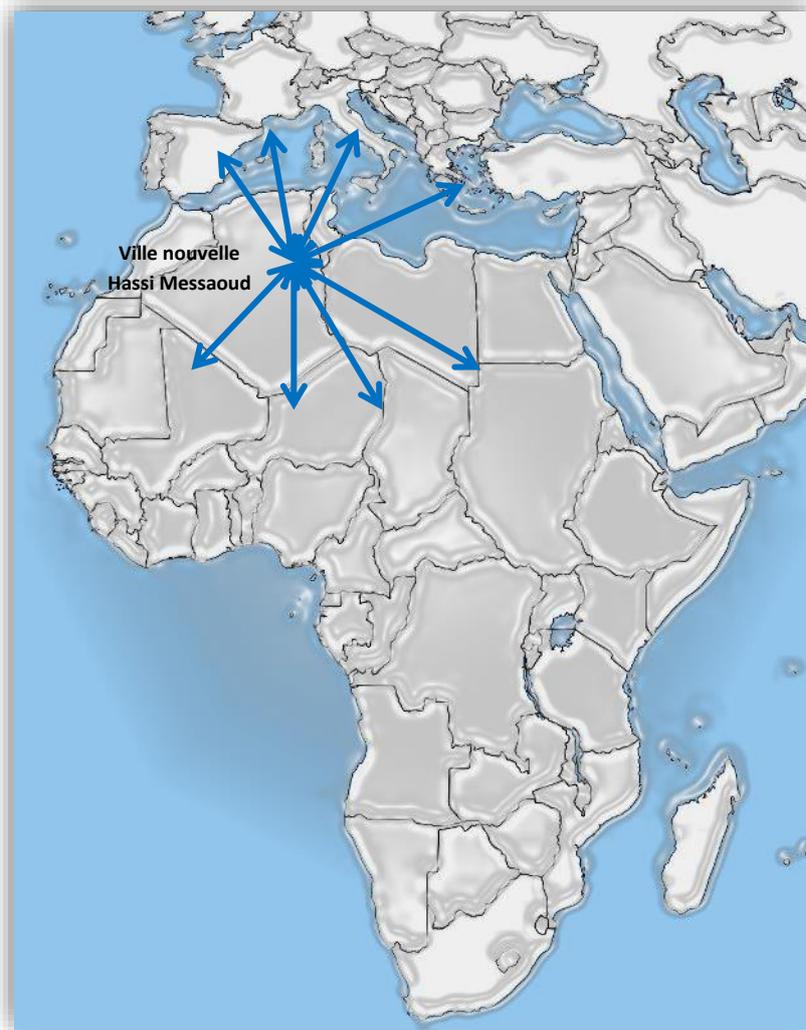
**Tableau 10.** Statistiques du trafic aérien de l'aéroport de Hassi Messaoud<sup>14</sup>

A partir de ces analyses et de ce constat, on conclue que les deux aéroports nationaux voisins sont des petits aéroports qui servent seulement au transport de la population locale et qui sont insuffisants pour répondre à la demande de la future ville nouvelle, tandis que l'aéroport international de Hassi Messaoud est important pour la ville actuelle pétrolière puisqu'il enregistre essentiellement le transport des différents travailleurs des entreprises pétrolières, ainsi que le fret et les marchandises.

Du coup, avec la projection de la ville nouvelle de Hassi Messaoud à une distance de 100 km des autres aéroports voisins, le transfert de la population -habitants et entreprises- de l'actuelle ville vers la nouvelle, son désir d'accueillir encore plus d'entreprises et de travailleurs nationaux et étrangers, son vœux d'être un pôle dans le domaine des énergies nouvelles et renouvelables, mais aussi et surtout son objectif d'être la future métropole rayonnante sur la partie « Sud-Est » du pays, on propose de projeter un aéroport international, dans la ville nouvelle, à l'échelle et de l'envergure d'une métropole dominante sur toute une région, et laisser l'actuel aéroport Krim Belkacem pour le fret et le personnel travaillant directement sur les champs pétroliers.

On propose également que cet aéroport soit un HUB du fait de sa position centrale entre plusieurs petites villes à vocation touristique et n'ayant que des aéroports nationaux comme Touggourt (reine des Oasis) ou Illizi (ville possédant l'un des sept sites classés mondiaux en Algérie), mais aussi un HUB du fait de la position de l'Algérie comme porte d'entrée vers le continent africain à partir du continent européen et asiatique.

<sup>14</sup> Etablissement de Gestion des Services Aéroportuaires <http://www.egsa-alger.dz/>



**Figure 26.** Situation de la ville nouvelle entre les trois continents concernés

## 2.2. Choix du terrain

Le choix du terrain dépendra de l'envergure surfacique qu'aura le futur projet, la disponibilité des terrains libres existants dans la région, et les exigences d'implantation d'un aéroport. Pour notre cas, sachant que les alentours de la nouvelle ville de Hassi Messaoud représentent un désert vide avec une liberté de choix du terrain, on laissera le calcul de l'envergure surfacique lors de la programmation future, et on se basera spécialement sur les exigences d'implantations de l'infrastructure aéroportuaire.

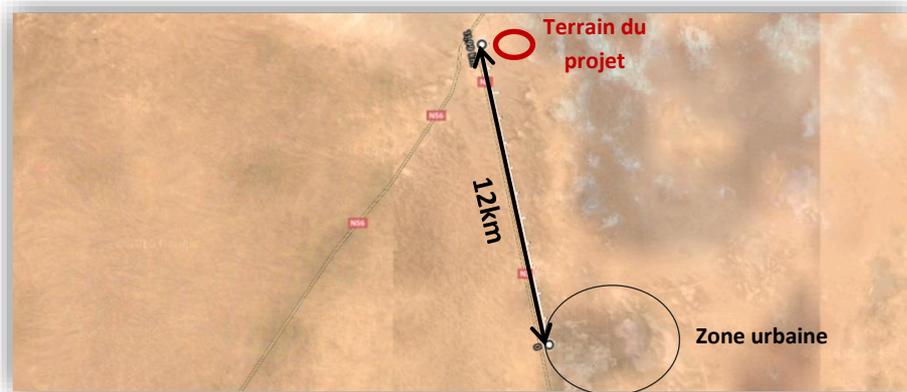
### **Exigences d'implantation des aéroports :**

- Choix d'un terrain avec une topographie saine.
- Eloignement des zones urbaines d'habitation avec une distance minimale de 5km pour les soucis de nuisances sonores provoqués par les avions lors des atterrissages et des décollages.
- Prise en compte de l'environnement.
- Liaison de l'aéroport avec d'autres systèmes de transport.

A partir de ces exigences, on propose d'implanter notre futur projet d'aéroport comme plate-forme multimodale au nord de la ville nouvelle, à une distance de 12 km, à proximité de l'intersection des deux routes nationales N°03 et N°96, et sur un terrain pratiquement plat. Le projet sera bien lié à la ville vu qu'il se trouvera sur l'alignement de la route nationale N° 03 qui mènera également vers Touggourt, mais aussi l'alignement de la ligne ferroviaire qui lie la nouvelle ville aux différentes villes du nord du pays.



**Figure 27.** Situation de la zone urbaine par rapport aux lignes de transport



**Figure 28.** Situation du futur projet par rapport à la zone urbaine de la ville nouvelle

### **Conclusion**

Ainsi, on connaît le choix et la situation du futur projet, dans la ville nouvelle de Hassi Messaoud, sur un terrain très vague et plat qui permettra d'implanter un grand HUB aussi important au niveau national qu'international du fait de la position du pays entre les trois continents africains, européens et asiatiques. Le futur projet sera également bien lié aux différentes villes de la région à travers sa liaison avec les routes nationales et la ligne ferroviaire.

### **3 Chapitre III:**

## **Approche programmatique**

## Introduction

Pour entamer la conception du futur projet, il est nécessaire de connaître le fonctionnement d'un aéroport, ses fonctions, et ses méthodes de dimensionnements. Dans ce chapitre-là, toutes ces notions seront expliquées et schématiser, en partant de l'analyse thématique des exemples d'aéroports pour faire ressortir un programme de base en premier temps, puis en passant par les définitions programmatiques pour démontrer toutes les normes, les ratios et les modes de dimensionnements des différents espaces, pour ressortir à la fin avec un programme spécifique du futur projet.

### 3.1. Analyse des exemples

Pour faire le tour des différents genres d'aéroports, l'analyse thématique se fera d'une méthode analytique comparative, selon trois aspects fondamentaux :

- **Aspect architectural** : pour faire ressortir les différents styles d'intégration des aéroports à leurs environnements, les types d'architecture choisis, extérieur et intérieur...
- **Aspect structurel** : pour étudier les différents critères et raisons de choix d'une structure, son mode d'assemblage, et l'apport que ça donne à l'équipement aéroportuaire.
- **Aspect programmatique** : pour faire ressortir les différentes fonctions qui sont intégrés dans un aéroport, et spécialement les aéroports HUB.

Il est nécessaire également de faire une analyse thématique des deux premiers aéroports nationaux en termes de nombre de passagers annuels, à savoir l'aéroport international Houari Boumediene d'Alger et l'aéroport Ahmed Ben Bella d'Oran.

# Aéroport Changi (Singapour, Singapour)



Figure 29. Vues extérieures de l'aéroport de Changi

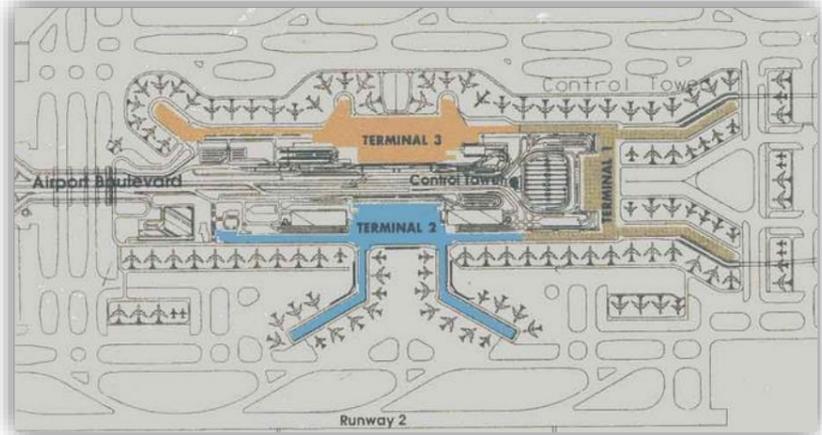
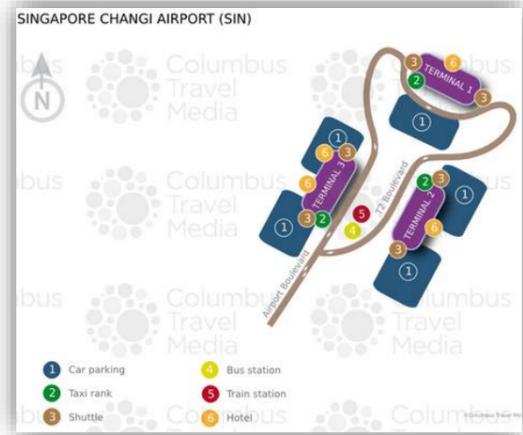


Figure 30. Plans de l'aéroport de Changi

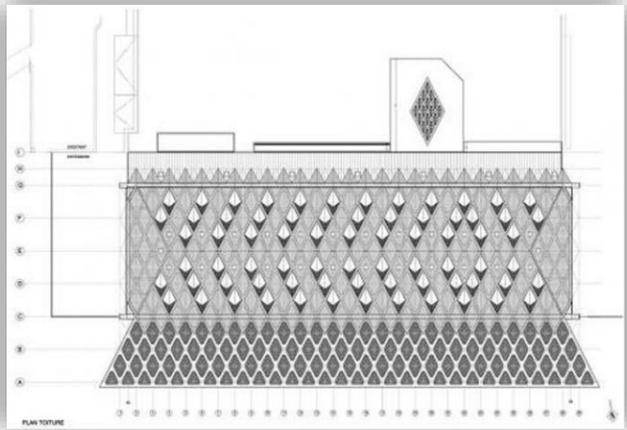
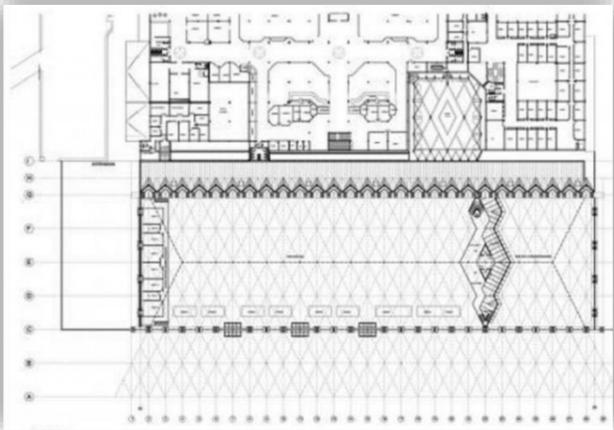
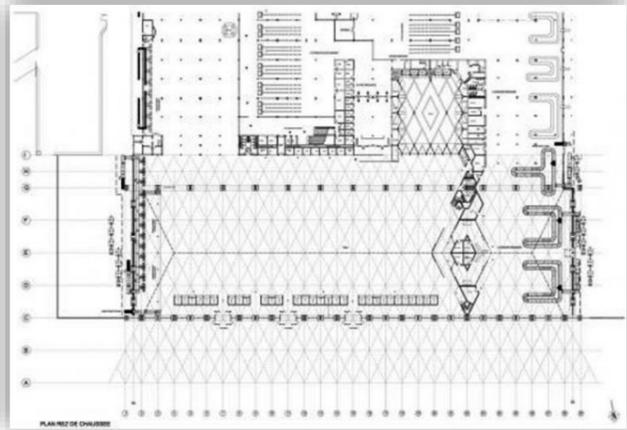


Figure 31. Vues intérieures de l'aéroport de Changi

**Aéroport international Menara (Marrakech, Maroc)**



**Figure 32.** Vues extérieures de l'aéroport de Menara



**Figure 33.** Plans de l'aéroport de Menara

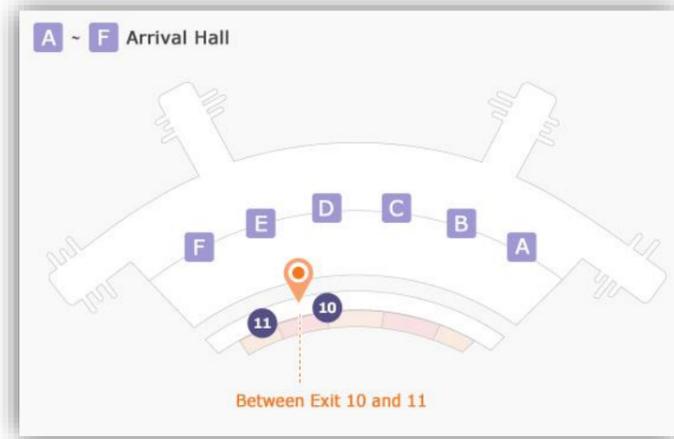
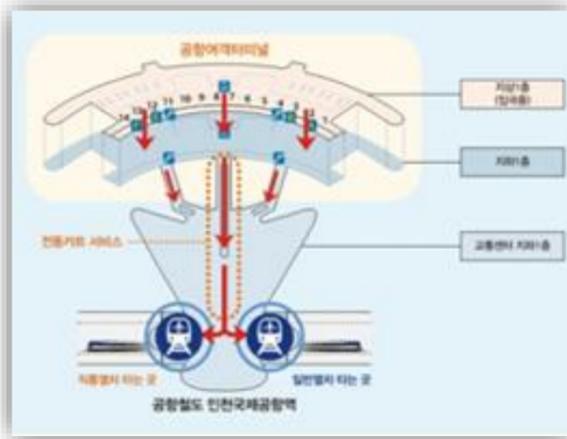
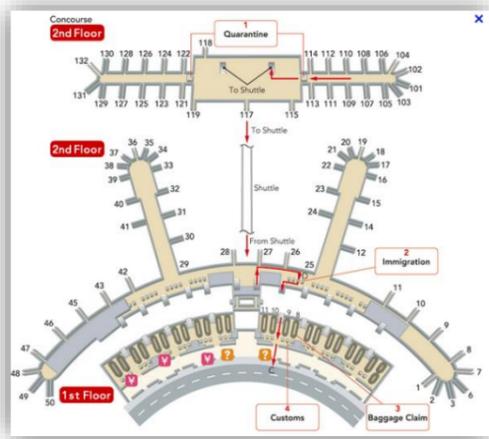


**Figure 34.** Vues intérieures de l'aéroport de Menara

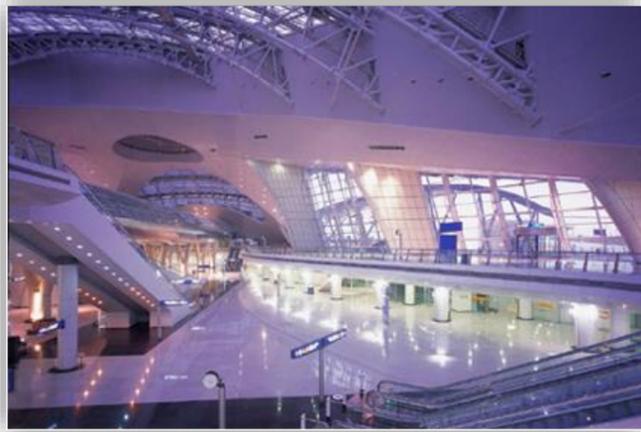
**Aéroport international Incheon (Séoul, Corée du sud)**



**Figure 35.** Vues extérieures de l'aéroport Incheon



**Figure 36.** Plans de l'aéroport Incheon



**Figure 37.** Vues intérieures de l'aéroport Incheon

Analyse comparative des aéroports selon l'aspect architectural			
L'exemple	L'aéroport international Changi	L'aéroport international Menara	L'aéroport international d'Incheon
			
<b>La situation</b>	Singapour, Singapour	Marrakech, Maroc	Séoul, Corée du Sud
<b>Capacité</b>	82 millions de passagers par an	3,7 millions de passagers par an	100 millions de passagers par an
<b>Spécificité</b>	<b>Type d'aéroport :</b> Aéroport HUB <b>Particularité :</b> Inclusion d'un valet de forêt et le rain dans le terminal (la chute d'eau de 40 m à partir de l'eau de pluie recyclé)	<b>Particularité :</b> Le nouveau terminal 1 de cet aéroport est « l'exemple du mariage entre l'architecture islamique traditionnelle et l'architecture moderne »	<b>Type d'aéroport :</b> Aéroport HUB <b>Particularité :</b> Les équipements de sécurité et de soins sont très avancés avec une technologie très développée.
<b>Infrastructure</b>	<b>Terminal:</b> Trois terminaux <b>Autre espaces :</b> Restaurant, Hôtel, tous reliés par des jardins à plusieurs niveaux, piscine sur le toit. Au sous-sol de la serre s'étalera un immense centre commercial avec des dizaines de boutiques et restaurants.	<b>Terminal:</b> deux terminaux <b>Autre espaces :</b> Parking L'aire de stationnement est à proximité des terminaux et contient 360 véhicules.	<b>Terminal:</b> deux terminaux <b>Autre espaces :</b> Le terminal est divisé en trois parties différentes (importation, exportation et passage) ,4 pistes d'envol parallèles, un centre d'affaires, de nombreuses boutiques, des restaurants coréens, japonais, internationaux, et un hôtel.
<b>Architecture</b>	<b>La particularité :</b> -La serre en verre. -La piscine située sur les toits de l'aéroport (Terminal 1). -Les trois terminaux reliés par un métro automatique léger. Véritable ville, entre une cascade, des parterres de fleurs, verdure et jardins de papillons, un terminal ultramoderne, telle une gigantesque serre avec en son cœur une impressionnante chute d'eau de 40m, des appareils massant les pieds, des salles de cinéma gratuites pour les passagers en transit, un plan d'eau hébergeant de nombreux poissons exotiques, un jardin de papillons et une plantation décorative d'orchidées. Le lieu se destine à devenir une écosphère.	<b>La particularité :</b> -La rénovation de l'aéroport comprend un design contemporain qui s'harmonise en douceur avec la tradition marocaine par une façade composée de 24 diamants et 3 triangles, les diamants sont fermés par des ornements en verre imprimées avec le style islamique. -La couverture porte 72 pyramides photovoltaïques -Contrairement à la structure existante, l'extension est entièrement faite d'ombres et de lumière. A chaque heure du jour, une lumière particulière habille le volume, ce qui donne au nouveau terminal un éclat particulier. - Des mosaïques cachent une technologie contemporaine qui n'est que le prolongement des autres motifs traditionnels qui décorent l'espace d'exposition.	<b>La particularité :</b> -Il est considéré comme l'aéroport le plus moderne d'Asie - Le terminal de passagers à 44 points d'embarquement et 50 points de contrôle de douane, 108 ascenseurs dont 25 panoramiques, 130 escalators, 46 trottoirs roulants et 39 passerelles d'accès permettant de relier les avions aux quais. La haute technologie est utilisée pour tous les services et les espaces de l'aéroport.
<b>Services</b>	- Des postes Internet gratuits - Des aires de repos - Des machines gratuites de massage des pieds - Un service gratuit de réservation d'hôtel	- L'aéroport dispose d'une chapelle et d'une clinique de premiers soins. -Des rampes et autres services adaptés pour les personnes handicapées et les personnes âgées.	-Des lit pour se reposé -Des ordinateurs avec Internet, Wifi -Un salon de massage -Des douches et tout cela mise à la disposition du passager gratuitement
<b>Accessibilité</b>	Par réseau de métro et par bus.	Par réseau routier (bus et taxi entre autres)	Par une liaison ferroviaire souterraine

Tableau 11. Analyse comparative des aéroports selon l'aspect architectural

### **Synthèse comparative d'architecture :**

Les aéroports sont situés pour la plupart en moyenne à quelques dizaines de kilomètres des villes. Ils requièrent des terrains très vastes avoisiant les centaines d'hectares par équipement (aérogare, aérodrome et circulation extérieur).

