

Remerciement :

Au Nom d'Allah, le Plus Miséricordieux, le Plus Compatissant, toutes les louanges soient à Allah, le Seigneur des mondes ; et que les prières et la paix soient sur Mohamed Son serviteur et messager.

Avant tout, merci à "Allah" qui me guide, m'aide et me donne la capacité de faire ce travail.

Tout d'abord, je tiens à remercier sincèrement mes encadreurs "Mr Belouadah Naceur" et " Mme Chalabi Amina" pour leurs conseils, leur compréhension, leur patience et surtout, pour les encouragements positifs et un esprit chaleureux pour terminer ce mémoire. Ce fut un grand plaisir et un honneur de l'avoir comme superviseurs.

Je remercie sincèrement les honorables membres du jury d'avoir accepté d'examiner et de juger ce modeste ouvrage. Qu'ils soient assurés de mon profond respect et de ma sincère gratitude.

Je profite également de cette occasion pour exprimer ma gratitude à tous les membres du département pour leur aide et leur soutien au cours des cinq années. Je mentionne en particulier "Mr Rahmoun Said" et "Mme Hafsi Fatme Zohra"

Mes chaleureux remerciements à tous nos professeurs du département d'architecture qui nous ont donné la motivation de rechercher la connaissance.

Enfin, je tiens à exprimer ma profonde et sincère gratitude à tous ceux qui m'ont soutenu et encouragé à terminer mon travail de recherche. Je remercie tout le monde pour le vif intérêt manifesté pour mener à bien ce travail.

Dédicace :

Chaque travail difficile a besoin d'efforts personnels ainsi que des conseils d'autres personnes, en particulier de celles qui nous sont chères. Avec des sentiments particuliers de gratitude, je dédie mon humble travail :

Aux piliers de ma vie, mon père bien-aimé « Abdallah » qui a toujours cru en moi et m'a soutenu tout au long de mes études ; A la bougie de ma vie, mon adorable maman "Abla", merci pour vos prières, votre aide et votre soutien, je vous souhaite une plus longue vie.

À ma grande mère « Mama Zaara » qui est ma première professeure dans la vie.

À ma cher sœur "Lyna", mon cher frère "Okba", qui ont toujours fait de leur mieux pour m'aider, m'inspirer, me motiver et me faire prendre conscience du potentiel que j'ai pour réussir ma recherche.

À tous les membres de ma famille, dont les paroles m'ont encouragé et motivé, en particulier mes chers tantes "Sabah", "Radia" et "Nabila" ; Mon cher oncle "Hamadi" et sa femme "Amira"

À mes chers amis "Sadoune Soheib, Daïra Wassim, Djefal Med Iheb ,Ziada Med Amin", mon succès est dû à leur soutien, leur aide et leurs conseils.

À mes meilleures amies et frère de toujours qui m'ont soutenu et m'ont donné confiance pour continuer et réaliser ce présent travail. Merci "Oussama Didi, Oussama Soualeh, Hakou et Faress" de m'avoir aidé.

À mes camarades de classe et amis, je mentionne en particulier "Drarja Salah, Mihoubi Aymen, Abass Soheib" je vous souhaite tout le meilleur.

Je tiens à exprimer ma plus profonde gratitude et mon appréciation à tous mes professeurs d'atelier « Mme Achouri, Mr Mjaldi, Mr Rahmoun, Mme Hafsi, Mr Meddour, Mme Chouahda, Mr Maizi, Mr Belouadah et Mme Chalabi » pour m'avoir inspiré tout au long de mes études. Je tiens à les remercier pour leurs temps et leurs efforts pour m'aider d'être un architecte. Je tiens à les remercier pour leurs précieux conseils, leur volonté de partager leur richesse de connaissances. Ils ont rendu cette expérience intéressante et mémorable. Je leur suis éternellement reconnaissant.

À tous ceux qui sont présents dans mes pensées, absents dans ces pages.

À ma source d'inspiration, à la lune.

Kadi Oussama

Résumé :

L'intégration des connaissances sont paramétrées de climatique dans le processus de la conception architecturale est un objectif qui tend à l'amélioration du confort thermique, l'optimisation de la consommation énergétique et la minimisation de l'impact sur l'environnement par l'utilisation des procédés passifs et aussi le développement d'une architecture qui peut se situer géographiquement.

Dans notre champ d'étude, on constate que dans les régions aux climat chaud et aride, le problème du confort thermique s'impose comme un facteur principal à prendre en considération lors de la conception des bâtiments.

Hassi Messaoud est proclamée comme la capitale du sud algérien avec ses atouts économiques. Cependant, la ville souffre de plusieurs dysfonctionnements surtout au niveau de la mobilité et du transport aérien, un secteur très sous exploité par rapport au potentiel de la région.

Dans ce travail de recherche on intéressera d'appliqué les stratégies et les recommandations conceptuels de l'architecture saharienne sur un projet d'aéroports à Hassi Messaoud dans le but de développer les techniques d'intégration architecturales à la base d'études bioclimatiques dans le sud algérien.

Les mots clé : Intégration au site, conception bioclimatique, aéroport multimodal, climat aride, les stratégies de refroidissement passif.

Summary :

The integration of knowledge and parameters of climatic in the process of architectural design is an objective which tends to the improvement of thermal comfort, the optimization of energy consumption and the minimization of the impact on the environment by the use of passive processes and also the development of an architecture that can be geographically located.

In our field of study, we note that in regions with hot and arid climates, the problem of thermal comfort emerges as a main factor to be taken into consideration when designing buildings.

Hassi Messaoud is proclaimed as the capital of southern Algeria with its economic assets. However, the city suffers from several dysfunctions especially at the level of mobility and air transport, a sector very underexploited compared to the potential of the region.

In this work, we will be interested in applying the strategies and conceptual recommendations of Saharan architecture to a multimodal airport project in Hassi Messaoud with the aim of developing architectural integration techniques at the base of bioclimatic studies in southern Algerian.

المُلخَص :

إذا سمحت الثورة الصناعية والتكنولوجية باستغلال أحد أعظم الموارد الطبيعية للبلاد، فإن الثورة الاجتماعية حولت أرض العطش إلى أرض ترحيب بإرادة الإنسان . إن تكامل المعرفة والمعايير المناخية في عملية التصميم المعماري هو هدف يميل إلى تحسين الراحة الحرارية، وتحسين استهلاك الطاقة وتقليل التأثير على البيئة من خلال استخدام العمليات السلبية وكذلك تطوير الهندسة المعمارية التي يمكن أن يكون موقعًا جغرافيًا.

في مجال دراستنا، نلاحظ أنه في المناطق ذات المناخات الحارة والجافة، تظهر مشكلة الراحة الحرارية كعامل رئيسي يجب أخذه في الاعتبار عند تصميم المباني.

أعلنت حاسي مسعود عاصمة جنوب الجزائر بأصولها الاقتصادية. ومع ذلك، تعاني المدينة من عدة اختلالات خاصة على مستوى التنقل والنقل الجوي، وهو قطاع غير مستغل بشكل كبير مقارنة بإمكانيات المنطقة.

في هذا العمل، سنهتم بتطبيق الاستراتيجيات والتوصيات المفاهيمية للهندسة المعمارية الصحراوية على مشروع مطار متعدد الوسائط في حاسي مسعود بهدف تطوير تقنيات التكامل المعماري على أساس دراسات المناخ الحيوي في جنوب الجزائر.

Table des matières

Remerciement :.....	1
Dédicace	2
Résumé :.....	3
Summary :	4
المخلص:.....	5
Liste des tableaux :	11
Liste des figures :	11
0. Le chapitre introductif	
1) Introduction :	14
2) La problématique :	14
3) Les hypothèses :	15
4) Les Objectifs :	15
5) Le choix de site :	16
6) Le choix de projet :	16
7) Structure de mémoire :	17
8) Méthodologie de recherche :	18
<i>Chapitre un :</i>	
<i>Les stratégies constructives pour l'intégration dans le climat aride sec</i>	19
Introduction :	19
I. Aperçu sur le savoir constructif dans le climat aride	20
I.1) Le climat :	20
I.1.1) Les climats chauds et arides :	20
I.1.2) Le confort dans une région chaude :	21
I.1.3) Climat saharien et conception architecturale :	21
I.2) La forme des bâtiments dans les climats chauds et arides :	23
I.2.1) L'Architecture vernaculaire (Low tech) :	23
I.2.1.a) Exemple 01 : la maison M'zab	24
I.2.1.b) Exemple 02 : TOURS EN TERRE CRUE DE SANA'A	24
I.2.1.c) Exemple 03 : la maison Souf	24
I.2.2) Architecture moderne (High tech) :	25
I.2.2.a) Le super adobe (Premier projet en super adobe autorisé au Marrakech):	25
I.2.2.b) Masder city :	26
I.2.2.c) La tour a vent moderne :	26
I.2.3) Entre Low Tech et High Tech:	27
II. Les recommandations de la conception d'édifice dans le climat aride :	28

II.1) Limiter le captage solaire à travers les parois opaques de l'enveloppe :	28
II.2) Limiter la pénétration des rayons solaires par les ouvertures :	30
II.3) Utilisation de l'inertie thermique :	31
III. Stratégies de conception en climat chaud	32
III.1) Hassan Fathy (1900-1989) :	32
III.1.1) Orientation :	33
III.1.2) Toiture	33
III.1.3) Cour intérieure	33
III.1.4) Tours à vent :	34
III.2) Peter St Clair	34
III.2.1) Couleur extérieure	35
III.2.2) L'isolation et la masse thermique	35
III.2.3) Ombrage	36
III.2.4) Orientation et vitrage :	36
III.2.5) Double peau :	36
III.2.6) Taille des fenêtres	37
III.2.7) Construction légère	37
III.2.8) Eclairage naturel	37
Conclusion :	38
Chapitre deux :	
<i>Le transport aérien et les aéroports</i>	41
Introduction :	41
I. Le transport :	41
I.1) Généralités sur le transport :	41
I.1.1) Définition de transport :	41
I.1.2) La fonction de transport :	42
I.2) Les modes de transports :	42
I.2.1) Transport routier :	42
I.2.2) Transport ferroviaire :	42
I.2.3) Transport urbain métropolitain :	43
I.2.4) Transport maritime :	43
I.2.5) Transport aérien :	43
II. Le transport aérien :	43
II.1) Définition :	43
II.2) Définition des concepts :	44
II.3) L'importance de transport aérien et ses fonctions :	44

II.4) Les avantages et les inconvénients du transport aérien :	45
II.5) Transport aérien en Algérie :	45
II.6) Classification des aéroports :	45
II.7) Les composantes d'un aéroport :	46
II.8) La conception des aéroports :	49
II.8.1) Aéroports Linéaires :	49
II.8.2) Aéroports à jetées :	49
II.8.3) Aéroports à satellites :	50
III. L'approche environnementale :	52
III.1) Impacte de l'implantation et de l'exploitation d'un aéroport :	52
III.2) La charte environnementale des aéroports français :	53
IV. Approche urbaine :	54
IV.1) L'aéroport comme moteur du développement urbain	54
IV.2) L'aéroport et la ville : le souci d'intégration	54
IV.3) Les sites aéroportuaires :	55
IV.4) Aéroport et aménagement urbain	56
IV.4.1) Les nuances de l'aménagement de voisinage	56
IV.4.2) Les prolongements	57
IV.4.3) Aéroport et morphologie urbaine :	57
V. Approche architecturale et structurelle :	58
V.1) Exigences des aéroports :	58
V.2) Le plan directeur de l'aéroport :	58
V.3) Les différents types de structures à grande portée :	59
V.3.1) Structure en coque :	59
V.3.2) Structure tendue	60
V.3.4) Structure tridimensionnelle plate	61
V.3.5) Structure gonflable	61
V.3.6) Structure plissée	62
V.3.7) Structure tridimensionnelle gridshell :	62
VI. Approche technique :	63
VI.1) Les nouvelles technologies des constructions des aéroports :	63
VI.1.1) Améliorer les processus d'arrivée :	63
VI.1.2) Psychologie du design des aéroports :	63
VI.2) Les aéroports deviennent semblables aux villes :	64
VI.3) La bonne mobilité est essentielle dans un aéroport :	64
VI.4) Dans les coulisses d'une bonne expérience client :	64

VI.5) Connecter les futurs aéroports !.....	65
Conclusion :	65
Chapitre trois :	
<i>L'analyse des exemples</i>	68
Introduction :.....	68
I. L'analyse des exemples des aéroports conçu dans le climat chaud :	69
I.1) Exemple 01 : Aéroport international King Abdelaziz (Djeddah, Arabie Saoudite)	69
I.1.1) Critère de choix :	69
I.1.2) Le climat de Djedda :	70
I.1.3)Le plan d'aménagement :	70
I.1.4) L'organisation spécial :	71
I.1.5) Les stratégies d'intégration dans l'environnement :	72
I.2) Exemple 02 : Terminal Hajj à l'aéroport international King Abdulaziz	73
I.2.1) PRESENTATION DU PROJET :	73
I.2.2) Plan d'aménagement :	73
I.2.3)L'organisation spatiale :	74
I.2.4) Les stratégies d'intégration dans l'environnement :	74
I.3) Exemple 03 : L'aéroport International Reine Alia, Amman	75
I.3.1) Présentation générale :	75
I.3.2) Le climat de Amman :	75
I.3.3) Le plan d'aménagement :	75
I.3.4) L'organisation spatial :	76
I.3.5) Structure :	77
I.3.6) Les stratégies d'intégration dans l'environnement :	77
I.4) Synthèse comparative :	77
II. L'analyse des exemples selon l'aspect architectural écologique :	79
II.1) Exemple 01 : Aérogare de l'aéroport de Londres-Stansted, Angleterre, Royaume Unis	79
II.1.1) Présentation générale :	79
II.1.2) Distribution et organisation spatiale :	80
II.1.3) Ambiances :	81
II.2) Exemple 02 : Aéroport International Shenzhen Bao'an	82
II.2.1) Présentation générale :	82
II.2.2) Les organigrammes :	82
II.2.4) La structure :	83
II.3) Synthèse comparative :	84
III. L'analyse des exemples d'aéroports locaux :	85

Conclusion :	87
Chapitre quatre :	
<i>Présentation de cas d'étude</i>	89
Introduction :	89
I) Volet 01 : L'analyse de site	
I.1) Situation géographique de Hassi Messaoud.....	90
I.2) L'analyse Bioclimatique :	92
I.2.1) Le climat de la ville de Hassi Messaoud :	92
I.2.2) Les températures moyennes :	92
I.2.3) Humidité relative :	93
I.2.4) Les vents dans la région de Hassi Messaoud :	93
I.2.5) Chasse sable :	94
I.2.6) Précipitations :	95
I.2.7) L'application de diagramme psychrométrique de Givoni :	95
I.2.8) Application de la méthode de Mahoney :	97
I.3) Le milieu naturel de Hassi Messaoud :	97
I.3.1) Faune et la flore :	97
I.3.2) La géologie de Hassi Messaoud :	98
I.3.3) Le réseau hydrographique de Hassi Messaoud :	98
I.4) La potentialité de la ville de Hassi Massoud :	99
I.4.1) Structure urbaine :	99
I.4.2) La démographie de Hassi Messaoud :	99
I.4.3) La nouvelle ville de Hassi Messaoud :	100
I.4.4) Les infrastructures de transport :	100
I.5) L'analyse de site : l'assiette de projet :	102
I.5.1) Le choix de terrain : la Localisation	102
I.5.2) L'environnement immédiat de site :	103
I.5.3) Délimitation et accessibilité :	104
I.5.4) Les servitudes et la sécurité :	105
I.5.5) La topographie et la nature du sol :	105
II) Volet 2 : Le processus de conception et les stratégies utilisée	
II.1) L'aspect programmatique.....	106
II.1.1) Calcul de la capacité :	106
II.2) Le programme retenu :	107
II.2.1) Le Programme de Projet « l'aéroport multimodal » :	107
II.2.2) Le Programme de l'aérogare de passager :	108

II.3) Les stratégies optées dans la conception :	112
II.4) La genèse de la forme :	115
II.4.1) La genèse de la forme de l'aérogare :	117
Conclusion :	120
Conclusion générale :	121
Bibliographie :	123
Livre :	123
Articles:	121
Documents web :	125

Liste des tableaux :

Tableau 1 : les composants de la toiture végétalisée	29
Tableau 2 : Les actions architecturales les plus fréquentes pour une démarche conceptuel passives	39
Tableau 3 : les avantages et les inconvénients de l'aérogare linéaire.....	49
Tableau 4 : les avantages et les inconvénients de l'aérogare à jetées.....	50
Tableau 5 : les avantages et les inconvénients de l'aérogare satellitaire	51
Tableau 6 : les avantages et les inconvénients de l'aérogare transbordeur	51
Tableau 7 : les avantages et les inconvénients de l'aérogare hybride	52
Tableau 8 :les avantages et les inconvénients de la structure en coque	60
Tableau 9 : les avantages et les inconvénients de la structure tendue.....	60
Tableau 10 : les avantages et les inconvénients de la structure hybride	61
Tableau 11 : synthèse comparative entre les exemples et les stratégies optés.....	79
Tableau 12 : synthèse comparative entre les exemples.....	85
Tableau 13 : synthèse comparative entre les exemples des aéroports locaux.....	87
Tableau 15 : Humidités relatives moyennes mensuelles d'après la série de 10 ans en % à Hassi Messaoud (2004 - 2013).....	93
Tableau 16 : Vitesses moyennes mensuelles des vents d'après la série de 10 ans en m/s à Hassi Messaoud (2004 - 2013).....	94
Tableau 17 : le programme surfacique de l'aéroport multimodal	107

Liste des figures :

Figure 2: carte des grandes zones climatiques mondiale	20
Figure 3 : Le paysage urbain de la ville de Ghardaia	22
Figure 5 : la cour centrale de la maison M'zab.....	24
Figure 6 : la maison Sana'a	24
Figure 8 :La Maison Souf	24
Figure 10 : Axonométrie représente les procédures constructives en super adobe.....	25
Figure 12 : La bibliothèque de Masder city.....	26
Figure 13 :Le système de tour à vent moderne appliqué en Masder city.....	27
Figure 14 : le détail schématique des différentes couches composant de la toiture végétale	29
Figure 15 :Système mur ventilé Granitech de l'espace brasserie à Malte, à droite la nuit et à gauche le jour 30	

Figure 16 : le temps de déphasage de divers matériaux de construction en fonction de leur épaisseur et quantité de chaleur accumulée pour des épaisseurs types.....	32
Figure 18 : Photo de la toiture de l'une des édifices de la villa de Gournia	33
Figure 19 : Détails d'un morif de Moucharabieh	34
Figure 20 : Eléments de rafraîchissement adiabatique avec un système en charbon de bois mouillé dans des malgaf.....	34
Figure 21 : Coefficients d'absorption pour différents matériaux et différentes couleurs.....	35
Figure 22 : Facteur d'émission et facteurs d'absorption pour différents matériaux.....	35
Figure 23 : le détail de systèmes double peaux.....	37
Figure 24 : Piste de l'aéroport de Sydney	46
Figure 25 : L'aire de mouvement des avion depuis le stationnement vers le décollage	47
Figure 26 : Le parking dans un aéroport	48
Figure 27 : exemples d'un aérogare transbordeur	51
Figure 28 : l'émission de gaz à l'effets de serre à cause de transport	53
Figure 29 : La plan d'aménagement de l'aéroport de Roissy en France	55
Figure 30 : L'effet de rupture par les zones de bruit "l'aéroport multimodal Satolas"	57
Figure 31 : toiture en structure coque	59
Figure 32 : couverture en textile supporté par une structure tendue	60
Figure 33 : tour construite avec la structure mixte.....	60
Figure 34 : exemple de structure tridimensionnelle plate avec quatre appuis	61
Figure 35 : les parois extérieur de le stade Alience Munchin	61
Figure 36 : couverture en bois collée sous forme d'une structure plissée	62
Figure 37 : exemple d'une structure gridshell tridimensionnelle	62
Figure 38 : l'escalier d'une aérogare qui serve vers les zones d'embarquement.....	63
Figure 39 : une vue intérieur de l'aéroport de Singapor.....	64
Figure 41 : l'avion lors l'embarquement	65
Figure 42 : vue postérieur de l'aéroport King Abdelaziz	69
Figure 43 : comparaison entre les données métrologique de Djeddah et Hassi Massoud	69
Figure 44 : graphe de la température moyenne en Djeddah	70
Figure 45 : carte des vents dominant dans l'ouest de KSA	70
Figure 46 : le plan d'aménagement de l'aéroport de Djeddah	70
Figure 47: le plan de masse de l'aérogare de Djeddah	71
Figure 48 : l'organisation intérieur de l'aérogare de Djeddah	71
Figure 49 : vue des parois de l'aérogare de Djeddah.....	72
Figure 50 : Plan de masse de l'aérogare de Djeddah avec le diagramme solaire	72
Figure 51 : vue de dessus de le terminal El Hajj	73
Figure 52 : plan d'aménagement de le terminal El Hajj	73
Figure 53 : le plan de rdc de terminal El Hajj	74
Figure 54 : vue de l'intérieur de l'aérogare El hajj Djeddah	74
Figure 55 : l'aéroport de la reine Alia Amman	75
Figure 56 : les cartes des vents dominants de Jordan et le graphe des températures moyennes de Amman	75
Figure 57 : vue satellite de l'aéroport d'Amman	76
Figure 58 : l'organisation générale de l'aérogare des passagers de Amman avec une coupe	76
Figure 59 : vue sur le poteau en champignon de l'aéroport de Amman	77
Figure 60 : vue aérienne de l'aérogare de Londres-Stansted	79
Figure 61 : L'organigramme spatial de RDC de l'aéroport de Londres	80
Figure 62 : L'organigramme spatial de le 1er étage de l'aéroport de Londres	81
Figure 64 : esquisse de toiture de l'aéroport de Londres-Stanted	81

Figure 65 : Vue exterieur de l'aéroport de Shenhen Bao'an Guangdong.....	82
Figure 67 : L'organigramme spatial de RDC de l'aérogare de Shenzhen.....	82
Figure 70 : L'organigramme Fonctionnel de l'aérogare de Shenzhen	83
Figure 73 : Maquette de l'enveloppe de l'aéroport de Shenzhen	83
Figure 74 : Coupe détaillée sur l'enveloppe de l'aéroport Shenzhen	84
Figure 75 : Graphique comparatif des entités fonctionnels des exemples	87
Figure 76 : Limites de la commune de Hassi Messaoud dans son contexte administratif	90
Figure 77 : la situation géographique de Hassi Massoud	90
Figure 78 : localisation de terrain (dans la map).....	91
Figure 79 : Localisation de terrain d'intervention	91
Figure 80 : Graphe des températures moyennes mensuelles en °c à Hassi Massoud	92
Figure 82 : La rose des vents de Hassi Massaoud	94
Figure 83 : La rose des vents d'après la série de 10 ans à Hassi Messaoud.	94
Figure 84 : Nombre de jour moyen d'occurrence de chasse sable.....	94
Figure 85 : Le diagramme de précipitation d'après la série de 10 ans en mm à Hassi Messaoud	95
Figure 86 : Diagramme psychométrique de GIVONI avec application sur la ville de Hassi Messaoud	96
Figure 87 : Les zones naturelles de la commune de Hassi Messaoud	98
Figure 88 : Coupe hydrogéologique synthétique de Sahara septentrional	98
Figure 89 : Distribution des populations de la commune de Hassi Messaoud	99
Figure 90 :Vue sur le plan d'aménagement de la nouvelle ville Hassi Massoud	100
Figure 91 : La localisation du terrain par rapport la nouvelle ville	102
Figure 92 : La localisation de site par rapport les infrastructures aéroportuaires immédiats.....	103
Figure 93 : Vue satellite correspond à l'environnement immédiat de site	103
Figure 94 : la délimitation de terrain de projet	104
Figure 95 : Coupe topographique de site	105
Figure 96 : la nature de terrain dans le site	104
Figure 97 : La genèse de la forme (les axe de terrain)	115
Figure 98 : La genèse de la forme (l'implantation des voiries)	116
Figure 100 : La genèse de la forme (le zoning) source: 97 auteur	116
Figure 101 : La genèse de la forme (schéma de principe de l'aéroport)	117
Figure 103 : La genèse de la forme (l'implantation de l'aérogare)	118
Figure 104 : La genèse de la forme (le zoning de l'aérogare)	118
Figure 105 : La genèse de la forme (plan de masse de l'aérogare)	119
Figure 106 : Vue axonométrique de l'esquisse de projet	119

Introduction générale :

1) Introduction :

Les transports ont joué un rôle décisif dans la dynamique de la civilisation à travers l'histoire. Il existe depuis 3500 av. J.C., l'invention de la roue qui a donné naissance aux moyens de transport. Les moteurs à vapeur sont apparus entre 1800 et 1900 et sont aujourd'hui les pionniers de nouveaux modes de transport avec des modes de transport plus rapides et plus puissants, tels que les voitures, les trains à grande vitesse et les avions.

Depuis le début des temps, déplacement de l'homme et des marchandises est au cœur des activités humaines. L'homme s'est déplacé pour différentes raisons comme pour l'échange de marchandises, les croisades et les guerres, la conquête de nouvelles terres, les découvertes, le travail, le tourisme ...etc. 1

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 rééquilibrage des zones nord, hauts plateaux et sud. Le secteur du transport, notamment aérien, fait partie de ce nouveau politique prôné 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.2

2) La problématique :

On sait aujourd'hui que l'Algérie est dans une politique de désengorgement des villes du Nord tel qu'Alger, Oran, Annaba. Pour cela le pays tente de développer les hauts plateaux et les villes du sud. Actuellement, nous sommes confrontés au problème du manque d'infrastructures de transport dans les villes de haute montagne. De plus, la recherche de l'amélioration de la qualité de l'environnement nous conduit vers le développement durable.

1 Andrea URLBERGER, Habiter les aéroports : Aperçus d'une urbanité future entre architecture et art, METISPRESES 2012

2 Le ministère d'intérieur Algérienne, SNAT,

<https://www.interieur.gov.dz/images/brochure-SNAT-FR-compressed.pdf>

Très souvent, ces constructions négligent les aspects climatiques, dont l'importance ne paraît pas aux yeux du propriétaire ni même du concepteur dans les premières étapes du projet. Ceci engendre des sensations d'inconfort des occupants une fois les constructions réalisées. Pour pallier à ce problème d'inconfort, on a souvent recours à des dépenses supplémentaires de chauffage et de climatisation.

Ces dernières années une utilisation massive de climatiseurs au Sud et même au Nord est enregistrée en Algérie, ayant comme objectif la réduction de la surchauffe et l'obtention du confort d'été. Alors que dans les climats chauds, il est possible de remédier à ce problème, simplement par des dispositions et procédés passifs adéquats ainsi que par un bon choix de matériaux, [A. Ould-henia, 2003].

- Quelle est le type d'infrastructure d'accueil de transport qui répond aux besoins fonctionnels de la région étudiée ? et quelle ville pourrait accueillir un équipement aéroportuaire en termes de besoin pour relancer la dynamique économique et territoriale dans la région de sud ?
- Comment peut-on intégrer un équipement de grande importance dans un climat aride ? et quel est la démarche écologique qu'on peut aborder ?
- Comment peut-on concevoir une infrastructure extensible et flexible, capable d'assurer une fonctionnalité évolutive pour satisfaire les exigences et les besoins futurs ?

3) Les hypothèses :

- L'utilisation des stratégies de refroidissements passif dans la conception pour minimiser l'impact environnemental de bâtiment.

4) Les Objectifs :

- Concevoir une infrastructure de transport aérienne capable d'assurer les exigences et les besoins des usagers
- Etudier les différentes techniques et stratégies pour construire dans une région aride
- Exploiter les données bioclimatiques de la zone étudiée dans des techniques passives
- Concevoir un aéroport bien intégré dans le site et leurs critères d'aridité
- Concevoir un modèle paramétrique pour améliorer la protection de l'enveloppe de bâtiment dans le cas des conditions climatique saharienne

5) Le choix de site :

La pression démographique qui affecte le Nord du pays et la désertification accrue qui touche les Hauts Plateaux et le Sud font que le réaménagement du territoire devient une tâche incontournable. En effet le recensement général de la population et de l'habitat a révélé que 63% de nos habitants sont ainsi regroupés dans le Nord sur 4% du territoire national, 28% sont localisés sur les Hauts-Plateaux soit 9% du territoire, alors que le Sud, c'est-à-dire 87% du territoire n'accueille que 9% de la population.

La nouvelle ville est perçue comme un moyen de recours pour la maîtrise et l'organisation de la croissance urbaine. Ce concept est rattaché aux notions d'urbanisme, d'aménagement du territoire et de programmes d'intérêt national.

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.

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 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.

6) Le choix de projet :

La ville nouvelle de Hassi Massoud a été programmée pour transformer cette nécessité de transfert de la ville actuelle vers un nouveau site éloigné des installations industrielles en opportunité d'aménagement du territoire, opportunité qui s'inscrit parfaitement dans le Schéma National d'Aménagement du Territoire 2025 (SNAT 2025).

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 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%.

Les villes Ouargla, Hassi Messaoud et Tougertte se caractérisent par une haute potentialité touristique agricole et industrielle. Ces dernières ont été prévues d'avoir une possibilité d'extensions dans l'axe des voiries nationales N 53 et N 03 vers le centre de la nouvelle ville Oued el Maraa mais en long terme sa pose une insuffisance dans les infrastructures de transports

De par le choix de notre thème nous pouvons dire que la nouvelle ville d'Oued el Maraa Hassi Massoud s'inscrit dans un cadre idéal pour notre projet. L'AÉROPORT MULTIMODAL s'intégrera parfaitement dans cette nouvelle ville car selon les concepteurs du projet, elle sera un modèle d'urbanisme tourné vers le futur, mais qui revêtira un contraste esthétique où se combineront les modes de construction modernes et ceux inspirés de l'architecture locale propre à la région tout en respectant l'environnement.

7) Structure de mémoire :

Afin de pouvoir répondre aux questions de la problématique, j'ai élaboré mon mémoire d'architecture de la manière suivante :

La première partie dans laquelle on va focaliser sur le savoir constructif dans les milieux arides et on se comprend les différentes techniques et stratégies passives que ce soit low tech ou bien high tech pour m'aider dans le choix des procédures constructives adoptées au cas étudié

La deuxième partie est consacrée à la présentation de l'architecture aéroportuaire et de l'organisation des différents équipements qui constituent un aéroport avec un grand intérêt sur l'aérogare, le principal équipement architectural de l'aéroport. Cette partie m'a aidé à fixer la manière de concevoir l'aéroport avec une architecture flexible.

La troisième partie est consacrée à l'analyse des projets de référence. Des aéroports que j'ai choisis pour leur pertinence au regard de la problématique. Cette partie m'a permis de voir ce qui a été fait un peu partout dans le monde par de grands architectes et de synthétiser et leurs choix et concepts.

La quatrième partie est destinée à la présentation de la zone étudiée (Hassi Massoud), sa structure urbaine et son infrastructure du transport. En plus on doit comprendre les conditions climatiques et la morphologie de la zone d'étude à travers une analyse bioclimatique. Cette partie m'a permis de dégager les raisons qui justifient le choix conceptuel de l'aéroport.

La cinquième et dernière partie est l'approche conceptuelle, une synthèse des données résultantes de l'analyse bioclimatique du terrain et des 4 premières parties. Un projet d'architecture d'un nouvel Aéroport international de Hassi Massoud, avec une aérogare dotée d'une architecture écologique contemporain.

8) Méthodologie de recherche :

Sur le plan méthodologique, nous insisterons sur une étude bibliographique montrant les différentes solutions adaptées au niveau de savoir constructif dans les régions arides. Puis en s'intéresse à adopter les solutions prévues sur les exigences architectural de projet « Aéroport »

Pour cela, au début nous avant une approche théorique ou nous avant exploité les travaux de recherche précédents, les livres, tous les documents possibles écrite ou graphique, les connaissances précédents..., pour comprendre le thème de façon générale, et pour faire connaitre les concepts clés qui concerne le secteur de transport en général et notamment l'aérien, et les différentes techniques passives et les stratégies pour l'intégration dans le site étudier. En suit, nous avons l'approche analytique qui concerne les aéroports, et spécialement les aéroports dans les régions arides. On a fait une étude d'un modèle qui contient des notions et des stratégies peut être une grande aide pour la conception de notre projet. Après on s'intéresse sur la collecte des données sur les spécificités de cas étudier à travers une analyse morphologique et bioclimatique de site

En fin à travers le chevauchement des différentes intentions retenu depuis les analyses et les études bibliographique On doit ressortir les paramètres fondamentaux à tenir compte pour concevoir un aéroport multimodal bien intégré dans le contexte de l'aridité.

Chapitre un :

Les stratégies constructives pour l'intégration dans le climat aride sec

Introduction :

"La conception architecturale bioclimatique s'inscrit dans la problématique contemporaine liée à l'aménagement harmonieux du territoire et à la préservation du milieu naturel. Cette démarche, partie prenante du développement durable, optimise le confort des habitants, réduit les risques pour leur santé et minimise l'impact du bâti sur l'environnement." [Alain Liébard et André De Herde ; 2003]

L'Algérie est dotée d'une vaste surface et d'un climat diversifié allant d'un méditerranéen tempéré à un saharien sec. Les régions chaudes et arides occupant les deux tiers de cette surface, sont caractérisées par une intensité de radiation solaire très importante qui peut atteindre 900w/m² sur une surface horizontale et d'une température extérieure dépassant 42c° à l'ombre. 3

Face à cette situation d'inconfort qui dure au moins trois mois pendant l'année, les habitants sont habitués à s'adapter au problème par :

- le nomadisme saisonnier de la majorité des habitants vers le littoral et les hauts plateaux.
- le recours aux climatiseurs fournis par l'industrie, et la consommation excessive de l'énergie fossile.

Mais il n'est pas évident que tous les habitants – les pauvres surtout – peuvent accéder à ces deux alternatives. Devant cette conjoncture du développement des savoirs traditionnels, vis à vis du climat par le recours aux solutions technologiques reconnues à nos jours non durables, il s'avère nécessaire de trouver des solutions en matière d'architecture pour ces conditions climatiques.4

3 Station météorologique de Ouargla ;2001

4 CARLO ratti-RAYDAN dana – KOEN steenrs: "building form and environmtal performance archetypes, analysis and arid climate" – Energy and building 35 (2000) 49-59

I. Aperçu sur le savoir constructif dans le climat aride

I.1) Le climat :

" Le climat est une principale donnée de la morphologie des systèmes architecturaux et urbains " [Clair et Michel duplay ; 1982]. Certes ; il existe des travaux qui traitent la relation entre l'architecture et le climat dans un objectif général d'obtenir le confort thermique par des moyens spécifiquement naturels. Cela par une intégration de cette donnée dans le processus de conception architecturale afin qu'elle devienne une composante de l'architecture et qu'elle se familiarise dans les milieux pédagogiques et professionnels des architectes, Pour qu'on finisse de parler de l'architecture bioclimatique; c'est-à-dire : « En considérant l'architecture dans une recherche d'intelligence, celle-ci doit créer elle-même, par son enveloppe (forme, matériaux, répartition des ouvertures...) et ses structures intérieures (de façon passive), un microclimat confortable chaque fois que cela est possible » [Alain Chatelet et Al; 1998].

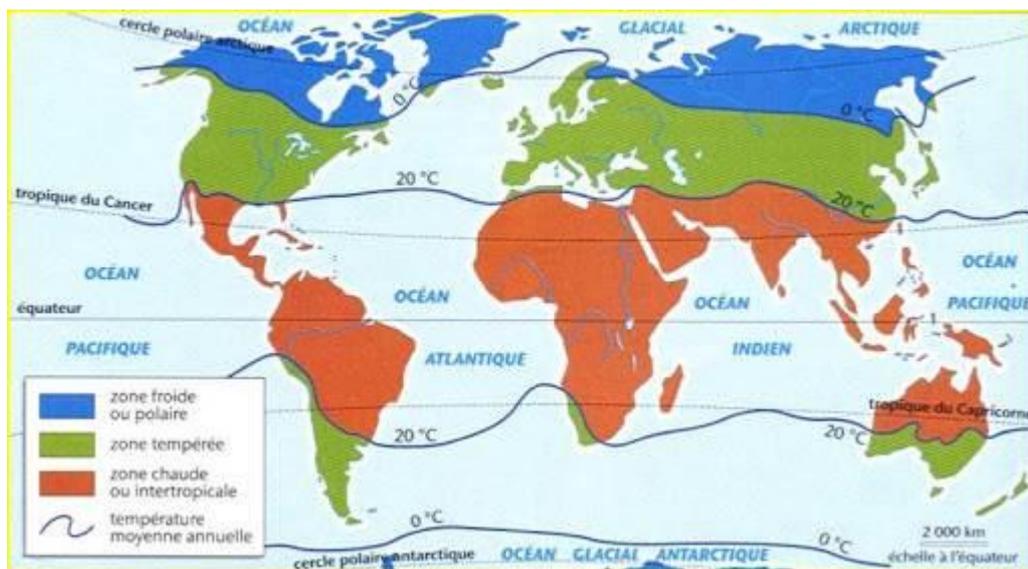


Figure 1: Carte des grandes zones climatiques mondiale.

