

**République algérienne démocrate et populaire**  
**Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique**  
**Université Saad Dahlab –blida1-**  
**Institut d'architecture et d'urbanisme**



**Master 2**

**ARCHITECTURE ET HABITAT**

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**

**Thème :**

**Réhabilitation des espaces urbains en zone aride et confort thermique**

**Projets architecturaux :**

**Polyclinique à Béchar**

Etudiants : **BESSA Sarah**  
**KESRI Rezki**

Equipe pédagogique :porteur de master : - **Dr Houcine Ait Saadi**

- **M Touaibia Ahmed**

- **M Yahia M'Hamed Abdelkader**

September 2018

# Le sommaire

Remerciements

Dédicace

Résumé (français-arabes-anglais)

Liste des figures

Liste des tableaux

## **Chapitre introductif :**

- introduction
- problématique générale
- problématique spécifique
- Hypothèse
- Objectif du travail
- Démarche méthodologique
- structure du mémoire

## **Partie 1 : état de l'art**

-Introduction

### **Chapitre 1 : l'architecture saharienne**

1-1/ l'habitat saharienne ou ksourien

- a. Ksar architecture et urbanisme
- b. Typologie umranique de l'habitat ksourien

1-2/ la ville saharienne

- a. L'Oasis : un établissement humain aux facettes multiples
- b. L'oasis : un établissement humain durable
- c. La ville oasisienne : établissement humain avec des caractéristiques de l'oasis
- d. La ville saharienne : une ville oasisienne sans la palmeraie
- e. La ville du Sahara : ville du nord implanté en milieu désertique

### **Chapitre 2 : la santé**

2-1/ choix du thème

2-2/ définition de la santé

2-3/ histoire

2-4/ type d'établissement sanitaire

2-5/ type de structure sanitaire

2-6/ les secteur sanitaire en Algérie

- a. Rappel historique
- b. Avantage et inconvénient du système
- c. Organisation de la structure sanitaire

d. Polyclinique en Algérie

-synthèse

**Chapitre 3 : le confort :**

3-1/ le confort

3-2/ l'histoire du confort

3-3/ le niveau de confort

3-4/ type de confort

3-5/ le confort thermique

3-6/ le confort thermique dans le sud algérien

3-7/ le confort thermique extérieur :

3-7-1/ la végétation

3-8/ le confort thermique intérieur :

3-8-1/ matériaux et isolation

3-8-2/ les techniques **passif** de ventilation passives

- conclusion

## **Partie 2 : cas d'étude**

- introduction

### **Chapitre 4 : analyse de la ville :**

- 4-1/ présentation de la région
- 4-2/ présentation de la ville
- 4-3/ développement historique de la ville
- 4-4/ structure de la ville

### **Aire d'étude :**

- 4-6/ présentation
- 4-7/ critère du choix
- 4-8/ l'état de fait
- 4-9/ recommandation
- 4-10/ la proposition urbain

### **Chapitre 5 :le projet ponctuel :**

- 5-1/ recherche thématique (santé)
- 5-2/ l'étude du terrain d'implantation
- 5-3/ le programme détaillé
- 5-4/ genèse de la forme
- 5-5/ organisation spatiale et fonctionnelle
- 5-6/ structure et matériaux

- conclusion

## **Conclusion générale**

## REMERCIEMENTS

*Tout d'abord, nous remercions Dieu pour tout ce qui nous a procréé et procuré depuis notre naissance et nous avoir aidé à conclure ce travail.*

*En préambule à ce mémoire nous souhaitons adresser nos remerciements les plus sincères aux personnes qui nous ont apporté leurs aides et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire.*

*Pour cela nous exprimons tout d'abord nos gratitudees et nos plus vifs remerciements à notre encadreur et porteur de master **DR Houcine Ait Saadi** pour sa présence, son soutien, sa patience, et ses conseils judicieux et pertinents.*

*Nos remerciements s'adressent encore à notre enseignante **M Ahmed Touaibia** pour son aide ainsi que **M Yahia m'Hamed Abdelkader***

*De même nous tenons à remercier les membres du jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait d'avoir assistés à notre soutenance.*

*Nous voudrions rendre hommage et exprimer notre gratitude à l'ensemble du corps enseignant de notre département d'architecture de l'université Saad Dahlab de Blida Pour tous leurs efforts et le transfert de leurs savoirs.*

*Nos chaleureux remerciements et reconnaissances aux enseignants qui nous ont marqués.*

*Mme abderahime, Mme ben merrabet, M Chouche, Mme ben zuid paix a son âme.*

*Et finalement Nous tenant à remercier tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin à accomplir ce travail.*

## *Dédicaces*

### *A notre cher encadreur*

*Un remerciement particulier et sincère pour tous vos efforts fournis. Vous avez toujours été présente.*