A partir de la comparaison entre les trois aéroports étudiés, on peut voir que cet équipement possède des formes et des nombres divers de terminaux selon la capacité de ce dernier en termes de flux passagers. Les exemples montrent qu'il y a diverses façons et matériaux utilisés pour les revêtements des aéroports, mais tous ont un même objectif qui est celui de maximiser la transparence intérieure pour atteindre un confort visuel naturel au maximum.

On note aussi à partir de la comparaison que les aéroports HUB ont, par rapport aux aéroports normaux, une architecture intérieure plus variée et plus riche. Cette importance donnée revient au vœu de distraire les passagers en transit pendant leurs temps d'attente, et les émerveiller devant les différentes architectures. Ils se laisseront ainsi surprendre par les formes et les couleurs qui seront étudiées de façon à détendre le passager et ne pas lui faire sentir les périodes d'attente.

## Aéroport international Denver (Denver, Etats-Unis)



Figure 38. Vues extérieures de l'aéroport de Denver

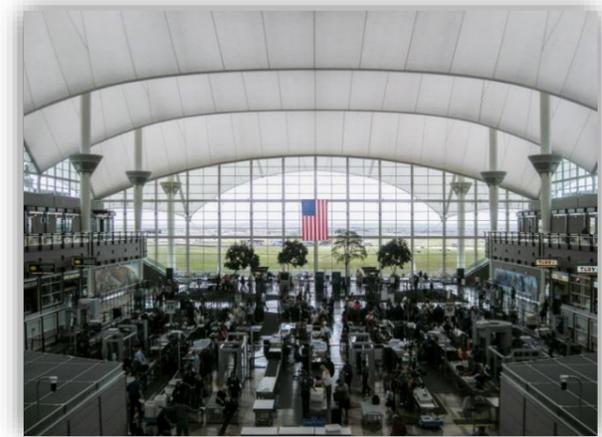
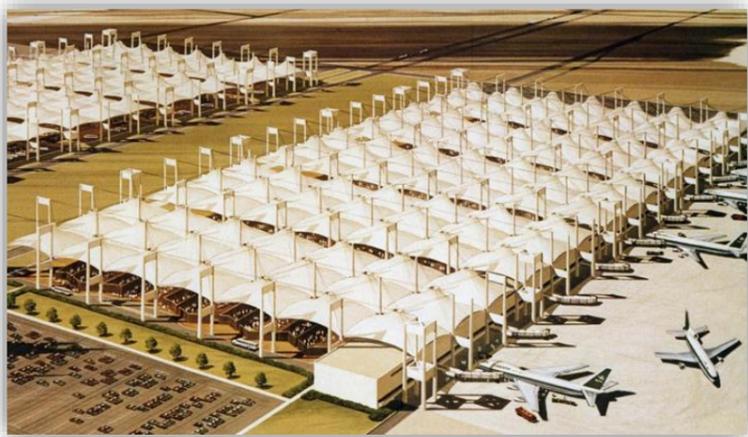


Figure 39. Vues intérieures de l'aéroport de Denver

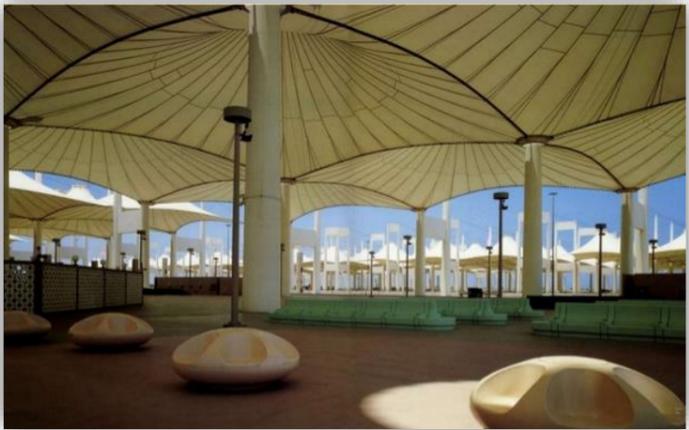


Figure 40. Composants et modes d'assemblage de la structure

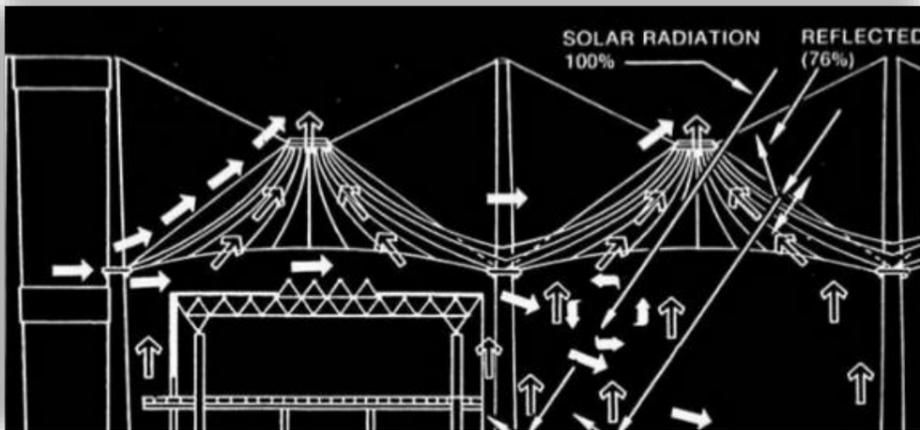
**Aéroport international King Abdelaziz (Djeddah, Arabie Saoudite)**



**Figure 41.** Vues extérieures de l'aéroport de King Abdelaziz



**Figure 42.** Vues intérieures de l'aéroport de King Abdelaziz



**Figure 43.** Composants et modes d'assemblage de la structure

## Aéroport international Suvarnabhumi (Bangkok, Thaïlande)



Figure 44. Vues extérieures de l'aéroport Suvarnabhumi



Figure 45. Vues intérieures de l'aéroport Suvarnabhumi



Figure 46. Composants et modes d'assemblage de la structure

Analyse comparative des aéroports selon l'aspect structurel			
<b>L'exemple</b>	<b>L'Aéroport international Denver</b> 	<b>L'aéroport international Roi-Abdelaziz (terminal de hajj)</b> 	<b>L'aéroport international Suvarnabhumi</b> 
<b>La situation</b>	Denver, Colorado, États-Unis	Djeddah, Arabie Saoudite	Bangkok, Thaïlande
<b>Capacité</b>	<b>50 millions de passagers par an /14000 hectares</b>	<b>2,5 million de passagers par période de hadj par an/2.6 hectares</b>	<b>45 millions de passagers / 56,3 hectares</b>
<b>Infrastructure</b>	<p><b>-Le terminal</b> est divisé en partie « est » et « ouest » selon les arrivées et les départs, Des lobbys sont atteints par une passerelle d'embarquement</p> <p><b>-L'aire de mouvement</b> : 6 pistes ,5 ont une longueur de 3658 m et une largeur de 46 tandis que la longueur sixième est 4877 mètres de large par 61</p> <p><b>-Stationnement</b> : parking à ciel ouvert pour les longs stationnements avec 7.000 places dans chaque garage</p>	<p><b>- Le terminal Hadj</b> : Utilisé pendant la période du hajj. La partie « sud » est à ciel ouvert (donc, sans climatisation) et présente un confort très minimaliste. La partie « nord » dispose de passerelles d'embarquement et de plusieurs salles d'attente vitrées et climatisées. Le terminal de Hadj se compose de deux parties identiques, 320m x 686 m et séparées par un centre commercial paysagé. Chaque moitié du terminal est divisée en cinq modules égaux, Chaque module, à son tour, est constitué de 21 structures de tente légères disposées sur 3 x 7 tentes pour chaque module et couvrent 10,5 acres (4 hectares). Chaque unité mesure 45 m x 45 m. Comme développé, le terminal a 20 zones de traitement de grille, 10 de chaque côté de la borne. Chaque porte a des zones égales à l'intérieur du terminal pour le traitement des passagers.</p> <p><b>-Stationnement</b> : Un parking de courte et longue durée se trouve devant le terminal.</p>	<p><b>Le terminal</b> : est constitué de 5 niveaux (niveau 1 à 4 plus un sous-sol, le niveau B). Le niveau B permet d'accéder au métro aérien - qui est ici souterrain. Niveau 1 : taxis, arrêts de bus, navettes et parking. Niveau 2 : hall des arrivées, consigne à bagages, transfert en limousine, office du tourisme, point de rencontre (meeting point) et quelques boutiques. Niveau 3 : niveau du shopping, la restauration, également pharmacie et dispensaire médical Niveau 4 : hall des départs. Chaque zone d'enregistrement</p> <p><b>-L'aire de mouvement</b> : 2 pistes parallèles (60 m de large, 4 000 et 3 700 m de long)</p> <p><b>-Stationnement</b> : 120 places de stationnement pour avions.</p>
<b>Accessibilité</b>	Un système de métro, de véhicules, de taxi, et de train	Un système de bus	Un système de métro, de taxi
<b>La structure</b>	<p><b>-Raison d'utilisation de la structure tendue :</b></p> <p>- Rendre hommage à l'identité de la région montagneuse locale et les toiles de tentes inspirées des campements d'indiens. La construction ne pouvait pas supporter les vents violents qui soufflent dans la région donc il était nécessaire de revenir aux vieilles méthodes des «boutiques» indigène. -L'utilisation de la structure tendue pour les grandes constructions. <b>-La forme</b> : les formes de tentes <b>-Les composants de la toile</b> : Le toit en fibre de verre blanc qui laisse la lumière du jour rentrer en retenant la chaleur du soleil, et laisse la lumière intérieur ressortir la nuit. <b>-Système d'accrochage de la toile</b> : Les piliers en aciers composées et tiré par des ancrages au sol.</p>	<p><b>-Raison d'utilisation de la structure tendue :</b></p> <p>-Le toit en tissu translucide permet de créer un espace ouvert naturellement ventilé et éclairé qui empêche la distraction des objectifs spirituels Hadjis tout en offrant aux pèlerins un abri nécessaire et la distance de marche. -La structure en toile était utilisé pour réinterpréter les tentes des nomades anciens du désert. <b>-La forme</b> : les formes de tente pour chaque module <b>-Les composants de la toile</b> : d'un tissu en fibre de verre recouvert de téflon <b>-Système d'accrochage de la toile</b> : 4 pylônes d'angle qui mettent en tension les toiles tendues et qui sont soutenu par 32 câbles radiaux en acier.</p>	<p><b>-Raison d'utilisation de la structure tendue:</b> esthétique <b>-La forme</b> : l'aéroport possède des formes en longueurs et faite de trois matériau essentiels, l'ossature métallique, la membrane de couverture en fibres d verres, et le verre pour remplir la façade. <b>-Les composants de la toile</b> : d'une peau de tissu de verre recouvert sur ses deux faces par des enduits insonorisant avec une transmission de la lumière définit. <b>-Système d'accrochage de la toile</b> : la toile est mise en tension par des câbles.</p>

Tableau 12. Analyse comparative des aéroports selon l'aspect structurel

### **Synthèse comparative des structures :**

A partir de la comparaison entre les structures des trois aéroports analysés, on peut dire que la structure tendue dans cet équipement peut être utilisée pour deux raisons différentes :

- Par intégration et en adéquation avec l'histoire et les traditions d'une région précise pour les réinterpréter et les ramener à la vie.
- Par vœu d'esthétique en accordant cela avec d'autres matériaux comme le verre pour répondre à des exigences techniques et architecturales.

Ainsi, cette structure renferme une multitude de spécificités, qui grâce aux propriétés des composants, répondent aux exigences des aéroports :

- La membrane protège la température intérieure de l'aéroport de la chaleur extérieure grâce aux isolants qui recouvrent les fibres de verres.
- La membrane permet aussi la transparence pour garder une harmonie entre l'extérieur et l'intérieur de l'équipement et donner un esprit de confort visuel naturel.

## Aéroport international Charles De Gaulles (Paris, France)



Figure 47. Vues extérieures de l'aéroport Charles De Gaulles

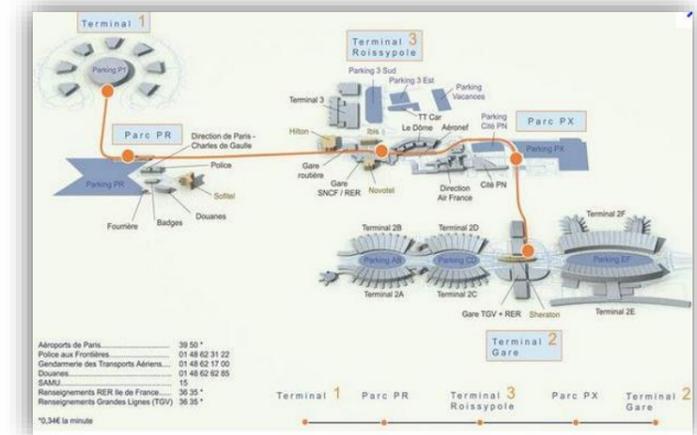
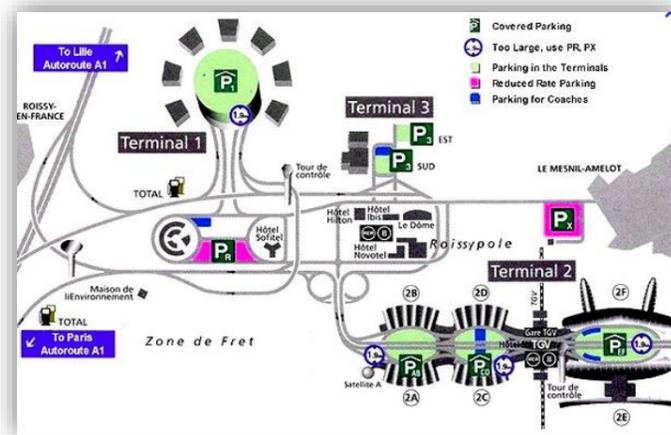


Figure 48. Plans de l'aéroport Charles De Gaulles



Figure 49. Vues intérieures de l'aéroport Charles de Gaulles

# Aéroport international Queen Alia (Amman, Jordanie)

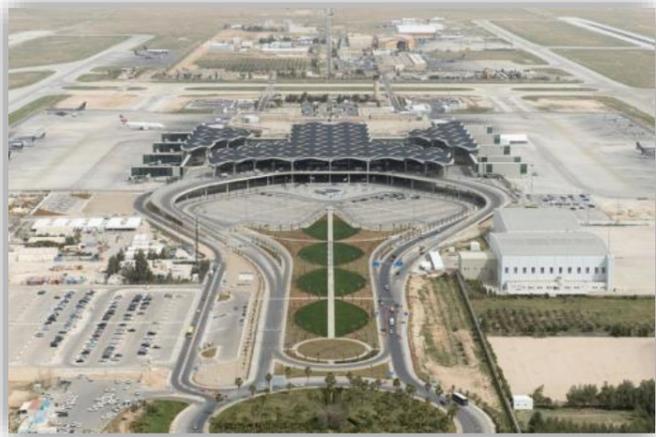


Figure 50. Vues extérieures de l'aéroport Queen Alia

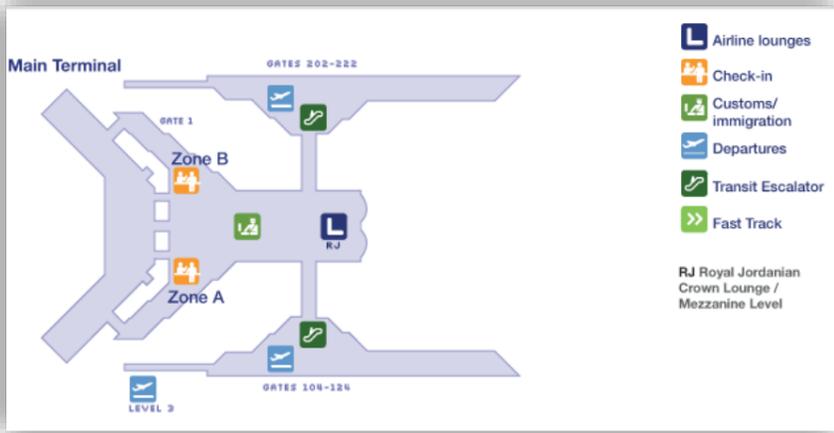
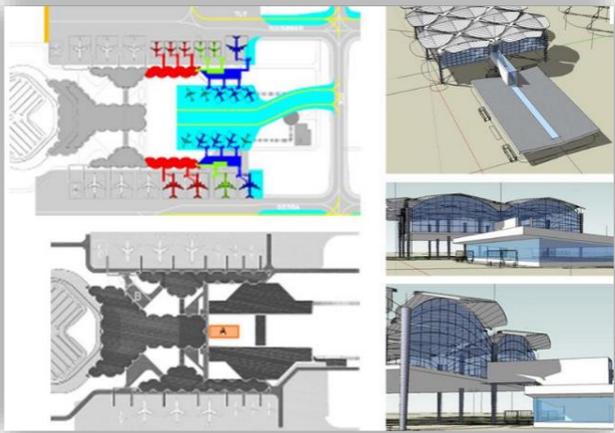
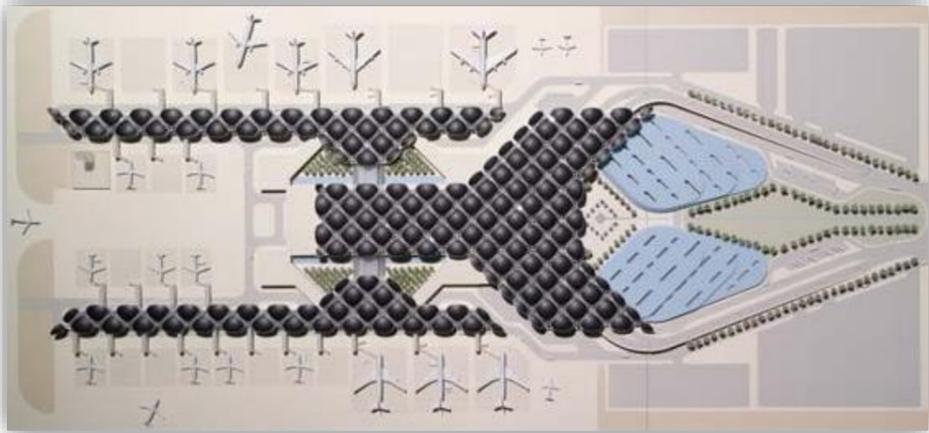


Figure 51. Plans de l'aéroport Queen Alia



Figure 52. Vues intérieures de l'aéroport Queen Alia

Aéroport international Nice (Nice, France)