Source : <https://content.meteoblue.com/fr/meteoscool/zones-climatiques-generales>

I.1.1) Les climats chauds et arides :

Le climat a toujours joué un rôle déterminant dans la définition de la forme du bâti, il intervient aux côtés d'autres facteurs aussi importants tels que le social, le culturel et l'économique. Le rôle de l'architecte et du thermicien est de pouvoir concilier les exigences de l'homme et son environnement. Ceci doit passer par une étude climatique globale de la région d'implantation du projet.

Les régions chaudes et arides sont situées généralement entre les latitudes 20°-25° au Nord et au Sud de l'équateur et largement entre 15°-30° Nord et Sud [Allan Konya ; 1980].

Ces régions sont rencontrées au sud de l'Afrique, en Asie partiellement, en Amérique du Nord (le Mexique et la Californie) et du sud (Pérou, Brésil) comme en Australie. [M. Evans & all ; 1980].

Certaines régions connaissent la sécheresse tout au long de l'année. C'est le cas de Tamanrasset (sud de l'Algérie). Les caractéristiques de ces régions sont : Des températures très élevées le jour et très basses la nuit. - Un ciel clair. - Une intensité de radiation très importante. - Un taux d'humidité très faible. - Des vents de sables accentuent l'aridité. [Anissa Touati ; 2000].

I.1.2) Le confort dans une région chaude :

Comme le bâtiment est conçu pour assurer les besoins biologiques de l'homme, la seconde partie vise à évaluer l'impact de chaque élément climatique en termes physiologiques. Cela implique la détermination des besoins thermiques des zones arides et la problématique maîtresse du climat.

L'étude de la conception d'édifices dans ces climats ne pose que des problèmes de confort au rayonnement solaire intense, aux températures élevées en liaison avec l'hygrométrie (l'aridité).

Elle doit donc s'organiser principalement en fonction des besoins thermiques suivants :

- Limiter les captages solaires à travers les parois opaques de l'enveloppe (les parois verticales et horizontales).
- Limiter les gains solaires par les parois vitrées (ouvertures).
- Refroidissement évaporatif.
- La ventilation nocturne.
- L'utilisation de l'inertie thermique

I.1.3) Climat saharien et conception architecturale :

L'homme est capable de maintenir sa température plus ou moins constante, dans une fourchette de conditions environnementales données, soit par des mécanismes physiologiques involontaires, soit avec un usage judicieux de tenue vestimentaire ou avec la variation de l'activité physique.

Ceci ne peut pas être suffisant sous des conditions climatiques difficiles comme c'est le cas dans les zones arides du Sahara à climat très rude. Dans ce cas, c'est le bâtiment qui doit assurer la fonction de confort de l'utilisateur, pour qu'il puisse pratiquer ses activités normalement.

Pour atteindre un tel objectif, le concepteur est appelé à réunir les conditions favorables à la majorité des personnes, occupant un espace donné, par une analyse bioclimatique détaillée qui lui permet d'estimer le confort thermique en fonction des paramètres climatiques externes et faire le choix des techniques architecturales les mieux appropriées au cas étudié.

Dans les milieux arides, ce ne sont pas les températures moyennes journalières qui sont inconfortables,



Figure 2 Le paysage urbain de la ville de Ghardaïa

source : [1https://www.aps.dz/](https://www.aps.dz/)

mais plutôt la fluctuation qui est à la base de l'inconfort. Pour atténuer cet effet, on réalise des parois de grande inertie thermique qui ont la capacité de stocker la chaleur pendant la journée pour la restituer la nuit, au moment où les usagers ouvrent leurs fenêtres pour ventiler et rafraîchir les espaces internes.

D'une façon générale, la température de l'air dans la ville est toujours supérieure à celle de son environnement. Cette différence est due, d'une part à la chaleur générée par les moyens de transport, le chauffage, le conditionnement d'air, les usines, et d'autre part par la basse vitesse de refroidissement des masses de béton qui, en raison de leur haute inertie thermique, restituent, la nuit, la chaleur accumulée pendant le jour.

Un choix judicieux des matériaux de construction participe à la réduction des températures de l'air ambiant à l'intérieur des locaux. Leurs effets thermiques dépendent de deux qualités principales, la résistance thermique et la capacité calorifique.

Les parois et le renouvellement de l'air sont les principales sources de déperditions thermiques dans une construction. Il faut donc, réduire les besoins en assurant une bonne étanchéité à l'air (isolation) et une bonne aération en privilégiant la ventilation naturelle. La conception du bâtiment doit mettre en œuvre des principes simples, basés sur le bon sens et qui ont prouvé leur efficacité dans les constructions anciennes. Elle doit être adaptée aux besoins saisonniers (chaleur en hiver, fraîcheur en été) et favoriser au maximum l'apport solaire passif et minimiser les déperditions. Dans ce cadre, nous dirons que l'architecture bioclimatique doit prendre en compte les principes suivants :

- Utiliser des matériaux massifs pour augmenter l'inertie thermique,
- Supprimer les points faibles, tels que les ponts thermiques, ou les balcons qui font corps avec le reste du bâtiment, et agissent comme ailettes de refroidissement,

- Prévoir des vitrages isolants (par exemple double vitrage), qu'il faut protéger par des volets, des stores et des casquettes, tout en privilégiant l'éclairage naturel des espaces,
- Eviter les surchauffes estivales en protégeant le bâtiment par une végétation appropriée,
- Utiliser des dispositifs architecturaux de protection tels que toiture opaque, casquette, etc...

Ainsi, la performance thermique du bâtiment peut être améliorée par diverses méthodes de refroidissement passif, indépendamment des appareils de conditionnement d'air. D'autre part, l'usage d'une seule technique pour la prévention des surchauffes en été ne peut être efficace.

En fait, une combinaison judicieuse des différentes techniques, à la manière de l'architecture traditionnelle, peut donner des ambiances de vie favorables, sans recourir aux dispositifs d'appoints.⁵

I.2) La forme des bâtiments dans les climats chauds et arides :

Comme elle peut nous apprendre de traduire en terme de perception thermique nos volumes de construction, ceci peut nous aider à évaluer l'impact réel de nos projets une fois réalisés sur terrain, dans la mesure où les exemples choisis seront illustrés, étudiés et simulés pour les développer et les améliorer ; le concepteur est ainsi amené à concevoir et développer des volumes capables d'optimiser l'ombrage, de minimiser le captage solaire et le transfert de chaleur ; à ce titre il faut souligner qu'il n'y a pas de listes précises des formes performantes. On essaye d'analyser la performance thermique de quelques formes afin de définir des concepts générateurs de formes adaptées aux conditions climatiques significatifs – forts – voir excessifs – (chaud et sec).

I.2.1) L'Architecture vernaculaire (Low tech) :

Il s'agit de répondre à ces usages avec des moyens simples.

Investir en priorité sur une enveloppe performante d'un point de vue du confort thermique, notamment d'été, plutôt que sur des équipements.

Dans cette démarche, les matériaux à forte inertie présentent un atout indéniable.

⁵ A. Mokhtari¹, K. Brahimi¹ et R. Benziada, Architecture et confort thermique dans les zones arides (Application au cas de la ville de Béchar), Revue des Energies Renouvelables Vol. 11 N°2 (2008) 307 – 315

I.2.1.a) Exemple 01 : la maison M'zab

Cours : Vaste volume central éclairé par le plafond ouvert avec une grille pour éviter les chutes. Les évacuations thermiques se font par là. En été le jour elle est obturée pour empêcher le soleil de rentrer, la nuit elle est ouverte pour permettre l'évacuation des espaces. La nuit on dort sur les terrasses.⁶



Figure 3 La cour centrale de la maison M'Zab source : <https://www.slideshare.net/hafou/larchitecture-mozabites>

I.2.1.b) Exemple 02 : TOURS EN TERRE CRUE DE SANA'A

Maisons massives de 4 niveaux. RDC réservé aux animaux et à l'entrepôt, étages supérieurs pour les habitations. Le premier étage pour les domestiques et les suivants pour les propriétaires.

Les températures peuvent être extrêmes de -4°C à 35°C , de ce fait c'est la stratégie du climat froid aride de plusieurs générations habite l'immeuble. La distribution à l'occidentale d'une famille par niveau est rare.

La forme influe sur la valeur du facteur de forme Cf, mais ; la toiture et les deux surfaces nord-ouest & Sud est doivent être protégées pour l'équilibre du confort thermique au niveau de tous les espaces intérieurs.⁷

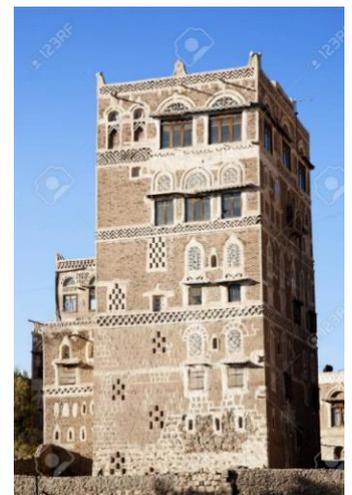


Figure 4 la maison Sana'a
source:
[2https://www.alamyimages.fr/photos-images/sanaa-adobe-house.html](https://www.alamyimages.fr/photos-images/sanaa-adobe-house.html)

I.2.1.c) Exemple 03 : la maison Souf

Il ressort de ce fait que l'utilisation des coupoles au niveau de la toiture dans les régions à climat chaud et arides – Oued Souf - est une solution très efficace pour lutter contre l'impact des gains de

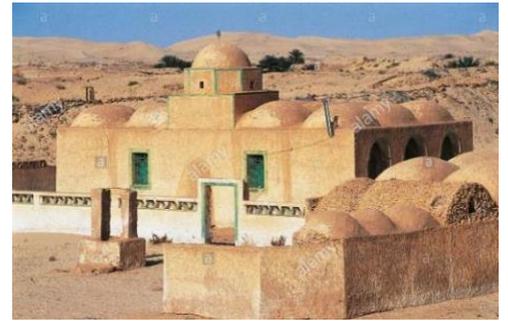
Figure 5 La Maison Souf
source : slideshare.net

⁶ Zeroual Daoud, Impact des gains de chaleur sur la morphologie des bâtiments cas des climats chauds et arides, Mémoire de Magister , L'université de Constantine 2006

⁷ Zeroual Daoud, Impact des gains de chaleur sur la morphologie des bâtiments cas des climats chauds et arides, Mémoire de Magister , L'université de Constantine 2006

chaleur dus principalement à la radiation solaire, en effet ces éléments architectoniques composés de plans courbés ou arrondis fonctionnent de façon passive

La morphologie de la maison du souf présente trois inconvénients ; les dimensions de la cour, les proportions de la forme et les dimensions de la coupole



Elements architecturaux de l'architecture vernaculaire dans les région aride :

- Le nomadisme intérieur (les ambiances du sol) - La cour intérieure
- Les tours à vent - L'eau - L'ombrage

I.2.2) Architecture modern (High tech):

L'architecture moderne s'intéresse à la construction du logement en climat chaud. Et même si la question énergétique ne fut pas un des piliers de la première vague moderne, elle le fut dans la réalité des constructions inspirées par la pauvreté énergétique du contexte des cas auxquels elle s'intéressait. Voici en suivant des exemples de cette production.

I.2.2.a) Le super adobe (Premier projet en super adobe autorisé au Marrakech) :

Le super adobe est une technique de construction inspirée de l'univers militaire. En effet, la mise en œuvre de ce système constructif revient à tasser de la terre dans des sacs de polypropylène puis en empiler ces sacs pour former un dôme.

L'idée des architectes consiste à de créer les « bonnes » ouvertures nécessaires pour aérer la maison et en même temps avoir la lumière suffisante

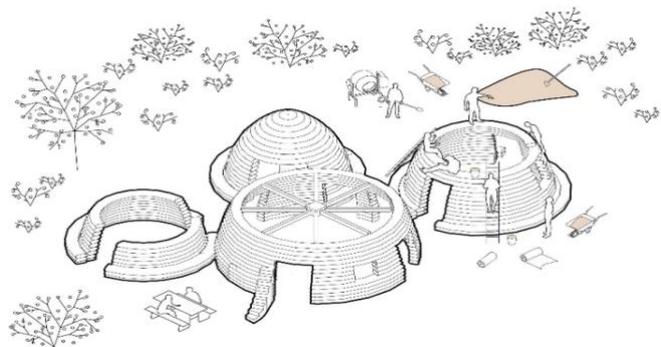


Figure 6 Axonométrie représente les procédures constructives en super adobe

Source : 3 <https://fr.twiza.org/la-maison-en-super-adobe,pa145.html>

Pour pouvoir éclairer. Avec la luminosité la plus basse, ils arrivent tout de même à avoir un degré d'ensoleillement agréable.⁸

L'avantage de la technique du « Earthbag » réside dans tout le potentiel (contextuel, environnemental et économique) qu'elle permet au sein de la construction dans le projet :

Cette technique permet d'avoir une dimension et une échelle humaine ainsi qu'une grande liberté d'action qui ne se trouve pas dans le béton

Les caractéristiques de la technique de superadobe :

- Le matériel requis pour la construction est rudimentaire
- Le temps de construction s'étend de trois jours (pour un tout petit dôme) à deux mois
- Les structures les plus vieilles de l'humanité et les plus résistantes sont construites en terre
- L'isolation thermique et phonique est excellente et un design modulable à l'infini. ⁹

I.2.2.b) Masdar city :

Elle a été conçue dont l'objectif fondamentale est la haute efficacité énergétique et la baisse de température à l'intérieur de la conception qui a été réduite de 20 degrés C en utilisant des techniques modernes (l'utilisation de l'énergie solaire qui sera exploitée au maximum pour alimenter la ville en électricité qui sera générée par des panneaux photovoltaïques).



Figure 7 La bibliothèque de Masdar city

source: <http://matconstruction.e-monsite.com/pages/les-matériaux-a-masdar.html>

Les façades dans chacune des quatre directions sont adaptées à leur orientation, laissent passer la lumière mais pas la chaleur, et même, les portions de façades qui ne reçoivent jamais de lumière sont simplement vitrées.

I.2.2.c) La tour à vent moderne :

Objectif : climatiser et ventiler de manière naturelle les cours et les habitations

Principe : Construit par l'acier recyclé : c'est un triangle avec une station météo au sommet qui indique d'où vient le vent chaud, humide et s'il est chargé de poussière, ces informations.

⁸ <https://fr.twiza.org/la-maison-en-super-adobe,pa145.html>

⁹ A.Benchamsi, confort thermique et l'architecture dans les zones climatiques arides, Mémoire fin d'étude, L'université de Bruxelles 2017

Le plan général est de type traditionnel carré et entourée de murs destinés à la protéger des vents chauds du désert. Les bâtiments sont surélevés de quelques mètres pour laisser passer le vent à raz du chausser. 10



Figure 8 Le système de tour à vent moderne appliqué en Masdar city / source : www.karbelmultimedia.com

I.2.3) Entre Low Tech et High Tech:

Dans l'article de la revue du numéro 19 de «be.passive», une question intéressante est mise en avant : l'architecture solaire passive est-elle la seule manière de faire de la « bonne architecture » ? L'article rappelle qu'il existe trois approches d'efficacité énergétique dans un bâtiment :

- La logique conservatoire : «la réduction des besoins de chaleur par des mesures passives ; l'effort porte principalement sur l'amélioration de l'enveloppe et la réduction du BNC (besoin net de chauffage)".
- La logique productive : "les ER (énergie renouvelable) ou le zéro carbone en utilisant des stocks (biomasse) ou des flux (solaire) ; qui compensent une enveloppe moins performante".
- La logique machinique : « l'amélioration des rendements techniques ; l'effort porte principalement sur le choix de technologies performantes pour réduire les pertes énergétiques »

Enfin, comme le dit Pascal Gontier, architecte, l'architecture doit précéder la technique : « *J'ai la conviction que, pour dépasser les standards actuels les plus performants, la technique a ses limites et l'architecture doit être beaucoup plus sollicitée qu'elle ne l'est généralement. Elle doit précéder la technique et non la suivre. Je refuse l'écologie de la frustration et prône l'écologie de la sensualité et du plaisir, il ne peut, à mon sens, y avoir de compromis : l'aspiration à un mode de vie plus*

10 Zeroual Daoud, Impact des gains de chaleur sur la morphologie des bâtiments cas des climats chauds et arides, Mémoire de Magister, L'université de Constantine 2006

respectueux de l'environnement doit se conjuguer avec bonheur avec le désir d'espace, de lumière.] La réponse aux défis de demain ne peut donc se contenter des seules « bonnes pratiques ». Le langage architectural doit être familier mais aussi singulier et décalé par rapport à la production actuelle »

II. Les recommandations de la conception d'édifice dans le climat aride :

II.1) Limiter le captage solaire à travers les parois opaques de l'enveloppe :

Les parois de l'enveloppe exposées au soleil reçoivent des radiations électromagnétiques par rayonnement. Ces dernières sont transformées sous forme de chaleur qui se déplace dans les composantes des parois pour s'introduire à l'intérieur de l'espace et participer à la surchauffe de l'espace habitable. L'importance de ce phénomène physique et la sévérité du problème dépend de :

- L'altitude.
- L'heure, le jour et le mois.
- L'orientation, les dimensions et la géométrie des parois de l'enveloppe.

Les surfaces verticales Est et Ouest reçoivent plus d'énergie solaire par rapport aux surfaces Nord et Sud mais les surfaces horizontales reçoivent le maximum par rapport à toutes les surface du fait que les rayons solaires, surtout à midi, sont presque perpendiculaires aux plans horizontaux. 11

AProtection de la toiture :** De toute l'enveloppe du bâtiment, le toit est le plus difficile à construire, et c'est lui qui a le plus d'effet sur le confort thermique d'un bâtiment. Les matériaux de toiture traditionnels des habitations sont coûteux et ne présentent qu'une faible performance thermique.

Btoiture jardin :** Les toitures jardins, que l'on peut installer sur un revêtement conventionnel ou un revêtement protégé imperméable, Ces éléments typiques des toitures jardins et leurs fonctions sont résumés dans le tableau

Éléments	Fonctions
Membrane antiracines	Minimiser les dommages des racines à la membrane. Cet élément pourrait être un agent chimique incorporé à la membrane ou un écran physique, type couche de PVC, de polyester ou de polyéthylène.
Couche de drainage	Enlever les eaux excédentaires du substrat de croissance. Cet élément pourrait être une couche de gravier, des panneaux de mousse polymère ou un matelas polymère très poreux.

11 Ferran Yusta Garcia. La méthode des saisons climatiques : stratégie passive de conception architecturale de bâtiments basse consommation énergétique en climat très chaud. Mécanique [physics.medph]. Université de Bordeaux, 2018. Français.

Membrane filtrante	Empêcher les fines particules du substrat de croissance de boucher la couche de drainage. Cet élément est généralement un filtre géotextile.
Substrat de croissance	Supporter la croissance des plantes. Sa composition et sa profondeur dépendent de la végétation choisie. Le sol normal est habituellement remplacé par un substrat de croissance artificiel léger pour réduire la charge structurale.
Végétation	Les plantes doivent être choisies pour leur adaptabilité aux conditions climatiques locales. Certaines plantes et certains climats exigent parfois l'installation d'un système d'irrigation.

Tableau 1 les composants de la toiture végétalisée

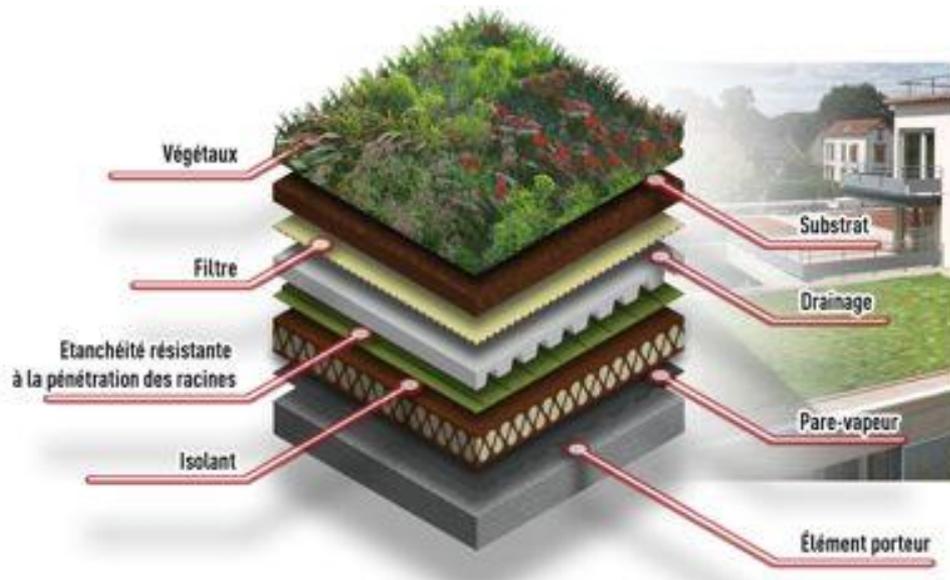


Figure 9 le détail schématique des différentes couches composant de la toiture végétale

Source : <https://www.ma-maison-container.fr/toiture-vegetalisee/>

CLes toits parasol :** Le toit parasol est l'une des techniques utilisées par l'architecture moderne pour l'amélioration du confort thermique à l'intérieur de l'espace. L'utilisation de ce système constructif permet une construction de qualité thermique, en effet, l'adaptation d'une double couverture au-dessus de la toiture, permet la création d'un espace tampon entre la zone de température contrôlée – l'espace intérieur- et la partie de l'enveloppe qui subit les plus fortes contraintes thermiques en été -toiture -. Ceci réduit très sensiblement une grande partie des gains de chaleurs reçues par la toiture terrasse. [J L Izard ; 1998]. Parmi les architectes qui ont adaptés cette technique on cite : le Corbusier, J Luis Sert, Pierre Bourrier (Arcelor House)¹²

DProtection des parois verticales :** ce système de construction, par "effet cheminée", active une ventilation naturelle efficace, d'où le terme de façade ventilée, assurant les avantages considérables

¹² Ferran Yusta Garcia. La méthode des saisons climatiques : stratégie passive de conception architecturale de bâtiments basse consommation énergétique en climat très chaud. Mécanique [physics.medph]. Université de Bordeaux, 2018. Français.

d'élimination de la chaleur, pour un grand confort des logements. C'est justement en vertu de ses nombreux avantages et des profondes innovations technologiques qui le caractérisent, que le mur ventilé « Granitech » a de plus en plus de succès dans le monde de l'architecture contemporaine, laissant libre cours à l'interprétation des façades dans une optique moderne et innovante qui va de pair avec les exigences des projets et des performances les plus difficiles à satisfaire.

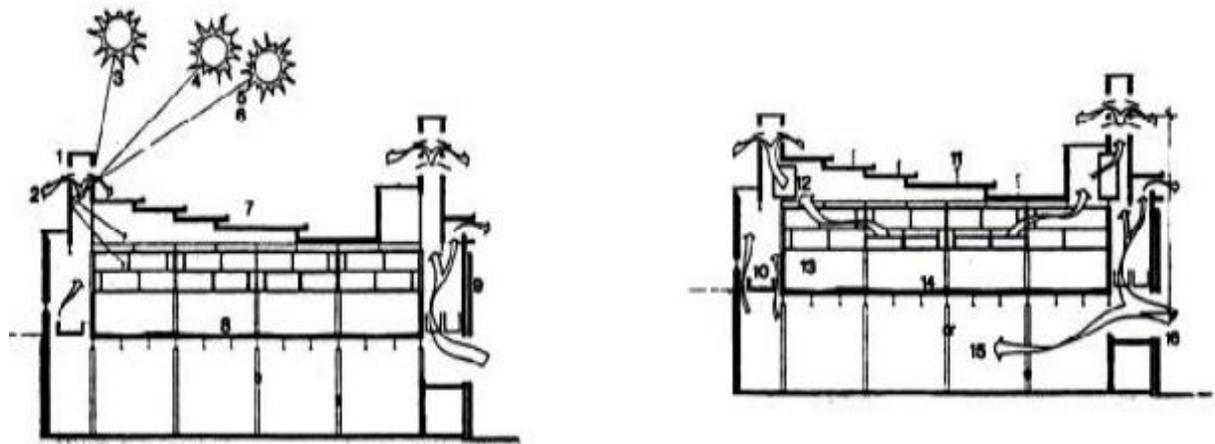


Figure 10 Système mur ventilé Granitech de l'espace brasserie à Malte, à droite la nuit et à gauche le jour

Source : 6 Pierre le Fever ; 2003

II.2) Limiter la pénétration des rayons solaires par les ouvertures :

Il est clair maintenant que les ouvertures dans les régions chaudes doivent être prises en considération du point de vue climat pour éviter l'inconfort d'été provoqué par la pénétration des rayons solaires qui participent à la surchauffe de l'ambiance intérieure et l'augmentation de la chaleur dans le corps humain ; il est donc nécessaire de penser à :

- L'orientation des fenêtres.
- Leurs dimensionnements.
- Leurs dispositions.
- Le contrôle de l'ensoleillement
- Le type de vitrage.

Les fenêtres doivent répondre seulement aux besoins de l'éclairage et la ventilation. C'est pourquoi, il est nécessaire de réduire leurs surfaces et de bien choisir leurs orientations et les moyens de

protection contre les radiations solaires de l'été approximativement entre 10h et 18h. [Alain Chatelet & Al ; 1998]

« La réduction des ouvertures permettra de diminuer les transferts thermiques par conduction, rayonnement et infiltration d'air, quelles que soient leur position. Cependant, L'ouverture présente une résistance thermique inférieure à celle des murs pleins, ce qui a donc d'effet d'augmenter le coefficient de gains de chaleur. Il est donc nécessaire de minimiser ces surfaces surtout dans les régions chaudes par ce qu'elles présentent une source de chaleur difficile à contrôler. »¹³

II.3) Utilisation de l'inertie thermique :

Les conditions à respecter pour le bon fonctionnement de l'inertie thermique des bâtiments sont :

* Pour des locaux occupés de jour, l'inertie thermique du local doit être grande. Elle est maximale si un matériau dense (béton, maçonnerie) d'au moins 10 cm d'épaisseur est apparent sur toutes les parois (plafond, plancher, murs). Des épaisseurs trop grandes (plus de 20 cm depuis la surface) sont par contre inutiles.

* Pour des locaux qui ne sont occupés que la nuit, une faible inertie thermique peut être avantageuse, car elle permet un abaissement rapide de la température ambiante.

* Il est avantageux de répartir la capacité de stockage sur toutes les surfaces de la structure, il est erroné de concentrer cette masse sur un seul élément épais.

Ce n'est donc pas la masse par mètre carré de plancher qui est déterminante, mais la masse par mètre carré de surface en contact avec l'air intérieur. [Roulet et al ; 1995]

¹³Ferran Yusta Garcia. La méthode des saisons climatiques : stratégie passive de conception architecturale de bâtiments basse consommation énergétique en climat très chaud. Mécanique [physics.medph]. Université de Bordeaux, 2018. Français.

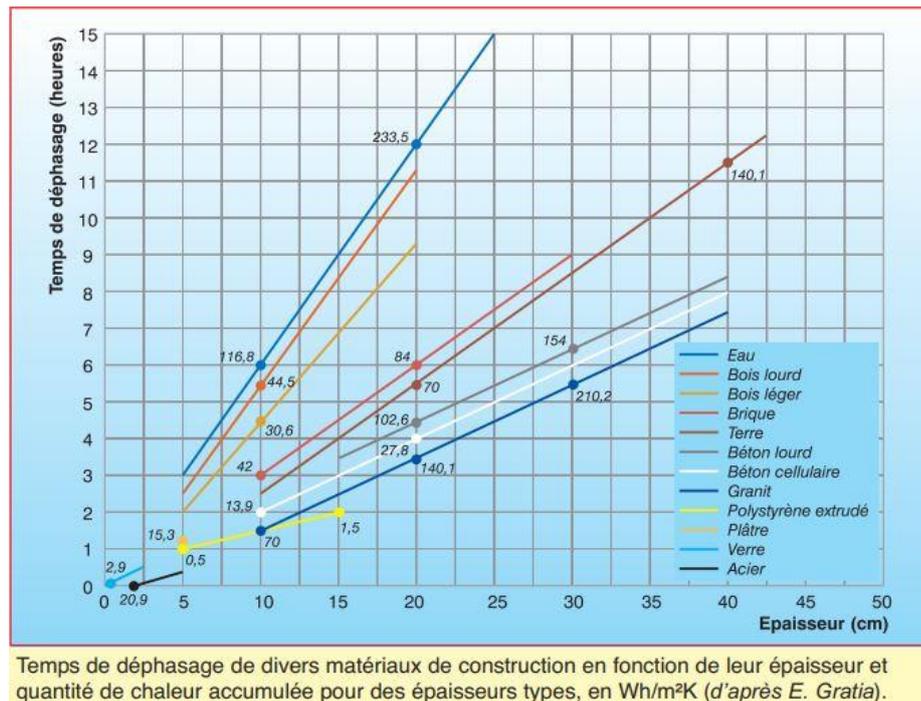


Figure 11 le temps de déphasage de divers matériaux de construction en fonction de leur épaisseur et quantité de chaleur accumulée pour des épaisseurs types. Source : 7 traité l'architecture et l'urbanisme bioclimatique, d'après E. Gratia

III. Stratégies de conception en climat chaud

Nous voulons étudier les propositions faites pour un climat chaud par les chercheurs et architectes qui ont influencé la conception de basse consommation pendant le XXème siècle. Nous ne rentrerons pas dans ses réflexions théoriques sur le climat et l'énergie, nous voulons juste extraire leurs propositions pour l'habitat idéale depuis leur point de vue pour un climat très chaud.

III.1) Hassan Fathy (1900-1989) :

La vision de Hassan Fathy de la maison idéale en climat chaud est très liée à l'architecture vernaculaire et même s'il maîtrise bien les phénomènes physiques dûs à la transmission de chaleur et son évacuation, il tient à les appliquer aux principes constructifs de l'architecture « low-tech » et située, sans jamais mettre en question l'architecture locale.

Fathy nous fait part de ses conseils pour la conception basse consommation en climat chaud, pour la région du Maghréb et notamment au Caire, sur différents volets séparés 14 :

14 Ferran Yusta Garcia. La méthode des saisons climatiques : stratégie passive de conception architecturale de bâtiments basse consommation énergétique en climat très chaud. Mécanique [physics.medph]. Université de Bordeaux, 2018. Français.

III.1.1) Orientation :

La façade N a une exposition au soleil seulement en été, tôt le matin et tard le soir, et la façade S reçoit un rayonnement solaire tellement vertical que les épaisseurs des murs ou une petite casquette suffisent pour bloquer le soleil, et en hiver le soleil entre à l'intérieur pour réchauffer la maison. Les façades E et sont celles qui reçoivent de loin la plus grande partie de la radiation solaire dans les mois défavorables et il conseille des murs aveugles. Il ne mentionne pas les problèmes de surchauffe au S pendant la fin de l'été lorsque le soleil commence à être bas.

III.1.2) Toiture

Il conseille de projeter une ombre portée sur la toiture, de l'isoler ou de la végétaliser. Cependant l'isolation, nous rappelle-t-il, n'est pas à la portée financière de tous, et la végétalisation est psychologiquement délicate car les habitants des zones rurales aiment être sous les feuilles et les branches mais ils n'aiment pas habiter sous les



Figure 12 Photo de la toiture de l'une des édifices de la villa de Gournah source: 8 slideshare.net

racines des plantes, cela leur donne des

évoqueries funèbres. Ainsi il recommande la protection de la toiture protégée par un élément rapporté qui puisse projeter de l'ombre portée durant la journée et créer des espaces appropriables en soirée sur le toit. Deux autres caractéristiques sont mentionnées : un moindre impact du soleil sur la structure et l'avantage d'avoir toujours une partie de la coupole à l'ombre dont sa partie intérieure pouvant absorber les rayonnements de l'autre partie intérieure au soleil.¹⁵

III.1.3) Cour intérieure

Fathy est très favorable à la construction d'une cour intérieure, un de ses arguments principaux est celui de la stratification de l'air froid de la nuit et de sa conservation pendant une grande partie de la journée, si le soleil n'arrive à entrer que tardivement et elle est protégée des vents chauds extérieurs. Ainsi elle peut fournir de l'air frais aux chambres durant la première partie de la journée. Un autre argument important est l'appréhension que les habitants des climats chauds ont les rez-de-chaussée exposés directement à l'extérieur, ce qui est synonyme de poussière, chaleur, et vent. Il propose une solution avec deux cours intérieures, une plus exposée que l'autre et entre les deux la création d'un espace utilisé dans l'architecture vernaculaire appelé « takhtabush », qui est un espace couvert mais

¹⁵ Ferran Yusta Garcia. La méthode des saisons climatiques : stratégie passive de conception architecturale de bâtiments basse consommation énergétique en climat très chaud. Mécanique [physics.medph]. Université de Bordeaux, 2018. Français.

ouvert aux deux cours et qui sert de zone d'agrément pour les résidents : entre les deux cours intérieures il se crée un courant d'air frais allant de la cour froide à la cour chaude.

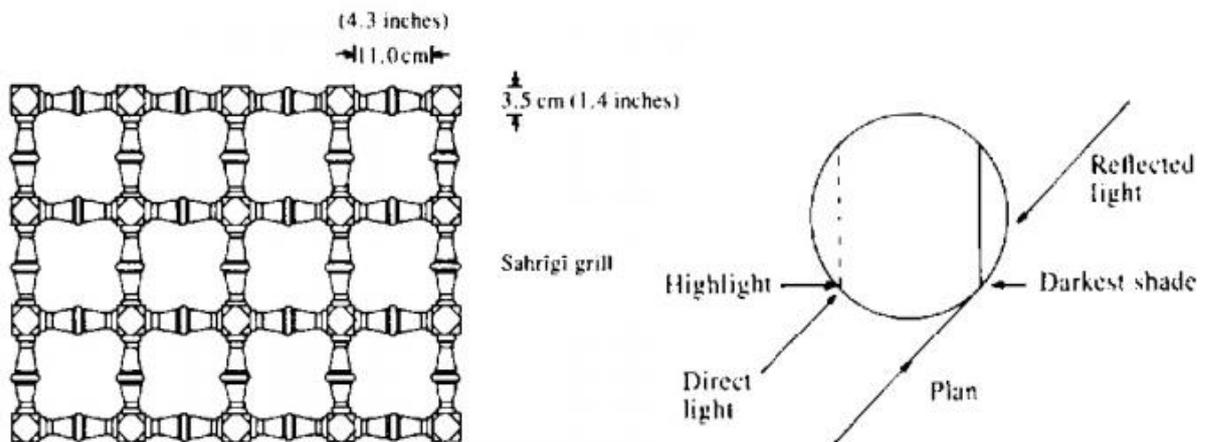


Figure 13 Détails d'un motif de Moucharabieh source : Hassan Fathy,1970

III.1.4) Tours à vent :

Il développe les différentes typologies existantes de tour à vent, le « malqafs » et le « Badgir>>, la version à deux ou quatre cotés dans les pays du Golfe. Il montre comment refroidir l'air davantage avec des éléments de charbon mouillé et suspendu au milieu du passage du vent.