*Que ce travail soit un témoignage de ma gratitude et mon profond respect.*

### *A ma très chère mère*

*Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance Et même à l'âge adulte.*

### *A mon Père ali*

*Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, De santé et de réussite.*

### *A mes très chères sœurs :imene . ahlem . nesrine*

*En témoignage de l'attachement, de l'amour et de L'affection que je porte pour vous.*

*A tous les membres de ma famille, petits et grands*

### *A ma chère amie*

*Souat radia*

*BESSA SARAH*

## Dédicaces

*Je remercie avant tout Dieu tout puissant de m'avoir donné la force et le courage de finir ce modeste travail.*

*Je dédie ce travail à :*

*Mes très chers parents qui m'ont soutenue et aidé jusqu'à la dernière minute*

*Mes chères sœurs : Nacira, Samia, Assia, Amina, et leurs maris : Amar et Farid*

*A mon binôme : Sarah et à toute sa famille*

*A mes amis : Anis, Rachid,*

*A toute la famille Kesri*

**KESRI REZKI**

## Résumé :

Ces dernières décennies ont vu un regain d'intérêt particulier pour les zones arides, car ces dernières souffrent d'un manque terrible d'infrastructures de toutes catégories, et le mode constructif suivi actuellement dans ces zones-là n'est pas adapté et provoque de très grandes problématiques énergétiques et de confort thermique.

Cette situation est particulièrement bien illustrée dans notre cas d'étude. En effet, la ville de Béchar constitue une capitale régionale démunie de toute structure adaptée au climat de la région.

Notre étude vise à montrer que l'on peut assurer un confort thermique extérieur et intérieur tout en réduisant la consommation d'énergie et cela en utilisant des concepts simples et efficaces tels que l'utilisation de la végétation dans le but de créer l'ombre et réduire l'insolation, et au niveau constructif assurer une isolation maximale tout en agrémentant notre bâtiment avec des techniques passives de ventilation.

Afin de vérifier notre théorie et de répondre aux besoins de la ville, nous avons choisi comme projet une polyclinique agrémentée d'un centre de dialyse. Cet équipement est considéré comme un bâtiment énergivore qui représente le meilleur exemple pour affirmer ou démentir notre travail.

In recent decades there has been a renewed interest in arid zones, as the latter suffer from a terrible lack of infrastructure of all categories, and the constructive mode currently followed in these areas is not adapted and provokes very big energy and thermal comfort issues.

This situation is particularly well illustrated in our case study. Indeed the city of Bechar, is a regional capital without any structure adapted to the climate of the region.

Our study aims to show that we can ensure thermal comfort outside and inside while reducing energy consumption and that by using simple and effective concepts such as the use of vegetation in order to create the shadow and reduce the insolation, and at the constructive level ensure maximum insulation while decorating our building with passive ventilation techniques.

To verify our theory and meet the needs of the city, we chose as a project a polyclinic with a dialysis center. This equipment is considered an energy-consuming building that represents the best example to affirm or deny our work.

شهدت العقود الأخيرة تجدد الاهتمام في المناطق الجافة لأنها تعاني من نقص رهيب من البنية التحتية من جميع الأنواع، و عدم مناسبة هذا الوضع موضح بشكل جيد في دراسة . طرق البناء مما تسبب في قضايا صيانة الطاقة كبيرة جدا و عدم وجود الراحة الحرارية تهدف دراستنا إلى إظهار أنه . الحالة الخاصة بنا. في الواقع ، تعتبر مدينة بشار عاصمة إقليمية دون أي هيكل يتكيف مع مناخ المنطقة يمكننا ضمان راحة حرارية في الخارج والداخل مع تقليل استهلاك الطاقة وذلك باستخدام مفاهيم بسيطة وفعالة مثل استخدام الغطاء النباتي من أجل خلق الظل وتقليل الشمس ، وعلى مستوى البناء ضمان أقصى قدر من العزل أثناء تزيين المبنى مع تقنيات التهوية للتحقق من نظريتنا وتلبية احتياجات المدينة ، اخترنا كمشروع عيادة مع مركز غسيل الكلى تعتبر هذه المعدات مبنى مستهلكا . السلبية للطاقة الذي يعتبر أفضل مثال لتأكيد عملنا أو رفضه



## LISTE DES FIGURES

Fig 1.1: Typologie des Ksour selon PiétroLaureano : Ksour de pinacle circulaire et ksour quadrangulaires en pierre ou en terre crue

Fig 1.2: TIMIMOUN : Croquis synthèse de la relation unitaire qui lie l'Aghem à son habitation type

Fig 1.3: Aghem fortifié avec puits extérieur

Fig 1.4: Le Puits du KSAR d'Aghlad.