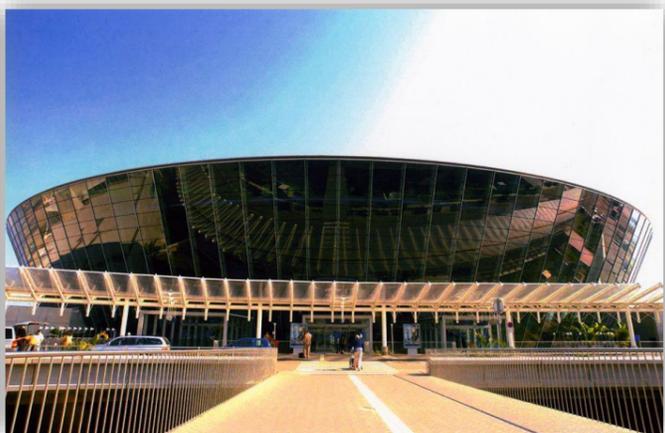


Figure 53. Vues extérieures de l'aéroport de Nice

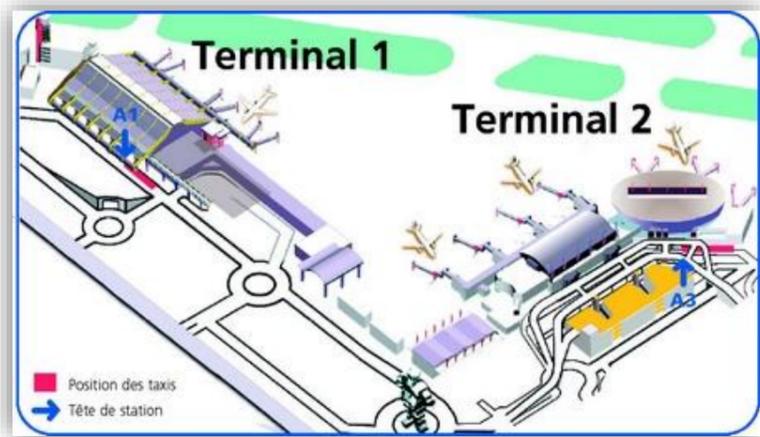


Figure 54. Plans de l'aéroport de Nice



Figure 55. Vues intérieures de l'aéroport de Nice

Analyse comparative des aéroports selon l'aspect programmatique			
<b>L'exemple</b>	<b>Aéroport international Charles-de-Gaulle</b> 	<b>Aéroport International Queen Alia</b> 	<b>Aéroport de Nice-Côte d'Azur</b> 
<b>La situation</b>	<b>Paris, France</b>	<b>Amman, Jordanie</b>	<b>Nice, France</b>
<b>Capacité</b>	<b>65,7 millions de passagers /3200 hectares</b>	<b>9 millions de passagers par an/ 10 hectares</b>	<b>13 millions de passagers / 370 hectares</b>
<b>Infrastructure</b>	- <b>Type de l'aéroport</b> : aéroport HUB - <b>Composant de l'aéroport</b> : Ses 3 257 hectares qui en font l'aéroport le plus vaste d'Europe se répartissent sur six communes appartenant à trois départements. -Plus de 300 postes de stationnement avions dont environ 130 au contact des terminaux.	<b>Composant de l'aéroport</b> : Un terminal composé de trois bâtiments. Des patios extérieurs qui suivent l'architecture vernaculaire arabe contribuent à la stratégie environnementale du terminal avec des plantes et des arbres qui aident à éliminer la pollution de l'air avant son introduction dans l'étape du système de traitement, et des jardins font également référence à la tradition de l'hospitalité jordanienne	<b>Composant de l'aéroport</b> : 270 hectares réservés aux 2 pistes (2590*45),(2960*45) 1 terminal fret. 1 terminal d'aviation d'affaires Deux terminaux passagers
<b>Accessibilité</b>	Système de train (RER B et TGV), de route, de plusieurs lignes de bus, d'un système de métro automatique gratuit.	Système de bus, de taxi	Système de taxi et de bus
<b>Fonction /Surface</b>	<b>*Fonction trafic</b> : -Des comptoirs d'enregistrement -Les fonctions d'enregistrement -Les fonctions d'embarquement - Les tapis à bagages - Tri de bagage <b>*Fonction commerciale</b> : -3 200 m <sup>2</sup> de boutiques et 1 400 m <sup>2</sup> de bars et restaurants -Grand salon Business d'une capacité de 3 000 m <sup>2</sup> -Une boutique de 310 m <sup>2</sup> et d'un point presse <b>*Fonction opérationnel</b> :- Des compagnies service -Les postes de contrôle aux frontières - Les services des douanes -La zone des arrivées et la sortie des zones sous contrôle. <b>*Fonction administrative</b> :-Administration <b>*Fonction technique</b> :-Des locaux techniques <b>*Fonction loisir</b> : -Des zones de repos équipées de sièges en position allongée, un spa proposant massages et soins, -Des espaces équipés de consoles de jeux vidéo -Sept espaces de travail équipés de prises pour connecter des ordinateurs portables -Espace Musées -Un espace de travail en libre-service avec 10 postes équipés de prises pour les ordinateurs et de postes informatiques connectés à Internet. <b>*Fonction hébergement</b> : -Hôtel <b>*Fonction de stationnement</b> :- Véhicules et avions	<b>*Fonction trafic</b> : - Les stations de départ et d'arrivées -Zone de traitement -Des comptoirs d'enregistrement -Tri de de livraison des bagages. -Espace livraison des bagages. -Un système de transit rapide et automatisé sur rails. <b>*Fonction commerciale</b> :-Des boutiques -Un restaurant -Des salons -Des boutiques duty-free -La zone publique de magasins de détail, des services -Une pharmacie <b>*Fonction opérationnel</b> : -Des espaces d'attente -Tapis roulant long de trois kilomètres pour les piétons <b>*Fonction technique</b> : -Des locaux. -Des bureaux <b>*Fonction de stationnement</b> : - Véhicules et avions <b>*Espaces extérieurs</b> : -Des patios <b>*Espaces détente</b> : -Une aire de jeux -Une salle de prière	<b>*Fonction trafic</b> : -Les stations de départ et d'arrivées -Des passerelles télescopiques -8 carrousels pour la réception des bagages <b>*Fonction commerciale</b> : -Des boutiques -Grand restaurant -Des nurseries -Agences de location -Nombreuses boutiques et restaurants -Salon club offre restauration légère, open bar -Un mini centre d'affaire <b>*Fonction opérationnel</b> : -Des bureaux de compagnies aériennes <b>*Fonction de stationnement</b> : - Véhicules et avions <b>*Fonction administrative</b> -Bureaux <b>*Fonction détente</b> : -Wifi gratuit, TV, accès internet gratuit. -Un espace d'affaire -Salon clubs -Grand espace d'attente <b>*Fonction technique</b> : -Bureaux

Tableau 13. Analyse comparative des aéroports selon l'aspect programmatique

## Synthèse comparative des programmes :

A partir des trois exemples d'aéroports analysés, on peut conclure que les aéroports possèdent différentes fonctions de bases :

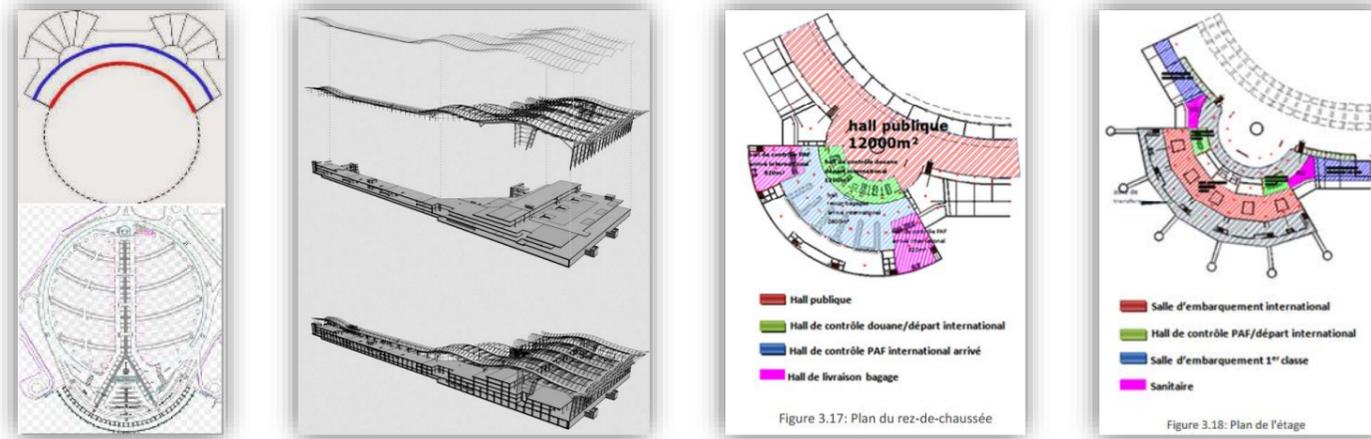
- **Fonctions trafic** : comprend tous les locaux servant au traitement du passager et de ses bagages.
- **Fonction commerciale** : regroupe les boutiques, bars/restaurants, concessions diverses.
- **Fonction opérationnelle** : comprend tous les locaux d'exploitation aéroportuaires, notamment ceux permettant le traitement de l'avion lors de l'escale (quelque qu'en soit la durée).
- **Fonction administrative**: regroupe les bureaux des services, les espaces affaires,
- **Fonction technique**: comprend locaux techniques, installations de maintenance, zone de stockage.

On note qu'à la différence entre les aéroports HUB et les aéroports normaux, un HUB dispose d'une fonction commerciale plus importante pour occuper le passager durant son escale. L'autre point important est l'ajout de la fonction culturelle comme le musée dans l'aéroport Charles De Gaulle à Paris, et la fonction hébergement avec l'existence d'un hôtel qui pourra accueillir les passagers qui souhaitent se reposer et se détendre entre deux vols.

# Aéroport international Houari Boumediene (Alger, Algérie)



**Figure 56.** Vues extérieures de l'aéroport Houari Boumediene



**Figure 57.** Plans de l'aéroport Houari Boumediene



**Figure 58.** Vues intérieures de l'aéroport Houari Boumediene

## Aéroport international Ahmed Ben Bella (Oran, Algérie)



Figure 59. Vues extérieures et intérieures de l'aéroport Ahmed Ben Bella

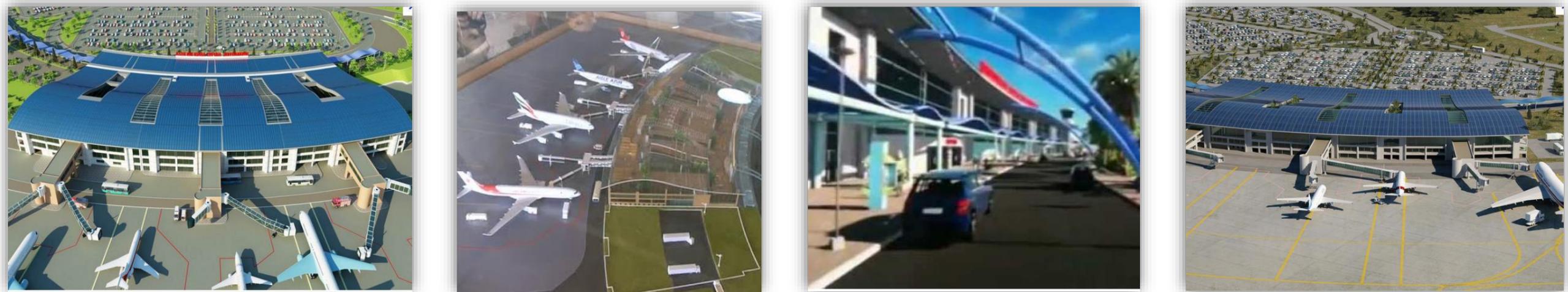


Figure 60. Vues de l'extension future de l'aéroport Ahmed Ben Bella

Les exemples nationaux		
Exemple	L'aéroport de HOUARI BOUMEDIENE d'Alger 	L'aéroport international d'Oran - Ahmed Ben Bella 
Situation	Situé sur la commune de Dar El Beïda à 16 km à l'est d'Alger.	Situé sur la commune de Sénia à 12 km au sud d'Oran
Capacité	12 millions par an	3.5 millions par an (avec la future extension)
Infrastructure	<p>L'aéroport comporte deux pistes d'atterrissage d'une longueur de 3 500 mètres chacune et trois terminaux :</p> <p><b>Le terminal 1</b> : dédié aux vols internationaux. Il dispose de 14 passerelles télescopiques (satellites). Il compte un flux de plus de 6 millions de passagers annuellement.</p> <p><b>Le terminal 2</b> : dédié actuellement aux vols nationaux.</p> <p><b>Le terminal 3</b> : dédié aux vols charters, Hadj et Omra.</p> <p>De plus, l'aéroport dispose d'autres infrastructures telles que :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Un pavillon d'honneur, permettant la réception des VIP.</li> <li>Une zone Cargo.</li> <li>Une aire d'atterrissage pour hélicoptères.</li> <li>Une zone de hangars pour la maintenance des avions.</li> <li>Une zone d'activités aéroportuaires telles que des bureaux de la compagnie phares Air Algérie et autres compagnies aériennes desservant l'Algérie.</li> </ul>	<p>Actuellement, l'aéroport dispose de deux pistes, l'une inaugurée en 2009, d'une longueur de 3 600 m et faite en béton bitumineux et la seconde, d'une longueur de 3 000 m.</p> <p><b>Aérogare</b> L'actuelle aérogare a une capacité de 800 000 passagers par an et l'embarquement se fait par bus. Cette section est vide, insuffisamment détaillée ou incomplète.</p> <p><b>Accès</b> L'aéroport est desservi par l'autoroute A1 - Est-Ouett et prochainement par tramway grâce à la future extension de la ligne</p>

Tableau 14. Analyse comparative des aéroports nationaux

### **Synthèse comparative des exemples nationaux :**

Malgré que l'analyse concerne les deux aéroports les plus importants du pays, ces derniers montrent l'existence d'un très gros décalage avec les normes internationales en comparaison avec les plus grands aéroports internationaux étudiés auparavant. L'aéroport le plus important au niveau du pays qui est considéré comme le HUB national et base de la compagnie Air Algérie est en désaccord avec les gros HUB européens par exemple, dans l'aspect de richesse des fonctions et de la diversité architecturale nécessaire pour ce genre de structure visant à charmer les passagers en correspondance.

L'aéroport Houari Boumediene de la capitale Alger et l'aéroport Ahmed Ben Bella d'Oran qui domine la région « ouest » du pays, se sont aussi vu être saturés avec une surexploitation et une capacité qui ne répondait pas à la demande et aux nombres de passagers annuels avec le temps. Néanmoins, des extensions de ces équipements sont en cours avec la création d'un nouveau terminal chacun pour répondre au besoin qui s'est accentués au fil des années. On en conclut donc le retard des infrastructures aéroportuaires nationales et l'esprit de réaction plutôt que l'esprit d'anticipation comme dans tous les autres domaines.

### **3.2. Programme de base**

A partir de l'analyse thématique des différents exemples d'aéroports dans le monde, dont des HUB, qui a démontré les principales fonctions composantes, on peut à présent proposer un programme de base qui explique la répartition des différentes fonctions.

Fonction	Activités	La répartition des fonctions par %
<b>Fonction trafic</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hall public mixte, départ et</li> <li>- Enregistrement</li> <li>- Contrôle des bagages de soute</li> <li>- Tri bagage départ</li> <li>- Contrôle police départ</li> <li>- Contrôle douane départ</li> <li>- Contrôle sureté passagers et bagage à main</li> <li>- Contrôle de santé</li> <li>- Zone d'embarquement</li> <li>- Zone de transit</li> <li>- Zone arrivée</li> <li>- Traitement des bagages à l'arrivée</li> <li>- Livraison des bagages</li> <li>- Contrôle douane d'arrivée</li> <li>- Contrôle de santé</li> </ul>	<b>50%</b>
<b>Fonction commerciale</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vente de billet</li> <li>- Téléphone</li> <li>- Banque change</li> <li>- Location de voiture</li> <li>- Liaison avec les moyens de transport terrestre, bus, taxi, train, guichet, zone d'attente, bureaux liés à cette fonction.</li> <li>- Réservation hôtel</li> <li>- Poste</li> <li>- Cafétéria</li> <li>- Restauration</li> <li>- Salon des compagnies aériennes</li> <li>- Boutique tabacs/journaux</li> <li>- Autres boutiques</li> <li>- Des salons</li> <li>- Une boutique duty-free</li> <li>- la zone publique de magasins de détail</li> <li>- Des magasins hors taxes</li> <li>- Grand salon Business</li> <li>- une pharmacie</li> <li>- Un cabinet médical</li> <li>- Des postes d'internet</li> </ul>	<b>Entre 10% et 15%</b>
<b>Fonction administrative</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Locaux du gestionnaire</li> <li>- Locaux des compagnies</li> <li>- Locaux de service d'état</li> <li>- Cantine administrative et cuisines</li> </ul>	<b>5%</b>
<b>Fonction technique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Locaux technique</li> <li>- Zone de stockage</li> </ul>	<b>15%</b>

<b>Fonction de stationnement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Parking des avions</b></li> <li>- <b>Parking des véhicules</b></li> <li>- <b>Espace stationnement pour les différentes lignes de bus</b></li> </ul>	/
<b>Fonction hébergement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Hôtel</b></li> </ul>	<b>5%</b>
<b>Fonction d'étende</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Espace de services, de détente, de travail</b></li> <li>- <b>Espaces d'exposition</b></li> <li>- <b>Salle de conférence</b></li> <li>- <b>Salon VIP</b></li> <li>- <b>Salle de prière</b></li> <li>- <b>Salle d'exposition</b></li> <li>- <b>Des espaces équipés de consoles de jeux vidéo</b></li> <li>- <b>Des espaces verts et des panneaux d'eau à l'intérieur de l'aérodrome</b></li> <li>- <b>Des zones de repos équipées de sièges en position allongée, un spa proposant massages et soins</b></li> </ul>	<b>Entre 10% et 15%</b>
<b>Espace extérieurs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Aire de mouvement</b></li> <li>- <b>Des jardins</b></li> </ul>	/

**Tableau 15.** Programmes de base

### 3.3. Définition programmatique

L'aéroport est composé de plusieurs maillons, et la définition générale peut s'appliquer à chacun d'entre eux afin d'en évaluer la capacité. Pour décider d'une programmation, il est nécessaire d'étudier la fonction d'un aérogare, les moyens de dimensionner cet équipement, ainsi que les contraintes de conception spécifiques à ce bâtiment.

#### 3.3.1. L'aérogare :

##### 3.3.1.1. Ses acteurs :

On distingue parmi eux deux catégories principales : les usagers et les utilisateurs. On entend donc par **usager**, toute personne physique qui a recours au service rendu par l'équipement. La notion « d'usager » regroupe ainsi le public ciblé et ses accompagnateurs. En revanche, l'**utilisateur** comprendra toute personne physique ou morale qui, par sa profession, exploite au moins l'une des fonctions de l'ouvrage à un moment quelconque de son cycle de vie.

#### ➤ Les utilisateurs, intervenants qui font fonctionner l'aérogare

##### ❖ Utilisateurs directs

- **Le gestionnaire**: c'est l'exploitant opérationnel et financier de l'aérogare. Il dispose de deux types de recettes : les redevances aéronautiques (atterrissage, passagers, balisage, stationnement des avions, carburants), et les redevances extra-aéronautiques, à caractère purement commercial.
- **Les compagnies aériennes**: elles ont à charge le transport des passagers et de leurs bagages.
- **Les services de contrôle réglementaire des passagers**: ce sont les services de l'État qui assument les différentes tâches impliquées par le passage des frontières ou applicables aux passagers et à leurs bagages d'une manière générale : police, douane, sûreté, santé.

##### ❖ Autres utilisateurs

- **Ceux qui offrent un service aux passagers** : commerçants, restaurateurs, loueurs de voitures, transporteurs, services d'information, services de poste, de téléphone, établissements bancaires.
- **Les services des bases aériennes** : qui sont responsables de l'infrastructure aéroportuaire : création, aménagement et entretien des pistes, des aires de manœuvre et de stationnement des avions, ainsi que des bâtiments techniques.
- **Les services de la Navigation aérienne** : qui sont chargés d'assurer la régularité du trafic et la sécurité des aéronefs en vol et au sol. Ils sont responsables de la conception des moyens, de leur mise en place, de leur entretien et de leur exploitation.