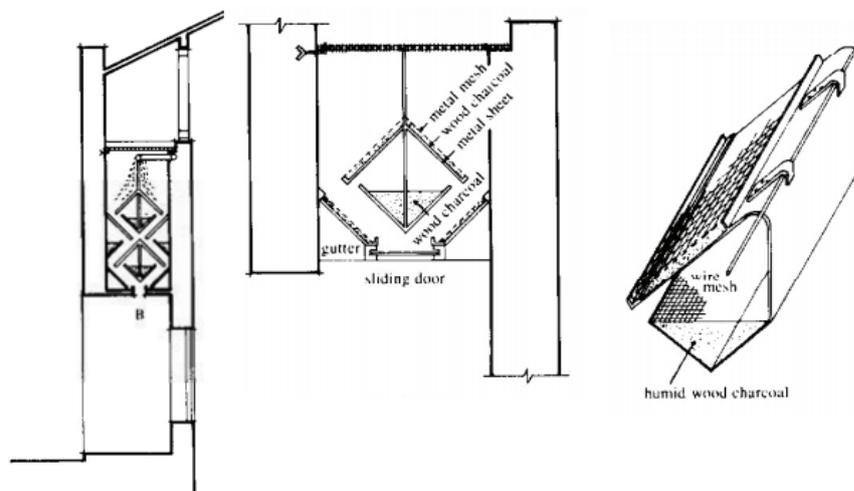


Figure 14 Eléments de rafraîchissement adiabatique avec un système en charbon de bois mouillé dans des malqaf source: Hassan Fathy; 1970

III.2) Peter St Clair

Ce chercheur australien livre dans plusieurs articles sur des stratégies de l'architecture passive à appliquer dans les UAE.

III.2.1) Couleur

extérieure

Il mentionne la couleur des bâtiments et comment le blanc permet de faire de grandes économies de surchauffe des surfaces exposées (Cheng-2005, Givoni-1998) à un prix très compétitif.

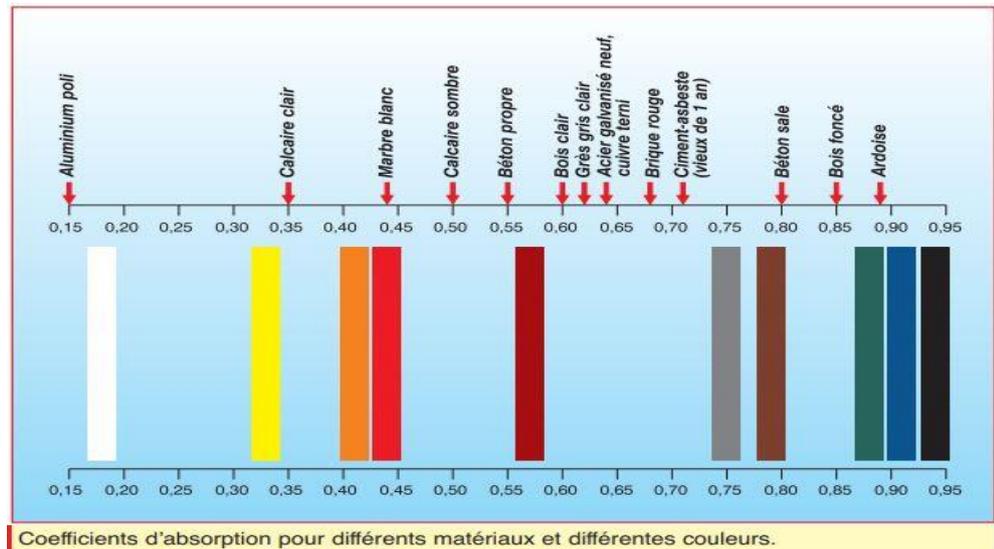


Figure 15 Coefficients d'absorption pour différents matériaux et différentes couleurs.

Source : Alain Liébard, André de Herde, Traité l'architecture et l'urbanisme bioclimatique, Le moniteur

III.2.2) L'isolation et la masse thermique

Elles sont abordées, la première, l'isolation, comme nécessaire. La masse thermique est considérée comme intéressante dans les mois frais, mais moins dans les mois chauds les températures étant au-dessus de celles de confort et la masse thermique ne servant pas.

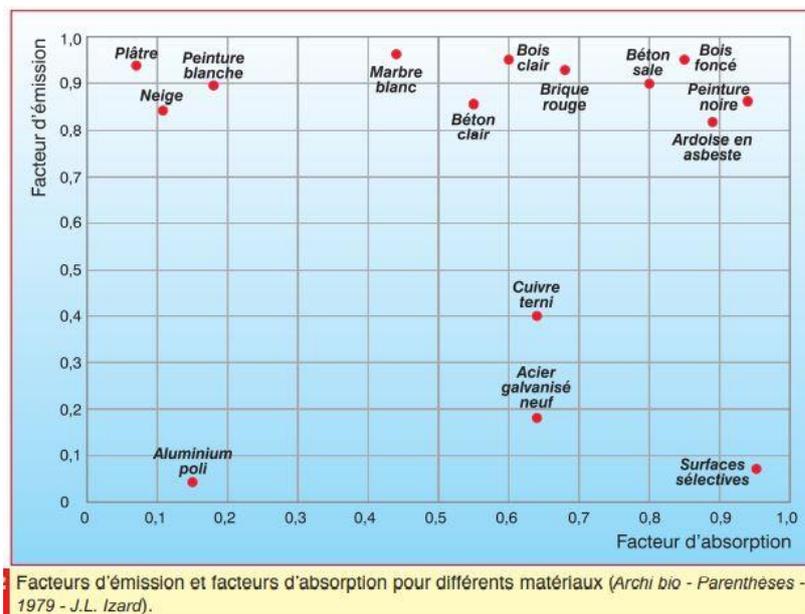


Figure 16 Facteur d'émission et facteurs d'absorption pour différents matériaux

Source : Alain Liébard, André de Herde, Traité l'architecture et l'urbanisme bioclimatique, Le moniteur

III.2.3) Ombrage

C'est une des mesures les plus pertinentes pour ce type de climat dû aux niveaux importants de radiation du soleil. L'ombrage peut s'obtenir par des astuces en façade, des balcons, des colonnades, végétation déportée... Il est possible aussi de porter de l'ombrage par des lames extérieures. Elles auront des formes différentes selon les façades, Peter St Clair propose des lames horizontales au S, des cadres épais autour les fenêtres au E et W et des lames verticales au nord. Cependant il nous met en garde contre les niveaux de radiation par albédo et la radiation solaire et infrarouge reflétée par les bâtiments voisins, ce qui rend les brise-soleils extérieurs moins efficaces que dans la théorie du bâtiment sans son contexte. 16

III.2.4) Orientation et vitrage :

La conception de la façade, ouvertures et orientation des façades principales a un impact majeur dans la consommation énergétique des bâtiments. Le contexte climatique des pays du Golfe, radiation et clartés des ciels, font que les systèmes de murs rideaux tout vitrés sont très inappropriés (Hausladen-2005) pour la région, même si beaucoup utilisés. Il mentionne la surchauffe et l'éblouissement comme étant critiques et les façades plus opaques répondant mieux aux contraintes climatiques.

III.2.5) Double peau :

La protection des façades par une double peau qui protège l'enveloppe thermique de la radiation solaire directe est prouvée comme très bonne solution en climat chaud et humide (Wong-2008), et en moindre mesure en climat chaud et sec par manque d'information et recherche scientifique récente. 17

16 Ferran Yusta Garcia. La méthode des saisons climatiques : stratégie passive de conception architecturale de bâtiments basse consommation énergétique en climat très chaud. Mécanique [physics.medph]. Université de Bordeaux, 2018. Français.

17 Alain Liébard, André de Herde, Traité l'architecture et l'urbanisme bioclimatique, Le moniteur

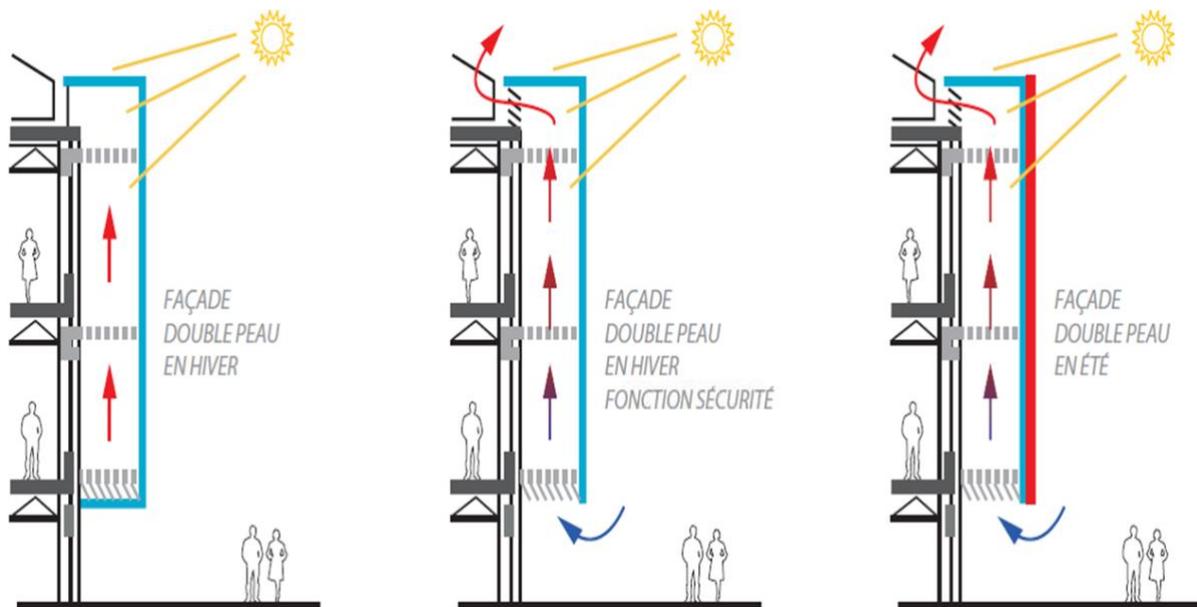


Figure 17 Le détail de systèmes double peaux. Source : www.souchier-boullet.com

III.2.6) Taille des fenêtres

La limitation de la taille des fenêtres et du pourcentage de fenêtres par rapport à la surface extérieure peut induire des économies de 55% (Fathy-1986) et son ratio devrait être limité entre 10% et 20% de vitrage par rapport à la surface totale (Aboulnaga-2000).

III.2.7) Construction légère

Ce type de construction peut être intéressant si la maison est inoccupée une grande partie de la journée et utilisée le soir et la nuit. La légèreté de la structure permet une réactivité plus importante et la journée elle peut rester à des températures hautes tout en revenant rapidement à des températures de confort lorsque les habitants rentrent le soir.

III.2.8) Eclairage naturel

Les niveaux d'éclairage naturel à l'extérieur des bureaux varient entre 75000 lux à 107500 lux, ce qui représente des niveaux bien plus importants que sous nos latitudes. Ceci permet un usage moindre des surfaces vitrées et une augmentation de la profondeur des espaces par rapport aux façades vitrées de 9 m (Baker-2000, Bagot-2007) alors qu'en France 7 m est une limite courante.¹⁸

¹⁸ Ferran Yusta Garcia. La méthode des saisons climatiques : stratégie passive de conception architecturale de bâtiments basse consommation énergétique en climat très chaud. Mécanique [physics.medph]. Université de Bordeaux, 2018. Français.

Conclusion :

En été, la quantité de chaleur à évacuer dépend de nombreux facteurs dont certains, comme l'ensoleillement, varient au cours de la journée. Les facteurs qui ont l'impact le plus important sur les charges de refroidissement sont les suivants :

- Transfert de chaleur par conduction au travers des surfaces opaques
- Rayonnement solaire à travers les surfaces transparentes

Alors, après avoir identifié les besoins thermiques des régions chaudes et arides résumés dans le tableau ci-dessous, il est essentiel de penser à l'application des solutions qui interviennent en amont du projet pour résoudre les problèmes du confort thermique, par ce que finalement, tous les facteurs introduits au cours de l'esquisse seront exprimés en objet architectural.

L'enveloppe ainsi réalisée doit protéger l'homme et lui procurer une ambiance qui lui facilite une activité rentable, ceci exige notamment :

- Une température de l'air convenable.
- Une humidité satisfaisante.
- Un éclairage correct.
- Une ventilation adéquate. 19

Cela peut aider l'homme à rester dans les limites admissibles.

Cette condition peut se réaliser en utilisant en premier lieu des formes architecturales appropriées et des matériaux bien choisis, en second lieu des procédés de refroidissement passifs peuvent être introduits pour la régulation du confort et l'optimisation des conditions de vie dans de tels climats.

Réduction des fenêtres ensoleillées	Puits provençaux	Augmentation des fenêtres non ensoleillées	Ventilation transversale naturelle	Orientation n-s des façades vitrées
Tour à vent	Protection solaire extérieure aux vitrages	Nomadisme intérieur	Protection solaire intérieure aux vitrages	Extraction de l'air chaud s'il existe
Super isolation thermique des parois	Sur-ventilation nocturne	Suppression des ponts thermiques	Augmentation de la masse thermique	Étanchéité à l'air

Rayonnement nocturne	Matériaux façades extérieures	Conduction thermique vers le sol	Lame d'air ventilé	Compacité et forme
Refroidissement adiabatique directe	Ombre portée sur façade	Refroidissement adiabatique indirecte	Refroidissement périphérique par végétation	Refroidissement périphérique adiabatique Air
Refroidissement périphérique par ombrage	Compartimentage des zones chaudes	Compartimentage des zones chaudes	Ventilateurs et courants d'air	Double flux avec échangeur thermique

Tableau 2 Les actions architecturales les plus fréquentes pour une démarche conceptuel passives

Les climats chauds ont une stratégie qui pourrait se définir comme dynamique, puisque une fois que la fraîcheur est à l'intérieur de la maison, les éléments qui sont à l'intérieur, ne participent pas à améliorer le confort intérieur, au contraire, les personnes, les électroménagers, rajoutent davantage de l'énergie dans la maison. Ainsi la stratégie de s'isoler en climat chaud n'est pas souhaitable. L'esprit de la stratégie du climat chaud relève plus d'une attitude de mouvement perpétuel puisque l'élément défavorable, la chaleur, se développe sans cesse. Nous proposons la classification Axes/Volets/Actions Architecturales comme montré ci-dessous²⁰

Axe 1 : protection contre la chaleur externe

- 1- La réduction de chaleur qui arrive par les ouvertures vitrées du bâtiment
- 2- La réduction de chaleur qui arrive par les parties opaques.
- 3- La réduction de la chaleur qui rentre dans la maison par la ventilation

Axe 2 : réduction de la chaleur interne

- 1- Nature, position et gestion des électroménagers puissants dans la cuisine
- 2- Nature et position des électroménagers faibles du parc informatique et d'éclairage

Axe 3 : évacuation de la chaleur interne

²⁰ Ferran Yusta Garcia. La méthode des saisons climatiques : stratégie passive de conception architecturale de bâtiments basse consommation énergétique en climat très chaud. Mécanique [physics.medph]. Université de Bordeaux, 2018. Français.

- 1- Evacuation convective par l'air
- 2- Evacuation radiative nocturne par les façades et le toit
- 3- Evacuation conductrice vers la masse thermique du bâtiment

Axe 4 : production de froid passif

- 1- Le refroidissement adiabatique
- 2- Le refroidissement par radiation

Axe 5 : réduction de la chaleur extérieure

- 1- Refroidissement périphérique de la température radiative et de l'air

Axe 6 : adaptation à la chaleur

- 1- Faciliter les mécanismes naturels de régulation du corps humain
- 2- Usage stratégique des espaces

Chapitre deux :

Le transport aérien et les aéroports

Introduction :

Le transport est la base du développement des échanges et du commerce, tous deux étant un déterminant reconnu du développement économique et social. L'activité de ce secteur se développe ainsi très rapidement dans ses dernières années, participant à leur croissance et à leur intégration à l'échelle régionale et internationale. Le transport intègre de nombreux enjeux industriels, à travers la construction automobile, navale, et aéronautique ainsi que par l'intermédiaire de l'industrie du pétrole.

L'Algérie est accessible par neuf aéroports internationaux répartis sur les quatre coins de son territoire. Mais le pays se doit de renforcer son infrastructure du transport aérien et d'améliorer l'image architecturale de ces aéroports.

I. Le transport :

I.1) Généralités sur le transport :

I.1.1) Définition de transport :

Selon Larousse : Transport D'après Larousse en générale est le déplacement de personne ou de bien d'un endroit à un autre, il prend plusieurs formes selon les moyens utilisés.²¹

Définition 02 : Action de déplacer (quelqu'un, quelque chose) sur une certaine distance par des moyens appropriés. Synonyme. Acheminement, transfert.²²

Etant un service de consommation, le transport constitue un auxiliaire de l'activité professionnelle, de loisirs ou de la production. Le mode de vie et l'activité de production influent sur la demande de transport.²³

²¹ Dictionnaire Larousse

²² Dictionnaire le petit Robert

²³ Encyclopédie Universalis , <https://www.universalis.fr/encyclopedie/transports-transports-et-economie/1-l-economie-du-transport/>

I.1.2) La fonction de transport :

Le transport a deux fonctions essentielles sont :

Transport des personnes : Le transport de voyageurs comprend tout mouvement de voyageurs à bord d'un mode de transport quel qu'il soit : ferroviaire, routier, maritime, aérien ... Il se mesure en voyageurs-kilomètres ou, sur un trajet donné en nombre de voyageurs.

Transport des marchandises : Le transport de marchandises comprend tout mouvement de marchandises à bord d'un mode de transport quel qu'il soit : ferroviaire, routier, fluvial, maritime, aérien ... Il se mesure en tonnes-kilomètres ou, sur un trajet donné en tonnes.

I.2) Les modes de transports :

Les modes de transport sont généralement classifiés selon les voies de communication utilisées :

I.2.1) Transport routier :

C'est un transport terrestre qui permet le déplacement de personnes ou de marchandise a bord de différents moyens : voitures, camions, bus Etc.

Ses avantages : Moyen de transport direct ; Souplesse d'adaptation grâce au transport porte à porte, sans rupture de charge et au transport combiné ; Délais relativement courts (grâce aux infrastructures routières et aux procédures douanières allégées.) ; Gamme de services très étendue comme le groupage, le fret express, le cabotage...) ; Rapport vitesse /prix avantageux.

Ses inconvénients : Restriction sur les temps de conduite ; Saturation des infrastructures ; Moyen de transport polluant ; Pas recommandé pour les longues distances²⁴

I.2.2) Transport ferroviaire :

Un réseau ferroviaire est un ensemble de lignes de chemin de fer, de gares et d'installations techniques diverses qui permet la circulation de convois ferroviaires ou trains dans un ensemble géographique donné, région, pays, continents.

Ses avantages : Gros volumes ; Prix compétitifs ; Peu polluant ; Alternative à la route bénéficiant de mesures politiques et légales incitatives ; Convient aux longues distances.

²⁴ Mouffok.F, Mémoire fin d'étude en vue de diplôme d'ingénieur d'état en architecture, thème le transport (gare multimodale) promotion 2011 /2012 Sétif

Ses inconvénients : Besoins de manutention et ruptures de charge ; Dépendance vis-à-vis de la route pour la partie finale du transport ; Pas très flexible (pas "door-to-door") ; Infrastructures limitées et hétérogènes en Europe ; Temps de transit plus longs ; Taux d'avaries plus élevés.²⁵

I.2.3) Transport urbain métropolitain :

Le monde a évolué très rapidement au cours du 20ème siècle, la population urbaine s'est accrue aussi. Les villes explosent, leurs périphéries ne sont plus lisibles, le trafic routier devient intense et les voies saturées, la nécessité exige des transports plus rapides, les transports urbains (le chemin de fer souterrain) sont donc nés.

I.2.4) Transport maritime :

Le transport maritime consiste à déplacer des marchandises ou des hommes par voie maritime, Le transport maritime est le mode de transport le plus important pour le transport de marchandises (marine marchande). Le transport de personnes par voie maritime a perdu beaucoup d'importance²⁶

Ses avantages : - Gros volumes. - Prix compétitifs. - Peu polluant.

Ses inconvénients : - Besoins de manutention et ruptures de charge. - Dépendance vis-à-vis de la route pour la partie finale du transport. - Pas très flexible (pas "door-to-door"). - Infrastructures limitées et hétérogènes en Europe. - Temps de transit plus longs.

I.2.5) Transport aérien :

Le dernier mode de transport apparu au 20ème siècle c'est celui qui connaît la croissance la plus rapide, le transport aérien a participé à une réduction considérable des distances. Le transport aérien a pour vocation d'être un vecteur d'échanges entre les états. Dans un monde qui se veut aujourd'hui ouvert, la fiabilité et la rapidité des échanges (passagers et marchandises) sont des facteurs importants d'intégration et de développement économique.²⁷

II. Le transport aérien :

II.1) Définition :

Le transport aérien est le secteur économique qui regroupe toutes les activités de transport en avion ou en hélicoptère. Les déplacements s'effectuent dans l'air associant une infrastructure ponctuelle

²⁵ <http://slideplayer.fr/slide/1663237>

²⁶ https://fr.wikipedia.org/wiki/Mode_de_transport#Transport_maritime

²⁷ <http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=818>

(aéroport, balise), la ligne et des moyens spécifique : avion, hélicoptère en transport des personnes ou des marchandises, Il est un peu onéreux.

Le transport aérien s'est développé au rythme des progrès technologiques, de la volonté d'échanges, de la communication et de l'accroissement des relations commerciales. 28

II.2) Définition des concepts :

L'aéroport : Ensemble de bâtiments et d'installations d'un aérodrome conçus pour le décollage et l'atterrissage des avions.

Installation destinée au trafic aérien public, permettant la réception et l'envol des aéronefs, assurant leur entretien, leur service et leur garage ainsi que l'embarquement et le débarquement des passagers et des marchandises. 29.

L'aérogare : Ensemble de bâtiments permettant le transit des passagers ainsi que leur bagage, où sont situés les guichets, les services administratifs, ceux de la douane, notamment les services de sécurité, on peut aussi trouver une zone de vente, des bars et des restaurants.

La tour de contrôle : C'est à partir d'où les contrôleurs du ciel opèrent pour guider les avions dans les phases du vol liées à l'autorisation de décollage et d'atterrissage. C'est elle qui décide le choix des pistes à utiliser suivant les conditions météorologiques.

L'aérodrome : Tout terrain aménagé pour l'atterrissage, le décollage et les manœuvres des aéronefs.

Les tarmacs : Ce sont les parties de l'aéroport où les avions stationnés soit pour le transbordement des passagers soit pour l'entretien.

II.3) L'importance de transport aérien et ses fonctions :

Le secteur du transport aérien occupe une place importante dans la vie de la société car il répond à ses besoins en termes de :

- ✓ Développement économique : Facilitation des libertés individuelles ; Intégration géopolitique ; Cohésion du territoire
- ✓ Un instrument au service de l'intégration géopolitique

28 http://ddata.overblog.com/3/31/32/33/NDDL/ona_la_circulation_aerienne_pour_les_debutants-1-.pdf

29 Chaker Karima, Mémoire fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en architecture thème transport .2011/2012.

- ✓ Elles sont aussi indispensables pour une politique plus globale d'aménagement du territoire, notamment en appui aux pôles de compétitivité.
- ✓ Un aéroport bien desservi garantit une forte création de richesses pour un territoire.³⁰

II.4) Les avantages et les inconvénients du transport aérien :

Avantages : - Rapidité et adaptation : Pour les produits périssables, animaux ; Sécurité pour la marchandise ; Régularité et fiabilité du transport ; Emballage peu coûteux ; Frais financiers et de stockage moindres : Adapté aux flux tendus ; Nombreuses zones géographiques desservies ; Avantage du Poids/Volume pour le tarif.

Inconvénients : Prix élevé et rupture de charges ; Saturation des infrastructures ; Gène des populations riveraines / survolées ; Consommation de kérosène ressource non renouvelable ; Pollution : Émission gazeuses (CO₂, NO_x, SO_x) ; Interdit à certains produits dangereux.

II.5) Transport aérien en Algérie :

L'Algérie a développé son secteur du transport aérien de manière à en faire un véritable moyen d'intégration au niveau régional et international. Une enveloppe de 60 milliards de dinars (600 millions d'euros) sera consacrée pour renouveler la flotte d'Air Algérie durant la période 2013-2017

L'Algérie compte 35 aéroports, dont 13 internationaux. Le plus important est l'Aéroport d'Alger avec une capacité, de plus de 6 millions de passagers par an. Air Algérie est la compagnie aérienne nationale, elle domine le marché du transport aérien qui compte depuis son ouverture à la concurrence 8 autres compagnies privées. Elle s'occupe de plusieurs lignes vers l'Europe, l'Afrique, le Canada, la Chine, le Moyen-Orient. Plusieurs compagnies aériennes étrangères ont des vols vers l'Algérie à savoir : Tunis air, Royal Air Maroc, Air France, Air Italie, Aigle Azur, Lufthansa, Turkish Airlines, British Airways.³¹

II.6) Classification des aéroports :

À des fins statistiques et administratives, le gouvernement fédéral établit 5 grandes catégories d'aéroports :

Aéroport internationale ; Aéroport nationale ; Aéroport régionale ; Aéroport commercial local ; Aéroport local.

³⁰ <https://www.marketing-etudiant.fr/exposes/t/le-transport-aerien.php>

³¹ Marouf Besma, L'approche environnementale dans la conception architecturale d'un aéroport multimodal, Mémoire de Master Académique, l'université de Ome El Bouaki 2017

On peut distinguer une autre classification selon la taille de l'aéroport :

Petits aéroports : sont le type le plus petit d'aéroports. Bien qu'ils aient joué un rôle plus important dans le Transport, L'aéroport peut s'occuper de deux avions en même temps, y compris les hélicoptères.

Aéroport de Navette : L'aéroport de navette est un nouvel aéroport conçu pour gérer une petite quantité d'avions pour décharger et charger dans les métropoles et s'occuper des petites villes. Les avions rapides peuvent s'écraser à l'atterrissage car la piste est courte.

Aéroport urbain : (appelé Grand Aéroport) est une étape au-delà du Petit aéroport. Il a trois baies de chargement/déchargement pour les avions, et une piste. Il peut gérer une certaine quantité de trafic, mais comme il n'y a qu'une piste, le nombre d'avions traité chute en flèche, car les avions doivent attendre dans le hangar et ne peuvent pas repartir à cause du trafic.

Aéroport métropolitain : C'est une version améliorée de l'aéroport urbain, et il est différent en ce qu'il a deux pistes (une pour les avions atterrissant et une pour ceux décollant), afin de pouvoir gérer davantage de trafic. De même, la zone de captage est un peu plus grande mais reste inférieur à l'aéroport international, car les avions qui ont atterri doivent traverser la seconde piste pour aller au terminal. Cela gêne les avions qui décollent, et peut provoquer un engorgement du trafic.

Aéroport international : est le second plus grand aéroport. Il a deux pistes, comme l'aéroport métropolitain, mais chacune est à un des côtés opposés de l'aéroport, afin que les avions qui arrivent et partent ne se gênent pas mutuellement. Le terminal peut gérer six avions en train de charger ou décharger. L'aéroport a aussi deux hangars, pour que davantage d'avions puissent être révisés.

Aéroport Intercontinental : est désormais le plus grand aéroport. Se prévalant de quatre pistes, il écrase aisément l'aéroport international. Conçu comme centre des services aéroportuaires, l'aéroport peut avoir deux avions décollant et deux atterrissant en même temps.

II.7) Les composantes d'un aéroport :

Quatre parties essentielles peuvent être distinguées sur un aéroport :

- L'aire de mouvement (pistes, voies de circulation, parkings avions),
- Les installations terminales avec les aérogaes passagers et fret,



Figure 18 Piste de l'aéroport de Sydney

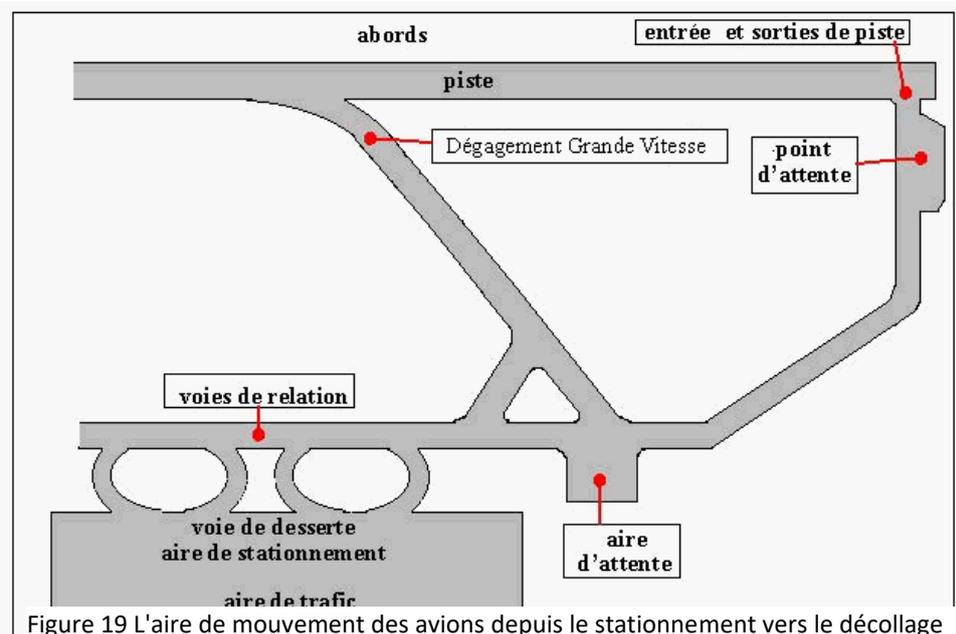
- La zone technique nécessaire à la navigation aérienne et au contrôle aérien, à l'entretien et à la maintenance des avions (avitaillements divers).³²

Les pistes : La piste est une des composantes principales de l'aérodrome, qui permet le décollage et l'atterrissage des avions. Ces dimensions et sa résistance déterminent les modèles d'avions qui pourront y opérer. Elles ont une structure dure, avec un revêtement en bitume ou composé de plaques de béton et bordées de balises lumineuses pour être facilement repérables lorsqu'il fait nuit ou en cas de mauvaises conditions météorologiques.

La plupart des pistes servent à la fois à l'atterrissage et au décollage, c'est pour cette raison que, la synchronisation des mouvements d'avions doit être bien organisée, surtout pour les aéroports qui ont un trafic important. Certains grands aéroports optent pour la construction de pistes par groupe de deux pistes parallèles et séparer les mouvements de décollage et d'atterrissage.

Les pistes sont orientées dans le sens des vents dominants pour faire profiter les avions des courants aériens, pour faciliter le décollage et améliorer le freinage lors de l'atterrissage.

Les voies de circulation : Une voie de circulation d'un aéroport qui est aussi appelée « taxiway » dans le langage aéronautique, est une voie aménagée pour permettre la circulation des avions par leurs propres moyens entre l'aérogare, hangars et les pistes. Ces voies sont souvent construites en asphalte ou en béton et se terminent au niveau du point d'arrêt, présent juste avant le seuil de la piste.³³



source : cpdp.debatpublic.fr/

³²M. M'nasri, Un nouveau terminal pour l'aéroport international de Sfax, Mémoire de magister, l'université de Carthage Tunisia 2015

³³ M. M'nasri, Un nouveau terminal pour l'aéroport international de Sfax, Mémoire de magister, l'université de Carthage Tunisia 2015

Les aires de stationnement :

L'aire de stationnement ou tarmac d'un aéroport est destiné au stationnement des avions à proximité des aérogares pour permettre l'embarquement et le débarquement des passagers ou du fret et le ravitaillement en carburant.

La tour de contrôle : Le bâtiment est occupé par l'organisme qui assure le contrôle de la circulation des avions et des véhicules dans les circuits et aires de manœuvre de l'aérodrome et dans les airs.

Une vigie au sommet de la tour qui est une cabine de contrôle avec une façade inclinée (généralement 15degré). Cette cabine est disposée sur un fût en béton ou métallique ou bien sur un bâtiment existant, et au pied de la tour se trouve un bloc technique regroupant des salles techniques comme le bureau de piste.



Figure 20 Le parking dans un aéroport

source: 9 Pinterest

L'esplanade et le parking :

Le parking assure un stationnement de longue durée des véhicules pour les différents utilisateurs de l'aéroport et on distinct 2 zones de stationnement : Une zone privée pour le personnel de l'aéroport aménagée de manière indépendante des autres parkings côtoyés par les visiteurs. Les autres parkings sont publics et sont soit gratuits ou payants et aériens ou à étages ou en sous-sol.

L'aérogare fret :

L'aérogare de fret permet le traitement des marchandises expédiée ou importés depuis ou vers l'étranger par voies aérienne. Ces marchandises transportées d'un aéroport à un autre par une compagnie aérienne sont appelées « fret aérien »

L'aérogare passagère :

Une aérogare est le principal bâtiment de l'aéroport dans lequel transitent les passagers et les bagages à l'embarquement ou au débarquement d'un avion.

L'aérogare comprend généralement de vastes espaces de circulation intérieurs autour desquels sont aménagés d'autres espace comme les zones d'enregistrement les espaces de loisirs ; les locaux techniques et sanitaires et les bureaux des autorités et services intervenant dans le fonctionnement d'un aéroport comme la douane, la police des frontières, l'aviation civile et l'office du tourisme.

II.8) La conception des aéroports :

Les aéroports sont entourés par les aires de stationnement du côté piste et par les voies de circulations terrestres. Elles sont parfois desservies par des réseaux de transports publics ferroviaires comme les métros, des métros, les tramways et les trains qui assurent leur connexion au centre de la ville qu'elles desservent ou à d'autres villes.

II.8.1) Aéroports Linéaires :

L'aéroport linéaire est la forme la plus simple et la plus pratique qui comprend principalement un hall d'accueil et des loges d'embarquement auxquels viennent s'arrimer les avions.