Fig 1.5: Timimoun : Foug El Foggara

Fig 1.6: Ksour du Gourara : « Coupes et plan d'AghemTehnye N'Timimoun

Fig 1.7: Aghem N'Amass : un aghem fortifié en ruine mais la Kouba extérieure est toujours entretenue par sa population

Fig 1.8: Timimoun : Typologies de croissances urbaines selon Kaci Mahrour : Croissance par dédoublement et croissance linéaire

Fig 1.9: KSAR d'Aghlad : une architecture savante des mâalems Gourari

Fig.1.10: l'Oasis du vieux Biskra Source : Carte postale des années 50

Fig.1.11: Ville saharienne d'El Oued

Fig. 1.12: Quelques types de logements à Biskra

Fig. 3.1 Effet de l'éclairage naturel mal orienté

Fig. 3.2 Organigramme des types d'échanges thermiques

Fig. 3.3: le vent est refroidi lors de son mouvement sur une masse d'eau. Source : Hassan, 2006

Fig. 3.4 : L'utilisation de la végétation pour protéger les espaces contre les effets néfastes du vent Source : Ibrahim, 1984

Fig. 3.5 : les différentes pressions d'air Source : Moniteur, Paris 2005.

Fig. 3.6 : les Tour à vent à Yazdi.

Fig. 3.7: Diagramme schématique de trois types de cavités pour le chauffage passif et la ventilation naturelle

Fig. 3.8: Mur trombe

Fig.3.9: Mur Trombe utilisé comme ventilateur, chauffage

Fig.3.10: Mur Trombe utilisé comme ventilateur, chauffage

Fig.3.11: Façade double peau

Fig 3.12: Applications principales courantes de façade à double peau pour la commande thermique (en plus de l'isolation)

Fig. 3.13: Exemple de cheminée solaire intégré sur le bâtiment

Fig. 3.14: Présentation d'une cheminée solaire à l'école Tanga

Fig.4.1: délimitation. De la région de la saoura

Fig.4.2 Bechar dans la saoura

Fig.4.3: Situation et limites administratives

Fig.4.4: Situation de Béchar dans son milieu naturel

Fig.4.5: Limites naturelles de la zone de Béchar

Fig.4.6: Carte représentative des unités naturelles de la ville de Béchar

Fig.4.7: Carte géologique de la wilaya de Béchar

Fig.4.8: Les éléments naturels de la wilaya de Béchar

Fig.4.9: Coupe topographique représentative du relief de la wilaya de Béchar

Fig.4.10: Carte synthétique du relief de la wilaya de Béchar

Fig.4.11: Zones climatiques de Béchar

Fig.4.12: Carte des vents de Béchar

Fig.4.13: Barrage DjorfTorfa, eaux souterraines à Béchar

Fig.4.14: Différents types d'espèces végétales

Fig.4.15: Routes commerciales dans la région du Sud- ouest pendant la période médiévale

Fig.4.16: Routes commerciales dans la région du Sud- ouest pendant la période de 20ème siècle

Fig.4.17: Les ksour de la saoura

Fig.4.18: Les régions des échanges avec Béchar

Fig.4.19: Carte représentative des anciens ksour sur la route caravanière

Fig.4.20: Plan de Bechar avant la colonisation

Fig.4.21: Plan de Bechar 1903

Fig.4.22: Plan de Bechar 1936

Fig.4.23: Plan de Bechar 1948

Fig.4.24: Plan de Bechar 1962

Fig.4.25: Plan de Bechar 1968

Fig.4.26: Plan de Bechar 1992

Fig.4.27: Plan de Bechar 2005

Fig.4.28: Rapport du tissu avec les éléments morphologiques du lieu

Fig.4.29: Accessibilité à Béchar par routes nationales

Fig.4.30: Arrivée de la voie ferroviaire à Béchar

Fig.4.31: Accessibilité à Béchar à partir de la Capitale Alger

Fig.4.32: Ecole

Fig.4.33: Clinique

Fig.4.34: Tourisme à Béchar

Fig.4.35: Mosquée

Fig.4.36: Stade

Fig.4.37: Maison de jeunes

Fig.4.38: Centre culturel

PARTIE 1 :  
ETAT DE SAVOIR

CHAPITRE 1 :  
L'ARCHITECTURE  
SAHARIENNE

## **Introduction :**

Le **Sahara** ou *Ténéré* (en arabe : الصحراء الكبرى *al-Ṣaḥrā' al-Kubrā*, « le grand désert », en berbère : ⵜⴰⵍⴷⵓⵔⵜ *Teneré*) est un vaste désert chaud situé dans la partie nord du continent africain. Il s'étend sur 5 000 km d'ouest en est, de l'océan Atlantique à la mer Rouge, et couvre plus de 8,5 millions de km<sup>2</sup><sup>1</sup>, ce qui en fait la plus grande étendue de terre aride d'un seul tenant dans le monde.