➤ **Les usagers de l'aérogare, ce sont :**

- Les passagers.
- Les visiteurs, n'ayant aucun lien direct avec le trafic, mais susceptibles d'utiliser les services et les commerces.
- Les accompagnateurs et attendants.
- Les personnels navigants, techniques ou commerciaux.

### 3.3.1.2. Ses fonctions

On peut distinguer cinq fonctions principales qui permettent de concevoir les différents espaces d'un aéroport :

- **Fonction trafic :** La fonction trafic sert aux opérations de traitement du passager et de ses bagages; services rendus aux passagers et aux accompagnateurs. La fonction trafic représente le cœur fonctionnel de l'aérogare. En effet, le passager et ses bagages doivent « s'acquitter » des formalités avant de prendre un avion ou de quitter l'aérogare. Ce sont les conditions de circulations des flux (passagers, personnels et bagages) entre ces différentes formalités et les fonctionnalités qui s'y rattachent qui déterminent la capacité horaire en règle générale.
- **Fonction commerciale :** Elle sert aux opérations commerciales offertes aux passagers. Elles sont d'une part associées à une recherche de rentabilité des surfaces et d'autre part liées à un choix spécifique du gestionnaire.
- **Fonction opérationnelle :** Elle regroupe toutes les prestations nécessaires au fonctionnement de l'aérogare et au traitement de l'avion après ou avant son vol. Cette fonction est un facteur conditionnant de la capacité horaire d'une aérogare dans la mesure où elle conditionne les modalités de traitement des avions. En effet, les avions avant de pouvoir décoller doivent subir un traitement appelé escale (nettoyage de l'appareil, approvisionnement en nourriture de bord, devis de masse, devis de centrage, visite pré-vol, remplissage de la soute à carburant, dépôt d'un plan de vol entre autres choses). Les locaux utilisés pour effectuer ces tâches (locaux de stockage de matériels, locaux de replis ou locaux de préparation des vols) peuvent se situer pour tout ou en partie à l'extérieur de l'aérogare.
- **Fonction administrative :** Elle sert aux besoins administratifs du gestionnaire et des différents usagers pouvant éventuellement être traités hors de l'aérogare.
- **Fonction technique :** Elle est nécessaire au fonctionnement du bâtiment.
- **Fonction détente :** Elle est nécessaire dans un aéroport HUB qui regroupera des milliers de personnes par jour, qui seront en transit, et auront besoin de se divertir pendant les différents temps d'attente.
- **Fonction hébergement :** Elle est aussi nécessaire dans un aéroport HUB pour les voyageurs en transit qui voudront se reposer entre deux vols. Cette fonction est en général près des zones d'embarquement pour pas que le passager refasse son enregistrement.

### 3.3.1.3. Ses flux passagers

Les divers types de trafic conduisent à distinguer, pour les passagers, trois positions vis-à-vis des formalités :

- Les passagers dits « libres » qui ne sont assujettis à aucune formalité administrative de la part des services de l'Etat, c'est le cas des passagers, en temps normal (hors procédures d'urgence ou vols sensibles), des lignes

nationales et des passagers en transit national/national. Ils doivent néanmoins subir un contrôle de sûreté.

- Les passagers soumis aux formalités de frontières lorsqu'ils pénètrent ou quittent le territoire national.
- Les passagers en transit international/international qui sont considérés comme n'ayant pas pénétré dans le territoire national.

On peut donc identifier pour un passager et ses bagages les parcours types suivants (les opérations écrites en gras sont des formalités que le passager doit obligatoirement remplir):

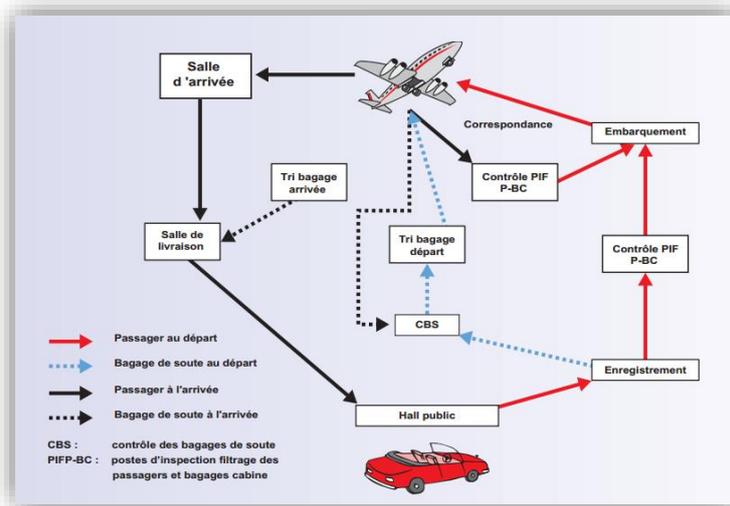
❖ **Régime national :**

• **Au départ:**

- esplanade
- accès à un hall public, commerces, services
- achat ou délivrance du billet
- **enregistrement avec ou sans bagages de soute**
- **contrôle de sûreté des passagers et des bagages de cabine**
- **accès en zone d'embarquement**
- **contrôle de la carte d'embarquement**
- **embarquement**
- **accès à l'avion**

• **A l'arrivée:**

- **accès à l'aérogare depuis l'avion**
- **accès à la salle de livraison bagages**
- accès à un hall public
- esplanade



**Figure 61.** Schéma descriptif de l'organisation des circuits départ et arrivée nationale<sup>15</sup>

<sup>15</sup> Manuel de référence pour la détermination de la capacité d'un aéroport - STAC mars 2007

❖ **Régime international :**

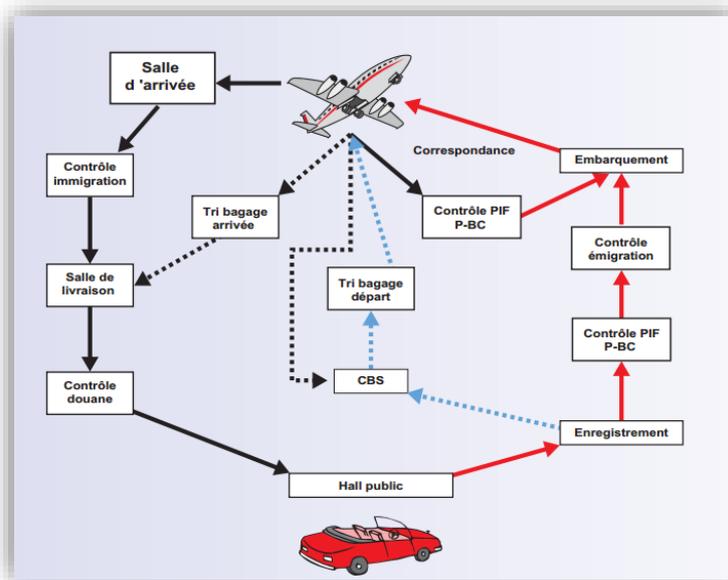
• **Au départ:**

- accès à un hall public, commerces, services
- achat ou délivrance du billet
- enregistrement avec ou sans bagages de soute
- contrôle de sûreté des passagers et des bagages de cabine

- **accès en zone d'embarquement**
- **contrôle transfrontière (émigration)**
- **contrôle de la carte d'embarquement**
- **embarquement**
- **accès à l'avion**

• **A l'arrivée:**

- **accès à l'aérogare depuis l'avion**
- contrôle de santé éventuellement
- **contrôle transfrontière (immigration)**
- accès à la salle de livraison des bagages
- contrôle de douane, (il est à noter que ce contrôle peut ne pas être réalisé. Les douaniers procèdent généralement par sondages)
- accès à un hall public



**Figure 62.** Schéma descriptif de l'organisation des circuits départ et arrivée internationale<sup>16</sup>

❖ **Régime de transit:**

- le passager débarque (procédure d'arrivée normale) et réenregistre comme un passager classique (selon le traitement déjà décrit).
- le passager accède directement en zone d'embarquement sans réenregistrer, en subissant uniquement les contrôles de sûreté.
- le passager reste à bord de l'avion lors de l'escale (transit direct exclusivement).

<sup>16</sup> Manuel de référence pour la détermination de la capacité d'un aéroport - STAC mars 2007

### 3.3.2. Liaisons avions-passagers

- **Accès à pied :** Les passagers circulent entre l'aérogare et l'avion dans lequel ils accèdent grâce à un escalier mobile.
- **Transport en autobus :** Les passagers sont amenés de l'aérogare à l'avion, ou inversement, par des autobus plus ou moins spécialement aménagés. Ce type de transport est utilisé sur les aéroports à trafic moyen et élevé, pour lesquels des postes de stationnement éloignés de plus de 200m de l'aérogare sont nécessaires. Le passager peut être aussi transporté de l'aérogare à l'avion au moyen d'un véhicule spécialisé réglable en hauteur et qui vient s'accoler à l'aérogare puis à l'avion.
- **Accès par passerelle :** Les passagers accèdent directement de l'aérogare à l'avion par l'intermédiaire d'une passerelle, dont une extrémité est fixée au bâtiment et l'autre appliquée à l'avion.

### 3.3.3. Les terminaux

Un terminal d'aéroport est une partie d'une aérogare d'un aéroport permettant le transfert des passagers entre leur moyen de transport terrestre vers les équipements permettant d'embarquer ou débarquer des avions.

#### 3.3.3.1. Ses composants

- **L'apron ou l'aire de stationnement :** elle comprend la zone et les équipements utilisés pour le stationnement et le ravitaillement d'un aéronef, cette zone inclut la zone de parking de l'avion, les équipements de services comme les bagages ou le catering et les services de protection civile.
- **Le connecteur :** Il s'agit de la structure située entre l'avion et le terminal, dans les aérogares de moins de 200 000 passagers, il est confondu avec le terminal. Cette structure comprend les voies de circulation entre l'avion et les salles d'embarquement, les salles de débarquement, les points de contrôles policiers et douaniers, les zones de gestion aéroportuaires et les commerces et services.
- **Le terminal :** Il comprend le hall public pour passagers et accompagnateurs et différents moyens de communications (escaliers, ascenseurs, escalators) et les services et commerces, les zones d'enregistrement et de traitement de bagages, l'administration de l'aéroport et des compagnies et la police et douane.

#### 3.3.3.2. Ses concepts

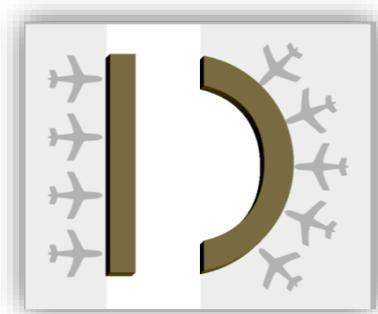
Les concepts de terminaux peuvent être triés en cinq catégories combinables, le connecteur étant l'élément variable de ces catégories :

- **Simple :** le terminal se compose d'une seule zone d'attente et d'enregistrement commune avec des sorties menant à l'aire de stationnement d'avion. Il convient aux aéroports de faible activité avec un apron à proximité du terminal pour 3 à 6 avions. Ce concept se compose normalement d'une structure de niveau simple avec deux à quatre portes avec l'accès à l'avion par la marche à travers l'aire de stationnement d'avion.



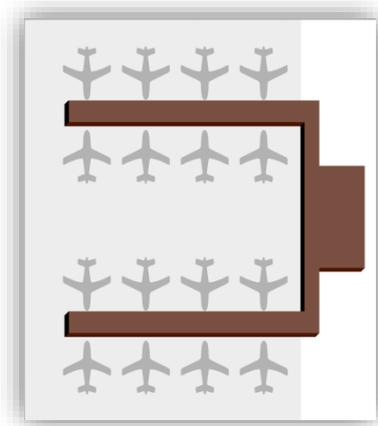
**Figure 63.** Schéma du concept de terminal simple

- **Linéaire :** les avions sont stationnés le long de la façade du terminal. Le connecteur relie els diverses fonctions terminales aux positions de porte d'avion. Ce concept offre la facilité de l'accès et des distances relativement courtes de marche si des passagers sont livrés à un point près du départ de porte par véhicule.



**Figure 64.** Schéma du concept de terminal linéaire

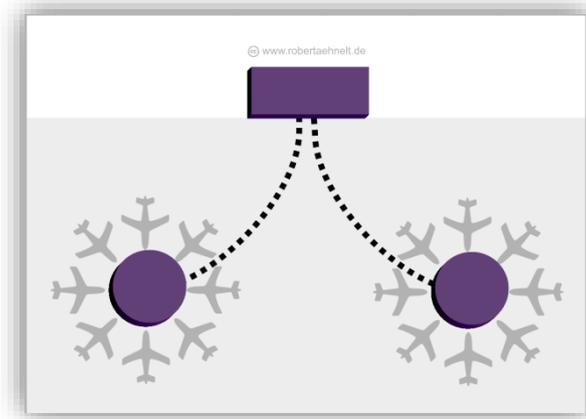
- **A jetée :** il fournit une interface entre l'avion et le long des jetées s'étendant du terminal principal. Dans ce concept, les avions sont habituellement arrangés autour de l'axe de la jetée d'une façon parallèle ou perpendiculaire. Chaque jetée a une rangée des positions de porte d'avion des deux côtés servant d'espace de circulation aux passagers débarquant et embarquant.



**Figure 65.** Schéma du concept de terminal à jetée

- **A satellite :** il se compose d'un bâtiment, entouré d'avions, qui est séparé du terminal et habituellement accessible par un connecteur en surface, souterrain, ou à

un niveau. Les avions sont normalement garés en positions radiales ou parallèles autour du satellite. Le satellite plusieurs ou une seule salle d'embarquement commune.



**Figure 66.** Schéma du concept de terminal à satellite

- **Transporteur :** la connexion entre le terminal et les avions est assuré par un véhicule. Ce système a l'avantage de ne pas limiter le nombre d'avion à embarquer. L'inconvénient est surtout le coût de maintenance des véhicules et les temps de transfert.

### 3.3.3.3. Ses dispositions

Le choix du nombre de niveaux pour une aérogare dépend principalement du volume de trafic :

- **Terminal à un niveau :** c'est la conception préférée dans la majorité des aéroports à faible trafic non-HUB. Le traitement des passagers et des bagages à lieu au même niveau que l'aire de stationnement, et la disposition entière est tout à fait simple et économique.
- 
- **Terminal à niveaux multiples :** dans ce concept, les passagers d'arrivée et partants sont verticalement séparés. Des passagers embarquant sont habituellement traités sur le niveau supérieur et les passagers débarquant sur le niveau plus bas. Les jetées menant à l'avion sont habituellement à deux niveaux. L'avantage principal d'un terminal à niveaux multiples est la réduction de congestion en isolant des écoulements d'opposition des passagers et des bagages.

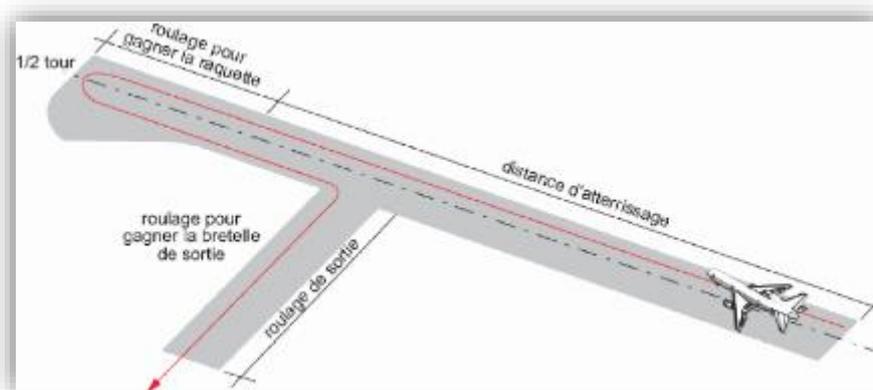
	Concepts				Aspect physiques des concepts							
	Linéaire	Jetés	Satellite	Transporteur	Voie à un niveau	Voie à niveau multiple	Terminal à un niveau	Terminal à niveau multiple	Connecteur à un niveau	Connecteur à niveau multiple	Embarq au sol	Embarq a l'étage
Moins de 25 000	*				*		*				*	
25 000 à 75 000	*				*		*				*	
75 000 à 200 000	*				*		*	*			*	
200 000 à 500 000	*	*			*		*	*	*		*	
500 000 à 1 000 000	*	*	*		*		*	*	*	*	*	*
1 000 000 à 3 000 000		*	*	*	*	*		*	*	*	*	*
Plus de 3 000 000		*	*	*	*	*		*	*	*	*	*

**Tableau 16.** Classement des concepts de terminaux par rapport à leurs dispositions<sup>17</sup>

### 3.3.4. Les aérodromes

Un aérodrome est une surface destinée à être utilisée par les avions. Il se compose des :

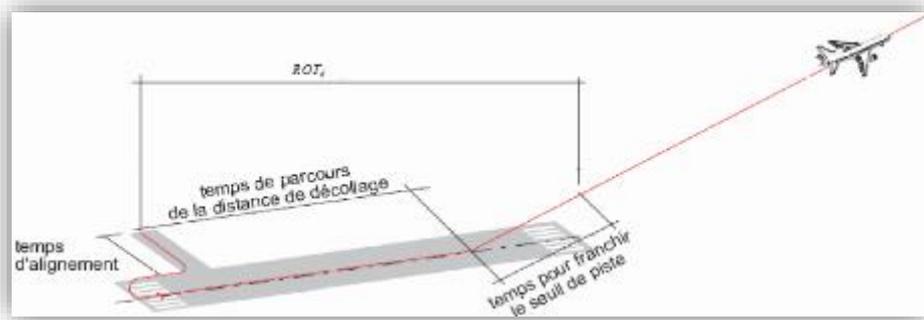
- **Aire de mouvement** : qui comprend :
  - Les pistes (aires d'atterrissages).
  - Les voies de circulation (taxiways).



**Figure 67.** Schéma du circuit d'atterrissage des avions<sup>18</sup>

<sup>17</sup> Association Internationale du Transport Aérien <http://www.iata.org/>

<sup>18</sup> Manuel de référence pour la détermination de la capacité d'un aéroport - STAC mars 2007



**Figure 68.** Schéma du circuit de décollage des avions<sup>18</sup>

- **Aires de stationnement :**
  - **Aire de trafic :** stationnement des aéronefs pendant les opérations d'escale (embarquement/débarquement des pax et du fret).
  - **Aire de garage :** stationnement des aéronefs en-dehors des opérations d'escale.
  - **Aire d'entretien :** opérations d'entretien et de réparation ne pouvant être faites sur les autres aires.

### 3.4. Dimensionnement de l'aéroport

Le dimensionnement se fait selon des normes et des ratios de calculs des différents modules fonctionnels.

#### 3.4.1. Parc de stationnement des véhicules :

Les voitures peuvent être réparties sur plusieurs niveaux dans des parcs à étage. Pour le dimensionnement des parcs à voitures pour passagers, on peut compter en moyenne 1 à 1,2 places par millier de passagers locaux annuels. On distinguera le stationnement de longue durée et le stationnement de courte durée.

Pour le parc à voitures des employés, on peut compter 20 à 30 places sur 100 employés. Une place de véhicule demande globalement, y compris les circulations d'accès, 25m<sup>2</sup> en moyenne, quelle que soit la nature du parc de stationnement.

#### 3.4.2. Esplanade :

Elle comprend les voies de circulation desservant le côté ville de l'aérogare, et 3 à 4 voies de circulation en sens unique doivent être réservées à cette fonction.



**Figure 69.** Esplanade de l'aéroport de Nice (Nice, France)

### 3.4.3. Hall public :

Dans le nombre total de personnes présentes dans l'aérogare, il faut tenir compte du fait que l'on dénombre des passagers (arrivée ou départ), des visiteurs, des accompagnateurs, des attendant. Le nombre total des visiteurs, accompagnateurs et attendant, est très variable selon le type de vol et selon les conditions locales. Le nombre total de personnes présentes simultanément est alors, en tenant compte des visiteurs, accompagnateurs et attendant, compris entre :

$$0,3 H C \text{ et } 0,4 H C$$

H : nombre de passagers de l'heure de pointe de référence totale (arrivée + départ, national + international).