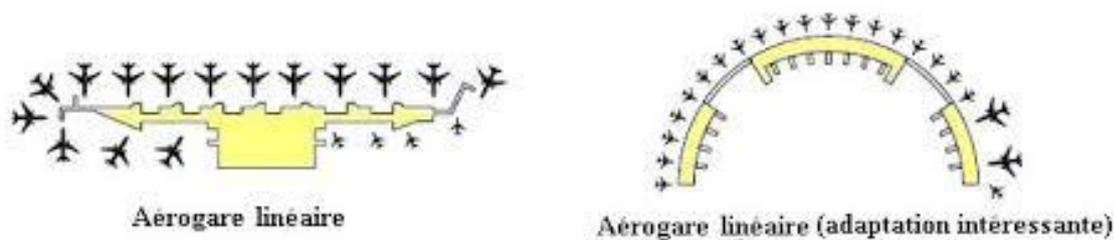


Figure 39 l'organisation de l'aéroport linéaire, source : 39 ICAO 2007

Les avantages	Les inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Distances de marche les plus courtes • Une orientation claire • Construction simple • Longueur de trottoir adéquate • Délais de clôture plus courts • Réduction des coûts des systèmes de bagages • (Transport / tri) en utilisant • Système décentralisé 	<ul style="list-style-type: none"> • Duplication du terminal installations / commodités • Connexion minimale plus longue temps • Des distances de marche plus longues pour transfert pax • Logistique spéciale pour la manutention de sacs de transfert • Moins de flexibilité dans le terminal et tablier pour les futurs changements de opérations, par exemple conception d'aéronefs, compagnies aériennes

Tableau 3 les avantages et les inconvénients de l'aéroport linéaire

II.8.2) Aéroports à jetées :

Les aéroports à jetées sont les extensions des aéroports linéaires. Elles sont composées d'un lieu où est centralisé l'ensemble des activités, d'où partent différents bras servant d'interface avec les avions, qui sont les jetées avec une configuration en I pour les plus simples. Dans les grands aéroports, il est

coutant d'ajouter des ramifications à la jetée principale pour augmenter le nombre des portes d'embarquement ce qui donne des jetées Y ou en T.³⁴

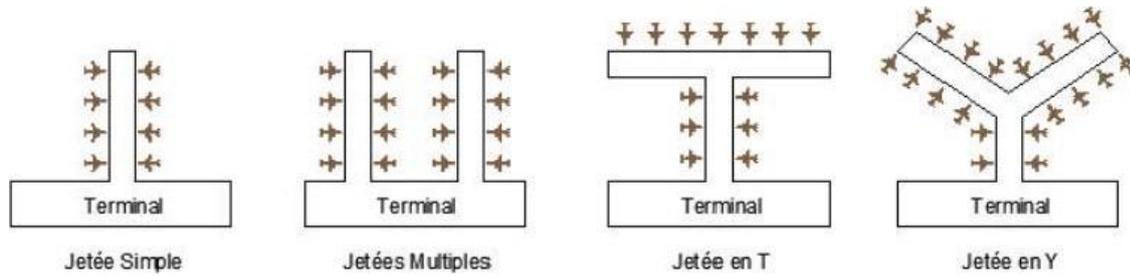


Figure 40 l'organisation de l'aérogare à jetées Source : ICAO 2007

Les avantages	Les inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Centralisées les ressources • Économies d'échelle (humaines, Installations, commodités) • Facilite la gestion des personnes • Economique à construire • Utilisation efficace des terres 	<ul style="list-style-type: none"> • Longues distances de marche • Congestion au bord du trottoir • Capacité d'expansion limitée • Circulation réduite des avions et maniabilité • Compatibilité limitée du futur développement de la conception des avions

Tableau 4 les avantages et les inconvénients de l'aérogare à jetées

II.8.3) Aérogares à satellites :

L'aérogare à satellites est planifiée autant qu'un terminal principal centralisé où s'effectuent les activités principales d'enregistrement, de contrôle policier et de sécurité et d'un autre ou plusieurs bâtiments annexes qui donnent directement sur le tarmac de l'aéroport appelés « satellites ».³⁵

Les avantages	Les inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Centraliser les ressources (humaines, Installations et commodités) 	<ul style="list-style-type: none"> • Nécessite une haute technologie, système de transport souterrain

34 Eileen Poh, Aéroport planing and terminal design, Stratégic airport management programme , ICAO 2007

35 Eileen Poh, Aéroport planing and terminal design, Stratégic airport management programme , ICAO 2007

<ul style="list-style-type: none"> • Facilite la gestion des personnes • Des satellites supplémentaires peuvent être concevoir pour s'adapter à l'avenir développement de la conception des avions 	<ul style="list-style-type: none"> • Capital élevé, entretien et le coût d'exploitation • Congestion au bord du trottoir • Capacité d'expansion limitée au terminal principal • Augmente le minimum temps de connexion • Délais de fermeture anticipée
--	---

Tableau 5 les avantages et les inconvénients de l'aérogare satellitaire

II.8.4) Aérogare transbordeur :

L'aérogare transbordeur comporte un unique bâtiment qui assure les activités d'accueil, d'enregistrement, de sécurité et de d'embarquement ou débarquement. Le transport des passagers depuis et vers l'avion se fait par des moyens de transport annexes comme les bus³⁶



source: 10 Google

Figure 21 exemples d'un aérogare

Les avantages	Les inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Compatibilité facile du terminal • Géométrie du tablier et avenir développement de la conception des avions • Facilité de manœuvrabilité de l'avion • Facilité d'extension pour stands d'avions • Centrale simple et plus petite • Économies de coûts 	<ul style="list-style-type: none"> • Instances plus élevées de retards pax • Délais de fermeture anticipée • Capital élevé, entretien et les coûts d'exploitation • Sensible aux industriels conflits avec les conducteurs de véhicules • Augmentation des mouvements de véhicules côté piste avec aéronef • Congestion au bord du trottoir • Augmentation de la connexion minimale fois

Tableau 6 les avantages et les inconvénients de l'aérogare transbordeur

36 Eileen Poh, Aéroport planing and terminal design, Stratégic airport management programme , ICAO 2007

II.8.5) Aérogare hybride : il s'agit d'une composition de deux ou plusieurs modes de conception des aérogares³⁷

Les avantages	Les inconvénients
<ul style="list-style-type: none">• Courtes distances de marche• Délais de fermeture tardive• Longueur de trottoir plus longue que terminal central conventionnel• L'investissement en capital est à la mesure de la demande• Transport / tri de bagages simples• Hierarchisations des flux faciles	<ul style="list-style-type: none">• Unités modulaires multi-compactes nécessitent un transfert de personnes et de bagages• Système de circulation entre les terminaux• Duplication d'installations, coûts d'exploitation plus élevés

Tableau 7 les avantages et les inconvénients de l'aérogare hybride

III. L'approche environnementale :

III.1) Impacte de l'implantation et de l'exploitation d'un aéroport :

- 1 **L'air :** C'est un enjeu majeur de la « Santé Publique » remis en cause par 3 phénomènes : - Le rejet de COV, - Les poussières, - Les composés cancérigènes.
- 2 **L'eau :** Cela concerne la qualité des eaux fluviales, lacustres et maritimes mais également celle des nappes phréatiques dans lesquelles on constate de multiples pollutions souvent irréversibles. Sans oublier la grande consommation qui est supérieur aux capacités de régénération du fluvial et des nappes phréatiques.
- 3 **Les déchets :** On parle plus précisément de leur élimination. Se pose ici le problème de : réduction de leur quantité/volume, Leur recyclage et de leur valorisation.
- 4 **La faune et la flore :** Le respect de la biodiversité est remis en cause par l'avancée de « l'espace humain » au détriment des espaces de la faune et de la flore et par la pollution de ces espaces.
- 5 **L'Energie :** à voir sous 2 aspects : - La surconsommation d'énergies fossiles dont les réserves s'amenuisent car elles ne sont pas renouvelables. - L'émission de gaz à effet de serre qui contribuent à l'élévation de la température moyenne de la planète.

³⁷ Eileen Poh, Aéroport planing and terminal design, Stratégic airport management programme , ICAO 2007

6 **Nuisances** : le point fixe en bout de piste, les décollages, les atterrissages et le survol des zones plus ou moins habitées provoquent des nuisances sonores.³⁸

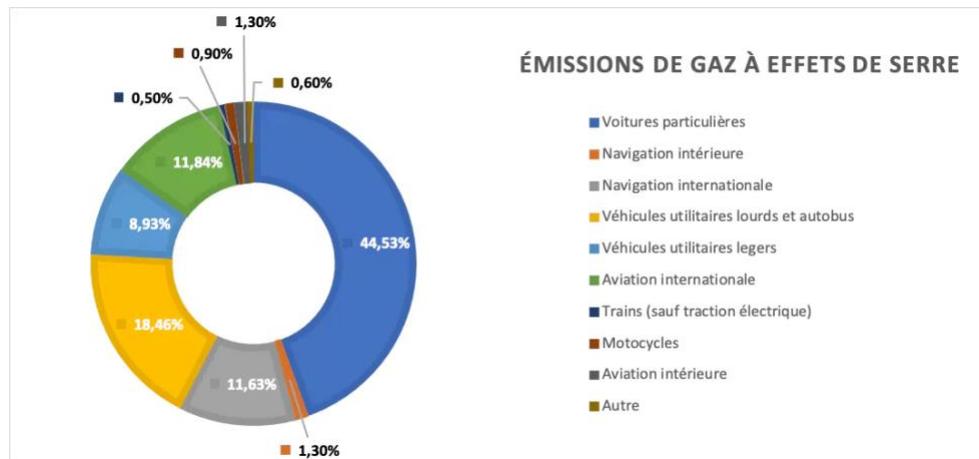


Figure 22l'émission de gaz à l'effets de serre à cause de transport source : 11 <https://ekwateur.fr/>

III.2) La charte environnementale des aéroports français :

Au mois de juillet 2011, la commission Consultative de l'Environnement, qui réunit les collectivités locales, les associations de riverains et les professionnels du transport aérien, a arrêté à l'unanimité une nouvelle charte du développement durable pour la période 2011/2015.

Les engagements pris par l'Aéroport visent à intégrer systématiquement l'environnement dans ses activités, à agir pour réduire toutes les sources de nuisances et les émissions dont l'entreprise est directement responsable et à promouvoir auprès de ses personnels et de ses partenaires les bonnes pratiques. Et la charte environnementale a pour objectifs :

- Diminuer la gêne sonore
- Limiter les émissions polluantes
- Trier, valoriser, réduire la production des déchets
- Maîtriser la gestion de l'eau
- Développer une politique de maîtrise de la consommation d'énergie
- Préserver le milieu naturel
- Promouvoir la politique environnementale dans la transparence.³⁹

38 ROXANE OUÉDRAOGO, AÉROPORTS ET DÉVELOPPEMENT DURABLE : PERCEPTIONS ET PRA TIQUES, MÉMOIRE PRÉSENTÉ COMME EXIGENCE PARTIELLE DE LA MAÎTRISE EN SCIENCES DE LA GESTION, UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL , NOVEMBRE 2013

39 MINISTÈRE Française DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'ENERGIE ET DE LA MER, RAPPORT

IV. Approche urbaine :

IV.1) L'aéroport comme moteur du développement urbain

Par le passé, les villes s'épanouissaient autour des infrastructures ferroviaires ou portuaires. L'économie était en premier lieu alimentée par le trafic maritime et le transport sur rail, puis s'est développée pour inclure d'autres industries. Avec l'avènement du transport aérien de passagers, les aéroports se sont implantés en périphérie des villes où l'immobilier restait abordable, épargnant aux résidents les désagréments liés au bruit et à la pollution. Ils n'avaient toutefois aucune vocation commerciale.

Néanmoins, avec la démocratisation du transport aérien et l'épanouissement économique associé, les aéroports ont commencé à attirer un nombre croissant d'entrepôts et d'usines de production, favorisant le développement d'une industrie périphérique.

IV.2) L'aéroport et la ville : le souci d'intégration

Véritable porte d'entrée internationale de la ville, indissociable de la métropole globalisée, l'aéroport est aujourd'hui un incontournable du fait urbain. Des premiers aérodromes de l'aube du XXe siècle, au développement progressif des aéroports dans les années 1960, jusqu'à l'époque actuelle des grands hubs internationaux, l'aéroport n'a cessé de gagner en importance au fil des décennies.

Aujourd'hui, il est pourtant en proie à une profonde remise en cause : l'empreinte écologique de l'aviation est de plus en plus pointée du doigt. Selon le GIEC, l'état actuel de l'aviation serait responsable de près de 3% des rejets mondiaux de CO₂ dans l'atmosphère, et de 5 à 10% des gaz à effet de serre. Et par ailleurs, il est en effet difficile d'oublier la virulente opposition au projet de construction d'un aéroport à Notre-Dame-des-Landes, près de Nantes, abandonné en 2018.

La ville et l'aéroport entretiennent des liens complexes. Ce dernier se situe généralement en périphérie, voire en marge des agglomérations, pour des questions spatiales, mais aussi de pollution sonore et atmosphérique. Et pourtant, il doit rester facilement accessible par les populations urbaines, et bien relié au centre-ville au moyen des transports en commun. Aujourd'hui, le concept

ENVIRONNEMENT(de la Direction générale de l'Aviation civile) , 2015

https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/DGAC_Rapport_environment_fr_2015-WEB.pdf

d'Aerotropolis, développé par l'universitaire américain John Kasarda, permet de penser une nouvelle forme urbaine où la ville se construit autour et à partir de l'aéroport : « [Ils] dessineront le développement urbain et l'implantation des entreprises au XXI^e siècle, comme l'on fait les autoroutes au XX, les chemins de fer au XIX^e, et les ports au XVIII^e siècle ».40

IV.3) Les sites aéroportuaires :

L'impact de l'aéroport sur le développement urbain étant ce que nous avons tenté de dépeindre, on comprend que sa localisation revête une importance majeure. Toutefois, l'exemple du quatrième aéroport new yorkais prouve qu'après avoir défini la situation géographique optimale et désigné le quadrant urbain préférentiel, rien n'est encore résolu. Le choix final d'un site fait en effet intervenir de multiples facteurs. Encore faut-il, avant d'en examiner le jeu, admettre la force coercitive de deux impératifs.

La capacité d'un aéroport est définie comme son « aptitude à assurer décollages et atterrissages sans délais excessifs ». Elle se mesure en nombre de mouvements autorisés durant une heure de pointe sous régime I.F.R (instrument flight rules). 41

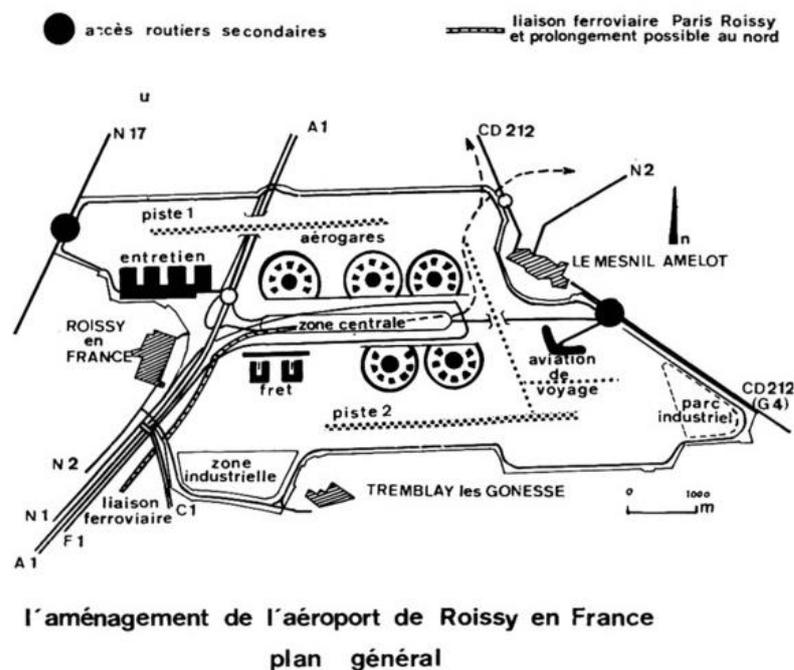


Figure 23 La plan d'aménagement de l'aéroport de Roissy en France Source : 12Labasse Jean 1972

40 LDV Studio Urbain, Article scientifique , Demain la ville « blog »,

<https://www.demainlaville.com/laeroport-et-la-ville-encore-un-avenir/>

41 Labasse Jean. L'aéroport et la géographie volontaire des villes. In: Annales de Géographie, t. 81, n°445, 1972. pp. 278-297 (https://www.persee.fr/doc/geo_0003-4010_1972_num_81_445_18718)

IV.4) Aéroport et aménagement urbain :

IV.4.1) Les nuances de l'aménagement de voisinage :

Réalité économique, sociale et politique, l'aéroport est d'abord un phénomène géographique dont l'ampleur se mesure aux perturbations apportées dans l'occupation du sol des régions urbaines. L'ordre de grandeur des prélèvements opérés pour son équipement et sa protection a déjà été mentionné à propos de la capacité des sites. Mobiliser aux moindres inconvénients quelques dizaines de milliers d'hectares, telle est bien la préoccupation première du spécialiste des transports aériens. Le point de vue de l'aménageur est nécessairement plus nuancé, son langage aussi.⁴²

⁴² Labasse Jean. L'aéroport et la géographie volontaire des villes. In: Annales de Géographie, t. 81, n°445, 1972. pp. 278-297 (https://www.persee.fr/doc/geo_0003-4010_1972_num_81_445_18718)

IV.4.2) Les prolongements :

L'emprise au sol de l'aéroport est complétée par celle de nombreux équipements et installations qui en dépendent et auxquels il a déjà souvent été fait référence à d'autres titres.

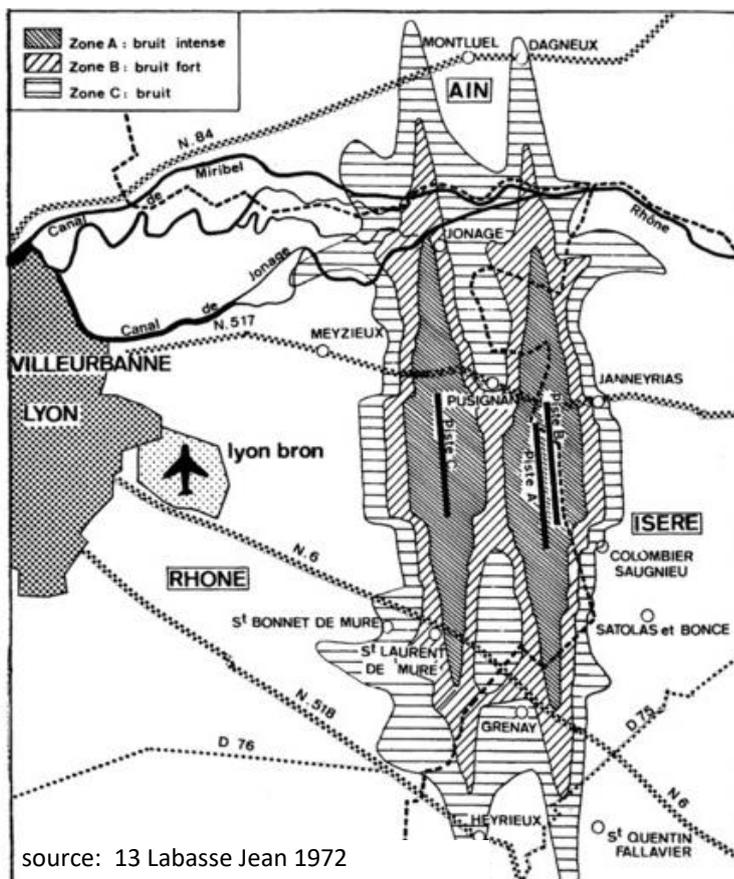
En premier lieu le logement de la population active, loin de se diffuser dans la masse urbaine, provoque communément la création de nouveaux noyaux résidentiels, voisins, sinon de l'aéroport, du moins des voies qui y donnent accès.

Un deuxième ensemble de constructions placées en prolongement direct de ce dernier vise les activités de service, indépendamment de celles qui sont abritées dans son enceinte. Le ravitaillement en carburant requiert de la place et implique des servitudes, surtout dans les relais transatlantiques. Ces installations ne sont pas nécessairement aussi concentrées qu'on l'imagine ; il leur arrive de se développer à distance relative le long du chaînon rigide d'une autoroute d'accès.

Un troisième groupe englobe des établissements autonomes quant à leur activité mais que le trafic aéronautique, accessoirement les conditions d'ambiance et de desserte, attirent à sa proximité.⁴³

IV.4.3) Aéroport et morphologie urbaine :

L'opération d'aménagement est par définition polyvalente et revêt de multiples aspects. Le lancement d'un aéroport présente plus que tout autre un tel caractère de complexité. Il affecte la morphologie urbaine dans son ensemble et non pas seulement le quadrant correspondant à une localisation étroitement définie.



source: 13 Labasse Jean 1972

Figure 24 L'effet de rupture par les zones de bruit "l'aéroport multimodal Satolas" et l'est de LYON

⁴³ Labasse Jean. L'aéroport et la géographie volontaire des villes. In: Annales de Géographie, t. 81, n°445, 1972. pp. 278-297 (https://www.persee.fr/doc/geo_0003-4010_1972_num_81_445_18718)

Quant à l'avion à décollage et atterrissage courts, il est appelé à provoquer la création d'aéroports de conception entièrement nouvelle, de dimensions plus modestes et placés plus près des agglomérations.⁴⁴

V. Approche architecturale et structurelle :

V.1) Exigences des aéroports :

Les aéroports doivent s'adapter à l'évolution du nombre de passagers et répondre à des exigences bien définies : 45

Architectural	Structurel
<ul style="list-style-type: none">➤ 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 des passagers à l'intérieur de l'aérogare	<ul style="list-style-type: none">➤ 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 les 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

V.2) Le plan directeur de l'aéroport :

Il existe trois séparations catégoriques distinctes au sein d'un système aéroportuaire individuel : côté ville, aérogare et côté piste. Côté ville les éléments comprennent ; les transports terrestres (publics, privés), le réseau routier, le stationnement installations, l'accès piéton au bâtiment terminal et le trottoir d'accès (les deux derniers généralement inclus dans la catégorie des aérogares). Les fonctions côté piste.

44 Labasse Jean. L'aéroport et la géographie volontaire des villes. In: Annales de Géographie, t. 81, n°445, 1972. pp. 278-297 (https://www.persee.fr/doc/geo_0003-4010_1972_num_81_445_18718)

45 Hugh Pearman, Aéroports, un siècle d'architecture ; traduit de l'anglais par Paul Lepic. Editeur. Paris : Editions du Seuil, 2005.

Cela comprend les zones de l'aviation générale, les zones industrielles et commerciales au sein de les limites de l'aéroport aussi bien que les zones limitrophes. Zones résidentielles voisines existantes et les zones d'expansion résidentielle sont des éléments cruciaux du processus de planification des réseaux.

Ces problèmes peuvent être traduits en 4 composants qui guident l'aménagement de l'installation.

1. Plan de l'aéroport - configuration des taxiways, des voies de circulation.
2. Utilisation du sol - Désignation des zones pour l'aérogare, l'entretien, le commerce bâtiments, accès au sol, sites industriels et zones antibruit.
3. La zone terminale - terre et côté piste.
4. Accès à l'aéroport – privée et public.⁴⁶

V.3) Les différents types des structures à grande portées :

V.3.1) Structure en coque :

Matériaux : Béton armé, Béton précontrainte, Acier, la portée : 08-150 m



Figure 25 toiture en structure coque source: 14 archdaily.com

Avantages de la structure en coque	Inconvénients de la structure en coque
<ul style="list-style-type: none"> • Légèreté de la structure. • L'instabilité élastique. • Suspendre les toitures (réduire la hauteur des poutres). • Esthétiques. • Adapté à tous les types de forme. • Grande hauteur sous plafond. • Leurs formes facilitent la répartition des charges. 	<ul style="list-style-type: none"> • Chaque partie de la structure supporte seulement une petite partie de la charge. • Structure fortement sensible aux sollicitations concentrées. • Durée d'exécution très longue. • Nécessité des mains d'œuvre qualifiées • La coque utilisée seulement pour la couverture des espaces • Elle n'offre pas la possibilité des extensions verticales • Couteuse

46 ALESSANDRO F. D'AMICO, AIRPORT DEVELOPMENT, PLANS AND PROCESSES: A CASE STUDY OF

DORVAL INTERNATIONAL AIRPORT, Mémoire MASTER OF CITY PLANNING, Department of City Planning /Faculty of Architecture /University of Manitoba, December 2000

Tableau 8 les avantages et les inconvénients de la structure en coque

V.3.2) Structure tendue :

Matériaux : Acier, Métal

La portée : 10m-500m



Figure 26 couverture en textile supporté par une structure tendue

source: 15 Archdaily.com

Avantages de la structure tendue	Inconvénients de la structure tendue
<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser de manière rationnelle les surfaces couvertes • Modulables ; • Provisoires et/ou fixes ; • S'intégrer de manière rationnelle dans des zones urbaines déjà existantes de rationaliser les temps de montage. • Légère et esthétique. • Grande liberté de forme. • Temps de montage très rapide. • Translucidité. • Accrochage aisé aux constructions existantes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Le coût est élevé • Nécessite une main d'œuvre qualifiée • Nécessite une maintenance permanente • Sensibilité aux températures supérieures à 50°C aux PH inférieure à 3 et supérieure à 8, et au chlore

Tableau 9 les avantages et les inconvénients de la structure tendue

V.3.3) Structure hybride :

C'est la combinaison entre deux systèmes constructifs de construction.

Matériaux : Maçonnerie, Bois, Acier, Béton, Textile et Le verre

La portée : 10m-250m 47



Figure 27 tour construite avec la structure mixte

source: 16 archdaily.com

Avantages de la structure hybride	Inconvénients de la structure hybride
-----------------------------------	---------------------------------------

47 M.TERBECHÉ et H .MESSAOUDENE, STRUCTURE TRIDIMENSIONNELLE GRIDSHÉLL EXTENSION DE L'AÉROPORT D'ORAN, MEMOIRE DE MASTER EN ARCHITECTURE, UNIVERSITE ABOU BAKR BELKAID DE TLEMCCEN, 2017

<ul style="list-style-type: none">• 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,• La réduction de la hauteur totale du bâtiment à un nombre fixé d'étages.• Dalle plus mince• Poteau plus élancé• Réalisation rapide• Cout de financement faible• La réduction du poids de la structure métallique.	<ul style="list-style-type: none">• 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.
---	--

Tableau 10 les avantages et les inconvénients de la structure hybride

V.3.4) Structure tridimensionnelle plate

Matériaux : Acier, Bois, Aluminiums

La portée : jusqu'au 150m

Très grandes portées ; Possibilité de construire des formes très complexes ; La durabilité ; Une bonne inertie thermique ; Stabilité mécanique ; Cout modéré.

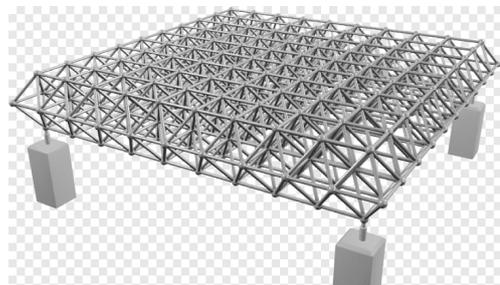


Figure 28 Exemple de structure tridimensionnelle plate avec quatre appuis. Source : slideshare.net

V.3.5) Structure gonflable

Matériaux : Le téflon, Textile

La portée : 10m-200m

Grandes portées libres (on n'utilise ni les poutres ni les colonnes) ; Légères, démontables et transportables ; 100% recyclable ; Agréables visuellement ; Mise en œuvre rapide ; Faible coût énergétique ; Usages très divers ; Formes limitées ;



Figure 29 les parois extérieur de le stade Aliance Munichin Source: archdaily.com

Dépense thermiques importantes ; Nuisances acoustiques (ventilation permanente) ; Effet de serre pour structures non ventilées⁴⁸

V.3.6) Structure plissée

Matériaux : Maçonnerie, Bois, Acier, Béton, Matériaux composites, Textile et Le verre

La portée : jusqu'au 200m

Les structures avec travée de stabilisation ; Le principe de plissage offre des plans de toiture d'une grande finesse ; L'orientation des plis et leur géométrie permettent de construire des formes spéciales abstraites.



Figure 30 couverture en bois collée sous forme d'une structure plissée Source: archdaily.com

V.3.7) Structure tridimensionnelle gridshell :

Est un type de structure spatiale tridimensionnelle en treilles qui suivent les principes structurels de l'action de shell.

Matériaux : Bois, Acier, Béton et Matériaux composites. La portée : 20m-400m

Capacité portante très élevée ; Très grande souplesse architecturale ; Légère et esthétique ; L'instabilité élastique ; Grande liberté de forme ; Temps de montage très rapide ; Nécessite une main-d'œuvre qualifiée ; Grandes portées libres (on n'utilise ni les poutres ni les colonnes).⁴⁹



Figure 31 Exemple d'une structure gridshell tridimensionnelle. Source : archdaily.com

⁴⁸ M.TERBECHÉ et H. MESSAOUDENE, STRUCTURE TRIDIMENTIONNELLE GRIDSHÉLL EXTENSION DE L'AÉROPORT D'ORAN, MÉMOIRE DE MASTER EN ARCHITECTURE, UNIVERSITÉ ABOU BAKR BELKAÏD DE TLEMÇEN, 2017

⁴⁹ M.TERBECHÉ et H. MESSAOUDENE, STRUCTURE TRIDIMENTIONNELLE GRIDSHÉLL EXTENSION DE L'AÉROPORT D'ORAN, MÉMOIRE DE MASTER EN ARCHITECTURE, UNIVERSITÉ ABOU BAKR BELKAÏD DE TLEMÇEN, 2017

VI. Approche technique :

VI.1) Les nouvelles technologies des constructions des aéroports :

VI.1.1) Améliorer les processus d'arrivée :

Les ponts d'embarquement de passagers (PBB) existent maintenant dans des tailles et des formes très diverses, avec des passerelles de liaison et des passerelles Apron Drive ayant des axes télescopiques, de rotation et d'élévation. Autrement dit, il y a un PBB adapté à chaque aéroport et ces outils accélèrent le processus, ce qui vous simplifie la vie.⁵⁰



Figure 32 l'escalier d'une aérogare qui sert vers les zones d'embarquement dans un aéroport
Source : archdaily.com

VI.1.2) Psychologie du design des aéroports :

La technologie à elle seule n'est pas suffisante. La psychologie du design aide les aéroports, les architectes et les fabricants de produits à mieux réfléchir à la manière de faire fonctionner l'interface humaine avec la technologie. Les aéroports novateurs intègrent des designs centrés sur les humains afin que chaque aspect de l'expérience dans l'aéroport soit plus agréable et plus efficace.

Lorsqu'ils réfléchissent aux arrivées, les concepteurs cherchent à savoir comment l'environnement influence les émotions et les actions des individus. L'arrivée est l'endroit où la première impression joue le plus grand rôle ; les expériences sensorielles vécues à la sortie d'un avion sont d'une importance capitale dans la création de l'expérience de voyage idéale pour les passagers. Même les petits changements apportés à cette expérience peuvent avoir une influence majeure – positive ou négative. ⁵¹

⁵⁰ Roseline Mouillefarine, The Agility Effect Magazine, VINCI Energies , <https://www.theagilityeffect.com/fr/article/laeroport-du-futur-propulse-par-les-nouvelles-technologies/>

⁵¹ PBB : « Passenger Boarding Bridge » Passerelle d'embarquement des passagers de l'aéroport

VI.2) Les aéroports deviennent semblables aux villes :

Les aéroports commencent à ressembler à des villes. Ils occupent des surfaces étendues et accueillent un grand nombre d'individus. Ils servent de carrefours animés aux voyageurs, de marché pour les biens de consommation, et deviennent même des destinations à part entière, avec des restaurants raffinés, des lieux de divertissement et bien plus. En effet, contrairement aux véritables villes, tous ont des frontières définies et une procédure d'admission. Le visiteur passe de l'extérieur à l'intérieur à l'aide d'un billet ou d'une carte d'embarquement. Mais une fois à l'intérieur, les mêmes règles s'appliquent. Que ce soit pour un aéroport ou un bateau de croisière, une bonne mobilité est essentielle.⁵²



Figure 33 une vue intérieure de l'aéroport de Singapour
source: 17 archdaily.com

VI.3) La bonne mobilité est essentielle dans un aéroport :

L'une des manières d'y parvenir est de garantir que les visiteurs disposent d'un nombre suffisant d'escaliers mécaniques et d'ascenseurs pour se déplacer facilement et efficacement d'un endroit à l'autre. Les monte-escaliers aident également le nombre croissant de personnes dont la mobilité est réduite.

Tout le monde apprécie la présence de nombreux trottoirs roulants. Le système intelligent ACCEL53 utilise des capteurs intégrés pour étendre l'idée de base du trottoir roulant. Celui-ci accélère au milieu du trajet pour offrir une progression plus rapide. Chose étonnante, il peut faire cela tout en ralentissant aux extrémités pour permettre aux passagers de monter et descendre facilement et en toute sécurité.⁵⁴

VI.4) Dans les coulisses d'une bonne expérience client :

Les manœuvres sont effectuées par un opérateur utilisant un système de pré positionnement qui place automatiquement le PBB en face de la porte de l'avion. Les commandes de mouvement permettent ensuite à l'opérateur à distance de connecter manuellement le PBB à l'avion. Cela fait améliorer l'optimisation du personnel et accroît la sécurité de l'opérateur tout en réduisant les risques

⁵² Roseline Mouillefarine, The Agility Effect Magazine, VINCI Energies ,

<https://www.theagilityeffect.com/fr/article/laeroport-du-futur-propulse-par-les-nouvelles-technologies/>

⁵³ACCEL : « accélération » un trottoir roulant accéléré innovant et convivial

https://accel.thyssenkrupp-elevator.com/?utm_source=UH_website&utm_campaign=Designing_better_airport_arrivals_FR

de dommages causés à l'avion. Un autre exemple est l'utilisation de systèmes de guidage de parking visuel avancé (iGMS)⁵⁵ pour rendre le guidage de l'avion encore plus rapide et sécurisé.⁵⁶

VI.5) Connecter les futurs aéroports !

Le sujet est « Connecter les futurs aéroports ! » et il portera principalement sur l'utilisation des technologies numériques pour améliorer à la fois les performances des aéroports et l'expérience client. La



Figure 34 l'avion lors l'embarquement Source : urbain-hub.com

logique est simple : les personnes se sentent davantage en sécurité et à l'aise avec les nouvelles technologies lorsqu'elles sentent que leurs besoins n'ont pas été pensés après coup lors de la conception.

Dans les aéroports, là où la bonne mobilité est la base du succès commercial, investir dans l'expérience humaine des technologies transforme les passagers en partenaires. Et tout le monde en profite. ⁵⁷

Conclusion :

Le transport aérien peut, à certaines conditions, avoir des effets positifs sur la promotion du développement durable. Par exemple, il s'avère globalement plus sécuritaire et moins énergivore que le transport routier, lequel suppose le développement d'infrastructures routières qui peuvent avoir des impacts environnementaux majeurs.

⁵⁵iGMS, « intelligent gate management system » systèmes de gestion de porte intelligents

⁵⁶ <https://www.urban-hub.com/fr/technology/technologie-et-design-pour-les-arrivees-a-laeroport/>

⁵⁷ Pierre Bondu, SMART AÉROPORTS : À QUOI RESSEMBLERA L'EMBARQUEMENT DU FUTUR ?, TransportShaker « blog », 2015

<https://www.transportshaker-wavestone.com/smart-aeroports-quoi-ressemblera-lembarquement-du-futur/>

L'aéroport, qu'il faut fréquemment déplacer pour répondre aux exigences du trafic, exerce une action puissante sur la structuration du tissu urbain.

Sa localisation revêt de multiples aspects ; elle stérilise d'importantes surfaces tout en constituant un pôle d'emplois de style particulier. Elle obéit à des impératifs de site qui en restreignent la liberté de choix. L'aménagement du voisinage, les prolongements et les installations annexes qu'il suppose achèvent de faire de l'aéroport un outil essentiel de la géographie volontaire des grandes métropoles d'aujourd'hui.

L'infrastructure aéroportuaire est formée d'un ensemble d'équipements indispensables au bon fonctionnement de l'aéroport. Pour les architectes, l'aérogare reste le bâtiment le plus important car c'est l'espace qui sera côtoyé par les millions de passagers.

L'aérogare est un ensemble de sous-projets qui assurent un bon nombre de fonctions. L'architecture a une grande influence sur la qualité de service dans le bâtiment et sur le déroulement des opérations. La prévision du trafic aérien est essentielle pour les opérateurs de l'aéroport, avec la hausse de la demande, pour satisfaire la clientèle. C'est ce qui pousse les architectes à concevoir des aérogares qui évoluent avec le trafic aérien. Selon leurs importances, les aéroports comportent une ou plusieurs aérogares. Ces bâtiments doivent s'adapter par leur conception à la dimension relativement élevée des avions du côté air et aux accès du côté ville. L'arrêt sur les différentes typologies d'aérogares va faciliter le choix lors de la conception qui s'adapte le mieux avec le terrain, et qui garantit les besoins futurs d'extension. Cependant chaque type de terminal présente des avantages et des inconvénients qui sont restitués.

Les technologies utilisées dans tous les domaines, de la plomberie à la manutention des bagages et aux escaliers mécaniques, doivent être précises et fiables, comme celles utilisées pour stationner les nouveaux avions, débarquer les passagers et les aider à poursuivre leur déplacement jusqu'à ce qu'ils accèdent aux espaces souhaités.

Chapitre trois :

L'analyse des exemples

Introduction :

"Nos yeux sont faits pour voir les formes sous la lumière ; les ombres et les clairs révèlent les formes ; les cubes, les cônes, les sphères, les cylindres ou les pyramides sont les grandes formes primaires que la lumière révèle bien ; l'image nous en est nette et tangible, sans ambiguïté. C'est pour cela que se sont de belles formes, les plus belles formes. Tout le monde est d'accord en cela, l'enfant, le sauvage et le métaphysicien." Le Corbusier (1924).

La forme en architecture fait référence à la fois à la structure intérieure d'un ouvrage, au contour extérieur qu'il décrit et au principe d'unité de l'ensemble.

Pour mieux comprendre la qualité architecturale dans un aéroport il est nécessaire d'évoquer la complexité de la conception et de la construction inhérente aux points de vue. Ils sont en effet le résultat d'une combinaison harmonieuse entre esthétique et pragmatisme et ainsi entre architecture et ingénierie. C'est pourquoi l'analyse qui en fait porte à la fois sur la manière dont chaque projet répond aux problèmes fonctionnels et sur les critères d'harmonie qui peuvent les rendre plaisants pour l'œil. Parallèlement cette présentation met en évidence l'impossibilité de séparer architecture et ingénierie.

Pour tirer des recommandations et des synthèses pour nous aider dans la phase conceptuelle de l'aéroport dans un climat aride on a devisé d'approche analytique en 3 phases sont :

- Les exemples selon l'aspect de l'intégration dans le climat aride.
- Les exemples selon l'aspect architectural écologique.
- Les exemples des aéroports locaux.