Le Sahara peut même être prolongé au-delà de la mer Rouge, les géographes parlant alors d'un grand « désert saharo-arabique ». Plus largement encore, le Sahara constitue la partie occidentale d'une vaste diagonale sèche qui s'étend des abords du fleuve Sénégal à la Mongolie.

Plus vaste désert chaud du monde, il divise le continent d'est en ouest. Il couvre d'immenses étendues de territoires et s'étend sur le territoire de dix États : le Mali, la Mauritanie, le Niger, le Tchad, le Soudan, l'Algérie, la Tunisie, le Maroc, la Libye, et l'Égypte, ainsi que sur le territoire contesté du Sahara occidental.

Le désert de sable ne couvre que 20 % de sa superficie, la zone géographique comprenant plusieurs paysages et climats ; on y trouve des déserts de sable (Grand Erg oriental et Grand Erg occidental), des montagnes (Hoggar, Tassili, Tibesti), des hamadas (plateaux rocailloux) et des regs (déserts de pierre) tel le Tanezrouft.

### **1.1/ l'habitat saharienne ou ksourien :**

#### **a. ksar architecture et urbanisme :**

L'architecture ksourien est née de la coexistence des modes de production appartenant à des périodes historiques bien définies. Cet environnement est le résultat d'un processus continu qui a impliqué les capacités de la société gourarie<sup>2</sup> à se concevoir, se planifier, se construire et se maintenir dans cet espace géographique aride. Cette architecture est donc un espace concret qui doit être le support de référence pour toutes les réalisations à venir. Dans toutes les démarches de restauration, de valorisation et de réhabilitation du patrimoine, il ne s'agit pas de reproduire des formes, mais d'intégrer la dimension urbaine afin de moderniser les structures anciennes. De ce fait, l'architecture du projet patrimonial dépassera les contraintes formelles et techniques pour à nouveau insuffler la vie dans ces lieux. Cette recherche contribue à l'élaboration d'une typologie essentiellement conçue afin d'acquérir une plus grande connaissance des habitats sahariens dans la perspective d'une meilleure restauration et réhabilitation au cœur de la vie des villes du Sud algérien. Il ne s'agit pas de noyaux urbains à muséifier mais de lieux où il faut refaire apparaître la vie. Il semble impératif que la population se réapproprie son patrimoine, qu'elle le revalorise pour être transmis aux générations futures. Pour la survie et l'autonomie de ces unités d'habitations architecturales et urbaines sahariennes, le tourisme national et international pourrait être une option à envisager sans pour autant être une finalité.

Par seule son architecture, la ville doit révéler sa logique. La morphologie urbaine permet d'appréhender la structure du bâti et de ses éléments structurants par une série de types et le processus de genèse de la ville se lit au travers de ses différentes phases historiques de croissance et de destruction. Notre recherche met en exergue l'importance d'inclure à l'analyse typologique<sup>3</sup> la dimension de l'amplitude culturelle et historique à travers l'onomastique des espaces, miroir de l'ancrage des pratiques spatiales et des modes d'habiter de la population autochtone. Ce travail sur la toponymie (essentiellement berbère et arabe) nous a été explicité par des hommes de terrain tels que l'ethnologue algérien R. Bellil<sup>4</sup> qui a vécu et travaillé dans la région de Timimoun et l'architecte algérien K. Mahrour qui a effectué des relevés architecturaux et urbains systématiques des ksour du Touat et du

---

<sup>1</sup>Pierre Rognon, *Biographie d'un désert*, L'Harmattan, 1994

<sup>2</sup> Selon Rachid Bellil, 2000, a, p.62 : Les Gourari sont composés à l'origine de *Harratins* qui sont le (...)

<sup>3</sup> En référence à l'analyse typologique contemporaine de l'école italienne des années 1960 et appliqué (...)

<sup>4</sup> R. Bellil, met en place une typologie où il intègre aux traces matérielles des travaux d'A.G.P. Mar (...)

Gourara (1976- 2004). De ce fait, la relation de l'architecture au mode d'habiter et l'appropriation de l'espace habitable sont deux éléments clés à ajouter aux éléments de la typification dépassant ainsi la vision caricaturale des cités sahariennes réduites à de simples « manifestations formelles ».