C : coefficient correcteur pour visiteurs, accompagnateurs et attendant (compris entre 1,3 et 1,5).

Dans le cas de halls séparés pour l'arrivée et le départ, on applique le même raisonnement. Pour une circulation correcte de toutes les personnes présentes, il convient d'attribuer 2 m<sup>2</sup> par personne. Précisons que la surface obtenue est une surface utile, pour la circulation et la desserte en général, mais qu'elle ne comprend pas 'attente particulière à chaque module ».



**Figure 70.** Hall public de l'aéroport Zaventem (Bruxelles, Belgique)

### 3.4.4. Enregistrement :

Une banque d'enregistrement est constituée d'un meuble d'enregistrement adapté aux divers éléments (matériels informatiques, commande des tapis, passage des câbles), d'un système de pesage et d'un tapis d'étiquetage des bagages. L'enregistrement comprend donc :

- Des banques d'enregistrement.
- Une surface d'attente pour les passagers.
- Des tapis dirigeant les bagages vers une zone de contrôle sûreté.
- Des bureaux des compagnies liés directement à l'exploitation des comptoirs d'enregistrement.

L'expérience montre qu'une longueur de file d'attente de 10 à 15m devant les banques s'avère nécessaire pour l'attente des passagers. Il faut bien sûr ménager, en plus de cette distance, l'espace nécessaire pour la circulation à l'intérieur du hall public.



**Figure 71.** Schéma descriptif d'un filtre d'enregistrement<sup>19</sup>

En ce qui concerne le mode d'exploitation, on distingue :

- **L'enregistrement banalisé :** n'importe quelle banque peut enregistrer n'importe quel passager de n'importe quelle compagnie vers n'importe quelle destination.
- **L'enregistrement spécialisé :** de nombreuses possibilités sont envisageables. Chaque compagnie possède ses banques (dans le cas des aéroports HUB généralement).

Pour un vol international, on peut citer :

- 7 à 10 banques pour un avion de type Boeing 747 (450 à 500 passagers).
- 5 à 8 banques pour un Airbus A300 (300 passagers).
- 2 à 3 banques pour les avions de capacité inférieure.

### 3.4.5. Tri des bagages au départ :

Il existe deux conceptions pour le tri des bagages :

- **L'enregistrement centralisé :** implique que les bagages arrivent dans une salle de tri non accessible aux passagers. Les bagages pour plusieurs destinations sont triés à l'aide d'étiquettes (papier ou informatique avec puce électronique ou marquage optique type « code-barres ») posées lors de l'enregistrement puis disposés sur des chariots spécialisés par destination, placés à côté des tapis de tri. Les dimensions des tapis varient, à trafic égal, en fonction de la nature du trafic. Il y a, en effet, beaucoup plus de bagages à trier pour les vols internationaux que pour les vols nationaux. On peut néanmoins

<sup>19</sup> Manuel de référence pour la détermination de la capacité d'un aéroport - STAC mars 2007

compter en moyenne 7 à 10 m de tapis de tri pour 100 passagers à l'heure de pointe au départ.

- **L'enregistrement décentralisé** : permet de ne pas effectuer de tri : les bagages se trouvant sur un même tapis partent tous pour la même direction. Ce type d'enregistrement nécessite des tapis droits à rouleaux de 2 à 3 m de longueur au bout des tapis convoyeurs (d'un petit groupe de banques, 4 à 6 maximums).



**Figure 72.** Salle de tri des bagages de l'aéroport Charles De Gaulle (Paris, France)

### 3.4.6. Salles d'embarquement :

Doivent être pris en compte, dans l'heure de pointe de référence, les passagers locaux au départ et les passagers en transit direct et en correspondance. On distinguera les passagers nationaux et les passagers internationaux.

En cas de spécialisation des salles d'embarquement par vol, il faut considérer le nombre de vols différents à traiter. Il faut considérer une surface de 1 à 1,5 m<sup>2</sup> par passager présent dans cet espace.



**Figure 73.** Salle d'embarquement de l'aéroport Charles de Gaulle (Paris, France)

### 3.4.7. Les divers contrôles :

Sont pris en compte tous les passagers locaux qui ont à subir le contrôle, plus éventuellement, les passagers en transit direct ou en correspondance.

- **Contrôle de douane :** Ce contrôle ne s'effectue qu'à l'arrivée, le contrôle de douane au départ étant exceptionnel et uniquement réalisé par sondage. A l'arrivée, on applique ce que l'on appelle le principe du double circuit de douane :
  - Circuit rouge, avec contrôle systématique, pour les passagers ayant des marchandises à déclarer.
  - Circuit vert, avec contrôle par sondage, pour les passagers n'ayant rien à déclarer.

On compte 10 à 15 m<sup>2</sup> pour la surface d'un filtre, et 1 à 2 bancs de visite par tranche de 300 passagers horaires internationaux.

- **Contrôle de santé :** Il est effectué à l'arrivée, normalement en salle de débarquement, ou juste après l'entrée dans l'aérogare des passagers à l'arrivée, en fonction des contraintes sanitaires liées aux régions géographiques d'origine du vol.
- **Contrôle de police :** La durée de l'attente varie suivant les habitudes locales et la qualité du contrôle recherché (en fonction de la destination par exemple). On peut compter 0,3 m<sup>2</sup> par personne présente pendant la période la plus chargée, et la surface d'un filtre est de 10 m<sup>2</sup>.
- **Contrôle de sûreté :** C'est un contrôle du passager et de son bagage de cabine qui peut se faire par fouille manuelle ou à l'aide d'appareils à rayons X. Une unité de contrôle est composée de :
  - Un magnétomètre ou un appareil de contrôle radioscopique, d'un portique de détection, une cabine de fouille, l'ensemble constituant le filtre proprement dit, qui doit compter 30 m<sup>2</sup>.
  - Une zone d'attente devant le filtre.
- **Contrôle des bagages de soute :** Les mesures de sûreté pour le transport des bagages de soute ont pour objectif de prévenir l'introduction illicite d'engins dangereux, armes explosifs, dans les soutes des avions. Deux types de dispositions sont mis en œuvre, par ordre de priorité :
  - Le contrôle de rapprochement passagers/bagages.
  - Le contrôle physique de sûreté des bagages de soute.
 Ce dernier signifie l'ensemble des mesures destinées à détecter la présence d'engins explosifs dans les bagages de soute, telle que : inspection radioscopique, équipe cynophile, test de décompression, détection de particules d'explosif...

### 3.4.8. Livraison des bagages à l'arrivée :

Tout comme pour le tri au départ, on aura des tapis droits ou des carrousel pour livrer les bagages. Pour le dimensionnement, seront pris en compte : les passagers locaux, nationaux et internationaux, à l'arrivée, plus éventuellement, les passagers en correspondance qui récupéreront eux-mêmes leurs bagages. Il faut aussi prendre en compte :

- Le nombre de vols différents à traiter pour les affectations différentes de tapis de livraison des bagages.
- Le nombre de bagages à livrer par vol, qui dépend de la capacité des avions et du type de vol.

On peut compter environ 16 à 23 m de tapis pour 100 passagers de l'heure de pointe. Ce chiffre est majoré dans le cas de très nombreux bagages (trafic international long-courrier) ou minoré dans le cas de bagages peu nombreux pour le trafic national d'affaires.

Le dimensionnement de la salle de livraison sera en fonction du linéaire de tapis, il faudra également prévoir :

- Un espace de rangement des chariots à bagages non utilisés, un local pour le service des bagages.
- Des sanitaires en cas de longue attente à la livraison.

On peut prévoir un tapis par vol ou un tapis pour plusieurs arrivées, mais jamais plusieurs tapis pour un même vol, pour des raisons évidentes d'exploitation pour le gestionnaire et de confort pour le passager.



**Figure 74.** Zone de livraison des bagages de l'aéroport Suvarnabhumi (Bangkok, Thaïlande)

### 3.5. Calcul de la capacité futur

Le calcul de la capacité à donner à un aéroport se fait selon plusieurs méthodes différentes, qui nécessitent généralement des statistiques faites par des établissements spécialisés et basées sur des suppositions de croissance mondiale. Pour notre cas, pour proposer un nombre de passagers annuels que pourrait accueillir le futur aéroport, on utilisera la méthode comparative, en s'intéressant à deux aéroports avec des caractéristiques similaires, c'est-à-dire deux aéroports HUB dominant dans la région d'Afrique du Nord.

Le premier est l'aéroport international du Caire (Egypte), qui se compose de quatre terminaux, qui est le premier aéroport HUB dans la région « nord » et deuxième au niveau continental en termes de nombre de passagers annuels, avec 14 millions de voyageurs (source statistiques IAC 2015). Le second est l'aéroport international Mohammed V de Casablanca (Maroc), qui se compose de deux terminaux, et qui est le deuxième aéroport HUB de la région et quatrième au niveau continental en termes de nombres de passagers annuels, avec près de 9 millions de voyageurs (source statistiques IAC 2015).

A partir de ces statistiques-là, et de ceux donnés auparavant pour les deux premiers aéroports nationaux, à savoir l'aéroport international Houari Boumediene d'Alger et l'aéroport international Ahmed Ben Bella d'Oran, on propose de faire le deuxième aéroport national en termes de passager annuels qui pourra accueillir 5 millions de voyageurs par an. L'aéroport se composera d'un seul terminal en premier temps, et pourra bénéficier d'une extension possible à l'avenir et donc d'un autre terminal en cas de besoin.

Pour calculer le trafic de pointe horaire, on s'appuiera sur le trafic de pointe en heure de pointe (TPHP) calculé à partir des volumes annuels de trafic passagers à traiter, et donné par la F.A.A.

Trafic des passagers annuel (millions)	T.P.H.P
10 – 20	0,35 %
1 – 10	0,04 %
0,5 – 1	0,05 %
0,1 – 0,5	0,965 %
Moins de 0,1	0,120 %

**Tableau 17.** Ratios généraux des trafics de pointe par heure de pointe<sup>20</sup>

On propose donc :  $N = \text{départ} + \text{arrivée} = 5.000.000$  passagers/an.

- **Trafic de pointe**

$$TP = N * 2 * 0,04\% = 10.000.000 * 0,04 / 100 = 4.000 \text{ passagers}$$

- **Trafic à l'heure de pointe**

$$0,3 * TP * C \text{ (avec } C \text{ coefficient correcteur pour visiteurs} = 1,5)$$

$$0,3 * 4.000 * 1,5 = 1800$$

Le nombre total à l'heure de pointe est de **5800** passagers et visiteurs.

D'après l'analyse statistique de l'aéroport de l'ancienne ville de Hassi Messaoud, les passagers en vols nationaux sont beaucoup plus important dû aux différentes entreprises implantés sur les sites pétroliers de la ville. Si on y rajoute l'objectif de la nouvelle ville à être un pôle continental et son dévouement à s'ouvrir à l'international, on considère que les parties nationales et internationales seront projetées avec le même ratio pour notre nouvel aéroport.

- **Surface globale suivant les ratios**

6 à 15 m<sup>2</sup> par passager national (50%) : de **12000 à 30000 m<sup>2</sup>**.

12 à 25 m<sup>2</sup> par passager international (50%) : de **24000 à 50000 m<sup>2</sup>**.

La surface totale sera donc de **36000 à 80000 m<sup>2</sup>**.

- **Pour le parc de stationnement**

$$5.000.000 * 1 / 1000 = 5000 \text{ places}$$

$$5.000.000 * 1,2 / 1000 = 6000 \text{ places}$$

Le nombre de places de stationnement varie donc entre **5000 et 6000 places**.

A partir de ces calculs, des analyses thématiques et des définitions programmatiques donnés précédemment, on peut désormais ressortir un programme spécifique propre à notre future aéro-gare.

<sup>20</sup> Association Internationale du Transport Aérien <http://www.iata.org/>

T R A F I C

Fonction	Espace	Sous espace	Nombre	Surface en m <sup>2</sup>	Surface totale en m <sup>2</sup>
	Hall public	-Zone d'attente et de circulation -Des guichets d'orientation -Bureaux des agents	<b>1</b>	<b>4497</b>	<b>4497</b>
	Banque d'enregistrement <b>(National / International)</b>	-Sas d'entrée -Espace d'attente pour enregistrement -Espace de circulation Bureaux -Espace de circulation	<b>28</b>	<b>45</b>	<b>1260</b>
	Tri de bagage <b>(National / International)</b>	-Espace de contrôle -Espace de circulation -Espace de regroupement de bagage -Zone de changement et rangement des chariots -Zone de stockage de bagage -Espace tapis d'arrivée -Bureaux	<b>2</b>	<b>400</b>	<b>800</b>
	Contrôle police <b>(National / International)</b> <b>Départ</b>	-Zone de circulation et d'attente -Zone de filtre -Bureaux Sanitaire	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>160</b>
	Contrôle douane <b>(National / International)</b> <b>Départ</b>	-Zone de circulation et d'attente -Zone de filtre -Bureaux Sanitaire	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>120</b>
	Contrôle police <b>(National / International)</b> <b>Arrivée</b>	-Zone de circulation et d'attente -Zone de filtre -Bureaux Sanitaire	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>160</b>
	Contrôle douane <b>(National / International)</b> <b>Arrivée</b>	-Zone de circulation et d'attente -Zone de filtre -Bureaux Sanitaire	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>120</b>
	Contrôle de santé	-Zone d'attente et circulation -Zone de contrôle santé -Bureaux	<b>4</b>	<b>26</b>	<b>104</b>
	Zone d'embarquement	-Zone d'attente et de circulation -Salle d'embarquement -Zone offert des services aux passagers -Salle VIP -Porté prés passerelle	<b>2</b>	<b>1426</b>	<b>2852</b>

		-Passerelles			
	Zone débarquement	-Espace zone d'attente et d'arrivé - Zone de services offerts aux passagers en correspondance	<b>2</b>	<b>1426</b>	<b>2852</b>
<b>Surface totale de trafic :</b>		<b>19 303 m<sup>2</sup></b>			
<b>C O M M E R C I A L</b>	Zone de Vente de billet	-Zone d'attente -Bureaux de compagnie	<b>2</b>	<b>50</b>	<b>100</b>
	Banque de change (la poste)	-Zone d'attente -Bureaux -Guichets	<b>1</b>	<b>44</b>	<b>44</b>
	Location de voiture	-Guichet -Zone d'attente -Bureaux	<b>1</b>	<b>22</b>	<b>22</b>
	Espace lié avec le moyen de transport taxi	-Guichet -Zone d'attente -Bureaux	<b>1</b>	<b>44</b>	<b>44</b>
	Espace lié avec les lignes de bus	-Guichet -Zone d'attente -Bureaux	<b>1</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
	Espace lié avec le train	-Guichet -Zone d'attente -Bureaux	<b>1</b>	<b>52</b>	<b>52</b>
	Espace Réservation hôtel	-Guichet -Zone d'attente -Bureaux	<b>1</b>	<b>23</b>	<b>23</b>
	Restaurant	-Espace tables -Comptoir -Cuisine -Réserves attenantes -Bureaux éventuels	<b>3</b>	<b>365</b>	<b>1095</b>
	Cafétéria	-Espace tables -Comptoir -Cuisine -Réserves attenantes -Bureaux éventuels	<b>2</b>	<b>372</b>	<b>744</b>
	Salon des compagnies aériennes	-Espaces d'exposition de conférence -Salon VIP affectés à une compagnie en particulier	<b>6</b>	<b>27</b>	<b>162</b>
	Boutiques	-Tabac et journaux -Cosmétique - Une boutique duty-free - Magasins de détail - Des magasins hors taxes	<b>2</b>	<b>20</b>	<b>40</b>
	Des postes internet	-Des guichets -Espace d'attente et de circulation	<b>28</b>	<b>10</b>	<b>280</b>
	Duty free		<b>6</b>	<b>53</b>	<b>318</b>
<b>Surface totale commerce :</b>		<b>3500 m<sup>2</sup></b>			

	Espace de détente	Espace d'attente et de circulation -Espace machine de massage pieds	<b>5</b>	<b>50</b>	<b>250</b>
	Espace de travail	-Espace d'attente et de circulation -Espace tables -Espace d'ordinateur avec internet	<b>24</b>	<b>8</b>	<b>192</b>
	Espaces d'exposition	-Zone d'exposition -Bureaux -Comptoir d'accueil	<b>1</b>	<b>400</b>	<b>400</b>
	Salon VIP	-Espace détente -Espace pour des salons -Un comptoir pause-café -Zone de projection DVD	<b>2</b>	<b>117</b>	<b>234</b>
	Salle de prière	-Salle d'ablution -Espace de prière homme -Espace de prière femme	<b>2</b>	<b>109</b>	<b>218</b>
	Des espaces équipés de consoles de jeux vidéo	-Espace des machines de jeux de vidéo -Espace de circulation -Des guichets	<b>1</b>	<b>637</b>	<b>637</b>
	Des zones de bien être	-Un spa proposant massages et soins - Zones équipées de sièges en position allongée -Des douches -Sanitaire	<b>1</b>	<b>800</b>	<b>800</b>
<b>Surface totale détente :</b>			<b>2800 m<sup>2</sup></b>		
<b>A D M I N I S T R A T I V E</b>	Locaux des gestionnaires	- Des bureaux -Salle de réunion	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>250</b>
	Locaux des compagnies	- Des bureaux -Salle de réunion	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>96</b>
	Locaux de service d'état	-Bureau d'aviation civile -Bureau des douanes -Bureau de santé -Bureau de météorologie -Bureau de police de l'air et des frontières	<b>30</b>	<b>35</b>	<b>1050</b>
	Salle de réunion		<b>2</b>	<b>150</b>	<b>300</b>
	Bureau direction générale		<b>12</b>	<b>40</b>	<b>480</b>
<b>Surface totale administrative:</b>			<b>2176 m<sup>2</sup></b>		
<b>T E C</b>					

	Locaux technique		<b>20</b>	<b>34</b>	<b>680</b>
	Zone de stockage	-Des locaux	<b>1</b>	<b>1400</b>	<b>1400</b>
	Locaux d'entretien	-Des locaux	<b>15</b>	<b>40</b>	<b>600</b>
	Locaux des machines	-Des locaux	<b>1</b>	<b>377</b>	<b>377</b>
<b>Surface totale technique:</b>		<b>4000 m<sup>2</sup></b>			
<b>H E B E R G E M E N T</b>	Hôtel	-Espace contrôle d'entrée -Réception -Hall d'accueil -Les chambres -Restaurant -Sanitaire -Comptoir cafétéria -Salle des réunions -Bureaux administrative de l'hôtel -Bureaux technique ave exploitation et entretien -Ascenseur -Escalier -Dépôt	<b>1</b>	<b>2500</b>	<b>2500</b>
	<b>Surface totale d'hébergement:</b>		<b>2500 m<sup>2</sup></b>		
<b>Surface de circulation</b>		<b>6355 m<sup>2</sup></b>			
<b>Surface d'emprise au sol</b>		<b>21999 m<sup>2</sup></b>			
<b>38 134 m<sup>2</sup></b>					

**Tableau 18.** Programme spécifique de l'aérogare de la nouvelle ville de Hassi Messaoud

### **Conclusion :**

On aura découvert dans ce chapitre les derniers éléments ainsi que tous les détails des différentes fonctions et espaces nécessaires pour la conception d'un aéroport, et on aura ressorti finalement toutes les données en terme de capacité et de programmation pour la projection du futur aéroport de la nouvelle ville de Hassi Messaoud.

**4 Chapitre IV:**  
**Approche architecturale**

## **Introduction :**

A travers les trois premiers chapitres, on a pu connaître les différentes choses nécessaires à savoir sur les équipements aéroportuaires, avec les conditions et exigences d'implantation, les différentes structures portantes possibles, les exemples réels du même thème, la future ville d'implantation, les différentes normes de dimensionnement des espaces intérieures et extérieures, et finalement le programme spécifique du futur projet.

Il est désormais temps de mettre l'accent sur la dernière étape, à savoir celle de la conception du futur aéroport.

### **4.1. Analyse du site :**

Lors du chapitre II et de l'analyse/présentation de la ville d'intervention, on a pu identifier le futur site d'implantation. Il est nécessaire désormais de connaître les différentes caractéristiques de ce dernier pour la prise en compte de tous ses facteurs lors de la prise de décisions des choix pour réussir la meilleure intégration possible.