I. L'analyse des exemples des aéroports concevoir dans le climat chaud :

I.1) Exemple 01 : Aéroport international King Abdelaziz (Djeddah, Arabie Saoudite)

Sa proximité de La Mecque lui confère un rôle particulier. Ainsi un de ses terminaux est spécialement affecté au hajj. Il doit son nom au roi Abdelaziz ben Abderrahmane ben Fayçal Al Saoud (1880-1953) dit ibn Saoud, premier roi d'Arabie saoudite. Il a accueilli un peu plus de 28 millions de passagers en 2014 et a dépassé la barre des 30 millions en 2015 Il est considéré comme l'aéroport le plus encombré au monde.



Figure 35 vue postérieure de l'aéroport King Abdelaziz

source: 18 Google Earth

Surface : 810 000m²

La capacité : 30m passagers par an

46 Portes d'embarquement internationales et nationales.

I.1.1) Critère de choix :

J'ai choisi cet aéroport comme projet de référence car elle dispose d'un design efficace basé sur une solution flexible, qui permet une extension future. En plus il se compose de plusieurs terminaux Et pour une autre raison qu'Hassi Messaoud et Djedda ont presque le même climat ce qui va m'orienter sur le choix des matériaux de construction.



Figure 36 Comparaison entre les données météorologique de Djeddah et Hassi Massoud Source : météo norme

I.1.2) Le climat de Djedda :

Le Djeddah se trouve à 16m d'altitude Le climat dominant de Djeddah est de type désertique. Tout au long de l'année, il n'y a techniquement aucune pluie à Djeddah. Sur l'année, la température moyenne à Djeddah est de 28.0 °C. Les précipitations annuelles moyennes sont de 52 mm. L'océan le plus proche de Djeddah est mer Rouge avec environ 4.01km.

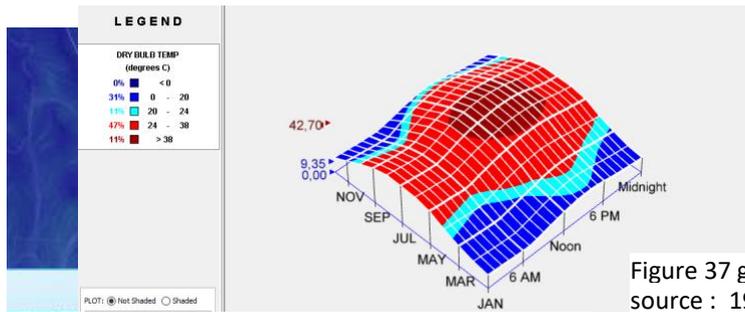


Figure 38 carte des vents dominant dans l'ouest de KSA source : 20 windfinder.com

I.1.3) Le plan d'aménagement :

L'aéroport de Djeddah considéré comme un centre de commerce de classe mondiale sur la scène internationale et un centre de voyage clé dans le monde islamique. C'est le projet stratégique le plus important à Djeddah. Il est prévu d'être construit sur 3 phases.



L'aéroport de Djeddah a implanté dans le cœur de la ville moins d'un kilomètre au bord de la maire, il occupe 9 pistes orientait vers le nord-est.

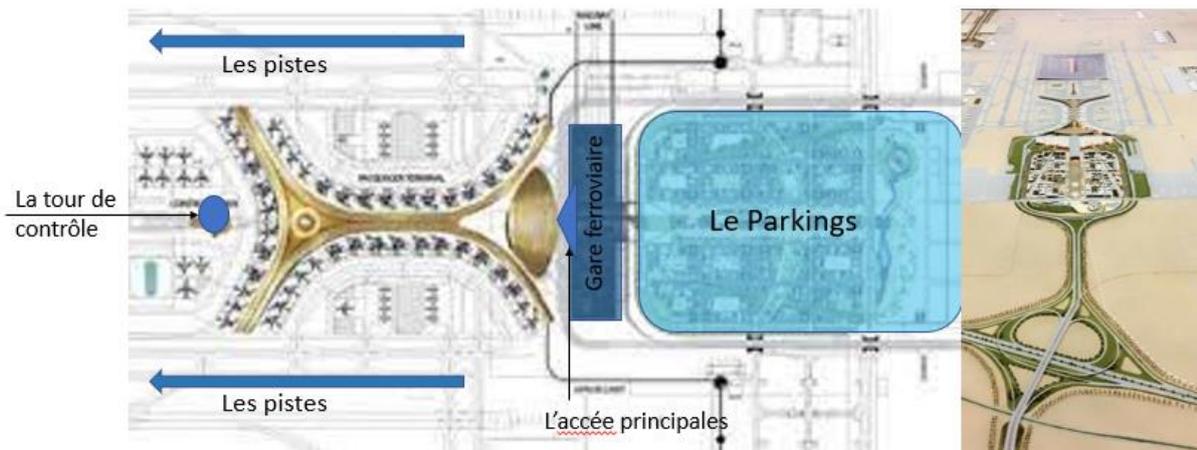


Figure 40 le plan de masse de l'aérogare de Djeddah Source : www.jed-airport.com/ + travail personnel

Le projet contient un parking spacieux demi couvert, il est accessible dans le côté sud et aussi deux accès direct à pâtre la gare ferroviaire.

I.1.4) L'organisation spatiale :

L'organisation spatial de ce projet est répartie selon une logique de hiérarchisation à partir le cheminement des passagers de l'arrivée jusqu'au l'embarquement ou bien le débarquement en passant par les différentes étapes de contrôle nécessaire⁵⁸

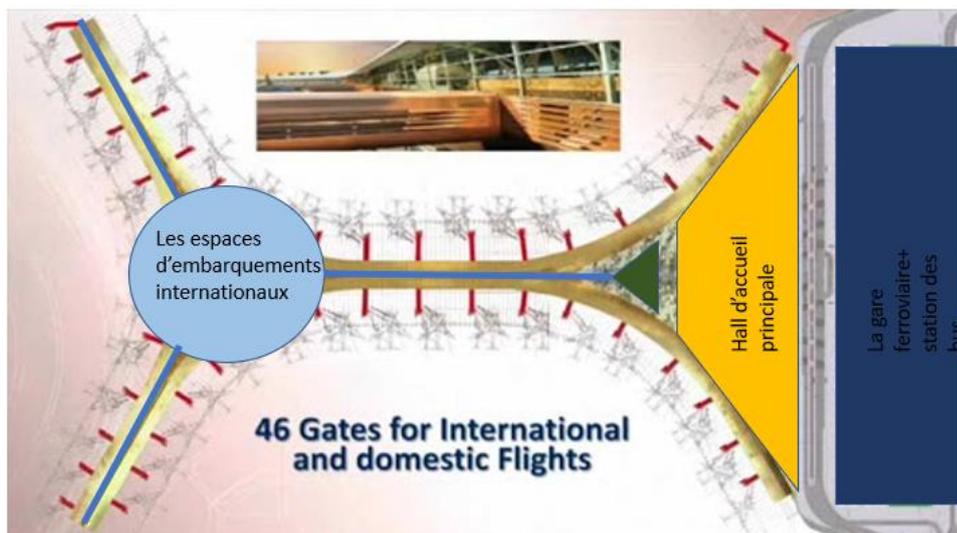


Figure 41 L'organisation intérieure de l'aérogare de Djeddah source : www.jed-airport.com

58 <http://www.jed-airport.com/>

I.1.5) Les stratégies d'intégration dans l'environnement :

- Humidifiez l'air chaud et sec avant qu'il n'entre dans le bâtiment depuis les espaces extérieurs fermés avec des fontaines en forme de jet, des brumisateurs, une chaussée mouillée ou des tours de refroidissement.
- Les sous-sols occupés ou les tubes de terre réduisent les charges thermiques dans les climats très chauds et secs car la terre reste proche de la température annuelle moyenne
- Un système passifs traditionnelles dans les climats secs et venteux chauds utilisait des cours fermées bien ombragées, avec une petite fontaine pour fournir des microclimats protégés du vent.
- L'utilisation des intérieurs ouverts pour favoriser la ventilation croisée naturelle, ou utilisez des portes à persiennes, ou utilisez plutôt des conduits de saut si la confidentialité est requise.



Figure 42 Plan de Masse de l'aéroport de Djeddah Source: Google Earth

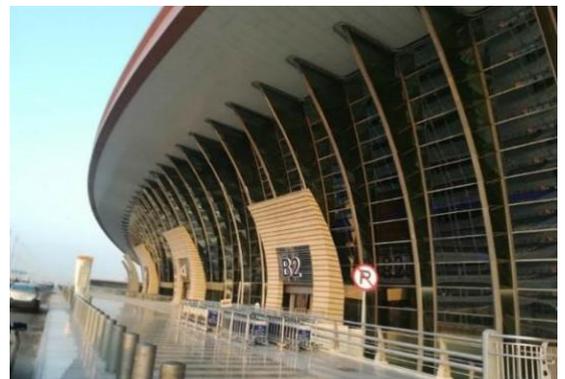


Figure 43 vue des parois de l'aérogare de Djeddah source: 21 Google Earth

- Construite avec des matériaux de hot performance avec des ouvertures ombragées encastrées, utilisables pour une ventilation nocturne pour refroidir la masse.
- Fournir suffisamment de vitrage nord pour équilibrer la lumière du jour et permettre une ventilation transversale (environ 5% de la surface au sol).
- L'orientation de projet dans l'axe est ouest avec la protection des façades en utilisant la végétation, la toiture en porte à faux et parfait les masques existants
- Le concepteur utilise un système de ventilation passif à travers la toiture.

I.2) Exemple 02 : Terminal Hajj à l'aéroport international King Abdulaziz

I.2.1) PRESENTATION DU PROJET :

NOM DU PROJET :	Terminal Hajj à l'aéroport international King Abdulaziz
EMPLACEMENT	Djeddah, Arabie Saoudite
ARCHITECTE	Skidmore, Owings et Merrill
TAILLE	2798617 pieds carrés
ANNÉE de réalisation	1981
RÉCOMPENSES	Prix de vingt-cinq ans de l'AIA 2010
STYLE	Moderne



I.2.2) Plan d'aménagement :

Le terminal Hajj c'est le premier terminal dans l'aéroport de Djeddah, il est construit avec une structure tendue soutient des toitures légères en textile qui reflété la valeur historique de la ville.⁵⁹



Figure 45 plan d'aménagement de le terminal El Hajj

source : 23 Google Earth + Auteur

⁵⁹ <https://www.archdaily.com/777599/ad-classics-hajj-terminal-king-abdulaziz-airport-som>

I.2.3) L'organisation spatiale :

L'équipe de conception a conçu une installation en plein air abritée par une structure de coque en béton, mais il est rapidement devenu évident que le climat rigoureux du désert exigeait une solution plus innovante. Au lieu du béton, l'équipe a opté pour un tissu en fibre de verre enduit de téflon.

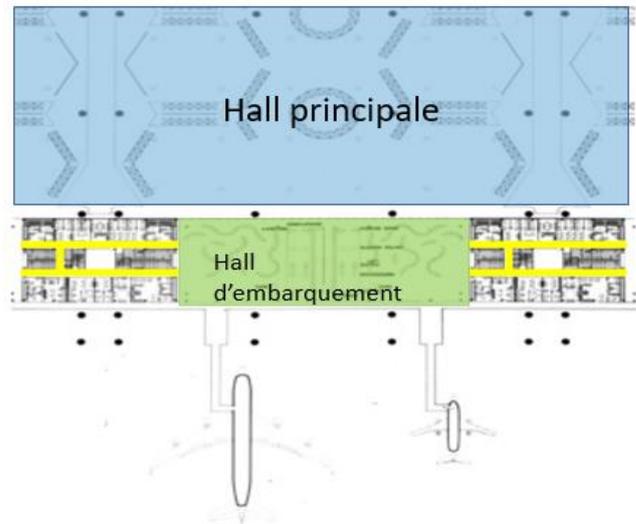


Figure 46 le plan de rdc de terminal El Hajj
source: archdaily .com + Auteur,2021

I.2.4) Les stratégies d'intégration dans l'environnement :

- 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 utilisée pour réinterpréter les tentes des nomades anciens du désert.
- L'étanchéité en eau pluviale ne pose pas un problème à cause des précipitations très bas (presque nul) à Djedda.
- Les formes de tente pour chaque module créent plus d'ombre au niveau de toiture donc plus de protection au rayon solaire.
- Les composants de la toile : d'un tissu en fibre de verre recouvert de téflon
- Système d'accrochage de la toile : 4 pylônes d'angle qui mettent en tension les toiles tendues et qui sont soutenu par 32 câbles radiaux en acier.
- L'utilisation de l'écran végétale pour plus d'ombrage au niveau des façades.



Figure 47 vue de l'intérieur de l'aérogare El hajj Djeddah. Source : Archdaily.com

I.3) Exemple 03 : L'aéroport International Reine Alia, Amman

I.3.1) Présentation générale :



NOM DU PROJET :	L'aéroport International Reine Alia, Amman
EMPLACEMENT	Ziziya, Amman, Jordan
ARCHITECTE	Norman Foster
Architecte paysagiste	Dar Al-Handasah
Ingénieur en structure	Buro Happold
Année de Construction	2005 - 2012
STYLE	High tech

I.3.2) Le climat de Amman :

Le Amman se trouve à 857m d'altitude Un climat tempéré chaud est présent à Amman. A Amman, les précipitations sont plus importantes en hiver qu'en été. En moyenne la température à Amman est de 16.6 °C. Sur l'année, la précipitation moyenne est de 350 mm⁶¹.

Figure 48 l'aéroport de la reine Alia Amman source: Archdaily.com

I.3.3) Le plan d'aménagement :

Pour permettre un avenir sans faille d'extension, chaque dôme est une unité modulaire. Les dômes bifurquent des colonnes de support comme les feuilles d'un désert de palmier et la lumière du

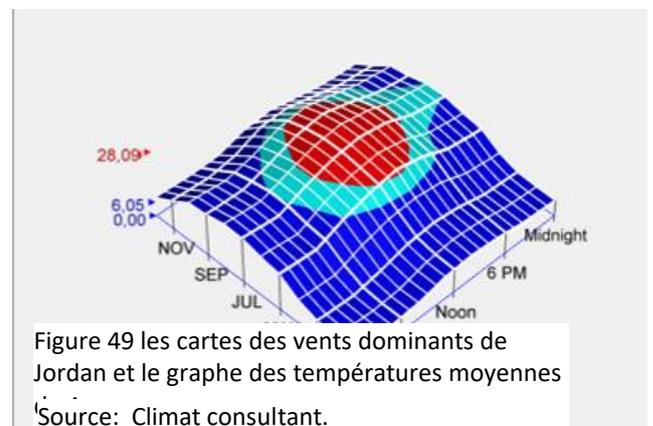


Figure 49 les cartes des vents dominants de Jordan et le graphe des températures moyennes (Source: Climat consultant.

60 Climat Amman: Pluviométrie et Température moyenne <https://fr.climate-data.org>

61 <https://www.archdaily.com/349464/queen-alia-international-airport-foster-partners>

jour inondé l'esplanade à travers des trous formant puits de lumière en forme de

Larme jointe entre les colonnes. L'architecture islamique traditionnelle est utilisée dans tout le bâtiment pour générer des formes.



Figure 50 vue satellite de l'aéroport d'Amman source : Google Earth + auteur, 2021

I.3.4) L'organisation spatial :

L'aérogare est formée de 3 volumes : Un volume au centre qui regroupe la zone hors douane et deux satellites :

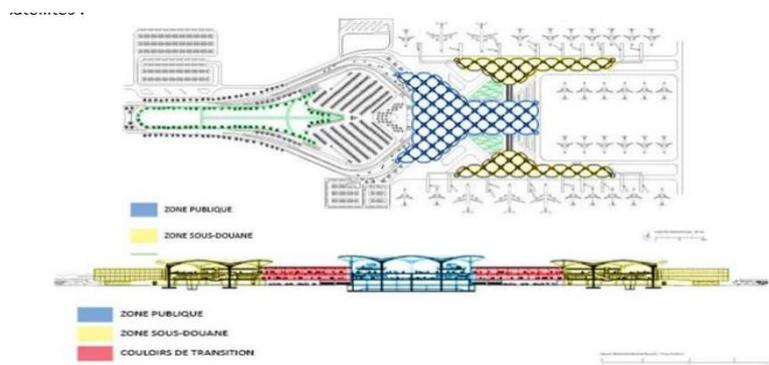


Figure 51 l'organisation générale de l'aérogare des passagers de Amman avec une coupe Source : 24 Archdaily.com

Un bâtiment central forme le hall public de l'aéroport qui regroupe toutes les fonctions de la zone publique de l'aérogare. Les deux volumes qui définissent la zone sous douane regroupent les portes d'embarquement, les zones de service, les boutiques hors taxes, les salons et les restaurants.

I.3.5) Structure :

Selon Norman Foster, le béton armé est le meilleur matériau de construction pour les régions du Moyen-Orient car il fonctionne bien avec le climat.⁶²

Le terminal est construit en béton isolant qui l'aide à garder sa fraîcheur pendant la journée et la chaleur le soir pour réduire la consommation d'énergie. Il permet au bâtiment une intégration avec son environnement en lui donnant une certaine harmonie. Il se fond dans le paysage avec une teinte de beige clair.



Figure 52 vue sur le poteau en champignon de l'aéroport de Amman. Source : Archdaily.com.

I.3.6) Les stratégies d'intégration dans l'environnement :

- Les ouvertures situées bas et haut, et sur les côtés opposés d'un espace, créent un `` effet d'empilement ''. L'air intérieur chaud sortant par des ouvertures hautes, aspirant de l'air extérieur plus frais par des ouvertures basses.
- Masse thermique (par exemple, béton, maçonnerie, adobe, etc.) située dans un espace et refroidie la nuit, absorbe la chaleur et fournit des surfaces intérieures et des températures fraîches le jour suivant.
- Pendant les mois chauds d'été, les surplombs bloquent la lumière directe du soleil provenant du vitrage solaire, réduisant ainsi les charges de refroidissement.

I.4) Synthèse comparative :

	Exemples 1 : Aéroport international King Abdelaziz Djeddah	Exemple 02 : Terminal Hajj à l'aéroport de Djeddah	Exemple 03 : L'aéroport Reine Alia, Amman
--	--	---	---

⁶² Joseph Mecarsel. Architecture et présence : entre idée, image et communication. Sciences de l'information et de la communication. Université de Toulon, 2014. Français. ffNNT : 2014TOUL0015ff. fftel-01654506

Photos			
Capacité	30 millions/an	10 millions/ an	10 million/an
Le type de climat	Climat aride sec		Climat tropical chaud
Style / architecte	High tech	Moderne/ Skidmore, Owings et Merrill	High tech Foster
La date de construire	2015	1981	2011
Type d'aérogare	Aérogare à jetée	Aérogare linéaire	Aérogare linéaire
Orientation de projet	Est- ouest	Nord sud	Nord sud
Type de structure	Structure tridimensionnelle gridshell	Structure tendue	Structure hybride (poteau/poutre)
Les stratégies de l'intégration dans les conditions climatiques de ces projets			
Humidifier l'aire	+	+	X
L'exploitation des ambiances thermique de sous-sol	+	X	+
Crée un microclimat intérieur à travers la végétation	+	+	+
Utiliser les fontaines pour humidifier l'aire	+	+	+
Utiliser les matériaux à haute performance thermique	+	+	+
Ventilation passive à travers la toiture	+	+	+
Toiture Modulaire	X	+	+
Patio intérieur pour refrencher l'aire	+	X	+

Matériaux avec une haute masse thermique	+	+	+
Ventilations actifs	+	X	+

Tableau 11 synthèse comparative entre les exemples et les stratégies optés

II. L'analyse des exemples selon l'aspect architectural écologique :

II.1) Exemple 01 : Aérogare de l'aéroport de Londres-Stanstead, Angleterre, Royaume Unis

II.1.1) Présentation générale :

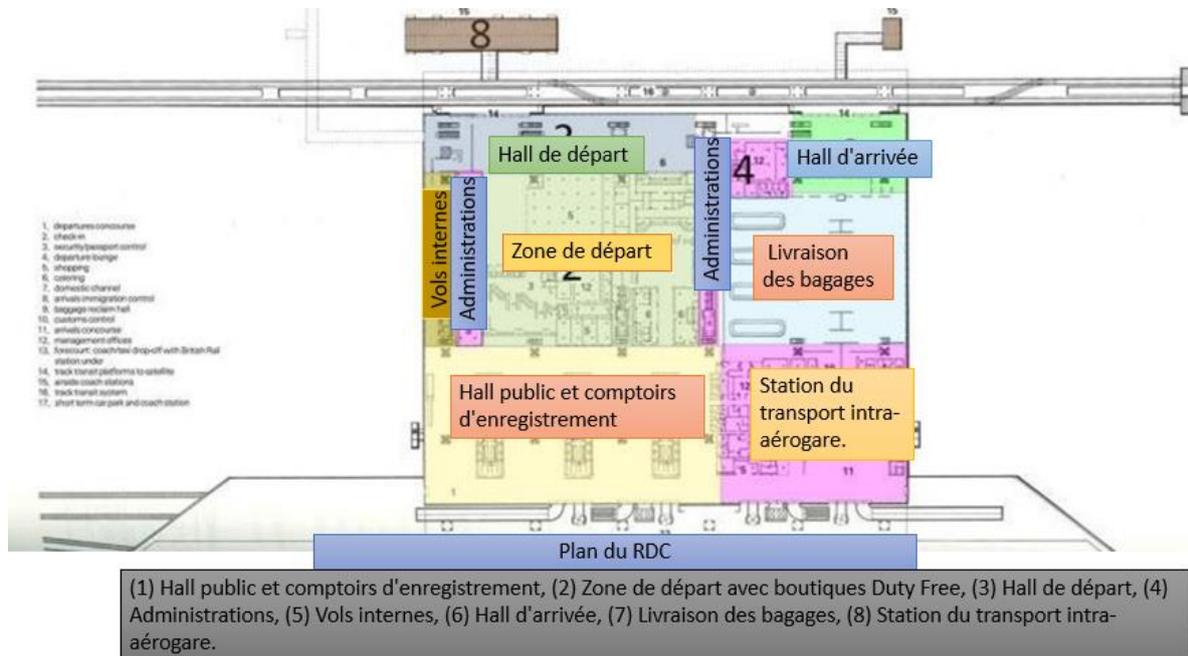
L'aéroport de Londres Stanstead est situé à une soixantaine de kilomètres du centre-ville de la capitale britannique vers le nord. Il est le 3ème aéroport londonien après Heathrow et Gatwick. L'aérogare a été construite en 1973 sur des plans de l'architecte britannique « Norman Foster », avec un système de construction en armature d'acier et un style architectural High Tech.⁶³



Figure 53 vue aérienne de l'aérogare de Londres-Stansted

Source: Pinterest.com

63 M. M'nasri, Un nouveau terminal pour l'aéroport international de Sfax, Mémoire de magister, l'université de Carthage Tunisia 2015



II.1.2) Distribution et organisation spatiale :

Figure 54 L'organigramme spatial de RDC de l'aéroport de Londres. Source : archdaily.com+ travail personnel,2021.

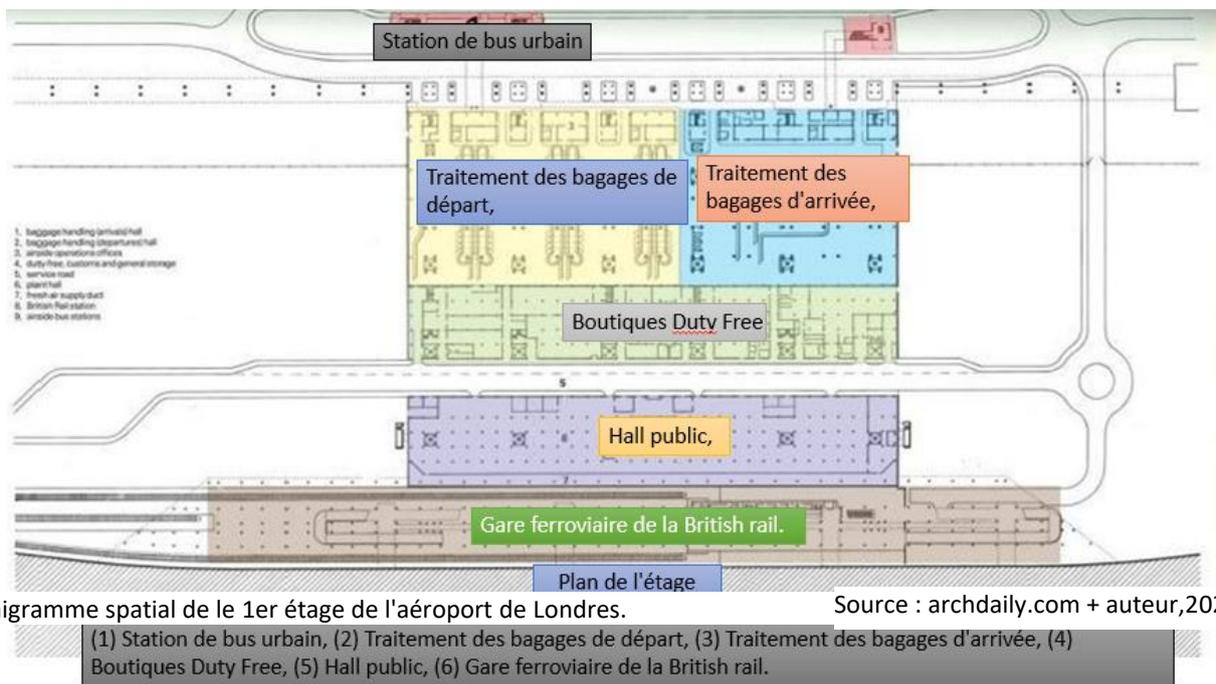


Figure 55 L'organigramme spatial de le 1er étage de l'aéroport de Londres.

Source : archdaily.com + auteur, 2021

Le

bâtiment principal est divisé en trois zones : Les départs dans le deuxième niveau et les arrivés dans le premier niveau qui est semi enterré.

La zone sous douane et les portes d'embarquement se trouvent dans les trois satellites rectangulaires disposées parallèlement entre eux et perpendiculairement à la piste.

II.1.3) Ambiances :

L'éclairage est intégré grâce aux arbres qui supportent le toit.

La façade principale est ornée d'un auvent qui est libéré simplement pour protéger de la pluie et de laisser rentrer la lumière.

Le traitement des ouvertures zénithales donne au hall une dimension poétique avec des ambiances lumineuses agréables avec des modèles de puits de lumière et permet également d'économiser l'énergie.

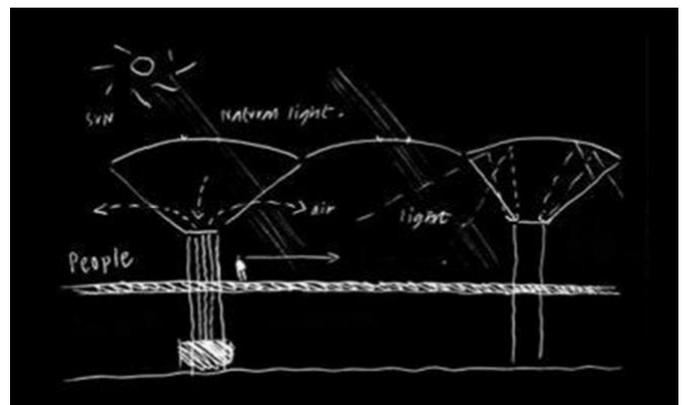


Figure 56 Source : M. M'nasri, 2015 Aéroport de Londres-Streted.

II.2) Exemple 02 : Aéroport International Shenzhen Bao'an

II.2.1) Présentation générale :

NOM DU PROJET :	Aéroport International Shenzhen Bao'an
EMPLACEMENT	Shenzhen, Guangdong, China
Maitre d'œuvre	Studio Fuksas
Capacité d'accueil	45 millions de passagers par an.
Surface du terrain	1222 000m ²
Surface bâti	500.000 m ²
Année de Construction	2013
Echelle d'appartenance	International



Figure 57 Vue extérieure de l'aéroport de Shenzhen Bao'an Guangdong. source: 25 archdaily.com

II.2.2) Les organigrammes :

L'aéroport a été conçu selon le concept

« aéroport à jeter »

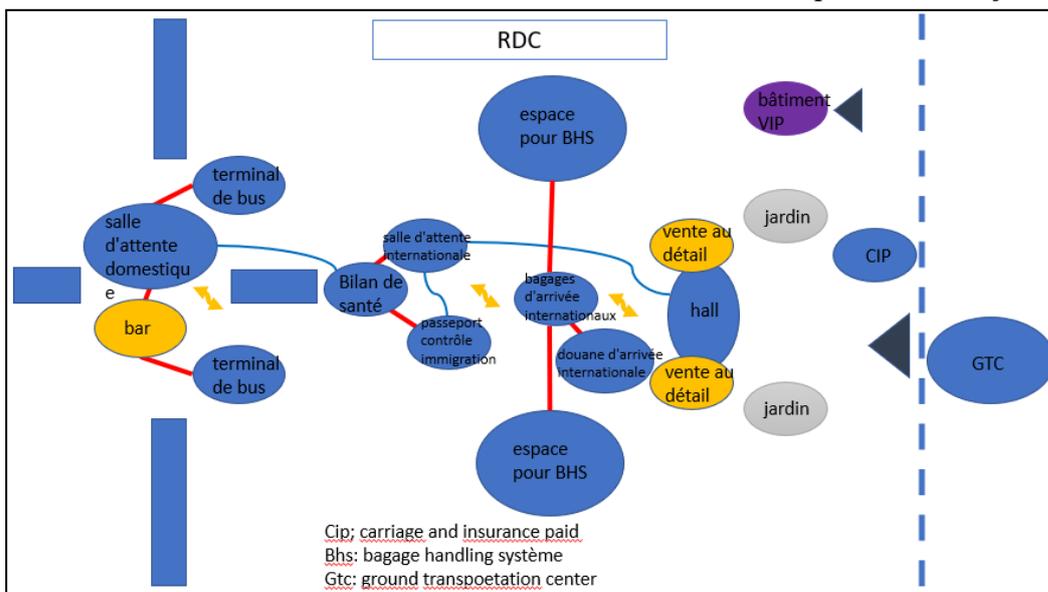


Figure 58 L'organigramme spatial de RDC de l'aéroport de Shenzhen. Source : Auteur, 2021

Le rez de chaussée occupe les espaces de tri et livraison de bagage et les parcours contrôlé qui servent l'embarquement et le débarquement des passagers. On trouve dans le premier étage les espaces d'attente avec les espaces annexes.

Les espaces dans le deuxième étage hiérarchisés par la destination des vols « domestiques ou bien **internationaux** »

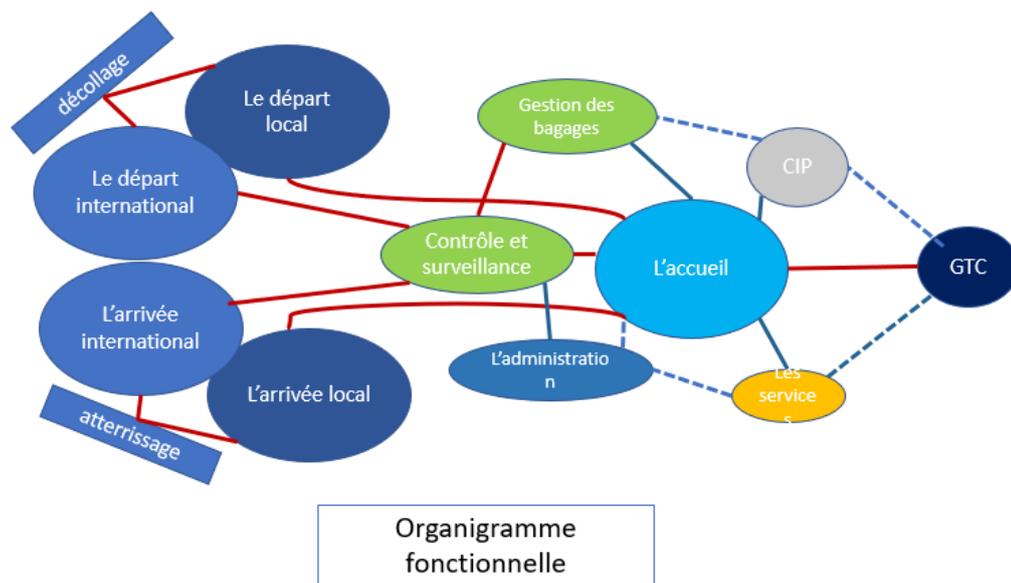


Figure 59 L'organigramme Fonctionnel de l'aéroport de Shenzhen

Source : Auteur, 2021

II.2.3) La façade et la forme :

La façade du terminal est ponctuée d'ouvertures en forme de nid d'abeilles métalliques et panneaux de verre permettant à la lumière naturelle de s'infiltrer à travers le toit.⁶⁴

Le concept du plan du terminal de l'aéroport international Shenzhen Bao'an évoque l'image d'une

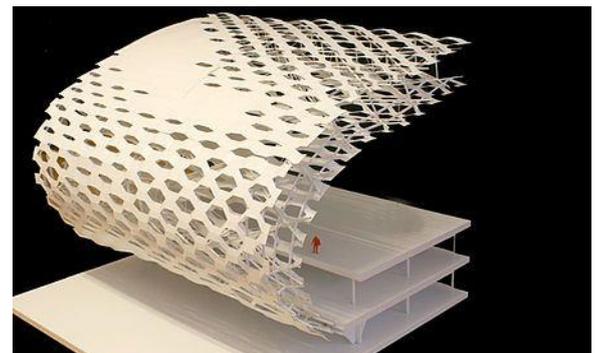


Figure 60 Maquette de l'enveloppe de l'aéroport de Shenzhen. Source : 67 archdaily.com

Raie Manta (espèce maritime), un poisson qui respire et qui change de forme, subit des variations, se transforme en oiseau pour célébrer l'émotion et la fantaisie d'un vol.

II.2.4) La structure :

La structure métallique de Terminal - un tunnel d'environ 1,5 km de long - semble être modelée par le vent et rappelle l'image d'une sculpture de forme organique. Le profil de la toiture est caractérisé par des variations de hauteur faisant allusion au paysage naturel.

⁶⁴<https://www.uas.aero/shenzhen-baoan-international-airport-zgsz/>

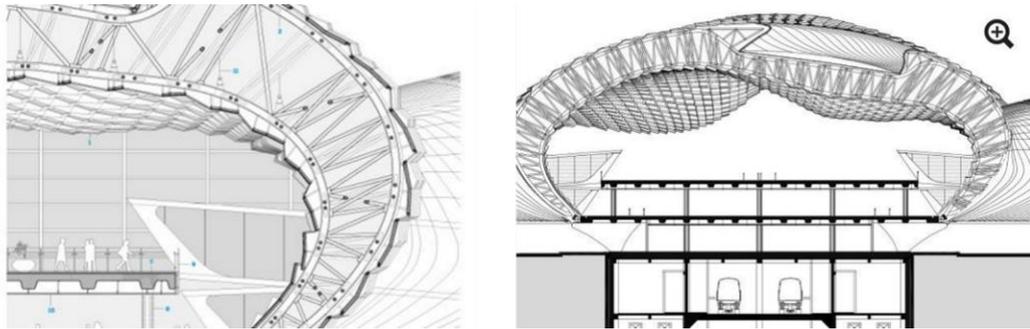
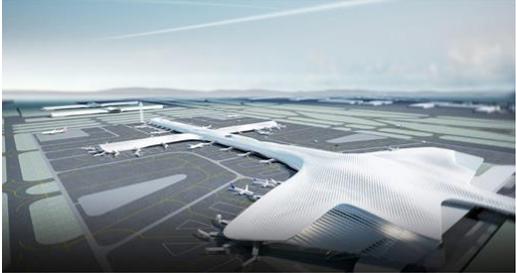


Figure 61 Coupe détaillée sur l'enveloppe de l'aéroport Shenzhen Source : Archdaily.com

II.3) Synthèse comparative :

	Aérogare de l'aéroport de Londres-Stansted, Angleterre, Royaume Unis	Aéroport International Shenzhen Bao'an
Le Projet		
Situation	Londres, Angleterre, Royaume Unis	Shenzhen, Guangdong, China
Le climat	Climat tempéré	Climat subtropical humide
Le style architectural	High tech	Déconstructiviste
Maitre d'oeuvre	Foster+partners	Studio Fuksas
Date de réalisation	1973	2013
Structure et matériaux	Structure métallique « poteaux champignons » Il s'agit d'une série des poteaux qu'ils sont répartis selon une trame régulière et chaqu'un de ces poteaux soutiennent un module de toiture en métalliques.	Structure tridimensionnelle gridshell La forme fluide construite en structure métalliques qui couvre en plusieurs couches en béton cellulaire et en métal

Type d'aérogare	Aérogare satellitaire	Aérogare à jeté
La forme	Forme rectangulaire simple	Forme métaphore a inspiré à la Raie Manta (espèce maritime),
Les aspects écologiques	<ul style="list-style-type: none"> - Bénéficier de l'ambiance de lumière naturelle à travers le traitement de la toiture - L'organisation des flux dans les espaces d'accueil essentiels - Une conception fluide avec des surfaces libres - Augmenter les dimensions des ouvertures pour bénéficier de l'ensoleillement 	<ul style="list-style-type: none"> - Séparation entre l'embarquement national et international - Des mezzanines ou vides sur le RDC qui donne une impression d'espace. - Développement sur deux niveaux ou plus pour éviter la conception de toutes les fonctions sur un seul niveau. - Utilisation de matériaux locaux, pour mieux intégrer le projet dans son contexte. - Eclairer naturellement l'intérieur du projet pour assurer une ambiance lumineuse de qualité.