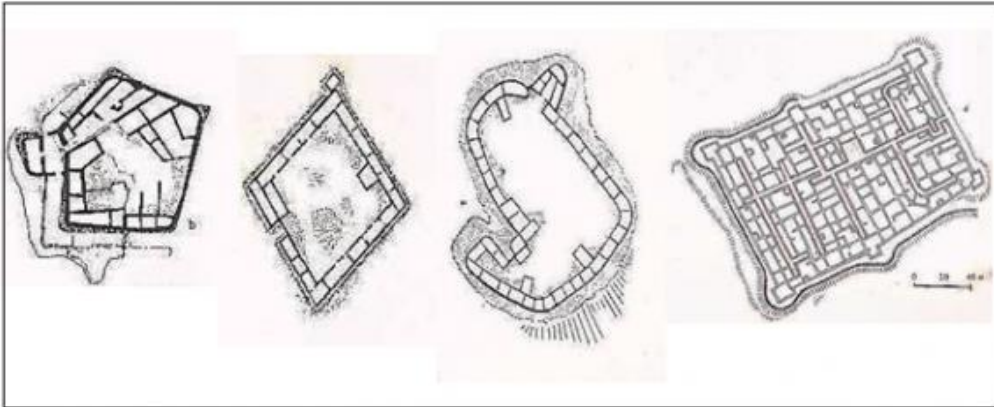


Fig 1: Typologie des Ksour selon Piétro Laureano : Ksour de pinacle circulaire et ksour quadrangulaires en pierre ou en terre crue

### b. Typologie umranique de l'habitat ksourien :

Notre typologie *umranique* des ksour du Touat Gourara résulte de l'ensemble des questionnements qui ont guidé le développement de cette recherche pour obtenir une typologie basée sur plusieurs échelles de lecture de l'espace ksourien :

- **Echelle du territoire de la Cité.** Elle a une aire d'influence territoriale et résulte des données théoriques du *Umran* d'Ibn Khaldoun<sup>5</sup> (où le ksar se définit entre ville et campagne) associées aux études géologiques explicitant l'apparition de l'eau et des ksour du Gourara (ksar, *foggara*, jardin).
- **Echelle de la Cité.** L'établissement humain est déterminé par une communauté dans un lieu-dit qui résulte de l'étude de la spatialisation des groupes ethniques et le rapport de la mémoire lignagère.
- **Echelle de l'unité morphologique intermédiaire.** Elle émane de l'association de plusieurs édifices déterminés et définis par une relative autonomie par rapport à la cité. Elle résulte à la fois des travaux sociologiques et ceux réalisés par les architectes.
- **Echelle de l'édifice.** En tant qu'unité architecturale abritant une activité, l'unité résidentielle étant l'édifice dominant, l'habitation est toujours considérée comme l'édifice de base. Elle résulte des travaux typologiques des architectes.

Cette recherche permet donc d'appréhender le kaléidoscope des spécificités de l'espace habité ksourien dans ses aspects les plus complexes et variés. En retraçant la genèse du processus de typification des ksour réalisé par les différents militaires, voyageurs, historiens, géographes, chercheurs et architectes, les ksour doivent être considérés comme des unités architecturales et urbaines émanant d'une dialectique applicable à toutes les échelles de la cité : le territoire, la cité, l'*Aghem* et l'habitat.

En premier lieu, notre contribution assoit la notion d'urbanité où le *umran* est indissociable des ksour du Touat-Gourara car selon la théorie d'Ibn Khaldoun, ce sont des cités complexes entre ville et campagne émanant d'une « conscience d'urbanisation civilisationnelle »<sup>6</sup>. De ce fait, nous définissons

<sup>5</sup> Abdesselam Cheddadi, 2006.

<sup>6</sup> Référence aux travaux de A. Cheddadi, 2006 et Djamel Chabane, 2003, cf. bibliographie.

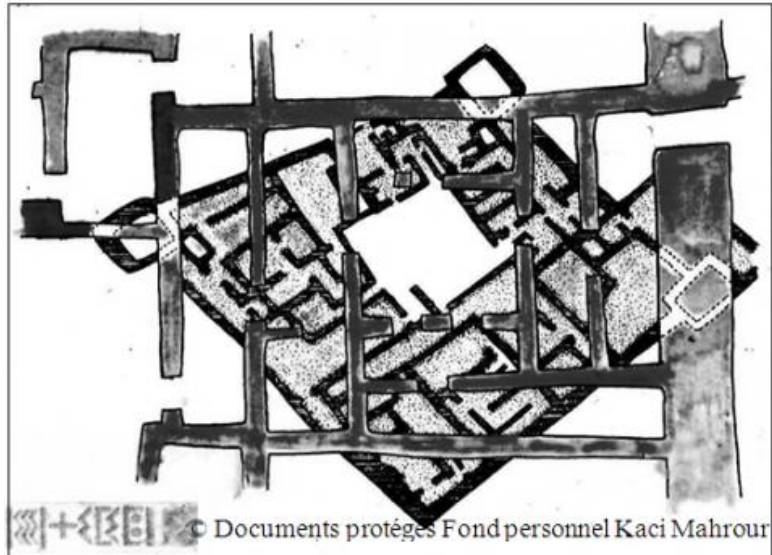
les ksour comme des unités umraniques à savoir des unités d'habitations architecturales et urbaines. Dans cette conception urbaine de l'habitat, les diptyques cité - palmeraie et cité - jardin sont en rapport de complémentarité spatiale. Ils sont indispensables au lignage gourari qui se conçoit, se planifie, se construit et se maintient dans l'espace des Tigurarin<sup>7</sup>. Dans un second temps, nous avons défini l'*Aghem* comme unité originelle des ksour. Dans la continuité des typologies proposées par les différents chercheurs et architectes<sup>8</sup>, il se décline en plusieurs types eux-mêmes subdivisés en sous types. Néanmoins, à l'inverse des autres démarches typologiques basées sur l'aspect formel, le groupe ethnique et les religions, notre travail s'organise autour de l'unité originelle la plus répandue et commune aux ksour : l'habitat. De là, notre typologie s'établit à partir