Comme dit précédemment, le site choisit se situe à 12km de la ville nouvelle de Hassi Messaoud, et est desservi par la route nationale N°03 qui le relie au « sud » à la ville nouvelle et au nord à la ville de Touggourt. Cette voie est reliée aussi à la route nationale N°56 qui mène jusqu'à la ville de Ouargla. Le site est aussi desservi par la ligne ferroviaire parallèle à la route nationale N°03 qui mène de Touggourt jusqu'à la ville nouvelle au « sud ».

La forme du terrain est en losange, établie sur la base des différents exemples étudiés, du programme spécifique riche ressortie et des exigences dimensionnelles de l'aérodrome, avec essentiellement ses deux pistes d'atterrissage et de décollage (2000m\*45m) nécessaires pour accueillir différentes catégories de porteurs.

Le terrain est assez vaste selon les exigences surfaciques du programme spécifique, et détient une surface de 2 657 600 m<sup>2</sup> (265 hectares). Il est limité sur ses côtés « nord » et « ouest » par la route nationale N°03 (à double sens et à deux voies d'une dimension générale de 20 m), et sur ses côtés « sud » et « est » par des terrains vagues de sable.

Il est à noter que lors de la partie de l'analyse de la ville, il a été précisé sur le SNAT 2025 la projection d'une future ligne ferroviaire sur l'axe « nord-sud », parallèle et à la route nationale N°03 et allant jusqu'à la nouvelle ville de Hassi Messaoud, mais qu'en réalité, actuellement, cette ligne n'existe toujours pas au niveau de l'état de fait, ce qui nous mène à la prendre en compte lors de l'implantation de notre futur aéroport.

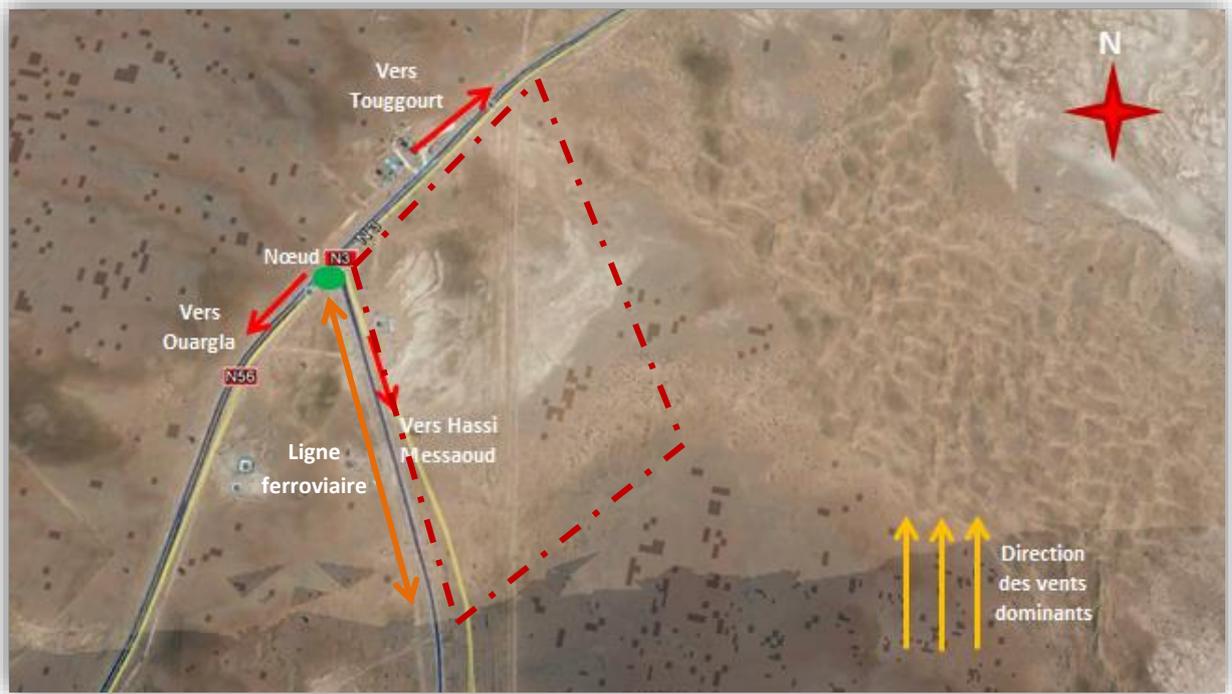


Figure 75. Photo de situation du site du futur projet<sup>21</sup>

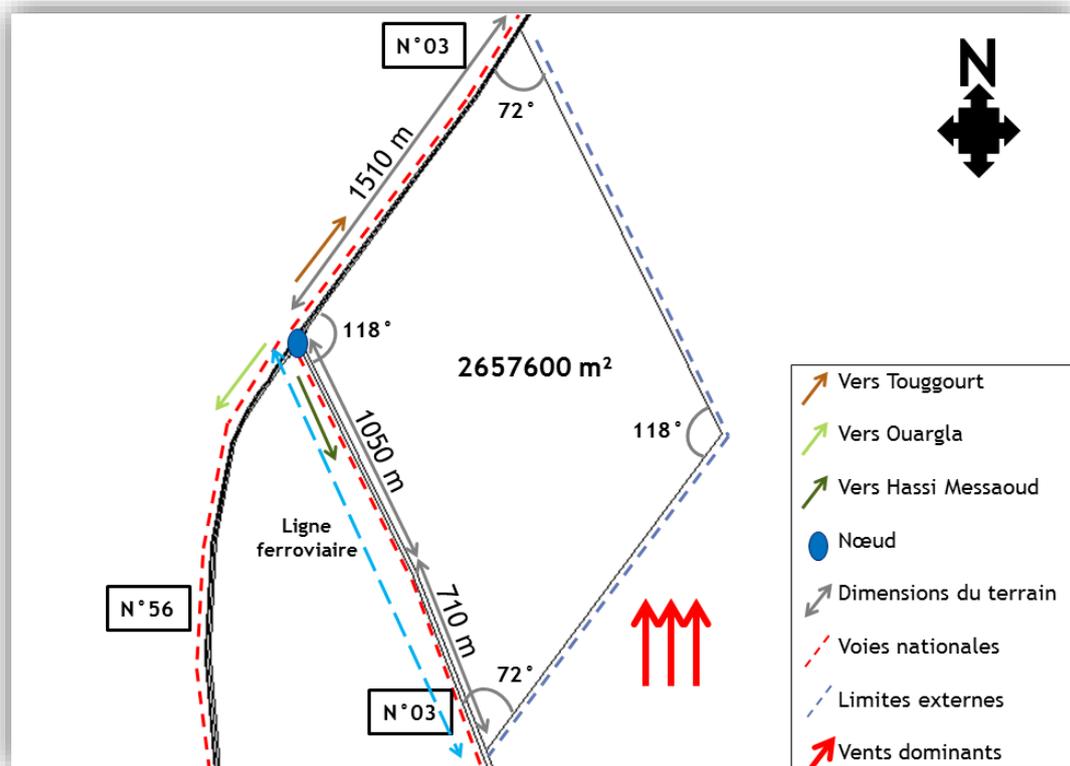


Figure 76. Schéma de l'analyse du site du futur projet

<sup>21</sup> Google Earth 2016

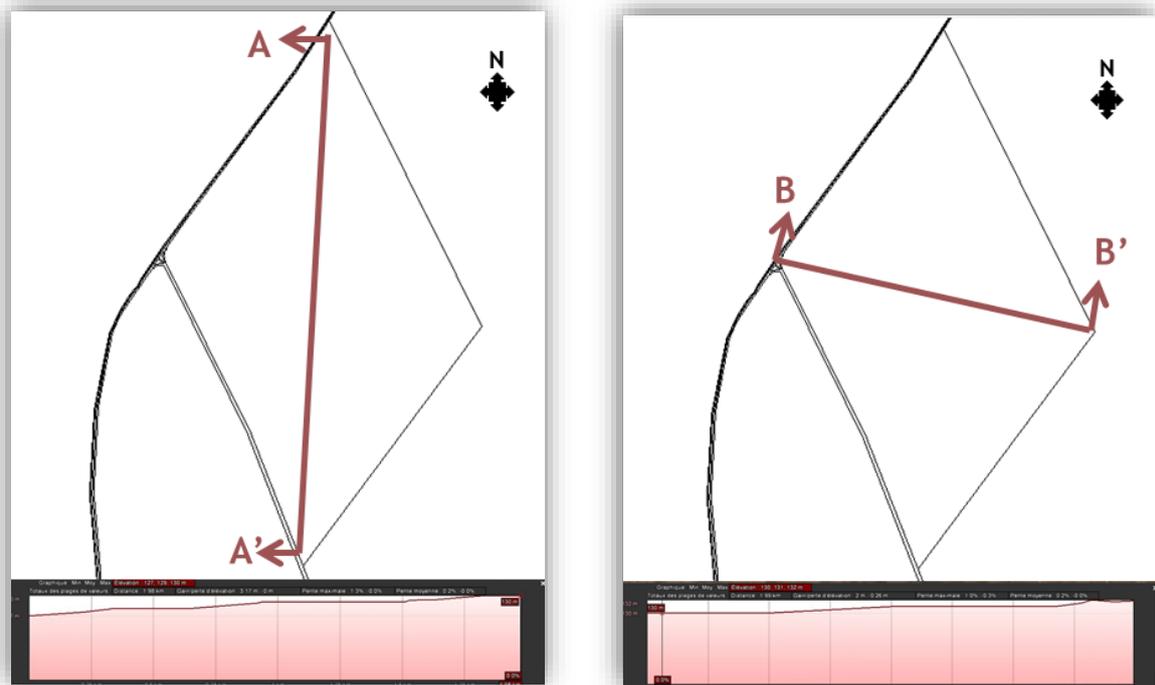
Dans notre cas, plus que dans tous les autres cas de projet, l'étude du climat est plus que nécessaire pour connaître les différents matériaux à utiliser dans la partie aérogare par rapport au contexte chaud du Sahara, ainsi que les différents vents existants durant l'année pour pouvoir implanter le futur aéroport.

	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
<b>Vent MIN</b> Km/h	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
<b>Vent MAX</b> Km/h	60	52	70	64	80	60	36	46	48	52	52	26
<b>Drc</b> <b>du vent</b> <b>DMN</b>	000 N ↑	000 N ↑	000 N ↑	090 E ←	000 N ↑	080 NEE ↙	060 NEE ↙	000 N ↑	000 N ↑	000 N ↑	000 N ↑	000 N ↑
<b>Temp MAX</b> °C	27	30	34	44	46	47	46	46	45	39	31	20

**Tableau 19.** Conditions climatiques de la ville nouvelle de Hassi Messaoud

Les températures s'avèrent élevés durant les saisons « automne-hiver » puis très élevés durant les saisons « printemps-été », ce qui nous poussera à penser à des matériaux d'isolation bien choisis vis-à-vis du confort thermique à l'intérieur de la future aérogare. Quant aux vents dominants, les plus importants d'entre eux viennent du côté « sud », qui nous poussera à positionner les pistes d'atterrissage/décollage sur l'axe « nord-sud ».

Au final, il est nécessaire de connaître la topographie du terrain pour connaître la manière d'intégration de la future aérogare ainsi que la zone d'aéroport. On rappelle qu'il est nécessaire pour un tel équipement le besoin d'avoir un terrain plat, essentiellement dans la zone de circulation, de décollage et d'atterrissage des avions.



**Figure 77.** Coupes topographiques du site d'implantation

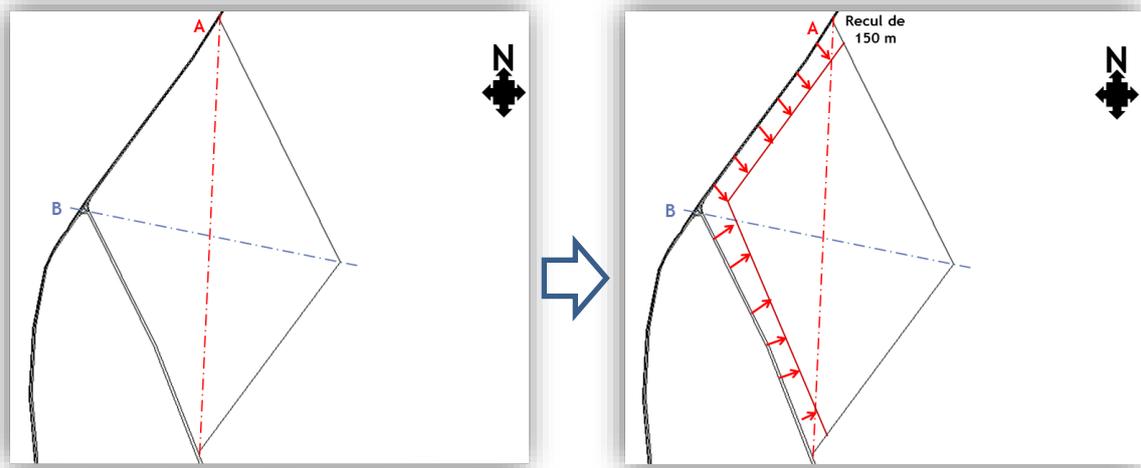
Pour ce qui est de la topographie du terrain, cette dernière est plutôt clémente avec des dénivelés légères de 3 m sur une distance de 2000 m, qui répond donc aux exigences de terrain plat de notre projet, essentiellement pour la partie de l'aérodrome.

## 4.2. Genèse du projet :

### 4.1.1 Principes d'implantation :

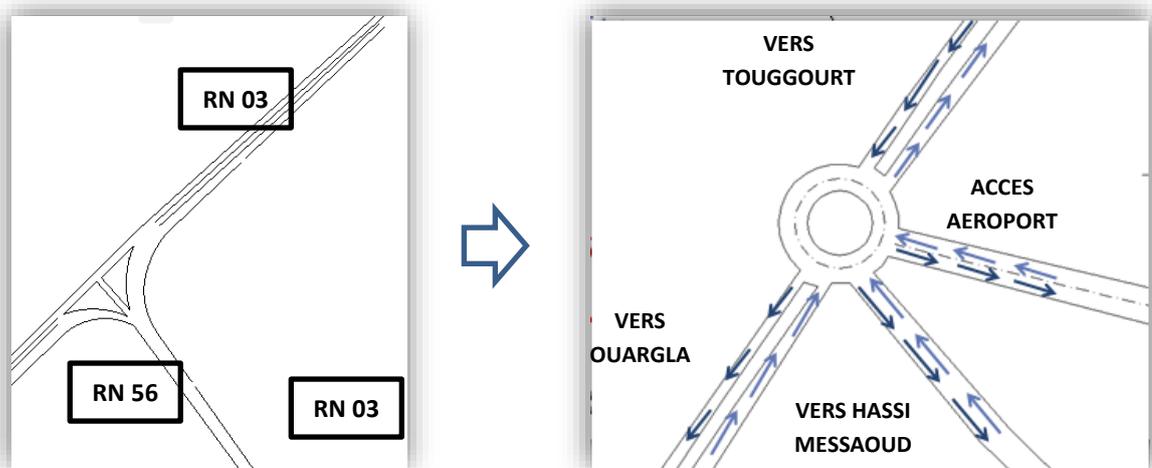
A partir des différents critères et conditions de projection d'un aéroport vus dans la partie théorique, ainsi que les caractéristiques de notre terrain vus dans la présentation du site, on peut désormais proposer un schéma de principe des différents éléments composants notre futur aéroport.

Tout d'abord, sachant que la composition est dirigée en grande partie par l'aérodrome et ses conditions d'insertion, on a commencé par prendre en considération les deux diagonales de notre terrain en losange, qui constitueront les axes « nord-sud » (celui des vents dominants) et « est-ouest » qui nous aideront à organiser notre implantation. En parallèle, on a limité tout une zone de recul autour du terrain du côté « nord » et « ouest » par rapport aux voies nationales et leurs flux importants, et dans un esprit privatif et de sécurité de l'aéroport et de son aérodrome.

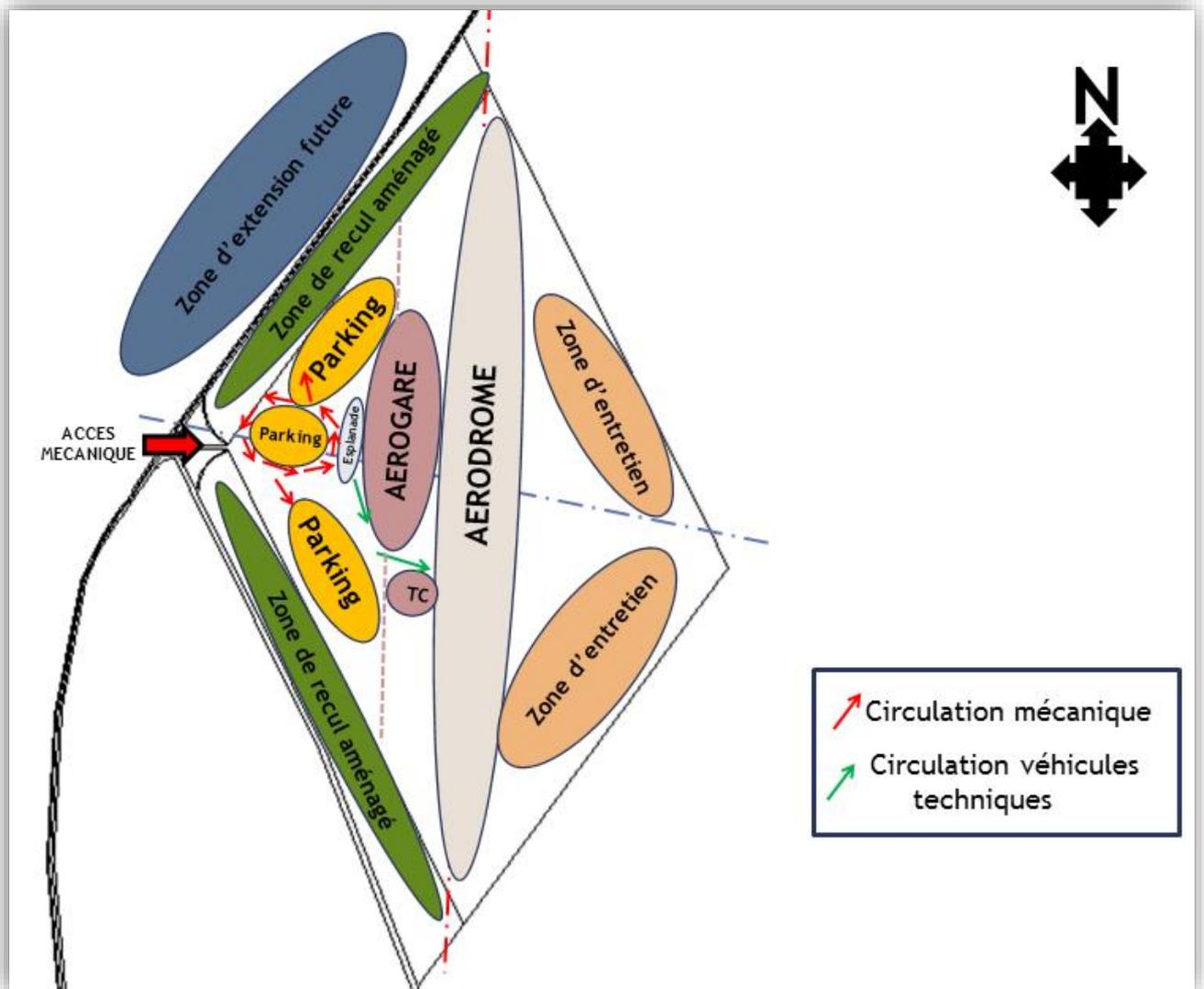


**Figure 78.** Schéma de l'axialisation du terrain d'implantation

On a choisit de placer notre futur accès au niveau du croisement entre la route nationale N°03 et N°56, sur l'axe « est-ouest ». Pour une accessibilité facile et compatible avec les normes d'accession aux aéroports, on a fait le choix de transformer l'ancienne intersection des deux routes nationales en un grand rond-point à plusieurs sorties, dont celle qui mène vers l'accès de notre aéroport.



**Figure 79.** Schéma de la transformation du rond-point d'accès



**Figure 80.** Schéma d'implantation générale du futur aéroport

Pour l'implantation des grandes zones, on a commencé par celle qui a le plus d'exigences et qui va orienter nos choix, la zone de l'aérodrome. On a choisit de l'implanter sur l'axe des vents dominants, « nord-sud », puisque comme souligné précédemment, l'aérodrome est limité par la condition de la direction des vents dominants. L'idéal est que l'atterrissage et le décollage soit dans le sens inverse de celui des vents dominants.