Tableau 12 synthèse comparative entre les exemples

III. L'analyse des exemples d'aéroports locaux :

	Exemples 1 : l'aéroport Haouari Boumedién	Exemple 02 : L'aéroport d'Oran Ahmed Ben Bella	Exemple 03 : L'aéroport de Zenâta Tlemcen
Photos			
La situation	Alger	12km au sud d'Oran	25km du Tlemcen
Capacité	6 millions/an	2.5 millions/ an	0.9 million/an
Surface bâti	82 000 m ²	15 000 m ²	9 800 m ²
Le ratio (la capacité par la surface bâti)	74 (passager/an.M ²)	166 (passager/an.M ²)	91 (passager/an.M ²)
Type d'aéroport	International	International	International
Style / architecte	Modern / Von Gerkan, Marg und Partner	Moderne/ high tech	Postmoderne Islamique andalouse

Chapitre trois : L'analyse des exemples

La date de construire	2006	2013	2007
Longueur des pistes	3500m / 3500m	3600m / 3000m	2600m
Type d'aérogare	Aérogare à jetée	Aérogare linéaire	Aérogare linéaire
Type de structure	Structure tridimensionnelle plate	Structure tridimensionnelle gridshell	Structure poteau poutre en béton armée
Programme surfacique des exemples (les surfaces en m ²)			
Fonction trafic			
Hall publique	1000	600	960
Hall de contrôle douane départ inter	800	362	620
Hall de contrôle PAF international arrivé	600	1400	300
Hall de livraison bagage	4000	1200	230
Salle d'embarquement international	2000	2200	170
Hall de contrôle PAF /départ international	600	1200	500
Salle d'embarquement 1er classe	3000	800	
Sanitaire	20		
Fonction commerciale			
Restaurant	800		100
Cafeteria	400		600
Commerce		500	100
Fonction opérationnel			
Bureaux		20*4	200

EGSA "		20*5	
établissement de services "			
Poste de contrôle		20*6	
Bureaux de police		20*5	
Fonction administrative			
Administration		200	1280

Tableau 13 synthèse comparative entre les exemples des aéroports locaux.

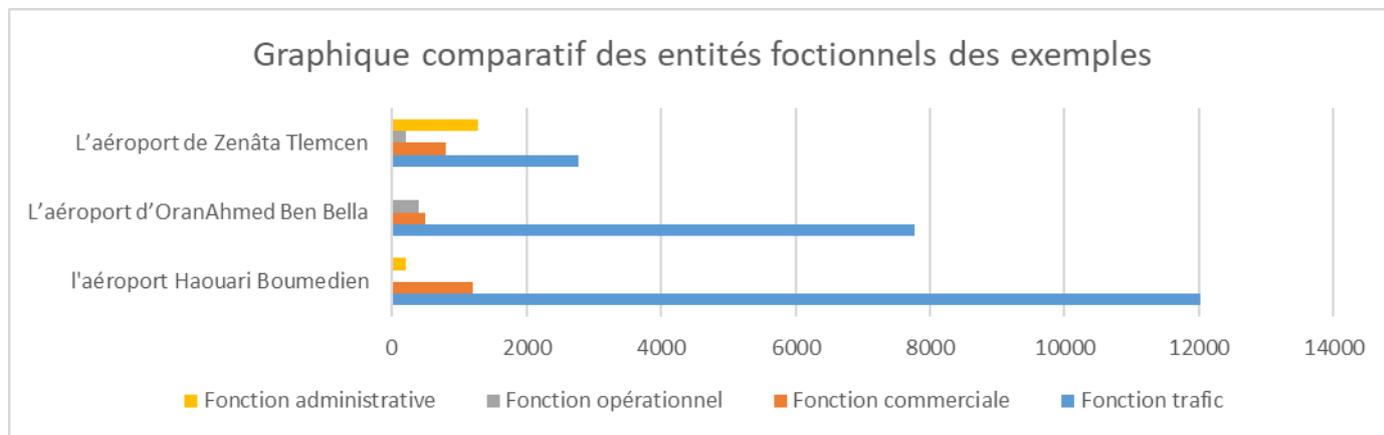


Figure 62 Graphique comparatif des entités fonctionnelles des exemples

Source : Auteur, 2021

Conclusion :

D'après des exemples étudiés dans les phases précédentes on peut distinguer l'importance des infrastructures aéroportuaire au niveau de développements durable des villes dans les différentes échelles fonctionnelles et pour cela l'aérogare c'est un édifice multifonctionnel à la fois elles s'appellent « la ville aéroportuaire ». L'aéroport est fréquenté par 3 catégories d'utilisateurs : Les passagers sont accueillis et traités ; leurs bagages sont pris en charge et les opérateurs aéroportuaire effectuent les formalités de contrôle et assurent le bon fonctionnement et la bonne gestion de l'aéroport. Presque toutes les aérogares du monde ont le même schéma fonctionnel.

Il présente les fonctions pour offrir les services nécessaires au chargement et déchargement des bagages et à l'embarquement et débarquement des voyageurs. C'est une véritable entreprise qui doit

répondre au bon fonctionnement des différents circuits et flux des usagers de cet espace, grâce à sa bonne organisation fonctionnelle.

- ✓ **Fonction trafic** : C'est la principale fonction d'une aérogare constituée d'un ensemble de fonctions qui traitent les passagers et leurs bagages. Elle occupe presque la moitié de la surface de l'aérogare.
- ✓ **Fonction commerciale** : Dans les aérogares, on trouve des espaces de consommation que ce soit dans la zone publique ou dans la zone sous douane : des espaces de restauration, des espaces de ventes. La surface utile que nécessitent ces espaces commerciaux représente 15 à 20 % de la surface de l'aérogare. Ces surfaces ont tendance à augmenter car elles représentent des projets rentables.
- ✓ **Fonction opérationnelle** : Une fonction qui regroupe les espaces responsables du contrôle du bâtiment comme : Les locaux des compagnies aériennes
- ✓ **Fonction administrative** : Une fonction qui gère les besoins administratifs de l'aéroport et qui fait intervenir de nombreux secteurs et usagers de l'aéroport ; qui ne sont pas directement liés au trafic et qui n'ont pas besoin d'être situés à proximité des surfaces de trafic comme : la police des frontières, l'inspection sanitaire, la douane. La direction de l'aéroport, un bureau de l'immigration, les banques, la poste, l'office du tourisme. Le dimensionnement de la fonction administrative est de 10 à 15 % de la surface de l'aérogare.
- ✓ **Fonction technique** : Elle représente les locaux techniques nécessaires pour l'entretien et la maintenance de l'aérogare et dont l'estimation de sa surface est de 5 à 10 %. Exemples de ces locaux : le local de la centrale de traitement d'air ; les zones de stockages.

Chapitre quatre :

Présentation de cas d'étude

Introduction :

Hassi Messaoud est considérée comme le poumon économique du pays étant donné qu'elle renferme des gisements de l'or noir et plusieurs sociétés nationales et internationales où y sont implantées, ayant un lien direct ou indirect avec l'activité des hydrocarbures. Cette activité très prisée, attire une population tributaire de l'extérieur, ce qui rend Hassi Messaoud un pôle cosmopolite. Malgré la richesse de cette ville, elle souffre de l'absence d'un développement qui l'expose à un échec urbain.⁶⁵

Le projet de construction d'une ville nouvelle à Hassi Messaoud a été dicté par une volonté forte des pouvoirs publics d'avoir l'équilibre du territoire dans la structure urbaine du pays, notamment dans les régions du sud et les hauts plateaux. Ces régions, longtemps marginalisées, doivent, à coup sûr, être directement associées aux efforts nationaux de développement économique et social du pays.

Cependant, la spécificité de cette région est caractérisée par des conditions climatiques sahariennes (climat aride sec) où règne la rareté des précipitations. Parfois nulles. L'ensoleillement est très intense. Il y règne une chaleur torride durant la journée alors que les nuits sont relativement fraîches, voire froides.

Ces spécificités nécessitent des stratégies conceptuelles dotées sur une analyse bioclimatique dans laquelle on doit chercher la convergence entre les exigences architecturales et technique de projet avec les intentions retirées à partir de cette analyse pour concevoir un projet écologique et durable qui va participer dans l'évolution économique et urbain de Hassi Massoud et la région de sud est algérien

65 YAHIA CHERIF Halla, La ville saharienne de Hassi Messaoud : paradoxe entre la prospérité industrielle et l'échec du développement urbain, Mémoire de Magister en architecture, l'université Khider Mohamed Biskra, 2018

I) Volet 01 : L'analyse de site

I.1) Situation géographique de Hassi Messaoud

La commune de Hassi Messaoud est située au Sud-Est de la wilaya de Ouargla, à une distance de 83 km du chef-lieu de wilaya, et à 830 km de la capitale Alger. Elle est limitée :

- ✓ Au Nord-Ouest par les communes de M'Nagueur, Rouisset, Ain Beida, Hassi Ben Abdallah.
- ✓ Au Nord-Est par la commune de Taibet.
- ✓ A l'Est par la Daïra d' **ElBorma**.
- ✓ Au Sud par la wilaya d' Illizi.
- ✓ Au Sud-Ouest par la wilaya de Tamanrasset.
- ✓ A l'Ouest par la wilaya de Ghardaïa.

La commune de Hassi Messaoud est située dans le Sud Est de l'Algérie, à une latitude de 31°40 Nord et une longitude de 06°09Est. Elle s'élève à une altitude de 142 m. Sa région se caractérise par un climat désertique, aride et chaud.⁶⁶

Latitude 31°40' N / Longitude 6°09' E / Altitude 142 m.

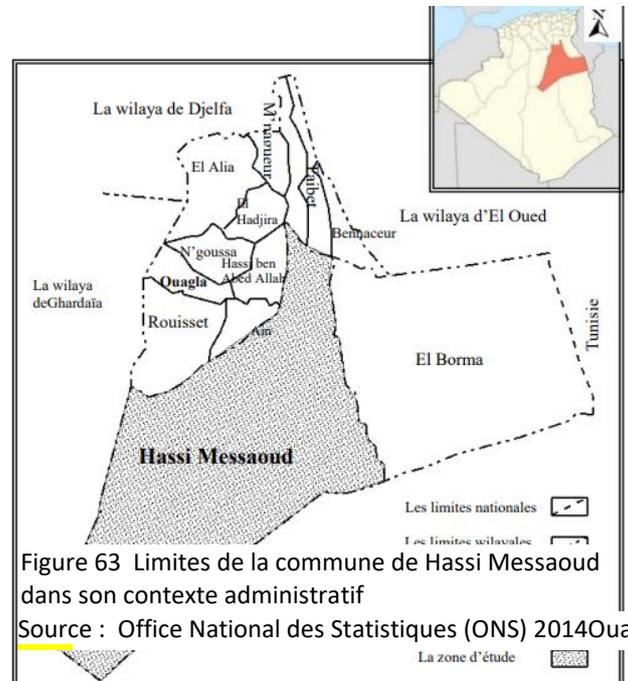


Figure 63 Limites de la commune de Hassi Messaoud dans son contexte administratif

Source : Office National des Statistiques (ONS) 2014 Ouargla



Figure 64 la situation géographique de Hassi Massoud

Source: Google Maps



66 YAHIA CHERIF Halla, La ville saharienne de Hassi Messaoud : paradoxe entre la prospérité industrielle et l'échec du développement urbain, Mémoire de Magister en architecture, l'université Khider Mohamed Biskra, 2018

Chapitre quatre : Présentation de cas d'étude

D'après la classification donnée par le ministère de l'habitat (1993), la commune de Hassi Messaoud appartient à la zone climatique E4 d'été et H3c d'hiver. La zone d'été E4 a des étés chauds et secs avec un écart de température diurne élevé. La zone d'hiver H3c a des hivers froids. (A. Djouimaa, 2008)

Localisation de terrain d'intervention :

L'assiette prévue pour concevoir le projet d'aéroport multimodal se localise à l'intersection des deux routes nationales N 03 et N 53 dans une situation stratégique entre la ville Ouargla, Touggourt et Hassi Massoud.

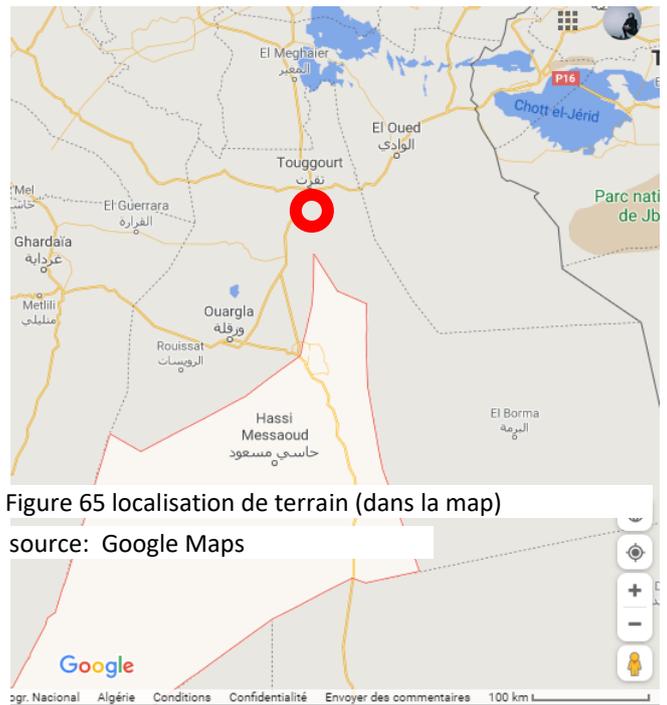


Figure 65 localisation de terrain (dans la map)

source: Google Maps

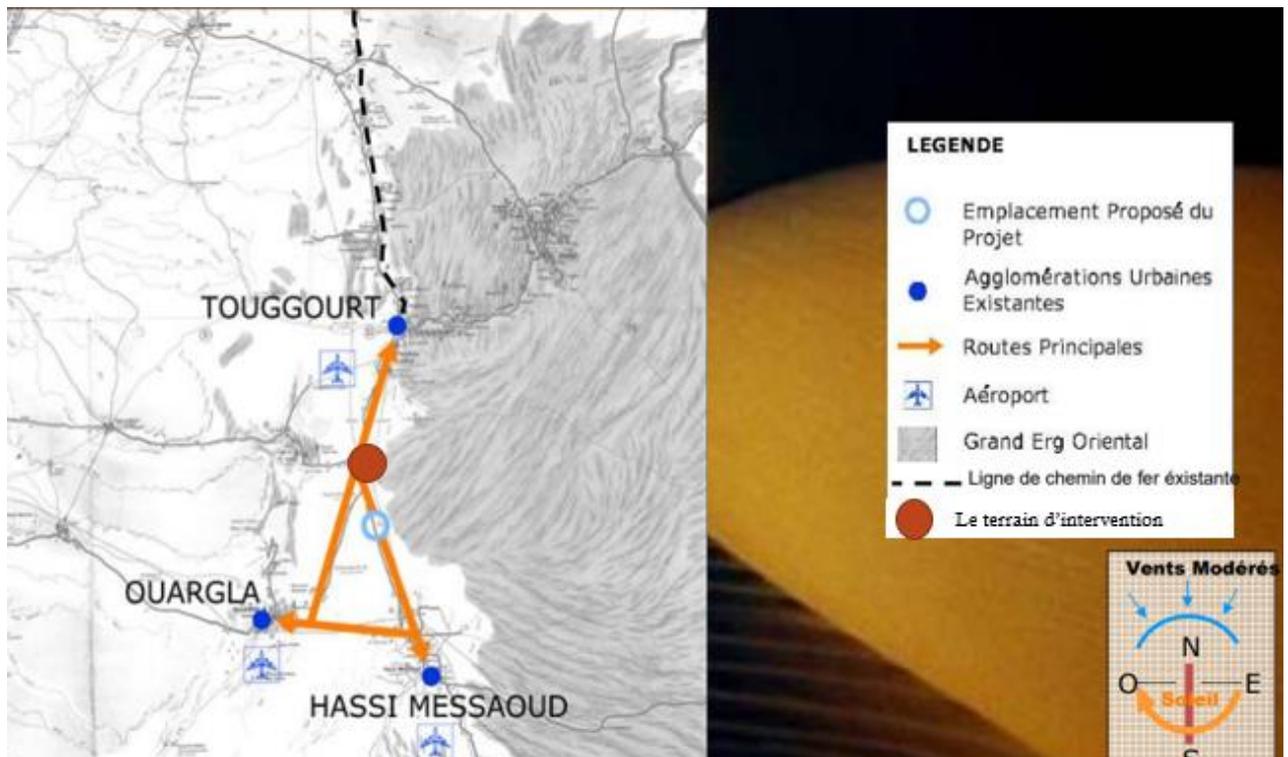


Figure 66 Localisation de terrain d'intervention Source : Etablissement de la ville nouvelle de Hassi Massoud, 2018

I.2) L'analyse Bioclimatique :

I.2.1) Le climat de la ville de Hassi Messaoud :

Hassi Messaoud se caractérise par un climat désertique, aride et chaud, Les caractéristiques de cette région sont (A Touati ; 2000) :

- Des températures très élevées le jour et très basses la nuit, (l'amplitude est importante)
- Un ciel clair,
- Une intensité de radiation très importante,
- Un taux d'humidité très faible,
- Des vents de sables accentuent l'aridité.⁶⁷

I.2.2) Les températures moyennes :

Les données climatiques de la commune de Hassi Messaoud montrent qu'on peut distinguer d'après le tableau des données descriptives des températures moyennes mensuelles sur dix ans (de 2004 à 2013) que la température moyenne la plus basse est de 4.7°C en janvier, le mois le plus froid, alors que la température moyenne la plus importante est de 43°C en juillet, qui est considéré comme le mois le plus chaud.⁶⁸

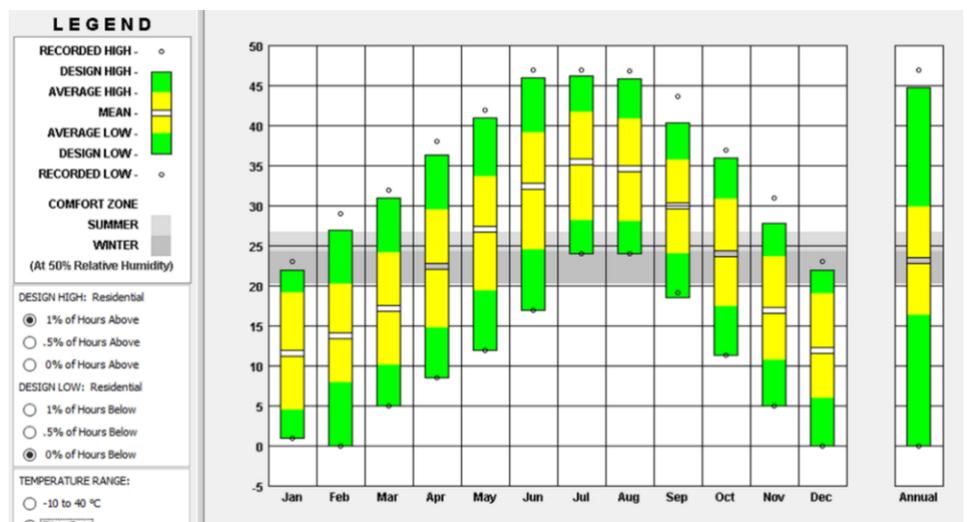


Figure 67 Graphe des températures moyennes mensuelles en °C à Hassi Massoud
Source : 26 Climat consultante

67 DJOUIMAA Ahmed, REALISATION ET VERIFICATION DE LA PERFORMANCE THERMIQUE D'UNE TOUR A VENT POUR UN RAFFRAICHISSEMENT PASSIF DANS LES REGIONS CHAUDES ET ARIDES. CAS DE HASSI MESSAOU, Mémoire de Magistère en Architecture 2008

68 YAHIA CHERIF Halla, La ville saharienne de Hassi Messaoud : paradoxe entre la prospérité industrielle et l'échec du développement urbain, Mémoire de Magister en architecture, l'université Khider Mohamed Biskra, 2018

I.2.3) Humidité relative :

Les moyennes mensuelles ne dépassent pas pendant tous les mois d'hiver (de Novembre à Février) 61.2%, cette valeur est la moyenne mensuelle notée pour le mois de Décembre. Ces valeurs tombent au-dessus de 30 % pour les mois les plus chauds (entre Mai et Août), jusqu' à atteindre une moyenne annuelle de 23.3 % en Juillet.⁶⁹

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
2004	58	46	41	35	32	24	23	32	34	36	67	64
2005	51	48	34	30	22	26	19	25	39	44	51	72
2006	63	53	36	31	29	20	23	26	35	45	52	67
2007	62	49	40	43	29	21	24	24	31	36	46	58
2008	65	44	35	27	26	28	23	26	33	51	58	60
2009	71	53	45	39	33	25	23	24	43	48	50	52
2010	53	43	39	39	35	25	29	25	36	43	46	50
2011	51	46	48	38	34	30	24	25	29	58	51	60
2012	58.5	54	46.1	35.9	24.3	23.3	22.1	22.5	29.6	36.9	52.1	55.2
2013	57.2	43.9	36.2	34	30.3	25.1	23	28.9	34.6	36.3	54	74.3
Moy	58.9	47.9	40	35.1	29.4	24.7	23.3	25.8	34.4	43.4	52.7	61.2

Tableau 14 Humidités relatives moyennes mensuelles d'après la série de 10 ans en % à Hassi Messaoud (2004 - 2013)⁷⁰

I.2.4) Les vents dans la région de Hassi Messaoud :

Les vents à Hassi Messaoud varient entre 2,8 et 4,5 m/s, avec une moyenne annuelle de 3,30m/s. On peut utiliser le vent comme moyen de rafraîchissement passif des espaces intérieurs durant la nuit. Pendant le jour, le vent est souvent chaud et chargé de sable, donc on doit se protéger contre cet élément incontrôlable.

69 YAHIA CHERIF Halla, La ville saharienne de Hassi Messaoud : paradoxe entre la prospérité industrielle et l'échec du développement urbain, Mémoire de Magister en architecture, l'université Khider Mohamed Biskra, 2018

70 Office National des Statistiques (ONS) Ouargla 2014

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
2004	2	3.4	4.4	3.3	5.6	4.1	2	3.7	3.5	3.3	3.2	3.6
2005	2.8	4.4	4.8	4.6	3.5	3.2	2.7	3.3	3.5	2.4	1.9	2
2006	2.1	3.2	3.2	4	4.9	4.7	4.4	4.9	5.3	3.4	2.6	2.6
2007	1.9	3.5	5.3	5.4	4.5	5.2	3.5	4.3	4.5	4.4	2.3	2.9
2008	2.5	3	4.7	5.7	5.6	5.4	4	3	4.2	4.7	3.3	3.1
2009	4.3	3.7	4.1	4	4.8	3.8	3.2	3.5	3.9	2.4	2.3	4.2
2010	3.4	4.4	4.5	4.9	4.8	5.4	3.7	3.4	3.7	3.4	3.8	3
2011	2.7	4.6	4.9	5.2	5	5	4.4	3.8	4.1	3.2	3.5	2.4
2012	3.2	2.6	0	5	4.5	5.7	0	2.2	3	3.5	2.9	2
2013	3.8	4.6	5.2	5.1	4.6	5.1	4.3	4.3	4.5	2.8	3.3	3.6
Moy	2,8	3,7	4,1	4,7	4,7	4,7	3,2	3,6	4	3,3	2,9	2,9

Tableau 15 Vitesses moyennes mensuelles des vents d'après la série de 10 ans en m/s à Hassi Messaoud (2004 2013)71

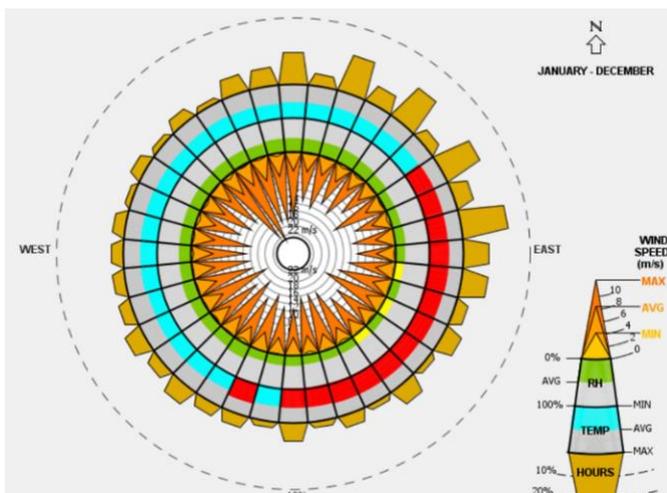


Figure 69 La rose des vents d'après la série de 10 ans à Hassi Messaoud. Source : Climat Consultant

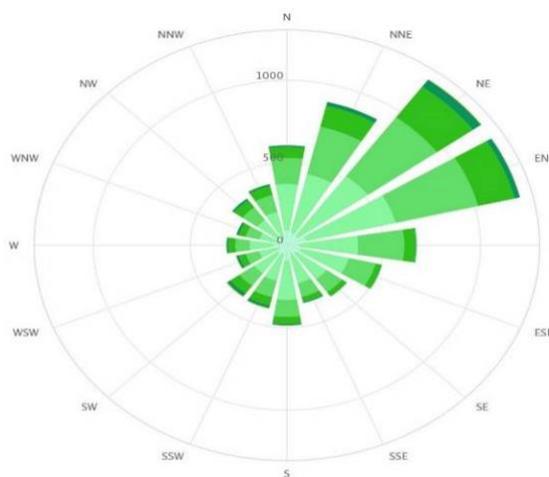


Figure 68 La rose des vents de Hassi Messaoud Source: Meteobleu.com

I.2.5) Chasse sable :

Le nombre de jours moyen par mois d'occurrence de chasse sable à Hassi Messaoud est résumé dans le tableau

Paramètres climatiques												
Nombre de jour moyen d'occurrence de chasse sable												
Période : 1996-2005												
Station de Hassi Messaoud												
J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Annuel
2.1	2.9	5.2	8.2	8.0	4.7	4.0	2.7	5.3	2.8	3.2	1.9	51.0

Figure 70 Nombre de jour moyen d'occurrence de chasse sable Source: A.DJOUIMAA 2008

D'après ces données nous pouvons déduire que la période de chasse de sable est Avril et mai (Wilaya de Ouargla 2005)⁷²

I.2.6) Précipitations :

Le diagramme oscille d'une manière irrégulière. Le mois de Novembre est considéré comme le plus pluvieux où le taux de précipitation atteint les 7,3 mm par contre la période sèche correspond aux humidités les plus faibles et les températures les plus élevés Juillet et Août).

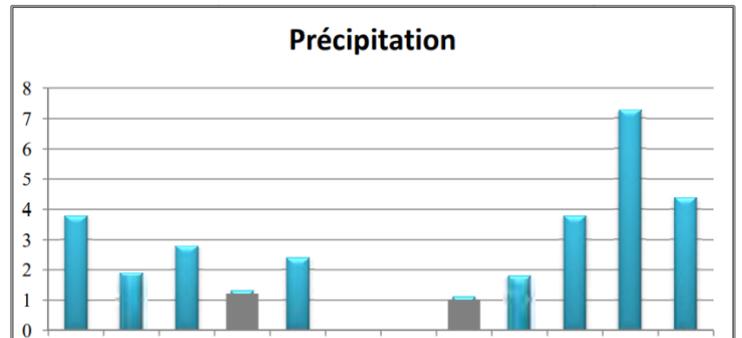


Figure 71 Le diagramme de précipitation d'après la série de 10 ans en mm à Hassi Messaoud.

Source : 80 Office National des Statistiques (ONS) Ouargla 2014

I.2.7) L'application de diagramme psychrométrique de Givoni :

Le diagramme psychrométrique de Givoni consiste à évaluer les exigences physiologiques du confort, à partir desquelles, les grandes lignes de la conception du bâtiment sont déterminées et permettent de garantir ce confort ; Givoni a établi des zones d'intervention obtenues en fonction des données climatiques de chaque mois. Les recommandations obtenues par cette représentation sont :

- La majeure partie de l'année se situe en dehors de la zone de confort.
- Une petite partie de la saison d'hiver se situe dans la zone de chauffage actif (mécanique) ; Il s'agit d'une partie des mois de Décembre, Janvier et Février. La majeure partie de ces mois se situe dans la zone de chauffage solaire passif (favoriser donc le chauffage par l'ensoleillement, une bonne pénétration du soleil en hiver est recommandée), utiliser les matériaux appropriés (agir sur les parois).
- La chaleur captée le jour, peut être ainsi restituée la nuit grâce à la masse thermique, car durant cette saison les températures nocturnes sont très froides.
- Les mois de Mars et Novembre se situent dans la zone de chauffage solaire passif.
- Une partie du mois d'Avril (40%) se situe dans la zone de confort, la grande partie dans la zone de chauffage solaire passif soit 50%. La partie restante se situe dans la zone de refroidissement évaporatif.

⁷² DJOUMAA Ahmed, REALISATION ET VERIFICATION DE LA PERFORMANCE THERMIQUE D'UNE TOUR A VENT POUR UN RAFRAICHISSEMENT PASSIF DANS LES REGIONS CHAUDES ET ARIDES. CAS DE HASSI MESSAOUD, Mémoire de Magistère en Architecture 2008

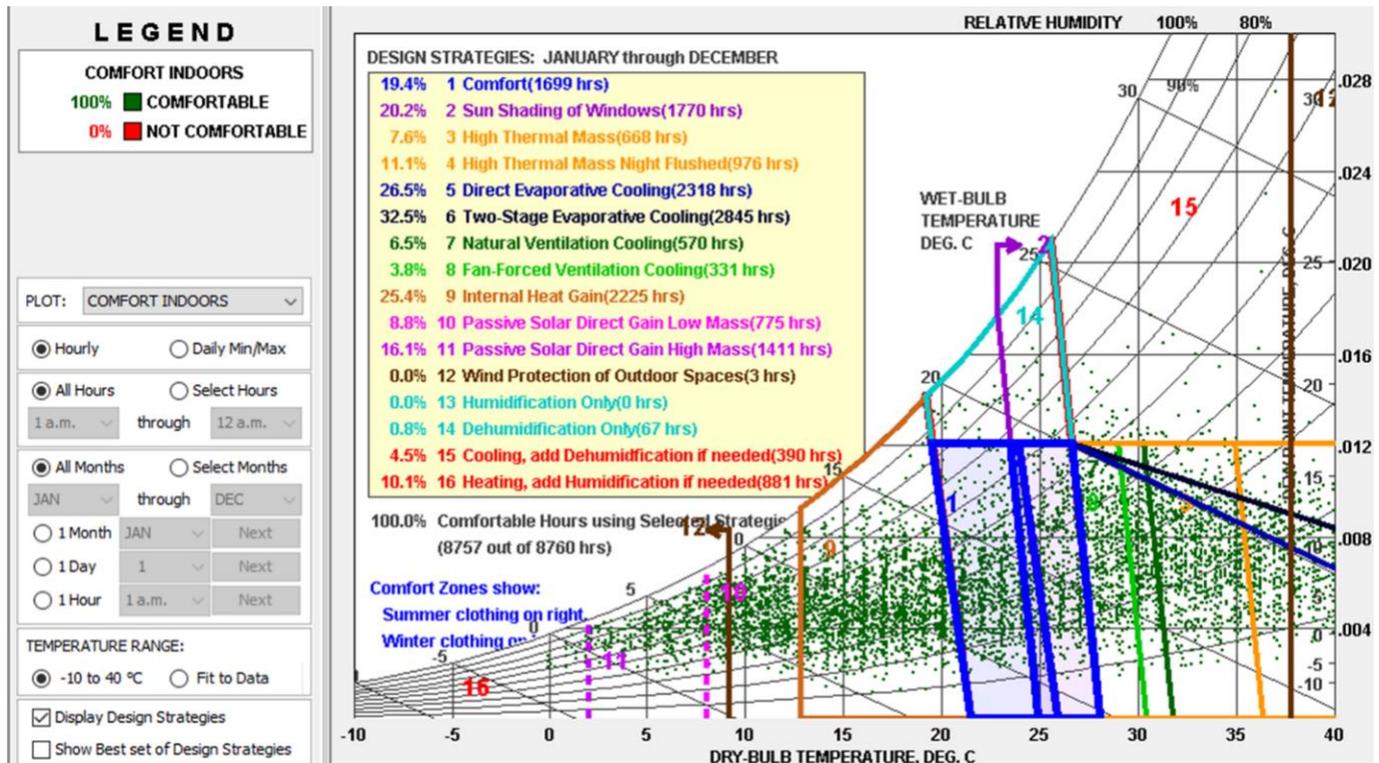


Figure 72 Diagramme psychométrique de GIVONI avec application sur la ville de Hassi Messaoud

Source : Climat consultante

- Les mois de Mai et Octobre traversent trois zones : celle du chauffage solaire passif, celle du confort et enfin, celle du rafraîchissement passif : effet de masse (l'épaisseur des murs et les matériaux utilisés peuvent donner un déphasage assez important qui aide à garder la fraîcheur nocturne à l'intérieur des constructions et à ralentir la pénétration de la chaleur du jour). Ventilation naturelle, effet de masse avec ventilation nocturne, refroidissement évaporatif direct sont atteints par : (en s'évaporant, l'eau rafraîchit l'air et l'humidifie : fontaine, matériaux poreux en contact avec l'eau, végétation...).
- Les mois de juin et septembre ont une petite partie dans la zone de confort soit 10%, la majorité des mois de Juin et Septembre soit 90% et la totalité des mois de Juillet et Août se situe dans la zone de refroidissement passif : Ventilation naturelle, effet de masse, effet de masse avec ventilation nocturne, refroidissement évaporatif direct et indirect.
- Une petite partie de Juillet et d'Août (les plus chauds de l'année) se situe dans la zone de refroidissement actif est nécessaire donc une climatisation artificielle.73

73 DJOUMAA Ahmed, REALISATION ET VERIFICATION DE LA PERFORMANCE THERMIQUE D'UNE TOUR A VENT POUR UN RAFFRAICHISSEMENT PASSIF DANS LES REGIONS CHAUDES ET ARIDES. CAS DE HASSI MESSAOUD, Mémoire de Magistère en Architecture 2008

I.2.8) Application de la méthode de Mahoney :

D'après l'application de la méthode de Mahoney sur la ville de Hassi Messaoud sous la latitude 31°40' Nord, on aboutit à un certain nombre de recommandations variant du général (implantation – plan de masse - orientation...), jusqu'au détail (dimension des ouvertures...) :

Recommandations générales :

- Plan et tissu compact.
- Orientation Nord – Sud (axe long Est – Ouest).
- Ouvertures de taille moyenne.
- Murs extérieurs et intérieurs épais (inertie importante, avec un déphasage dépassant les 8h tel que la pierre...).
- Toits lourds (plus de 8h de temps de déphasage).
- Aménager des espaces extérieurs pour dormir le soir.

Recommandations Détaillées : L'analyse bioclimatique à travers la méthode de Mahonay a fait sortir des recommandations qui pourront être adoptés dans les projets d'architecture dans le climat de Hassi Messaoud (froid et sec / chaud et aride).

- Déphasage des murs extérieurs et des toits supérieurs à 8h.
- Taille moyenne des ouvertures 25 - 40%.
- Un plan compact avec patio et recommandé, avec de petites ouvertures. La protection des ouvertures contre l'ensoleillement direct est un élément important étant donné la longueur de la saison chaude (ceci sans autant priver les mois les plus frais de la chaleur solaire nécessaire).