du processus de genèse spatiale du ksar en tant qu'unité d'habitations architecturales

et urbaines, depuis son aspect originel (l'*Aghem*) jusqu'à son organisation la plus complexe (les *Ighamawen*).

L'*Aghem* est une unité d'habitation fortifiée clairement

définie par ses remparts, ses tours et ses chemins de ronde. C'est une architecture essentiellement de pierre (de forme circulaire ou rectangulaire) et entourée d'un fossé à laquelle on accède par un pont - levis. L'intérieur est constitué



**Fig 2: TIMIMOUN : Croquis synthèse de la relation unitaire qui lie l'Aghem à son habitation type**

des habitations du lignage qui s'organisent autour d'un espace central ouvert : la *Rahba*, lieu de représentation sociale. Dans le cas des ksour à *Zkak*, les habitations s'organisent le long d'un parcours linéaire (le *Zkak*) transposant ainsi le lieu de représentation sociale dans l'espace de transition entre l'intérieur et l'extérieur de l'*Aghem* : l'*Asseklou*. Ce dernier est un espace fermé qui matérialise à la fois le seuil unique, l'espace de rencontre et de contrôle. De plus, il a une valeur sacrée car c'est l'unique espace de représentation dans l'*Aghem*. Dans ce cas, le lignage se confond avec l'unité résidentielle matérialisée dans l'espace par l'*Aghem*, les jardins et les *foggaras*.

Enfin, nous avons défini des sous types d'*Aghem* dont les éléments distinctifs sont les facteurs religieux (Kouba annexées et ksour zaouïa) et les facteurs polychromiques (rouges, blancs et teintes sombres) liés à la nature de la roche (grés, argiles et calcaires).

**1. Aghem :** nous avons opté pour la distinction typologique à partir de la variation spatiale de l'organisation des habitations à l'intérieur de l'*Aghem*. Nous obtenons ainsi :

### 1.1. L'*Aghem* à *Rahba*

### 1.2. L'*Aghem* à *Zkak*

Dans chaque type nous avons des facteurs distinctifs :

<sup>7</sup> Illili Mahrouf "Contribution à l'élaboration d'une typologie "umranique" des ksour dans le Gourara", Revue "Insaniyat", 2011.

<sup>8</sup> Terme utilisé par Ibn Khaldoun pour définir cette région du Sud algérien.

<sup>9</sup> Notre recherche s'est basée sur l'ensemble des typologies proposées par : AGP Martin, Colonel Quena (...)



**1.A. aspect formel de l'extérieur :** Aghem circulaire, Aghem para-circulaire, Aghem rectangulaire et Aghem carré.

**1.B. aspect défensif :** Aghem fortifié, Aghem fortifié avec tours d'angles, Aghem fortifié avec tours et fossé, et Aghem fortifié avec tours, fossé et grottes.

**1.C. aspect hydraulique :** Aghem autonome

avec puits, Aghem autonome avec foggara, et Aghem autonome avec puits et foggara.