Par la suite, on a choisit d'implanter les parties bâti de notre projet, à savoir l'aérogare et la tour de contrôle. L'aérogare a été implanté sur l'axe « est-ouest » de l'accès principal décidé précédemment pour y faire face, ainsi que pour une visibilité maximum à partir des deux

voies mécaniques autour du terrain sur toute la partie « ouest », tandis que la tour de contrôle a été placée sur le côté de l'aérogare, en lien avec l'aérodrome.

On a placé ensuite les parties non bâties mais qui sont en lien direct avec l'aérogare et qui le mettent en avant, à savoir l'esplanade qui le dessert piétonnement, mais aussi les parkings qui sont des éléments très importants dans ce genre d'infrastructure, toujours selon l'axe « est-ouest » comme axe de symétrie. La circulation mécanique des véhicules publics pourra arriver jusqu'à l'aérogare tout autour de l'esplanade, tandis que celle des véhicules techniques se poursuivra jusqu'à la zone de l'aérodrome.

La zone derrière l'aérodrome sera elle laissée pour les zones de garage et d'entretien des différents avions de la compagnie phare qui se servira de cet aéroport comme son HUB principal.

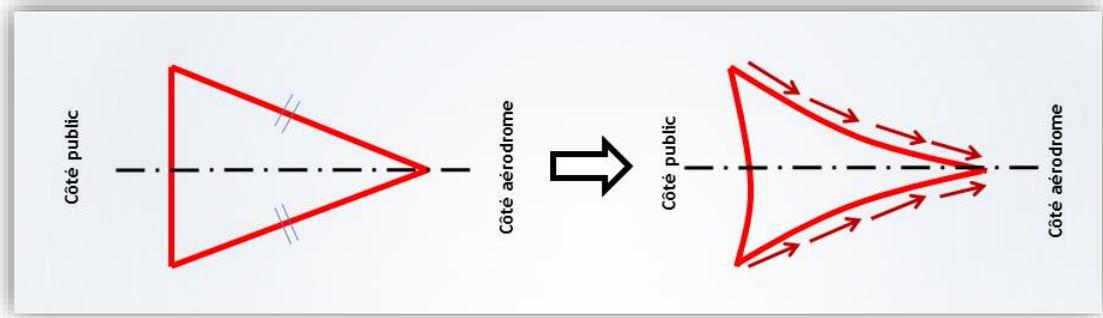
Enfin, pour prévoir une possible future extension comme réfléchi durant la détermination de la capacité de notre aéroport, la zone au nord sera réservée pour la projection d'un autre terminal à l'avenir. Sachant que la ligne ferroviaire ressorti dans l'analyse de la ville et du site est seulement projetée mais pas encore réalisée, il est nécessaire de préciser qu'elle n'a pas été prise en compte dans la future implantation.

#### **4.1.2 Principes volumétriques :**

Après avoir décidé de l'organisation du schéma d'implantation des différentes zones de notre futur aéroport, il est à présent temps d'élaborer la volumétrie de notre principale zone bâtie qui est l'aérogare. Nous l'avons conçu en s'appuyant sur trois aspects dans un ordre précis :

##### **4.2.1.1. Aspect formel :**

Sachant que l'aérogare représente l'élément de liaison entre la partie public qui amène à partir de l'accès principale et la partie aérodrome qui sert au décollage, l'idée était donc de créer un volume qui allait donner par sa forme cette sensation de se diriger vers l'avion et donc le départ. On a donc choisi une figure triangulaire pour sa forme étendue qui montre la direction et le sens du parcours à partir de l'entrée jusqu'à l'aérodrome. Ce triangle sera isocèle avec une base qui représente la façade principale de l'aérogare qui fera face à l'entrée de l'aéroport, tandis que les deux segments équidistants signifieront la direction du fameux parcours. L'axe de symétrie de ce triangle représente l'axe de composition « est-ouest » sur lequel on avait positionné notre aérogare précédemment.



**Figure 81.** Schéma de l'établissement de la forme de l'aérogare

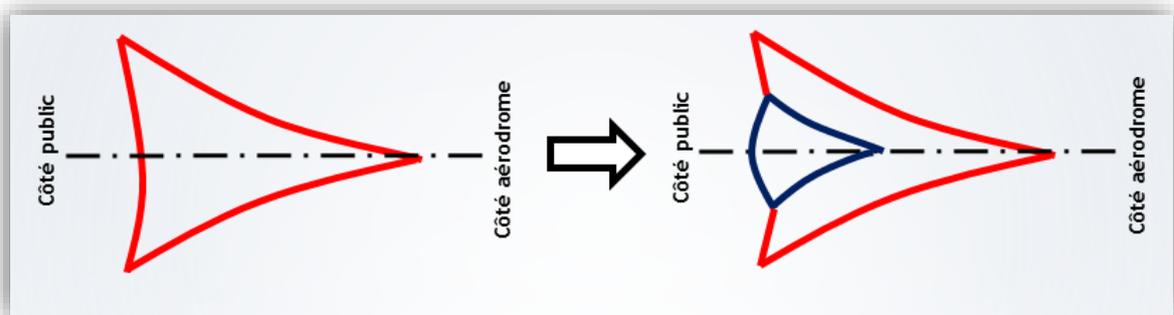
Pour lier la fonction de notre équipement de transport et notre forme, l'idée était de créer un volume avec une forme dynamique, fluide et qui renvoie de la vitesse. Pour cela on a courbé les segments de notre triangle afin de dynamiser la forme triangulaire.

La sensation de parcours et de direction est établie également sur la partie du volume en 3D où on a créé des arcs au niveau de nos trois façades qui se terminent jusqu'au sol pour créer un effet de dégradé qui part du sommet de l'arc de la façade principale et se termine en pointe du côté de l'aérodrome.

(Photos façade latérale)

#### 4.2.1.2. Aspect fonctionnel :

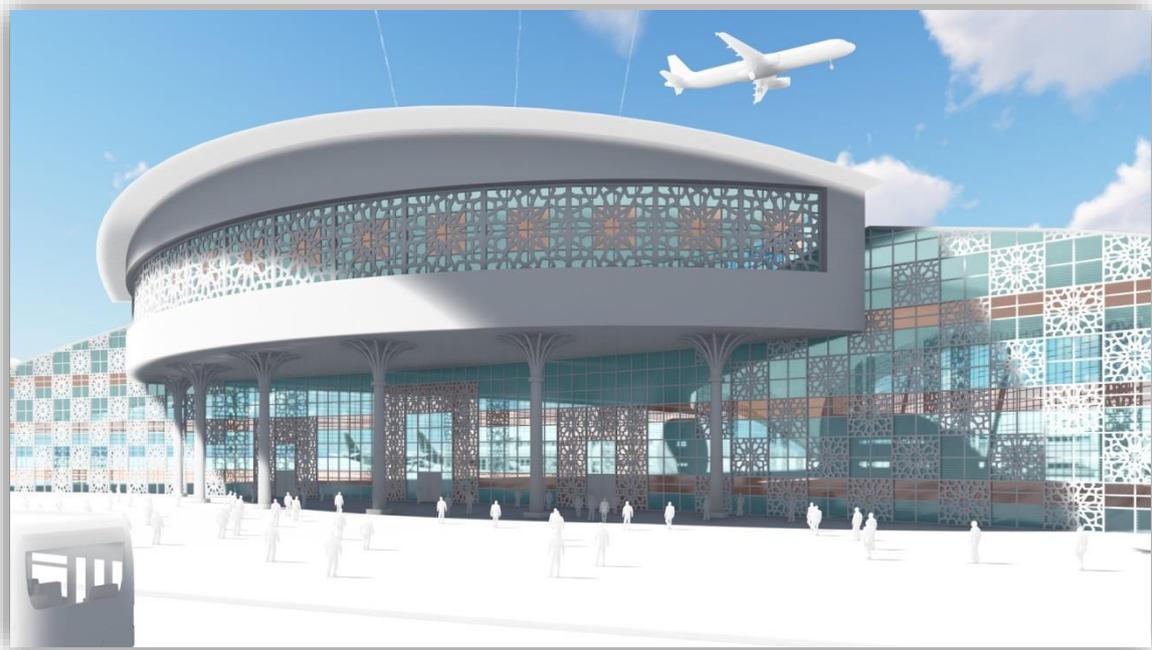
En termes de programmation, on sait que les composantes principales d'une aérogare sont le hall d'accueil et les zones d'embarquements/débarquement. Le hall d'accueil étant une zone centrale qui joue le rôle d'articulation entre les différentes fonctions. Pour cela, on a ressorti un triangle central dans le triangle principal, avec une courbure inverse au niveau de la façade principale.



**Figure 82.** Schéma de l'établissement de la forme de l'aérogare

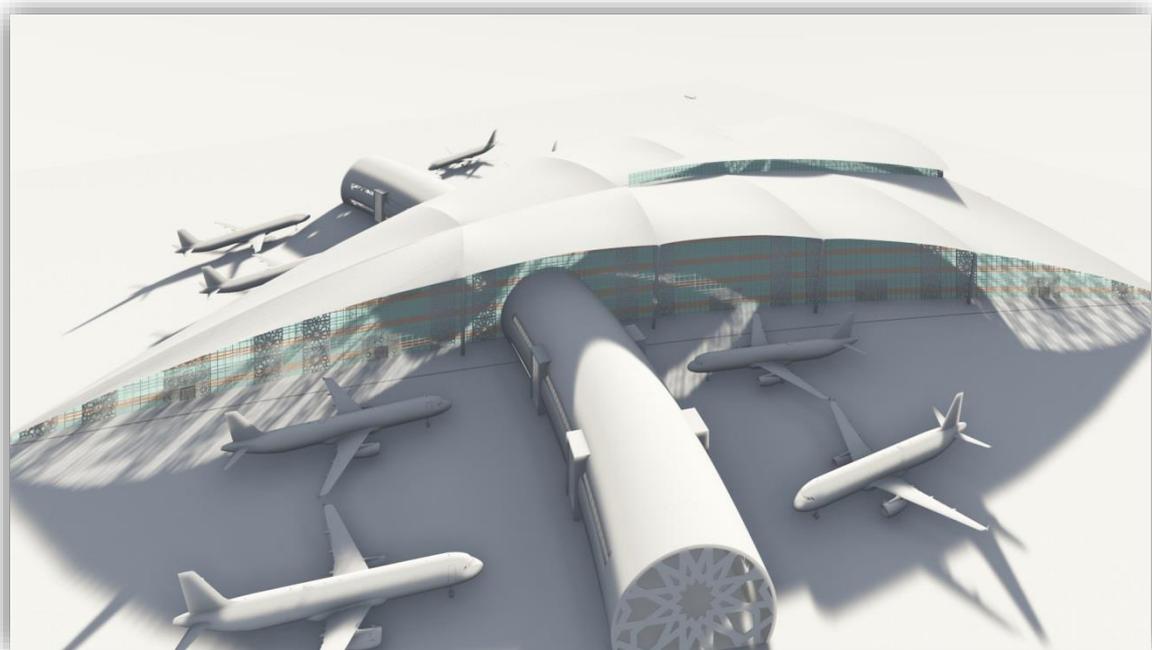
L'idée a donc été d'assigner au triangle central le rôle d'élément d'accueil qui surplombe l'accès à l'aérogare et offre une esplanade extérieure couverte, tout en recouvrant le hall

public intérieur. Le reste du triangle principal abritera le reste des fonctions et essentiellement les fonctions de trafic à travers les démarches que doit accomplir le passager avant l'embarquement.



**Figure 83.** Photo de l'élément d'accueil de l'aérogare

Enfin, pour la liaison de l'aérogare avec les avions, et par rapport à la capacité d'accueil de notre aéroport, on a opté pour un concept de liaison à jetées. Ces jetées seront d'une forme courbée pour s'adapter avec les courbes du reste du volume et représenteront ses ailes.



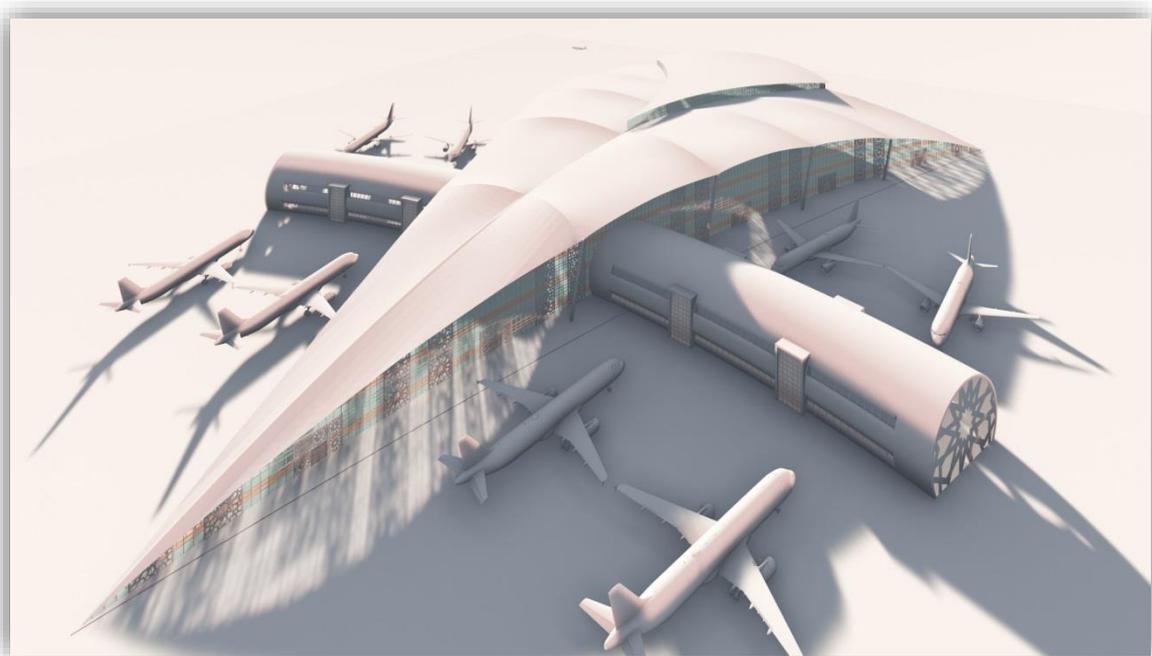
**Figure 84.** Photo du concept de jetées de l'aérogare

#### 4.2.1.3. Aspect structurel :

Pour le principe structurel, par rapport aux exigences de la fonction de notre équipement, aux volumes générés précédemment, et surtout au contexte de la situation d'implantation, on a opté pour **une structure tendue**.

Ce choix de structure est tout simplement un rappel des structures de l'habitat traditionnel ancien des habitants locaux qui sont les « khaima », puisque la structure tendue est considérée comme une évolution dans le temps des tentes anciennes grâce à l'évolution de la technologie et des matériaux, où les piquets en bois ont été remplacés par des ossatures métalliques, et où les simples toiles tissées ont été remplacés par des supports en fibres synthétiques tissées en fibres de verre ou en PVC.

La structure tendue a permis également de créer le dégradé voulu dans le sens du parcours vers l'aérodrome à travers des ondulations qui existent dans les toitures des toiles anciennes.



**Figure 85.** Vue aérienne de l'aérogare

Pour le reste, la tour de contrôle est conçue de façon à faire un rappel des palmiers propres au paysage de la région.

#### 4.1.3 Principes stylistiques :

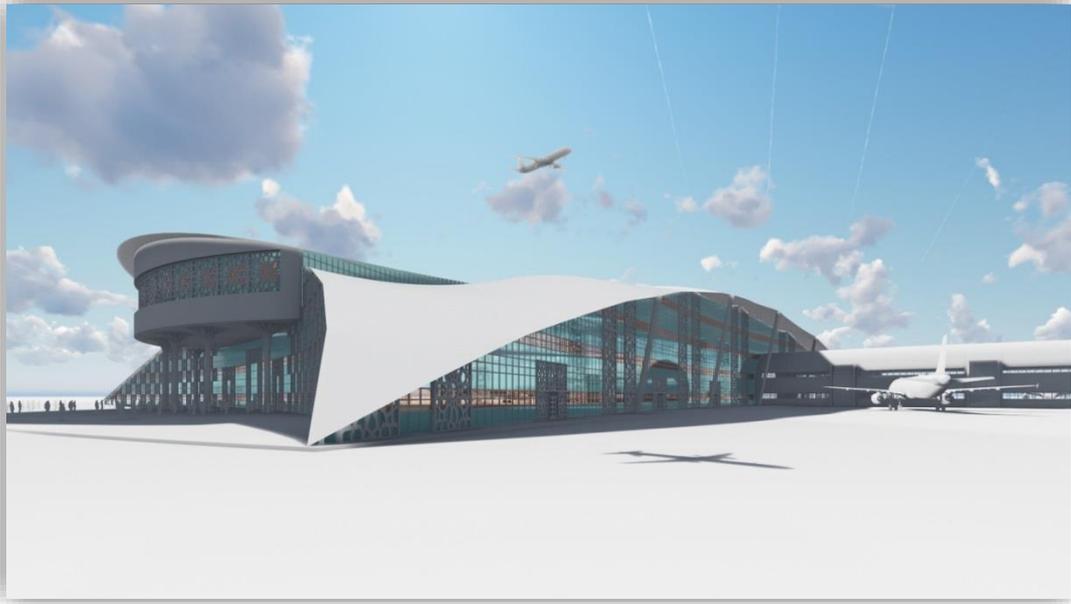
La conception d'une aérogare conduit le plus souvent à un bâtiment compact où s'articulent toutes les fonctions, qui est peu développé verticalement mais avec une forte expansion horizontale.

Pour les trois façades verticales, par rapport à la richesse des paysages sahariens entourant l'aéroport et par souci de création d'un panorama vers ces paysages et vers les pistes de l'aérodrome, elles seront entièrement en baie vitrée. L'idée était de combiner entre les spécificités modernes et dynamiques de l'aéroport et l'architecture locale, en combinant entre l'élément de transparence moderne qui est le verre et les motifs de moucharabiehs utilisés dans les équipements de la zone urbaine de la ville.



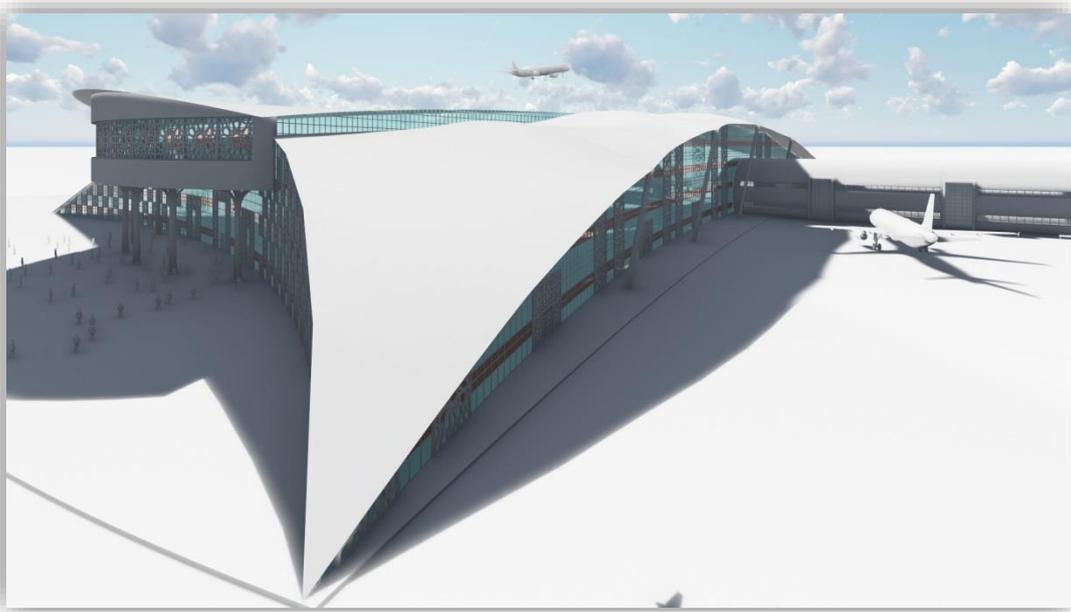
**Figure 86.** Façade principale de l'aérogare

Du côté de la façade principale, le principe était de différencier entre l'élément d'accueil qui ressort en hauteur au centre et les parties latérales à travers la différenciation des dispositions de la combinaison verre/moucharabieh. Tandis que pour les façades latérales, et essentiellement la façade sud qui est exposé à l'ensoleillement, l'idée a été de faire ressortir la membrane en porte-à-faux de 7m jusqu'aux mâts tendeurs pour créer un angle d'ombrage, tout en établissant un moucharabieh en acier inoxydable qui créera des ambiances visuelles à travers les reflets de l'ombrage des motifs.