I.3) Le milieu naturel de Hassi Messaoud :

I.3.1) Faune et la flore :

Flore : la couverture végétale dans la zone d'étude est plutôt rare et éparpillée. Et se localise essentiellement dans les dépressions et spécialement dans les fons des versants. D'après l'étude "Ecology of erg el Ouar" (Anonyme, 2001), 14 espèce divisée en 11 familles ont été recensées.

Faunes : elle est peu nombreuse dans la zone d'étude (Anonyme, 2001).74

I.3.2) La géologie de Hassi Messaoud :

Géographiquement, le relief de la commune de Hassi Messaoud se divise en trois grands ensembles homogènes : Le plateau de TADMAIT situé au Sud-Ouest de la commune, les dunes du grand Erg Oriental qui occupent environ 50% de son territoire, sont localisées au Sud et à l'Est, et les Hamadas (plains désertiques) qui se présentent sous forme de vastes plateaux caillouteux subhorizontaux dont la surface d'altération s'étend à l'Ouest. (PDAU Hassi Messaoud, 1997).

Ses sédiments sont des alluvions argilo-sableuses, des calcaires, des dolomies, des marnes, des argiles, des sables, des grès et des sels sédimentaires de chott ou de sel diapyrique. (Groupement DONGMYEONG, 2012).

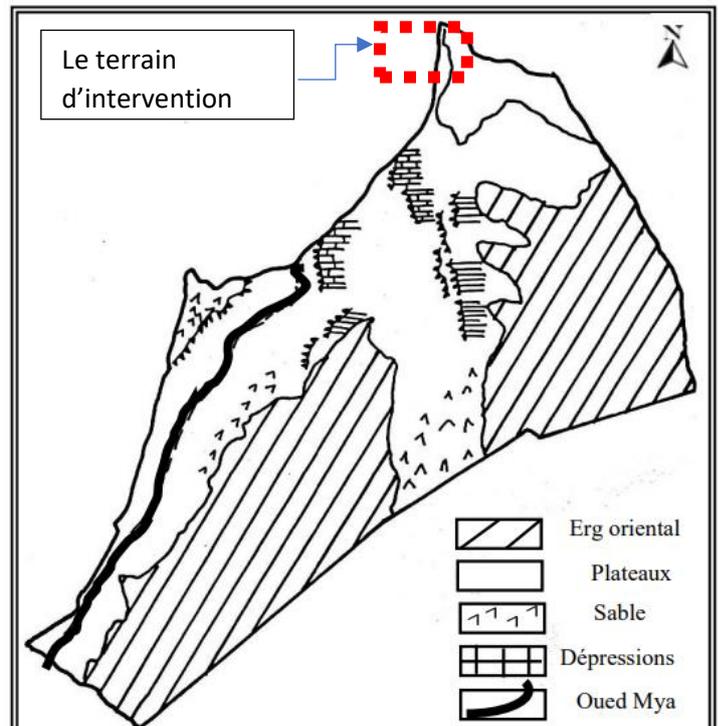


Figure 73 Les zones naturelles de la commune de Hassi Messaoud
Source: Zroumada. S, 2004

I.3.3) Le réseau hydrographique de Hassi Messaoud :

La commune de Hassi Messaoud contient un réseau hydrographique assez dense qui sillonne son territoire. Elle recèle en son sous-sol d'importantes quantités d'eau contenues dans des réservoirs souterrains, réparties sur différentes nappes :

- La nappe du Mio-pliocène ou nappe des sables : caractérisée par une surface de 350 000km² et une profondeur entre 70 et 130 m, donnant une eau salée relativement élevée.

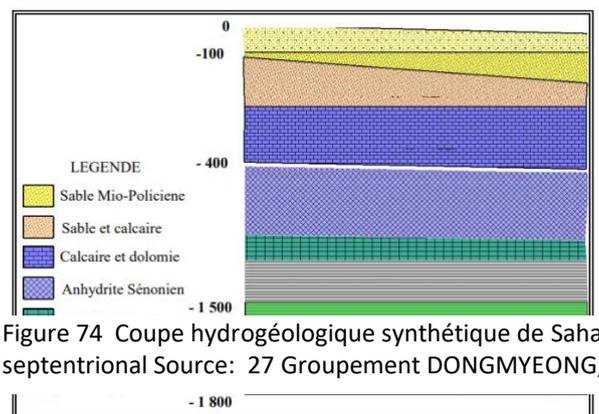


Figure 74 Coupe hydrogéologique synthétique de Sahara septentrional
Source: 27 Groupement DONGMYEONG, 2012

74 A.NESRI/N.KOUIDRI, Etude de l'effet du forage pétrolier sur les propriétés physicochimiques du sol dans la région de Haoud El-Hamra (Hassi Messaoud – Ouargla), Mémoire de Master Académique en Sciences Biologiques, Université Echahid Hamma Lakhdar - EL OUED, 2019

- La nappe du Sénonien : possède une plus faible salinité et dont l'eau est réservée pour l'AEP, sa profondeur varie entre 140 et 400m. (Groupement DONGMYEONG, 2012).

La potentialité en eau de la commune dépasse 136,5 Hm³ mais l'eau mobilisée est de 31,42 Hm³ ce qui correspond à 23.02% de l'eau potentielle de la commune (DHW. Ouargla, 2012).

I.4) La potentialité de la ville de Hassi Massoud :

I.4.1) Structure urbaine :

La ville de Hassi Messaoud contient un périmètre urbain entouré par quatre installations majeures, la zone industrielle qui occupe une bande de terrain parallèle à la route nationale Ouargla-Illizi à l'Ouest, la base d'Oued Irara et le centre de production au sud.

Le style général de la ville est de caractère saharien dans un consensus architectural moderne. C'est un ensemble de logements individuels, préfabriqués, bidonvilles, et de logements sociaux arrivant difficilement à supporter le micro climat de la région.

En dehors du noyau urbain, il y'a d'autres axes structurants tels que l'axe industriel qui constitue un axe principal de desserte de la zone de production, l'axe artisanal qui constitue un axe principal de desserte de la zone d'activités et d'entrepôts, et l'axe de base de vie et d'activité qui constitue un axe principal de desserte de base de vie et d'activités dite zone industrielle.75

I.4.2) La démographie de Hassi Messaoud :

La population totale de la commune de Hassi Messaoud est estimée par l'extrapolation à 47.167 habitants se répartie sur une surface de 71 237 km², ce qui représente une densité de 0.7Hab/km², cette très faible densité reste bien en deçà de celle au niveau moyen de wilaya du sud (3.8 Hab/km²). (DPAT Ouargla, 2013).

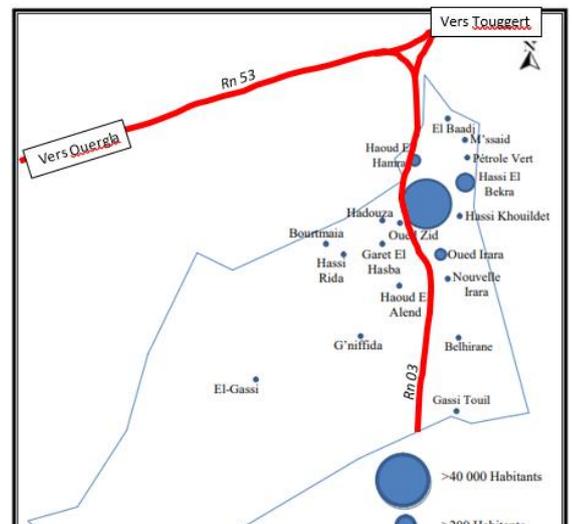


Figure 75 Distribution des populations de la commune de Hassi Messaoud
Source : YAHIA CHERIF Halla, 2014 + Auteur

75 YAHIA CHERIF Halla, La ville saharienne de Hassi Messaoud : paradoxe entre la prospérité industrielle et l'échec du développement urbain, Mémoire de Magister en architecture, l'université Khider Mohamed Biskra, 2018

La projection de la population est calculée à 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%. [I. SELADJI, A. KHEBICHAT 2016]

I.4.3) La nouvelle ville de Hassi Messaoud :

La ville nouvelle de Hassi Messaoud s'inscrit 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 76 Vue sur le plan d'aménagement de la nouvelle ville Hassi Massoud. Source : MINISTERE DE L'ENERGIE ET DES MINES 2009

La Ville Nouvelle de Hassi Messaoud pourra héberger 80 000 habitants et sera un développement urbain alternatif qui formera un nouveau pôle de croissance en offrant :

- Une attractivité pour les personnes et les services.
- Une architecture et un urbanisme appropriés au climat saharien.
- Un cadre de vie agréable et moderne.
- Tous les paramètres qui puissent en faire une ville au sens noble du terme.⁷⁶

I.4.4) Les infrastructures de transport :

Le réseau routier est constitué des routes nationales RN 03 (reliant Hassi Messaoud à Ain Amenas au Sud et Touggourt au Nord), RN 53 A (reliant la RN 03 à partir du carrefour Oued Irrara et débouche sur la Daïra d'El Borma), RN 49 (reliant la commune de Hassi Messaoud et la wilaya de Ouargla). Ces routes sont concentrées dans la partie Est de la commune avec une longueur de 277 km. (DPAT Ouargla, 2013).

76 ETABLISSEMENT DE LA VILLE NOUVELLE DE HASSI MESSAOUD, LA MINISTERE DE L'ENERGIE ET DES MINES, LA VILLE NOUVELLE DE HASSI MASSAOYD / OUED EL MARAA / OUERGLA, Document descriptif, JUIN 2009

Chapitre quatre : Présentation de cas d'étude

Pour le transport aérien, 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 de Touggourt – Sidi Mahdi	Aéroport de Hassi Messaoud –Krim Belkacem
Photo			
Situation	15 km au « Sud-Est » de la ville de Ouargla	9 km au « Sud-Est » de la commune de Touggourt	26 km au « Sud-Est » de la commune de Hassi Messaoud
Loin de terrain d'intervention de	97 Km	80 km	104 km
Le type	National	National	International
La vocation	Mouvement national interne des passagers vers les villes du nord de pays	Il dessert la ville d'Alger et quelques villes du sud	Le mouvement des travailleurs dans le secteur d'industrie pétrolière.
Surface bâti	2200 m ²	2145 m ²	3000 m ²
Le Nombre des passagers en 2013	52 322	16 419	552 820
Le mouvement des frets en 2013	982	774	21 457

Le ratio (la capacité par la surface bâti)	24 (passager/an.M ²)	7.6 (passager/an.M ²)	184.2 (passager/an.M ²)
Les remarques	<ul style="list-style-type: none"> • 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. • L'aéroport international de Hassi Messaoud est important pour la ville actuelle pétrolière pour assurer le mouvement des travailleurs et les marchandises consacrés aux industries pétrolières. • En comparant le ratio (la capacité par la surface bâti) de l'aéroport d'actuelle de Hassi Massoud avec les exemples étudiant (voir le tableau 12) en remarque que l'aéroport de Krim Belkacem est surexploité • En termes de dimensionnement, la taille de l'aéroport Krim Belkacem n'a pas été capable de répondre aux besoins des passagers en matière de capacité d'accueil qu'il va être augmenter après la future extension de la nouvelle ville. 		

Tableau 18 Tableau comparatif entre les infrastructures aéroportuaires existant dans la région d'étude⁷⁷

I.5) L'analyse de site : l'assiette de projet :

I.5.1) Le choix de terrain : la Localisation

Les infrastructures aéroportuaires ce sont des équipements d'articulation urbaine dans leur environnement immédiat et aussi aux niveaux national et international. Et donc pour concevoir un aéroport fonctionnel qui répond aux différentes exigences de transport il est nécessaire de bien réfléchis sur le choix de terrain de projet, ce choix doit répondre aux conditions suivantes :

- La nature de terrain sain et une topographie douce.
- En mettre en considération les soucis de nuisances sonores provoqués par les avions lors des atterrissages et des décollages, le choix de terrain doit possède un éloignement de 7 km en minimum de la zone urbaine.
- Étudier l'impact sur l'environnement.



Figure 77 La localisation du terrain par rapport la nouvelle ville Source: Google Earth + Auteur

⁷⁷ Etablissement de Gestion des Services Aéroportuaires <http://www.egsa-alger.dz> + Travail personnel

- Liaison de l'aéroport avec d'autres systèmes de transport.78

À la base de ces exigences on opte pour l'implantation d'un aéroport multimodal à 12 km du nord de la nouvelle ville de Hassi Massoud « Oued El Maraa ». Dans cette assiette du projet l'enjeu principale c'est de relier les trois ville Ouargla, Touggourt et Hassi Massoud, par une infrastructure aéroportuaire multimodal capable d'accueillir le nombre prévu des passagers, en rapprochant les distance entre les agglomérations urbaine à travers la multimodalité qu'on peut offrir par la requalification de chemin de fer venant de Touggourt et la valorisation de la route national N 03 et N56 par les lignes de bus et taxi.

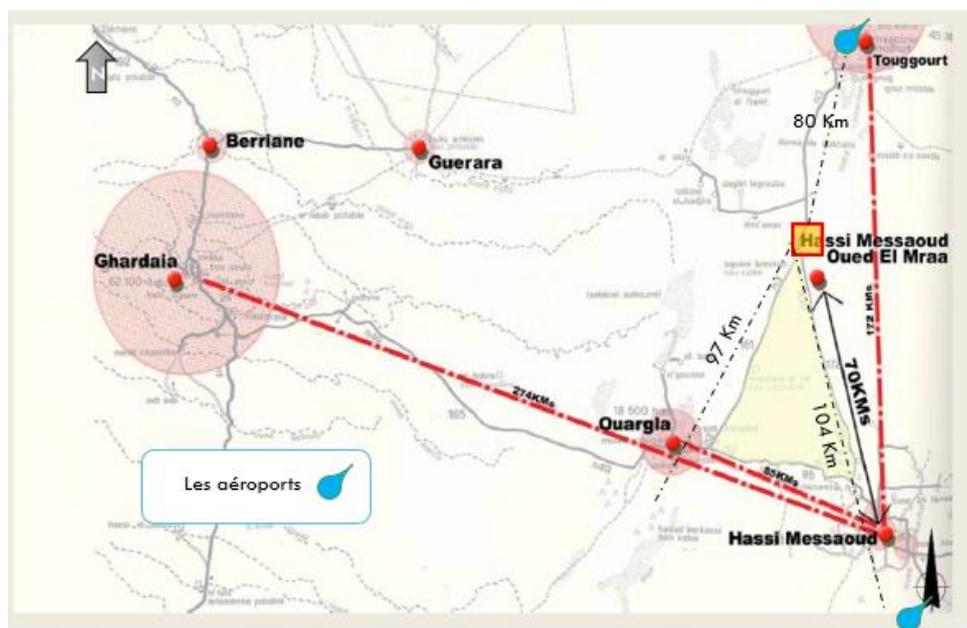


Figure 78 La localisation de site par rapport les infrastructures aéroportuaires immédiats

Source :28 Ministère des énergie et des mines 2009 + Auteur, 2021

I.5.2) L'environnement immédiat de site :

Le terrain se situe dans une zone vide de nature désertique qu'il est limité par les routes nationales N 03 et N 56 il existe deux édifices l'une s'agit d'une station de carburant avec quelque service de base



Figure 79 Vue satellite correspond à l'environnement immédiat de site
Source : 29 Google earth + Auteur, 2021

78 Nathalie ROSEAU, Aérocity : quand l'avion fait la ville, Parenthèses, (2012).

destinée au voyageur, et l'autre construction c'est une bâtisse informelle de vocation inconnue.

I.5.3) Délimitation et accessibilité :

Le terrain est assez vaste selon les exigences surfaciques du programme spécifique, et détient une surface de 7 604 673 m² (760 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.

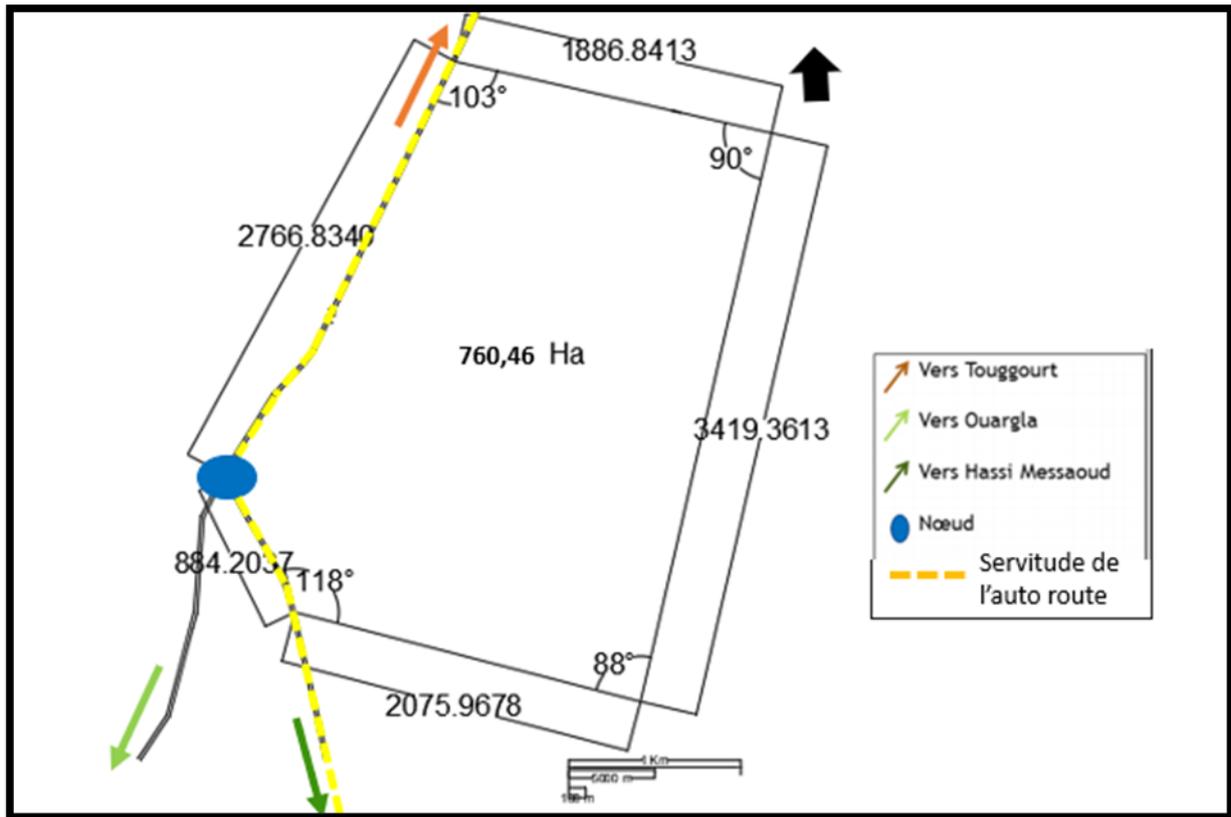


Figure 80 la délimitation de terrain de projet

source : 30 Auteur, 2021

I.5.4) Les servitudes et la sécurité :

La canalisation principale pétrolière se situe à distance de 10 km par rapport le terrain de projet dans il ne procède aucun risque au futur projet. Les servitudes de les actions aérienne (l'atterrissage et le décollage de l'avion) est aussi respectée car l'absence de tissu urbain dans un rayon de 5 Km depuis le site. On doit avoir une recule de 50 m de les auto routes pour assurer le contrôle des limites de l'aéroport et préserver une zone d'extension possible pour la route.

Hassi Messaoud se situe dans une zone de faible sismicité (la zone sismique 0).⁷⁹

I.5.5) La topographie et la nature du sol :

Il est nécessaire de connaitre la topographie du terrain pour connaitre la manière d'intégration de la future aérogare ainsi que la zone d'aérodrome. 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.

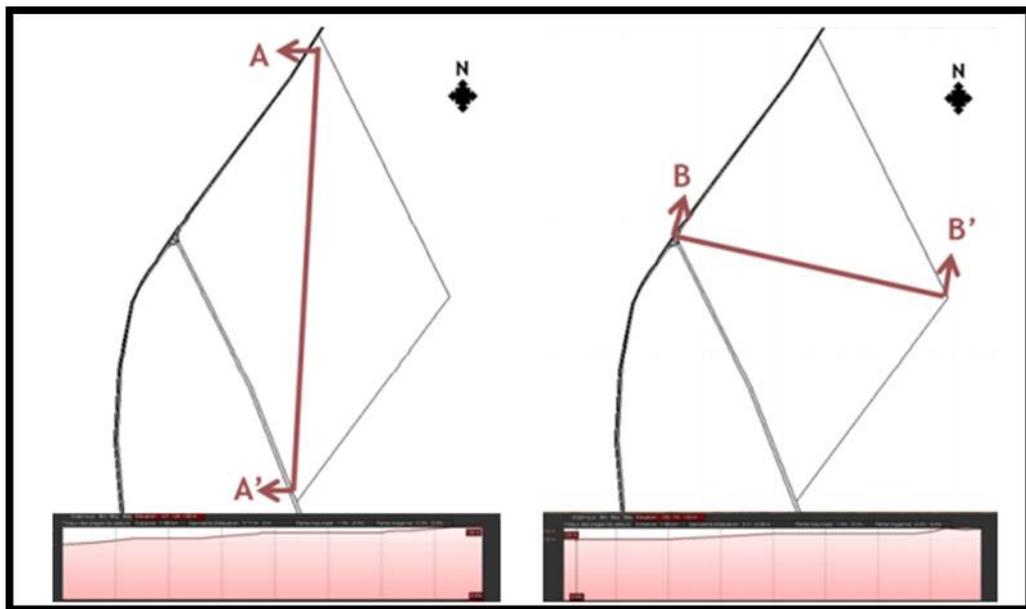


Figure 81 Coupe topographique de site source : Google Earth + Auteur 2021

Pour ce qui est de la topographie du terrain, cette dernière est plutôt clémente avec des dénivelés légers 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.

⁷⁹ Réglementation parasismique algérienne

II) Volet 2 : Le processus de conception et les stratégies utilisées

II.1) L'aspect programmatique

II.1.1) Calcul de la capacité :

On propose donc : $N = \text{départ} + \text{arrivée}$
 $= 4.000.000 \text{ passagers/an.}$

• Trafic de pointe TP = $N \cdot 2 \cdot 0,04\% =$
 3200 passagers

• Trafic à l'heure de pointe

$0,3 \cdot TP \cdot C$ (avec C coefficient correcteur
 pour visiteurs = 1,5)

$0,3 \cdot 4800 \cdot 1,5 = 1440$ ⁸⁰

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 19 Ratios généraux des trafics de pointe par heure de pointe

II.1.2) Dimensionnement d'une aérogare passagère :

Ce qui influe lors de la conception des aéroports, c'est la densité du trafic aérien. Le dimensionnement d'une aérogare est défini par une méthode simple appelée « la méthode par Ratios » fournie par l'ENAC⁸¹ qui estime la surface nécessaire pour l'aérogare par sa capacité annuelle. Pour une capacité d'un million de passagers par an.⁸²

	Le dimensionnement par rapport 1 million passagers par an	Le dimensionnement par rapport 4 million passagers par an
Surface de l'aérogare	8000m ² à 15000m ²	32 000 m ² à 60 000 m ²
Hall d'enregistrement	8 à 12 comptoirs d'enregistrement	32 à 48 comptoirs d'enregistrement
Contrôles sureté	2 à 4 comptoirs	8 à 16 comptoirs
Salle d'embarquement	700 m ²	2800 m ²
Poste avion	4	16
Tapis de livraison bagages	1	4
Hall public	250m ²	1000 m ²

⁸⁰ Association Internationale du Transport Aérien <http://www.iata.org/>

⁸¹ L'Ecole Nationale de l'Aviation Civile Tunisia

⁸² M. M'nasri, Un nouveau terminal pour l'aéroport international de Sfax, Mémoire de magister, l'université de Carthage Tunisia 2015

Parking	500 à 700 places	2000 à 2800 places
---------	------------------	--------------------

Tableau 20 Dimensionnement d'une aérogare par rapport la capacité

II.2) Le programme retenu :

II.2.1) Le Programme de Projet « l'aéroport multimodal » :

La surface (m ²)	L'équipement	La surface (m ²)	L'équipement
760	Service de contrôle	7 500	Caserne de sécurité interne
270	Tour de contrôle	3 500	La cuisine centrale pour
3 600	Direction de transport des frets	3 000	Départ
55 630	Aérogare de fret	7 150	Hangars de stationnement des véhiculés du service
15 300	Stockages de fret	4 000	Centre de maintenance / ad
6 200	Airbus hélicoptère	13 000	Hangars de maintenance x 3
36 000	Hangars de stationnement	4 000	Direction régionale d'air Algérie
17 000	Station de carburant	2 700	Station météorologique
50 470	Aérogare	11 200	Hôtel
13 700	Station des bus	2 600	Mosquée
15 200	Stations des taxis	2 900	Centre administratif
11 200	Esplanade	3 500	Direction régionale de la douane
10 200	Parking couvert	5 800	Caserne de gendarme
17 200	Parking permanent nord	12 400	Gare multimodale
7 230	Parking temporaire sud	6 420	Aérogare v i p
15 800	Parking temporaire nord	1 500	Direction opérationnelle aéroportuaire
6 150	Parking permanent sud	2 800	Hébergement des travailleur
3 000	Parking v i p		

Tableau 16 le programme surfacique de l'aéroport multimodal

II.2.2) Le Programme de l'aérogare de passager :

On estime à travers l'analyse de cas d'étude la capacité de future l'aérogare est 4 millions passagers par an. À la base de cette estimation et à l'aide de notice de calculé présidente et de l'analyse des exemples. On opte de formuler le programme surfacique suivant : (toutes des surfaces en mètre carré)

Fonction trafic				
Entité	Espace	Surface (m ²)	Nombre	Cumule
Hall public	Orientation		1	
	Zone d'attente et circulation		1	
	Office de tourisme	20	1	20
	Agence de location de voiture	22	2	44
	Agence de voyage	25	2	50
	Multiservice	23	1	23
	Boutique	25	3	75
	Sanitaire	65	2	130
	Salle de prière	90	1	90
	Salle de soin	40	1	40
Banque de change	Bureaux	83	2	166
Administration	Bureau directeur général	90	1	90
	Salle de réunion	110	1	110
	Bureau directeur financier	75	1	75
	Bureau directeur des systèmes d'information	65	1	65
	Directeur des opérations	135	1	135
	Salle d'archive	60	1	60
	Responsable relations presse	75	1	75
	Bureau qualité et démarche de projet	130	1	130
	Parking temporaires	140	1	140
	Bureau des ressources humaines	60	1	60
	Bureau directeur du management des risques	85	1	85

Chapitre quatre : Présentation de cas d'étude

	Bureau directeur technique	50	1	50
	Salle d'archive	20	1	20
	Bureau de la relation territoriale et environnement	40	1	40
	Bureau compagnie aérienne	55	4	220
	Bureau douane	45	2	90
	Bureau police	40	2	80
	Stockage	55	2	110
	LA SOMME			2273

Embarquement International				
Enregistrement	Banques d'enregistrement international + attente	250	2	500
	Tri bagage départ international	150	2	300
Control P.A.F	Attente + filtre P.A. F	220	2	440
	Bureaux	14	6	84
Embarquement	Attente + circulation	5000	2	10000
	Circulation + attente	2800	2	5600
	Attente vip	500	2	1000
	Boutique	40	12	480
	Sanitaire	75	8	600
	LA SOMME			19004
EMBARQUEMENT NATIONAL				
Enregistrement	Banques d'enregistrement + circulation	250	2	500
	Tri bagage national	150	2	300
	Circulation + attente	2500	2	5000
	Sanitaire	75	4	300
Contrôle police	Attente + filtre	220	2	440
	Bureaux	16	6	96
	LA SOMME			6636
Zone d'arrivée				
Control P.A.F (international)	Attente + circulation	680	2	1360

Chapitre quatre : Présentation de cas d'étude

	Bureaux	15	4	60
Livraison bagage	Zone de circulation	900	2	1800
	Livraison bagage national	100	2	200
	Livraison bagage international	100	4	400
	Bureaux	24	6	144
Contrôle douane	Circulation + attente	400	1	400
	Bureaux	16	2	32
Sanitaire	Sanitaire	75	2	150
	LA SOMME			4546
Fonction opérationnelle				
Service Egas	Cafétéria + préparation (accessible)	340	2	680
Etablissement de gestions aéroportuaires	Zone d'attente	840	2	1680
	Boutique	724	2	1448
	Pharmacie	140	2	280
	Cafeteria (réservée pour passager) + zone de repos	360	1	360
Espace équipages	Salle de repos équipage	90	3	270
	Sanitaire	45	2	90
	Bureau compagnie aérienne	77	2	154
	Espace stockage	230	2	460
Espace business	Salle de réunion	210	1	210
	Accueil+ repos	105	3	315
	Circulation personnel	850	2	1700
	LA SOMME			7647
Fonction commerciale				
Restaurant	Espace tables	365	2	730
	Comptoir		1	0
	Cuisine	365	2	730
	Réserves attenantes	200	2	400
	Bureaux éventuels	165	3	495
Cafétéria	Cafétéria	372	2	744
Boutiques	Tabac et journaux	20	4	80
	Cosmétique	20	1	20
	Une boutique duty-free	20	1	20

Chapitre quatre : Présentation de cas d'étude

	Magasins de détail	20	3	60
	Des magasins hors taxes	20	2	40
	Des postes internet	28	1	28
Espace de détente	Espace d'attente et de circulation	50	2	100
	Espace machine de massage pieds	50	2	100
	Zone d'exposition	24	1	24
Salle VIP	Espace pour des salons	117	4	468
	Un comptoir pause-café	50	3	150
	Zone de projection	40	1	40
Loisire	Salle de bébé	40	2	80
	Salle de repos	40	6	240
	Des douches	60	3	180
	Sanitaire	60	2	120
	LA SOMME			4849
	La surface totale			48 862 m²

Tableau 21 Le Programme surfacique retenu

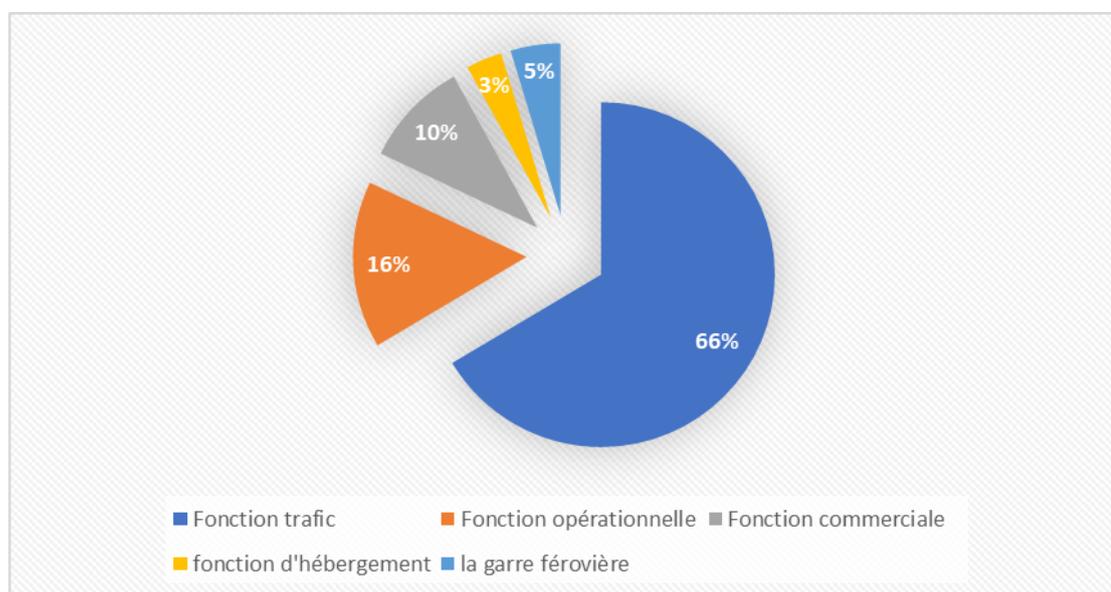


Figure 126 Graphique représente le pourcentage des entités principales dans le programme retenu

Source : Auteur, 2021

II.3) Les stratégies optées dans la conception :

Le choix de terrain	Le site se situe dans le plateau rocheux saharienne mais il est toujours possible de rencontrer le mouvement du sable, et pour cela on doit recouvrir notre terrain par une bande végétale.
L'implantation de bâtiment	Le bâtiment doit être bien intégré à son environnement naturel et en même temps il doit être un point de repéré dans la ville Hassi Messaoud pour faciliter la mobilité entre les agglomérations désertique très loin l'une aux autres.
Le choix de mobilité	<p>Les conditions climatiques de la région étudié on oblige de réfléchir sur le choix de la mobilité urbain dans l'aéroport et le transport vers les trois ville (Ouargla, Touggourt, et Hassi Massoud). Pour cela on opte pour une gare multimodale qui va être en relation direct avec l'aérogare des passagers à travers le sous-sol en profitant des ambiances thermiques du sol.</p> <p>La gare multimodale occupe une station tramway qu'elle a été conçu par l'extension de chemin de fer existant. Cette dernière va être un choix écologique parce que ne possède aucune émission des gazes polluant.</p>
La forme	Comme tous les aérogares « les exemples étudiant », cet édifice c'est un bâtiment à base hauteur en proportion avec l'étendu horizontale à cause au exigences fonctionnelles, Donc l'élément le plus exposé au rayon solaire c'est la toiture, et pour cela on doit intervenir sur la forme de bâtiment et spatialement de sa toiture pour avoir le maximum de protection possible et donc on optimise le confort à l'intérieur de l'espace.
Le choix de type d'aérogare	<p>Le type aérogare transbordeur est très défavorable dans ce cas d'étude à cause le climat très chaud qui caractérise cette région</p> <p>L'aérogare à jeter et linaire sont les types les plus favorables pour la facilité des opérations de contrôle et la visibilité et la fluidité des parcours des passagers. Malgré ce choix augmente la distance des voies de circulation à l'intérieur de l'aéroport mais on peut gérer ce problème à travers les équipements spéciaux telle que les tapis roulant, les escalators et la mobilité douce.</p>

<p>Au niveau le plan d'aménagement</p>	<p>La première priorité des urbanisé lorsqu'ils sont conçus des aménagements urbains dans un milieu aride c'est la création de microclimat ambiant</p> <p>Pour cella on doit au premier milieu d'implantée la trame verte</p> <p>Car un secteur vert est plus humide et donc refroidisseur que son environnement du au processus d'évapotranspiration qui augmente la proportion de la chaleur latente en comparaison à la chaleur sensible</p> <p>En plus l'humidification de l'aire à travers les parcours d'eau qu'on peut le crée par l'extraction depuis la nappe phréatique</p>
<p>Au niveau le plan de masse</p>	<p>D'après l'application des tables de Mahony il est conseillé de concevoir un plan et tissu compact avec la création des patio intérieur et orientation Nord – Sud la plus favorable dans ce cas</p> <p>La protection des façades sud à travers la végétation implantée à l'extérieur de bâtiment est impossible à cause des exigences de sécurité prévu dans la zone de circulation des avions. Alors on peut opter pour les murs végétalisés ou bien ont protégé la façade par la toiture parasole et la technique de moucharabia.</p>
<p>La protection contre la chaleur externe</p>	<p>La réduction de chaleur qui arrive par les ouvertures vitrées du bâtiment :</p> <p>Réduction de la surface de vitrage exposée au soleil.</p> <p>Réduction de la surface de vitrage non exposée au soleil.</p> <p>Orientation de préférence n-s.</p> <p>Protection solaire par l'extérieur.</p> <p>Protection solaire par l'intérieur.</p> <p>La réduction de chaleur qui arrive par les parties opaques :</p> <p>Super isolation thermique.</p> <p>Suppression des ponts thermiques.</p> <p>Emissivité des parois.</p> <p>Double peau ventilée.</p> <p>La réduction de la chaleur qui rentre dans l'édifice par la ventilation :</p> <p>Haute performance de l'étanchéité à l'air.</p> <p>Echangeur thermique double flux.</p> <p>Refroidissement partielle de l'air entrant par des puits souterrains.</p>
<p>La production du froid passif</p>	<p>Le refroidissement adiabatique :</p> <p>Sources d'eau en mouvement à l'intérieur.</p>

	<p>L'utilisation de la technique des tours à vent</p> <p>Les puits canadiens</p> <p>Le refroidissement à travers le patio</p> <p>La façade en double peau</p> <p>La façade en moucharabieh</p>
Le refroidissement de périphérique de bâtiment	<p>Cours végétalisées</p> <p>Cours humidifiées</p> <p>Ombrage périphérique</p>
Le choix de matériaux et couleur	<p>Pour la structure de l'aérogare on opte d'utiliser la structure tridimensionnelle grideshell en charpente métallique à cause de les avantages formelle et fonctionnelles qu'elle offre. Et on choisit le métallique pour sa disponibilité dans la région (l'usine de Ghardaïa). L'utilisation de métallique dans ce cas nécessite inévitablement l'utilisation des matériaux à haute qualité thermique pour minimisée les ponts thermiques</p> <p>Pour cela on opte de concevoir une toiture tridimensionnelle en ossature métallique couverte par une nappe des éléments modulaire préfabriquée paramétrique en super adobe au bien le béton cellulaire préfabriquée</p> <p>La structure des planches va être conçu en poteau champignon on béton armée</p> <p>Par rapports aux ouvertures on utilise le double vitrage rempli en gaz d'argan plus un dispositif de brise solaire arabesque « la moucharabié » en bois</p> <p>Pour les cloisons intérieures en utilise le super adobe pour le temps de déphasage favorable et la rapidité de mise en œuvre et aussi la matière primaire de sa fabrication et toujours disponible dans la région de Ouargla « le sable et l'argile ».</p> <p>La couleur des bâtiments va être une couleur claire comme le blanc. Il permet de faire de grandes économies de surchauffe des surfaces exposées.</p>
La ventilation mécanique	<p>Dans les périodes les plus chauds de l'année on nécessite (selon le diagramme de Givoni) une refroidissement actif la climatisation artificielle mécanique.</p> <p>Pour cela ont choisir la climatisation centrale avec régularisateur énergétique</p>

	<p>Les canalisations d'amené d'aire sont installées dans une profondeur importante du sol pour qu'on profite de fraîcheur souterraine « le système de puit canadien » puis en doit l'humidifier à travers les eaux « extrait de la nappe phréatique » et refroidi par le climatiseur central. L'eau froid circule dans une canalisation fermée en gardant la fraîcheur à l'intérieur de bâtiment et en économisant l'énergie.</p>
<p>Les Energie renouvelable</p>	<p>La région de Hassi Messaoud comme toute le sud algérien se profite de grande potentialité d'énergie solaire pour cela on les profitée par l'installation des panneaux photovoltaïque dans la zone le logistique « voire le plan d'aménagement ».</p> <p>D'après l'étude géologique présenté précédemment on peut profiter des ressources des eaux souterraines par l'extraction puis on l'utiliser dans le projet comme :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Une source d'eau potable - L'humidification et l'arrosage de espaces vers dans l'aménagement extérieur de projet. - L'utilisation dans le système de refroidissement passif et actif dans le bâtiment.