**Fig 3: Aghem fortifié avec puits extérieur**



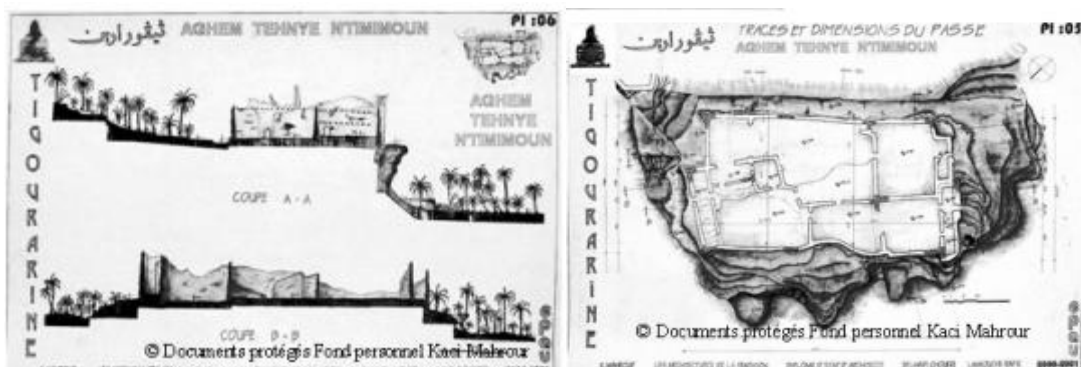
**Fig 4: Le Puits du KSAR d'Aghlad.**



**Fig 5: Timimoun : Foug El Foggara**

**1.D. aspect géologique :**

- *Aghem Continental intercalaire* : terres cuestagrésos-argileuses, aux teintes rouges induisant une architecture de terre et de pierre.
- *Aghem des buttes témoins de l'ère primaire* : terres d'argiles, degrés et de calcaires, aux teintes sombres induisant une architecture uniquement de pierres sur pitons isolés.
- *Aghem de hamada* : terre d'argiles et grès tendres silicifiés aux teintes blanches induisant une architecture complexe d'Aghem fortifiés isolés sur pitons rocheux qui peuvent se développer et croître en architecture troglodyte.
- *Aghem d'erg* : au cœur des formations dunaires et proche de l'Albien et des terres calcaires, induisant des ksour épars à l'abri de dunes Afreg à l'architecture de terre.



**Fig 6: Ksour du Gourara : « Coupes et plan d'Aghem Tehnye N'Timimoun**





**Fig 7: Aghem N'Amass : un aghem fortifié en ruine mais la Kouba extérieure est toujours entretenue par sa population**

### 1.E. aspect lignagier et religieux :

- *Aghem à un seul lignage* : la structure lignagère est matérialisée par un *Aghem* isolé, fortifié et généralement d'architecture de pierre, en raison des attaques en périodes de conflits et de rezzous.
- *Aghem à zaouïa* : marqué par la présence du signe religieux et maraboutique du XVI<sup>e</sup> siècle (kouba, zaouïa et mosquée).

Ce sont essentiellement des architectures de pierre en raison de l'ascendant du pouvoir religieux sur la population.

Nous mesurons ainsi la complexité de l'espace gourari et nous comprenons la nécessité du recours à l'interdisciplinarité pour permettre la compréhension et l'analyse de ces unités d'habitation saharienne. Tous ces facteurs distinctifs se combinent donnant un nombre important de variants typologiques dépassant la notion de sous type définis jusqu'ici<sup>9</sup>.

Grâce à l'onomastique des lieux, cette démarche nous a également permis de lever certaines ambiguïtés dans la définition du vocabulaire ksourien. Par les précisions et les rectifications des abus de langage, le sens est rétabli et la perception des espaces devient pertinente. Comme le précise R. Bellil, la famille constitue la cellule de base élargie, avec une filiation patrilinéaire. Les familles sont regroupées dans le lignage (*lqum*) nettement individualisé dans l'espace par son habitat qui peut être soit la forteresse isolée (*Aghem*), soit le quartier dans le cas des ksour importants. Le lignage relie les différentes familles à un ancêtre commun. Le sommet de cette pyramide constitué par la tribu (*taqbilt*) rassemble plusieurs lignages établis dans des ksour différents.

Nous arrivons ainsi à notre deuxième élément typologique : les *Ighamawen*. Pour reprendre la terminologie de K. Mahrouf, les *Ighamawen* correspondent à des formations urbaines issues de la croissance de l'*Aghem*. Nous obtenons deux types de croissance : la croissance par extension et la croissance par reproduction. Ces deux types de croissance sont la matérialisation formelle, dans l'espace du regroupement de lignages, de migrations ou d'unification par l'action de saints religieux. L'importance des *foggaras* attenantes et la propriété associative des jardins permettent également l'établissement de grandes unités urbaines composées de plusieurs *Aghem*. Il est important de souligner que les facteurs religieux (koubas, et ksour zaouïas) et les facteurs polychromiques (rouges, blancs, et teintes sombres) liés à la nature de la roche (grés, argiles et calcaires) sont intégrés dans les types d'*Ighamawen*. Ces derniers se déclinent en caractéristiques liées au nombre d'*Aghem* associés et les variations formelles qui en résultent (habitats fortifiés, troglodytes et ou à zaouïas).