**Figure 87.** Vue du côté latérale de l'aérogare

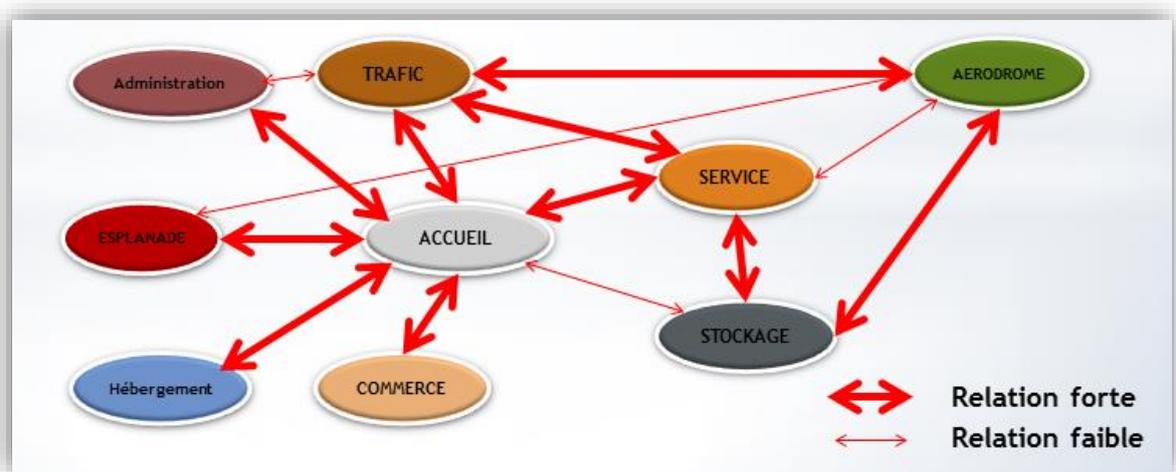
Sachant que la toiture est régulièrement vue d'avion lors de l'atterrissage et du décollage, on peut la considérer alors comme une quatrième façade de l'aérogare. Le principe de cette quatrième façade repose sur **l'harmonie** et la répétitivité des deux formes triangulaires à différentes échelles (contenance de l'un dans l'autre), ainsi que la **distinguabilité** entre les deux obtenus par la différenciation des hauteurs et la division du triangle principal en plusieurs éléments de toiture. A travers les caractéristiques de translucidité de la membrane de la structure tendue, et sa capacité à laisser ressortir la lumière intérieure la nuit, l'aérogare pourra être un élément phare dominant sur toute la région vue du ciel.



**Figure 88.** Vue de la structure tendue de la toiture de l'aérogare

#### 4.1.4 Principes fonctionnels :

L'accès principal à partir de l'esplanade couverte donne sur le hall public qui représente l'espace central autour duquel s'articule toutes les autres entités du terminal, et qui profite de l'éclairage naturel résultant de la translucidité de la membrane tendue. Les parties latérales du hall desservent sur des fonctions commerciales et de détente destinées à tout type de public, au rez-de-chaussée et à l'étage, tandis que la partie centrale représente des zones d'attente public/passager, d'enregistrement, et de sortie des personnes arrivées.

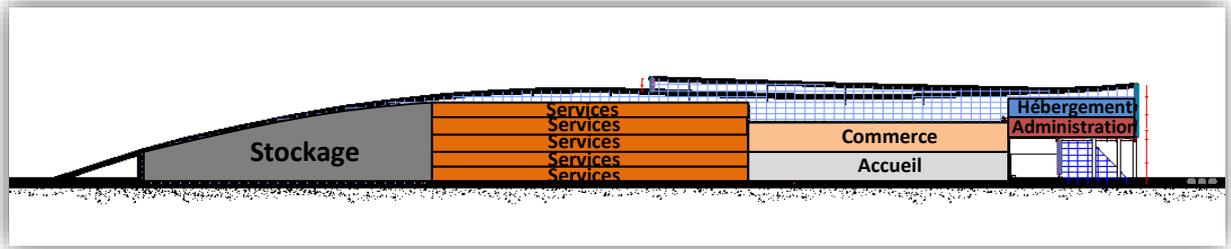


**Figure 89.** Schéma de l'organigramme fonctionnel

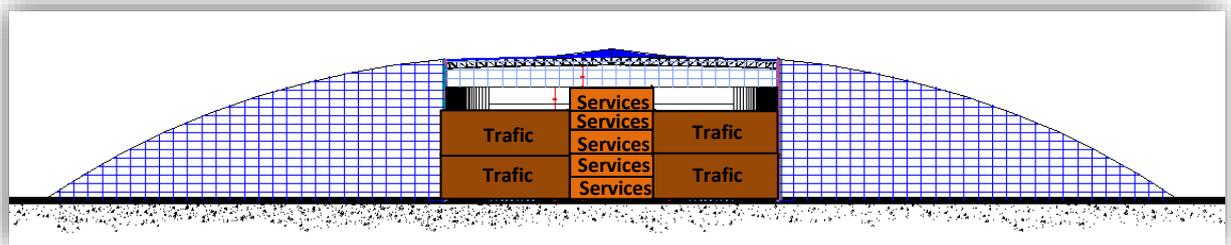
Pour les parties de trafic, et par rapport à la capacité d'accueil de l'aéroport, les passagers d'arrivée et partants sont verticalement séparés. Les passagers embarquants sont traités sur le niveau supérieur qui se termine au niveau des jetées avec les zones d'embarquements qui seront liées aux avions par des passerelles. Les passagers débarquants sont eux traités au niveau inférieur et déboursent sur le hall d'accueil. Les parcours des vols nationaux et internationaux sont renvoyés sur les côtés du volume et séparés par les parties de service.

Par rapport aux exigences de confort des différents espaces de notre aéroport, les parties trafic/commerce/détente ont une grande hauteur de 8m, tandis que les parties de service au centre du volume sont divisés en demi-niveau de 4 m et sont liés à une grande zone de stockage et d'avitaillement des avions ainsi qu'aux pistes de l'aérodrome.

Enfin, l'administration principale gestionnaire de l'aéroport ainsi que la partie hébergement de notre HUB se trouvent au-dessus de l'entrée principale dans l'élément d'accueil pour profiter du panorama de la façade principale et pour un esprit privatif et détaché.



**Figure 90.** Coupe AA schématique-fonctionnel de l'aérogare



**Figure 91.** Coupe BB schématique-fonctionnel de l'aérogare





















**Conclusion :**

A partir des spécificités du contexte particulier de la situation d'implantation ressortis au début du chapitre et du programme spécifique ressorti dans le chapitre précédent, la conception de cet aéroport a été faite avec l'idée de combiner entre le modernisme de la fonction aéroportuaire et les traditions des régions du sud du pays.

**5 Chapitre V:**  
**Approche technique**

## Introduction :

Comme dans toute construction, et encore plus dans un équipement aéroportuaire, le choix des éléments techniques sont très important pour assurer un confort à tous les niveaux pour les usagers et les gestionnaires de cet équipement.

### 5.1 Systèmes constructifs :

On peut considérer qu'il existe deux systèmes constructifs indépendants l'un de l'autre dans la disposition structurelle de notre aéroport : **une structure interne** pour les planchers, et **une structure pour l'enveloppe** du bâtiment.

#### 5.1.1 La structure interne :

Etant donné la grandeur des espaces intérieurs en termes de portée et de hauteur, la structure interne sera composée de poteaux métalliques carrés de 60 cm de largeur avec des poutres en I d'une hauteur de 60cm trouée par des cercles pour faire passer les différentes gaines techniques. La liaison poteaux-poutres est faite par boulonnage



**Figure 92.** Photo d'un exemple de structure interne métallique

Par rapport aux grandes portées existantes qui vont jusqu'à 25 m maximum, le choix des planchers s'est porté sur un système de dalle alvéolées qui sont réalisés en béton haute performance, précontraint par armatures adhérentes. Elles sont posées jointivement et assemblées par un clavetage béton, formant ainsi le plancher fini.

Les dalles alvéolées peuvent être ou non complétées par une dalle alvéolée de béton armé collaborante d'au moins 5 cm d'épaisseur, coulée en œuvre sur les éléments dont la surface a été rendue spécialement rugueuse à la fabrication.



**Figure 93.** Photo des dalettes alvéolés à la préfabrication



**Figure 94.** Photo d'un plancher alvéolé

- Longueur maximum de 32 m.
- Largeur standard de 1,20 m.

Grâce à l'avantage de leur préfabrication, elles répondent à la spécificité des dimensions particulières, des découpes pour répondre à des formes de dimensions spéciales.

### **5.1.2 La structure de l'enveloppe**

La structure principale de l'enveloppe quant à elle sera en structure tendue comme précisé dans le chapitre précédent, pour répondre aux exigences de confort visuel, sonore et thermique du passager à l'intérieur de l'aérogare.

Cette structure tendue allie deux compositions, **une ossature métallique et une membrane**. Cette dernière doit être en tension et tendue par des éléments qui travaillent en compression.

### **5.1.2.1 La membrane :**

Les principaux matériaux utilisés en guise de membranes dans les structures tendues sont des composites constitués de:

- Un support en fibres synthétiques tissées qui procure à la membrane la résistance mécanique à la tension.
- Une enduction en polymère qui assure l'étanchéité et l'isolation.

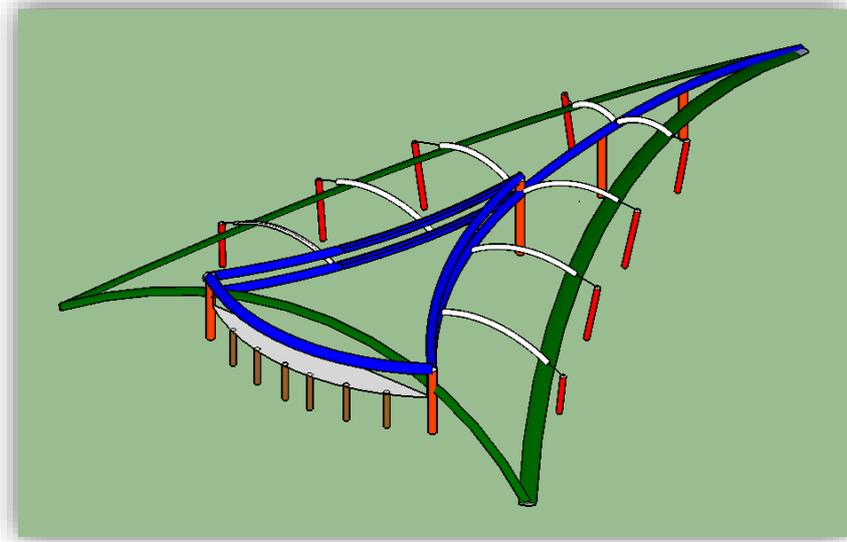
Parmi les innombrables combinaisons possibles, seules deux s'approchent suffisamment du cahier des charges idéal pour être couramment employées en architecture en guise de membrane dans les structures tendues: le tissu de fibres polyester enduit de PVC et le tissu de fibres de verre enduit de polytétrafluoroéthylène (PTFE).

Notre choix s'est porté sur la deuxième combinaison qui est plus avantageuse en terme de :

- ❖ Longue durée de vie.
- ❖ Incombustibilité et résistance au feu.
- ❖ Résistance à la salissure et sa capacité à être autonettoyante.
- ❖ Résistance aux ultraviolets.
- ❖ Vaste gamme de couleur.
- ❖ La translucidité.
- ❖ Son isolation thermique et acoustique.
- ❖ Son usage recommandé aux bâtiments permanents.

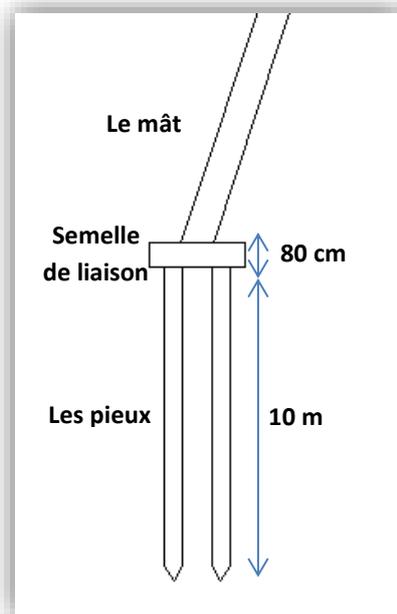
### **5.1.2.2 L'ossature :**

L'ossature sera composée d'éléments métalliques liées qui travaille à tendre la membrane et lui donner la forme finale voulue.



**Figure 95.** Schéma structurel de l'ossature métallique

La membrane sera tendue à travers des câbles tirés par **des mâts principaux (en rouge)** en béton, qui repose sur des semelles de liaison et sur quatre pieux de 10 m en supposant que le sol est sableux.



**Figure 96.** Schéma de l'infrastructure des mâts

La membrane sera portée par **des arcs tridimensionnels principaux (en vert)** sur les limites du volume, avec une flèche de 24 m du sol, d'une hauteur de 1,219 m et d'une épaisseur de 25 mm pour l'acier, et qui seront soutenu par des montants caractérisés par les poteaux de la structure métallique interne du bâtiment. L'intersection entre les arcs au niveau des pointes au

sol se fait par une liaison en gueule de loup, par soudage, et ancrés au sol sur des semelles de liaison sur huit pieux de 10m.



**Figure 97.** Photo d'un arc tridimensionnel d'un hall d'exposition (Marseille, France)



**Figure 98.** Photo de l'intersection en gueule loup d'éléments métalliques

Pour éviter le poinçonnement des tubes des arcs tridimensionnels principaux au niveau de leur intersection, des éléments tôlés sont rajoutés sur la perpendicularité des liaisons.

Sachant que la toiture est divisée en deux parties symétriques, **des arcs tridimensionnels intermédiaires (en bleu)** sont positionnés à l'intérieur du volume, pour tirer la membrane dans le sens inverse des mâts, avec une hauteur de 813 mm, et reposant sur **des poteaux de soutien évidé (en orange)** de 1,20 m de diamètre.



**Figure 99.** Photo des arcs tridimensionnels d'une piscine olympique (Cologne, Allemagne)



**Figure 100.** Photo d'un pylône métallique

Pour soutenir la tension de la membrane et lui donner les formes d'ondulation voulue, **des poutres en traverses (en blanc)** en treillis courbé bidimensionnel reposent sur les arcs tridimensionnels principaux et intermédiaires, avec une retombée de 1 m.

Pour les parties des jetées, ils seront faits avec des voûtes en béton armé d'une épaisseur de 20cm qui ont une bonne résistance à la compression et une bonne isolation thermique, sachant que le béton en courbe a l'avantage de ne pas avoir besoin de ferrailage nécessairement.

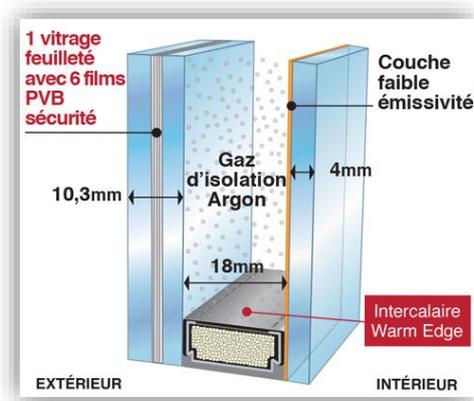
**N.B.** Les dimensionnement ont été basés sur un traité théorique qui regroupe les calculs fondamentaux des structures en acier.<sup>22</sup>

## 5.2. Matériaux :

Les matériaux ont été choisis pour répondre aux exigences du climat chaud de la situation d'implantation, ainsi qu'à l'effet sonore de l'aérodrome. Pour cela le vitrail des façades sera composé d'un double vitrage d'une épaisseur de 10 mm du côté extérieur et de 4

<sup>22</sup> Calcul des structures métalliques selon l'Eurocode 3 – MOREL Jean - 2005

mm du côté intérieur pour l'isolation phonique, avec un gaz d'argon au milieu pour l'isolation thermique. La partie hébergement et spécialement les chambres sont renforcés avec un isolant acoustique contre les bruits aériens, qui est la laine de verre.



**Figure 101.** Schéma d'une disposition en double vitrage

Les moucharabiehs seront en acier inoxydable pour aider à contenir la chaleur et participer un peu plus à l'isolation thermique.



**Figure 102.** Photo d'une façade de l'aéroport Marrakech-Menara (Marrakech, Maroc)

Enfin, les poteaux de façades seront composés d'une structure mixte, avec le cœur de la colonne en acier enrobée de béton armé pour éviter la fatigue thermique dû au climat de la région.

### 5.3. Dispositions techniques :

La climatisation et la ventilation de l'aérogare repose sur deux centrales situées au niveau du dernier étage pour distribuer l'air par le haut à travers des gaines qui passeront dans les poutres trouées et couvriront toutes les zones de l'aérogare.



**Figure 103.** Photo d'une centrale de climatisation de l'aéroport Mérignac (Bordeaux, France)

L'électricité sera quant à elle assurée par une centrale électrique située dans un poste d'électricité à l'extérieur de l'aérogare conformément aux règlements du service public sur les équipements recevant du public. Le câblage ainsi que la connexion à l'aérogare se fera par un système souterrain pour l'éclairage de cette dernière ainsi que les pistes de l'aérodrome.



**Figure 104.** Photo d'une centrale électrique de l'aéroport Costa Del Sol (Malaga, Espagne)











**Conclusion :**

On considère que la structure tendue est la structure approprié pour moderniser les aéroports dans la région sud du pays, et qu'à travers l'évolution technologique, on peut créer des façades ouvertes plus transparentes que les façades pleines de l'architecture locale à travers les différents matériaux d'isolation.

### **Conclusion générale :**

Dans ce travail, on se sera intéressé à l'évolution des meilleures aéroports au monde en parallèle avec le retard concédés par les aéroports nationaux, qui sont essentiellement surexploités, ne répondent plus aux normes internationales, mais surtout qui conservent des structures anciennes non modernes. Tout au long de ce travail, de la partie théorique jusqu'à la partie production, on aura essayé de répondre à la problématique générale posée sur l'importance des structures porteuses modernes dans l'évolution des concepts des aéroports nationaux, et précisément quel structure allait réaliser cette révolution. Au fil du travail, on aura limité cette problématique à une région précise du pays, avec un contexte climatique propre à elle, et où on a considéré que la structure tendue serait la structure moderne parfaite, tant au niveau des exigences d'une plateforme aéroportuaire qu'à l'effet d'intégration et de rappel des tentes anciennes des habitants locaux du sud algérien, en essayant de fusionner entre les éléments de l'architecture du sud et les touches de l'architecture moderne des aéroports, pour faire un assemblage parfait entre racines locales et ambitions mondiales.

## Bibliographie

- KUSCHNER, Mark. The future of architecture in 100 buildings. Simon & Schuster / TED, TED Books, 2015, 176p.
- MUTTONI, Aurélio. L'art des structures : Une introduction au fonctionnement des structures en architecture. 2e édition revue et augmentée, PPUR, 2012, 270p.
- SALVADORI, Mario. Structure en architecture. Prentice Hall, 384p.
- ZARTARIAN, Vahé. Principes des structures légères, <http://www.co-creation.net/index.html>
- PEARMAN, Hugh. Aéroport: un siècle d'architecture. Seuil, 2004.
- DIRECTION GENERALE DE L'AVIATION CIVILE FRANCAISE. Détermination de la capacité d'un aéroport, novembre 2005.
- AEROPORTS DE PARIS. Fifty airports by Paul Andreu, 2001.
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. Advisor circular N°150/5360-13.
- LANDOWSKI, Marc. Concevoir et construire en acier. Arcelor, 2005, 114p.
- MOREL, Jean. Calcul des structures métalliques selon l'Eurocode 3. Eyrolles, Blanche BTP, 2005, 332p.