Tableau 22 Tableau récapitulatif des stratégies écologique optée pour la conception d'un aéroport multimodal à Hassi Messaoud

II.4) La genèse de la forme :

1) Avec l'objectif de la bonne intégration et fonctionnement, ainsi que d'une meilleure accessibilité des voyageurs et des visiteurs on limite l'accès à notre projet par deux accédé. Le premier correspond l'entrée principale de projet qui est implanté à l'axe important (l'intersection des deux routes nationales N 03 et N 56). Et

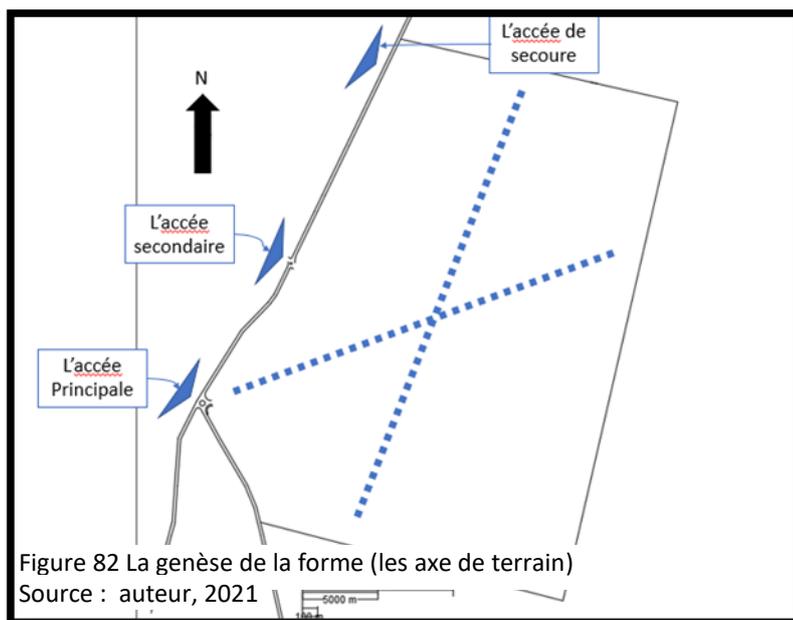


Figure 82 La genèse de la forme (les axe de terrain)
Source : auteur, 2021

l'autre accès sont secondaire pour avoir une flexibilité lord l'entée et la sortie des usagers.

On a créé aussi un troisième dégagement qui serve directement aux pistes pour des raison sécuritaire.

2) Orientation des pistes Nord-est / sud-ouest (10°, 190°) par rapport à la répartition des vents de laquelle résulte le coefficient théorique d'utilisation d'une piste. En termes de système de pistes nous allons suivre les pistes des aéroports voisins (l'aéroport du Ouargla et L'aéroport de Touggourt).

3) On a choisis de diviser en 10 parties pour définir les fonctions dans la figure ci-dessous

L'implantation des aires de stationnement aux abords de la rocade permet la visibilité et la lisibilité de l'espace.

4) Le schéma de principe :

Dans le but de concevoir un aéroport multimodal bien

intégré à son environnement et répond au besoin des usagers on subdivise le projet en 5 grandes zones suivantes :

- La zone des pistes
- La zone de circulation des avions
- La zones des aérogares et les locaux d'approvisionnement
- La zones des multimodalités et les aires de stationnements
- La zone des équipements annexe

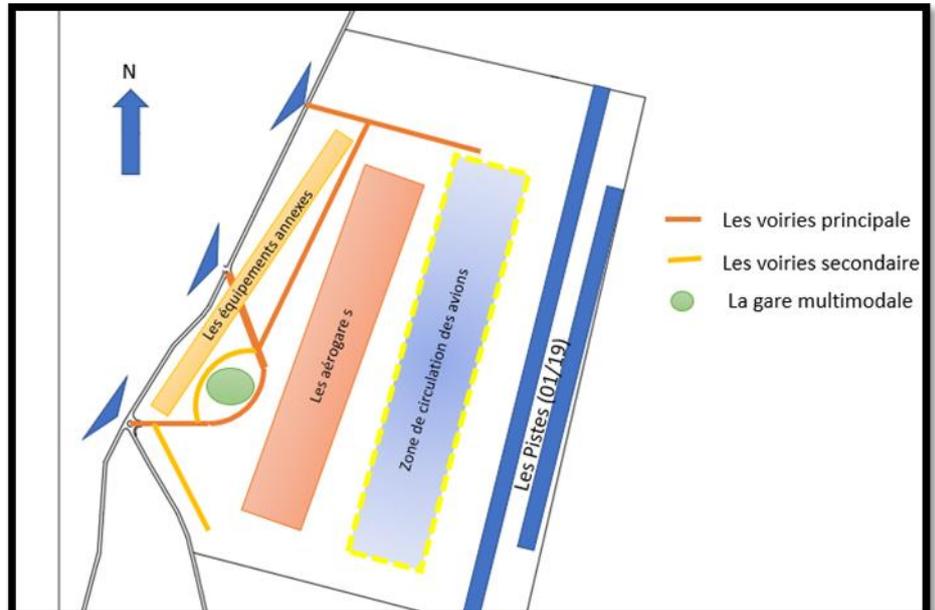


Figure 83 La genèse de la forme (l'implantation des voiries) Source: L'auteur 2021

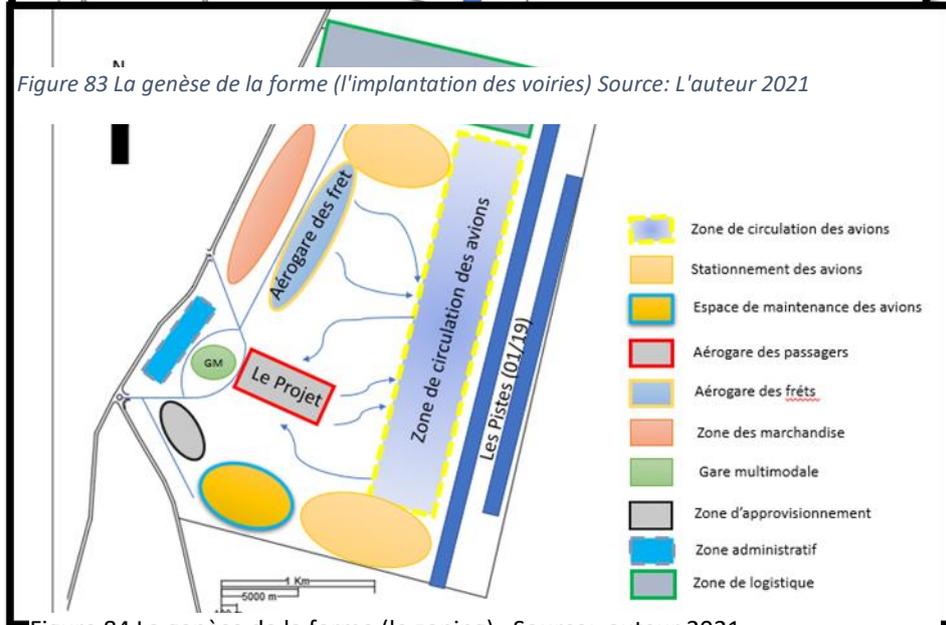


Figure 84 La genèse de la forme (le zoning), Source: auteur 2021

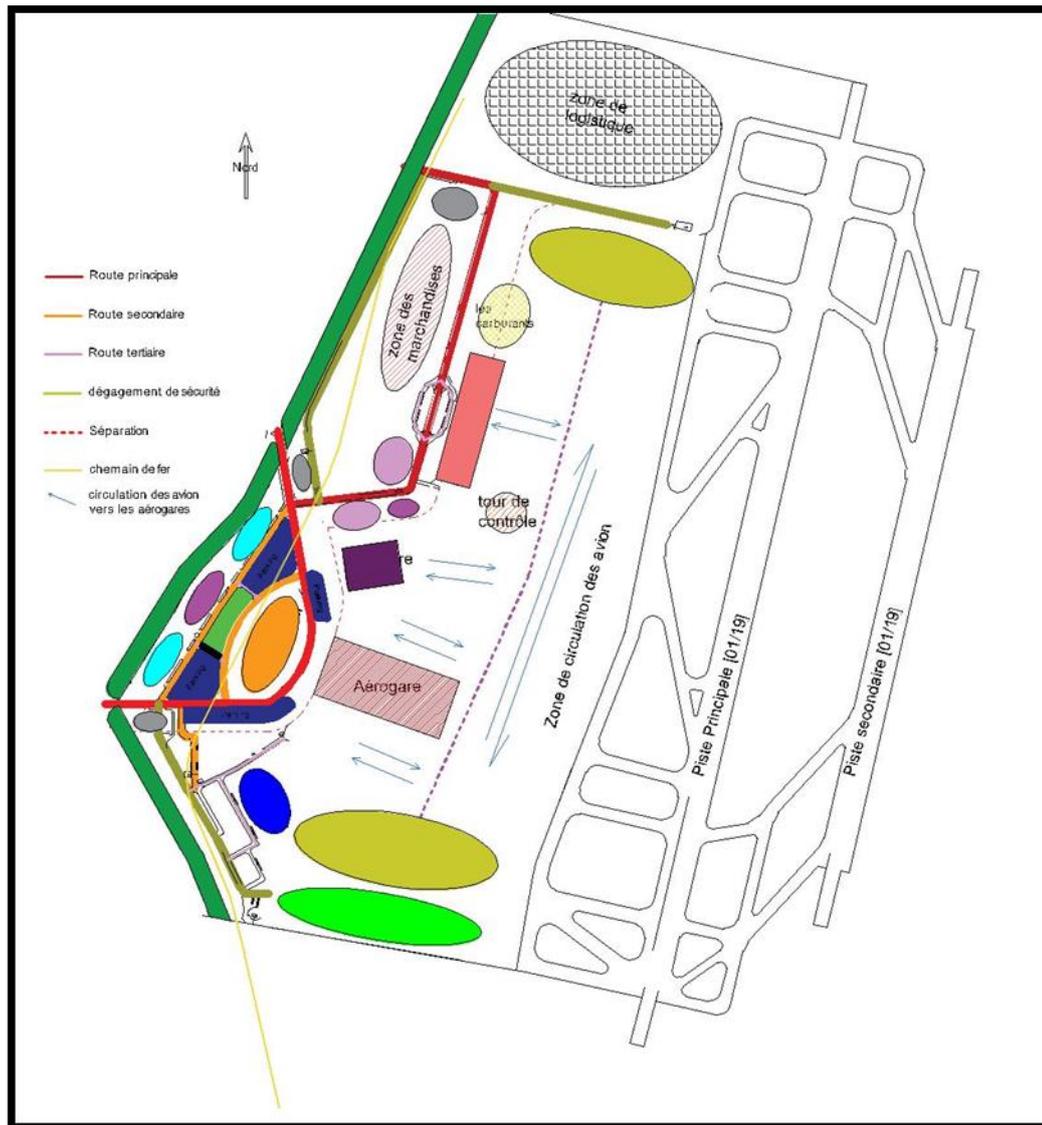


Figure 85 La genèse de la forme (schéma de principe de l'aéroport) Source : auteur 2021

II.4.1) La genèse de la forme de l'aérogare :

1) On subdivise de programme de l'aéroport en deux terminaux le premier est accessible depuis le RDC en passant par une esplanade aménagée. Le deuxième terminal est accessible par le sous-sol qui contient une voie ferrée qui sert directement à la gare multimodale.

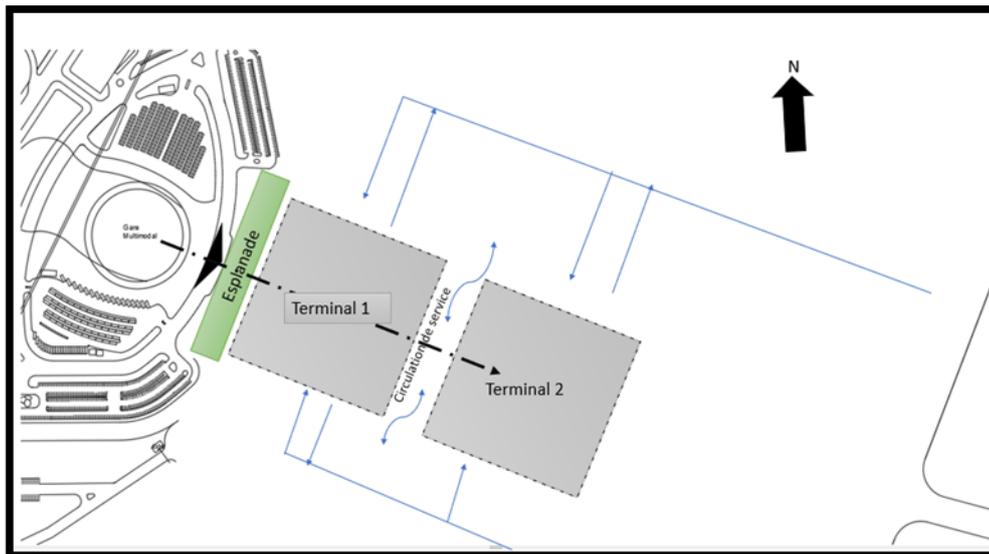


Figure 86 La genèse de la forme (l'implantation de l'aérogare) source: auteur, 2021

2) Les deux terminaux sont séparés au niveau de RDC pour avoir un passage de circulation de service. L'édifice est orienté dans l'axe nord sud avec un recul de 15° vers le sud.

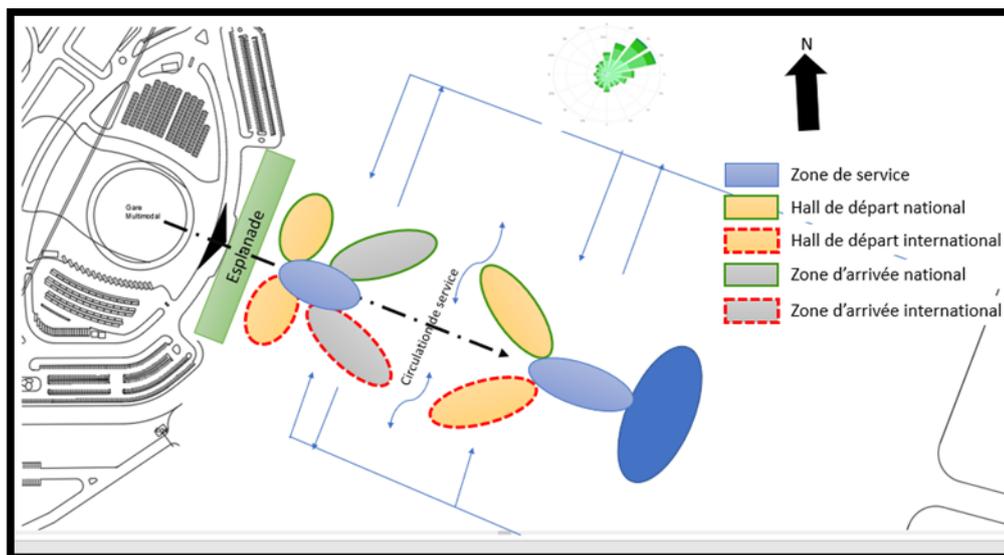


Figure 87 La genèse de la forme (le zonage de l'aérogare) Source : auteur, 2021

L'organisation **spatial** est basée sur la hiérarchisation des flux (départ, arrivée), (bagages, passagers), (national, et international). Ce principe de distribution spatial a créé des entités fonctionnelles qu'ils ont été organisés autour d'un hall principal occupés tous les espaces nécessaires d'attente, d'orientation et aussi de dégagement. Tout en respectant le contrôle des passagers et leurs bagages dans le long parcours depuis l'entrée vers l'embarquement ou bien depuis le débarquement vers la sortie.

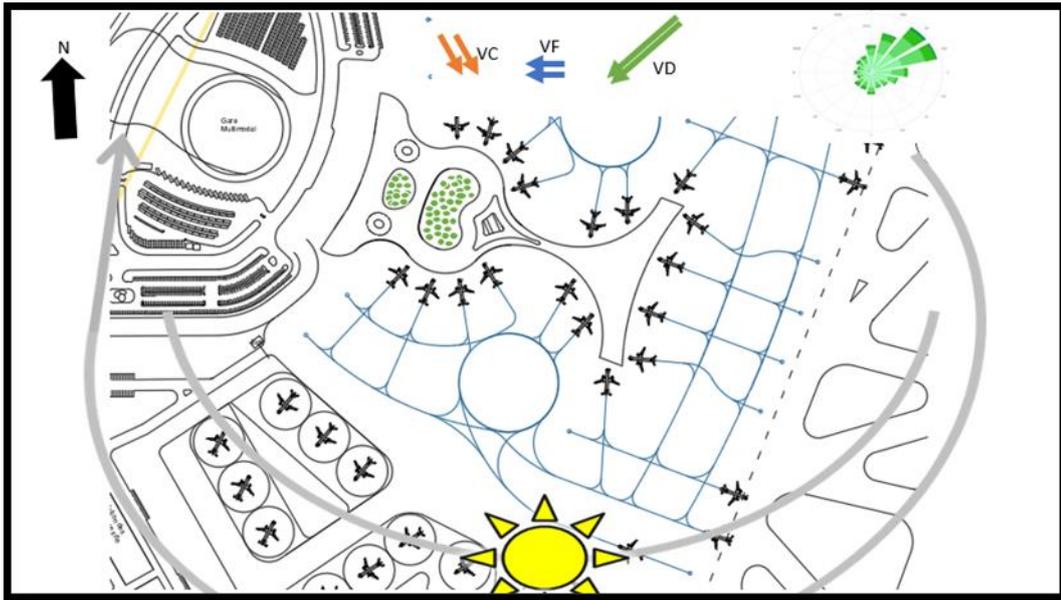


Figure 88 La genèse de la forme (plan de masse de l'aérogare)

Source : auteur, 2021

La forme de projet se conçoit à partir d'une composition géométrique dans laquelle le facteur le plus essentiel est la gestion des flux et des parcours de voyage en assurant la visibilité et la flexibilité de la circulation, quelle que soit le nombre qu'il doit accueillir en même temps.

La création des patios à l'intérieur de l'aérogare pour la protection à la chaleur externe, l'évacuation de chaleur interne et aussi le refroidissement passif en introduisant une ambiance visuelle à travers la palmeraie.

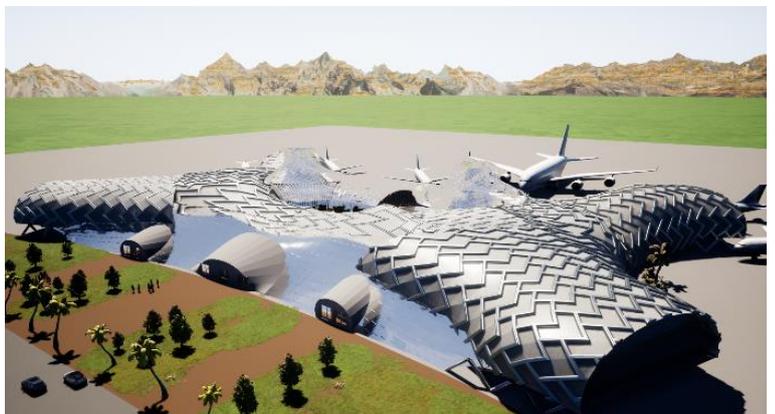


Figure 89 Vue axonométrique de l'esquisse de projet

Source: Auteur, 2021

La forme de bâtiment est une forme fluide ondulée pour qu'on introduise plus d'ombrage et évite l'exposition directe au soleil.

Le style architectural adopté c'est le high tech moderne avec la touche traditionnelle qu'il est apparente au niveau de la façade.

Conclusion :

La Ville de Hassi Messaoud se caractérise par un climat chaud et aride. La sécheresse est une donnée généralisée sur tous les mois de l'année. Les fortes chaleurs concernent certes une grande partie de l'année, mais il n'en demeure pas moins que les besoins de chauffage en hivers, malgré qu'ils soient faibles, restent bien réels.

Pendant la saison chaude qui dure plus longtemps, les besoins en refroidissement sont beaucoup plus importants que les besoins de chauffage en hiver, (Privilégier donc cet aspect semble être une bonne option). Les mois de grandes chaleurs nécessitent un rafraîchissement passif : plan compact, effet de masse et inertie thermique, ventilation nocturne et refroidissement par évaporation.

Hassi Massoud c'est l'une des villes sahariennes les plus puissantes en matière des actions économique au pays malgré cette richesse cette ville souffre de problème de transports avec les wilayas voisins et le reste du pays. Le SNAT a programmé une nouvelle ville qui va participer aux développements économiques et la croissance urbaine dans cette région. Et à travers l'étude précédente on opte pour concevoir une infrastructure aéroportuaire multimodal à Hassi Massoud. Le projet doit être bien intégré au site en mettre en évidence la spécificité climatique de cette région.

À la base des stratégies retenues depuis les analyses des exemples, l'analyse de site et les études bibliographique on opte pour la méthode de composition géométrique dans la conception de l'aéroport multimodal à Hassi Massoud

À partir cette méthode on peut utiliser facilement les intentions prévues et projetées les stratégies et les recommandations de la conception en milieu aride dans le cadre de projet « aéroport » avec leurs exigences et spécificité.

Conclusion générale :

Le transport aérien c'est un outil indispensable dans le développement économique et social dans une ville car il offre l'emploi et facilite la mobilité des voyageurs et des marchandises dans le court délai possible cela va connecter les villes l'une aux autres et par conséquent il participe dans la croissance urbaine à grande échelle.

Hassi Messaoud est proclamée comme la capitale du sud Algérienne avec ses atouts économiques. Cependant, la ville souffre de plusieurs dysfonctionnements surtout au niveau de la mobilité et du transport aérien, un secteur très sous exploité par rapport au potentiel de la région.

À la base d'une étude d'analyse avec la recherche bibliographique on comprend le savoir constructif dans les milieux arides, dans lesquelles la croissance urbaine est faible à cause de ses conditions climatiques agressives, les stratégies et les recommandations retenues à partir de cette étude est théoriquement suffisante et faisable pour une infrastructure importante comme l'aéroport.

Pour concevoir un équipement de transport dans un milieu aride il faut opter pour des stratégies passives qui s'appuient sur l'exploitation des informations retenues à partir de l'analyse approfondie de site. Parmi les stratégies c'est la protection de l'enveloppe de bâtiment contre le réchauffement par l'utilisation des matériaux avec une inertie thermique qui nous garantit l'isolation thermique nécessaire dans les conditions climatiques de cas d'étude. En plus la forme extérieure va être compacte et orientée dans l'axe nord-sud en cherchant le maximum d'ombrage à travers les brises solaires et la toiture parasol.

Le super adobe c'est l'un des matériaux les plus favorables pour construire dans cette région parce que d'un côté il caractérise par une haute isolation thermique et phonique et d'autre part la disponibilité de matériaux primaires dans la région de Ouargla et donc on peut fabriquer et exploiter ce matériau avec l'optimisation de l'énergie grise.

L'isolation de l'enveloppe de bâtiment c'est ne pas suffisante pour adopter le projet de l'aéroport dans un climat aride et pour cela on opte pour l'utilisation des techniques de refroidissement passif comme :

- Les tours à vent : L'orientation de la tour à vent signifie l'adaptation d'une position de son flanc par rapport à l'une des quatre directions géographiques principales. Elle est déterminée en raison de la

Conclusion générale

fonction de la tour, l'utilisation de la puissance du vent et la direction désirée dans laquelle le vent souffle. Elle doit être orienté vers le nord-est, et il faut contient des filtres contre les vents de sable.

- La façade en double peau : contiens des panneaux en super adobe se placés en parallèles ventilés et séparés par une cavité.
- Le patio central
- Les puits canadiens

La région de Hassi Messaoud comme toute le sud algérien se profite de grande potentialité d'énergie solaire pour cela on les profitée par l'installation des panneaux photovoltaïque dans la zone le logistique « voire le plan d'aménagement ».

D'après l'étude géologique présenté précédemment on peut profiter des ressources des eaux souterraines par l'extraction puis on l'utiliser dans le projet comme :

- Une source d'eau potable
- L'humidification et l'arrosage de espaces vers dans l'aménagement extérieur de projet.
- L'utilisation dans le système de refroidissement passif et actif dans le bâtiment.

Le bâtiment doit être bien intégré à son environnement naturel et en même temps il doit être un point de repéré dans la ville Hassi Messaoud pour facilite la mobilité entre les agglomérations désertique très loin l'une aux autres.

L'aéroport Multimodal à Hassi Messaoud fait partie aux études sur notre région de sud algérien qu'elle nécessite toujours des projets puissants qui vont contribuer au développement durable de désert algérien.

Bibliographie :

Livres :

- Alain Liébard, André de Herde, *Traité l'architecture et l'urbanisme bioclimatique*, Le moniteur
- Andrea URLBERGER (2012) *Habiter les aéroports : Aperçus d'une urbanité future entre architecture et art*, METISPRESSES
- Givoni, B., (1978). *L'homme, l'architecture et le climat*. Paris : Le Moniteur, 460 p.
- Hugh Pearman (2005), *Aéroports, un siècle d'architecture ; traduit de l'anglais par Paul Lopic. Editeur. Paris : Editions du Seuil,*
- Mazouz, S. (2004). *Éléments de conception Architecturale*. Alger : OPU. 272 p.
- Nathalie ROSEAU, *Aérocité : quand l'avion fait la ville, Parenthèses*, (2012).
- Olgyay, V., (1963). *Design with climate: Bioclimatic approach to architectural regionalism*. U.S.A : Princeton university press, 190 p.
- Régis BERTRAND (1992), *A propos d'aéroport en général et des premiers bâtiments de l'aéroport de Paris au Bourget en particulier*, Centre de recherche sur la culture technique.

Mémoires :

- 1 A.Benchamsi (2017), *confort thermique et l'architecture dans les zones climatique arides*, Mémoire fin d'étude, L'université de Bruxelles.
- 2 ALESSANDRO F. D'AMICO (2000), *AIRPORT DEVELOPMENT, PLANS AND PROCESSES: A CASE STUDY OF DORVAL INTERNATIONAL AIRPORT*, Memoir MASTER OF CITY PLANNING, Department of City Planning /Faculty of Architecture /University of Manitoba, December 2000.
- 3 Chaker Karima, *Mémoire fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en architecture thème transport .2011/2012.*
- 4 DJOUIMAA Ahmed (2008), *REALISATION ET VERIFICATION DE LA PERFORMANCE THERMIQUE D'UNE TOUR A VENT POUR UN RAFRAICHISSEMENT PASSIF DANS LES REGIONS CHAUDES ET ARIDES. CAS DE HASSI MESSAOUD*, Mémoire de Magistère en Architecture.

- 5 Ferran Yusta Garcia (2018), La méthode des saisons climatiques : stratégie passive de conception architecturale de bâtiments basse consommation énergétique en climat très chaud. Mécanique [physics.medph]. Université de Bordeaux, Français.
- 6 H. RAHMAOUI/ Y. BENABDELKRIM (2017), Extension De L'aérogare International De – Messali –El Hadj –Zenâta Tlemcen.
- 7 Marouf Besma (2017), L'approche environnementale dans la conception architecturale d'un aéroport multimodal, Mémoire de Master Académique, l'université de Ome El Bouaki.
- 8 Mouffok.F, (2012), Mémoire fin d'étude en vue de diplôme d'ingénieur d'état en architecture, thème le transport (gare multimodale) L'université de Sétif.
- 9 M. M'nasri, (2015), Un nouveau terminal pour l'aéroport international de Sfax, Mémoire de magister, l'université de Carthage Tunisia
- 10 M.Terbeche Et H .Messaouden (2017), Structure Tridimensionnelles Gridshell Extension De L'aéroport D'Oran, Mémoire De Master En Architecture, Université Abou Bakr Belkaid De Tlemcen.
- 11 NESRI/N.KOUIDRI (2019), Etude de l'effet du forage pétrolier sur les propriétés physicochimiques du sol dans la région de Haoud El-Hamra (Hassi Messaoud – Ouargla), Mémoire de Master Académique en Sciences Biologiques, Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED.
- 12 YAHIA CHERIF Halla (2018), La ville saharienne de Hassi Messaoud : paradoxe entre la prospérité industrielle et l'échec du développement urbain, Mémoire de Magister en architecture, l'université Khider Mohamed Biskra.
- 13 Zeroual Daoud (2012), Impact des gains de chaleur sur la morphologie des bâtiments cas des climats chauds et arides, Mémoire de Magister, L'université de Constantine 2006.

Articles :

- 1 CARLO ratti - RAYDAN dana - KOEN steenrs, (2000) ,“building form and environmtal performance archetypes, analysis and arid climate” – Energy and building 35 P49-59.
- 2 Eileen Poh,(2007), Aéroport planing and terminal design, Stratégic airport management programme , ICAO 2007
- 3 ETABLISSEMENT DE LA VILLE NOUVELLE DE HASSI MESSAOUD, (2009) , LA MINISTERE DE L'ENERGIE ET DES MINES, LA VILLE NOUVELLE DE HASSI MASSAOYD / OUED EL MARAA / OUERGLA, Document descriptif, JUIN 2009
- 4 Joseph Mecarsel, (2014), Architecture et présence : entre idée, image et communication. Sciences de l'information et de la communication. Université de Toulon, 2014. Français.

- 5 Labasse Jean., (1975), L'aéroport et la géographie volontaire des villes. In: Annales de Géographie, t. 81, n°445. pp. 278-297 (https://www.persee.fr/doc/geo_0003-4010_1972_num_81_445_18718)
- 6 LDV Studio Urbain, (2012) Article scientifique , Demain la ville « blog », (<https://www.demainlaville.com/laeroport-et-la-ville-encore-un-avenir/>)
- 7 Le ministère d'intérieur Algérienne, (2009), SNAT, (<https://www.interieur.gov.dz/images/brochure-SNAT-FR-compressed.pdf>)
- 8 MINISTÈRE Française DE L'ENVIRONNEMENT,(2015), DE L'ENERGIE ET DE LA MER, RAPPORT ENVIRONNEMENT(de la Direction générale de l'Aviation civile) , (https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/DGAC_Rapport_environment_fr_2015-WEB.pdf)
- 9 Mokhtari1, K. Brahimi1 et R. Benziada, (2008), Architecture et confort thermique dans les zones arides (Application au cas de la ville de Béchar), Revue des Energies Renouvelables Vol. 11 N°2 P 307 – 315.
- 10 Office National des Statistiques (ONS) Ouargla 2014.
- 11 Pierre Bondu, (2015), SMART AÉROPORTS : À QUOI RESSEMBLERA L'EMBARQUEMENT DU FUTUR ?, TransportShaker « blog », 2015.
- 12 Roseline Mouillefarine, (2007), The Agility Effect Magazine, VINCI Energies , (<https://www.theagilityeffect.com/fr/article/laeroport-du-futur-propulse-par-les-nouvelles-technologies/>)
- 13 S, Assyl., (2004). Revue de SONATRACH. Réseau N°3.
- 14 Station météorologique de Ouargla (2014), le fichier climatique de Ouergla.

Documents web :

- 1 Association Internationale du Transport Aérien <http://www.iata.org/>.
- 2 Etablissement de Gestion des Services Aéroportuaires <http://www.egsa-alger.dz>.
- 3 Journal d'air (Magazine)
- 4 <https://www.air-journal.fr/2011-04-18-algerie-une-nouvelle-aerogare-pour-tlemcen-528685.html#:~:text=L'a%C3%A9roport%20Messali%20Dj%20de.un%20restaurant%20et%20de%20magasins.>
- 5 L'aéroport d'Oran (site officielle) <https://www.guideoran.com/nouvelles-oran/220-aeroport-international-ahmed-benbella-la-nouvelleaerogare-receptionnee-debut-2018.html>.
- 6 EGSA <https://lesaeroportsdoran.dz/egsa-oran/nouvel-aeroport/>.

- 7 L'aéroport Shenzhen (site officielle) <https://www.uas.aero/shenzhen-baoan-international-airport-zgsz/>.
- 8 ARCHDaily (Blog) <https://www.archdaily.com/472197/shenzhen-bao-an-international-airport-studio-fuksas>.
- 9 Climat Amman: Pluviométrie et Température moyenne <https://fr.climate-data.org>.
- 10 ARCHDaily (Blog) <https://www.archdaily.com/349464/queen-alia-international-airport-foster-partners>.
- 11 ARCHDaily (Blog) <https://www.archdaily.com/777599/ad-classics-hajj-terminal-king-abdulaziz-airport-som>.
- 12 L'aéroport de Djeddah (site officielle) <http://www.jed-airport.com/>.
- 13 Shaker transport (Blog), Les futures aéroport <https://www.transportshaker-wavestone.com/smart-aeroports-quoi-ressemblera-lembarkement-du-futur/>.
- 14 Urban Hub (Magazine scientifique) <https://www.urban-hub.com/fr/technology/technologie-et-design-pour-les-arrivees-a-laeroport/>.
- 15 Thyssenkrupp (entreprise) https://accel.thyssenkrupp-elevator.com/?utm_source=UH_website&utm_campaign=Designing_better_airport_arrivals_FR.
- 16 Ekwater (revue scientifique) <https://ekwateur.fr/2020/07/15/impact-des-transport-environnement/>.
- 17 MUCK, D. Le transport aérien <https://www.marketing-etudiant.fr/exposes/t/le-transport-aerien.php>.
- 18 http://ddata.verblog.com/3/31/32/33/NDDL/ona_la_circulation_aerienne_pour_les_debutants-1-.pdf.
- 19 <http://www.faq-logistique.com/Comparaison-modes-transport.htm>.
- 20 <http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=818>.
- 21 Encyclopédie Universalis , <https://www.universalis.fr/encyclopedie/transports-transports-et-economie/1-l-economie-du-transport/>.
- 22 Le super adobe <https://fr.twiza.org/la-maison-en-super-adobe.pa145.html>.