**2. Les Ighamawen** : nous avons opté pour la distinction typologique à partir de la variation spatiale de l'organisation du mode de croissance des *Aghem*. Nous obtenons ainsi :

#### 2.1. Les Ighamawen à la croissance par extension.

#### 2.2. Les Ighamawen à la croissance par reproduction.

Dans chaque type de croissance, nous avons privilégié les aspects lignagiers et religieux comme facteurs distinctifs des *Ighamawen*. Nous obtenons ainsi :

- Les *Ighamawen* issus de regroupement de lignages reliés aux ancêtres.

<sup>10</sup> Les différentes typologies établies se décomposent à partir de facteurs distinctifs liés à la forme (...)

- Les Ighamawen issus de migrations massives de lignages différents liés à des conditions climatiques ou sécuritaires.
- Les Ighamawen issus de l'intervention d'un saint unificateur de différents lignages ou groupes ethniques.

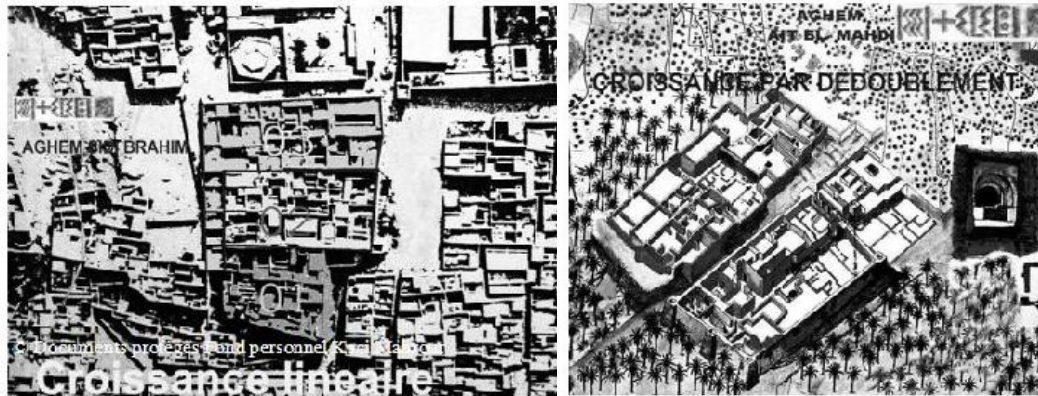


Fig 8: Timimoun : Typologies de croissances urbaines selon Kaci Mahrouf : Croissance par dédoublement et croissance linéaire

**3.L'Aghem d'erg :** Enfin, vient le troisième type qu'est l'Aghem d'erg ou le ksar d'erg ; qu'ils soient de petite ou de grande taille, ce sont des habitations non fortifiées éparées à l'intérieur de l'erg occidental, à l'abri d'une dune Afreg ou au

cœur d'une theira d'erg. L'Aghem d'erg est

entièrement lié à la culture de jardins

irrigués par des puits à balanciers et selon les variations économiques

et politiques, il peut s'établir en relation de complémentarité avec des Aghem fortifiés ou maintenir sa propre autonomie.

Notre typologie *umranique* des ksour du Gourara s'est basée sur la combinaison de trois unités architecturales et urbaines identifiables - l'Aghem, les Ighamawen et l'Aghem d'erg - en fonction de plusieurs facteurs distinctifs issus du fait civilisationnel dans le sens khaldounien du concept *Umran*.

Cette recherche nous a offert l'opportunité de répertorier les savoirs liés aux ksour pour une meilleure compréhension de l'espace gourari en vue de la préservation et de la restauration de ce patrimoine vernaculaire. Dans une perspective de développement durable et de bonne gouvernance, l'implication des populations locales à toutes les étapes de la connaissance, de la valorisation et de la gestion de ces lieux est incontournable. En effet, toute nouvelle construction, revitalisation ou réhabilitation, doit s'inscrire dans un processus dialectique de rapports symboliques propres à ces sociétés jalouses de leurs identités respectives. Chaque Aghem a sa propre identité, ses spécificités liées aux savoir-faire de son groupe ethnique ou religieux. Les techniques constructives se transmettent et se complètent d'un ksar à l'autre. Tous les patrimoines matériels et immatériels doivent être préservés et valorisés dans leurs spécificités multiples. Par la compréhension de la genèse du processus architectural et urbain ksourien et de notre typologie *umranique*, nous contribuons à la valorisation de notre patrimoine saharien dont la croissance et la planification émanent de la prise de conscience de sa valeur inestimable.



Fig 9: KSAR d'Aghlad : une architecture savante des mâalems Gourari

Enfin, nous espérons avoir posé les jalons d'une réflexion théorique plus fine et plus critique vis-à-vis de l'espace ksourien en vue de la mise en place de cahiers des charges plus pertinents dans les opérations de restauration, de réhabilitation et de revalorisation de ce patrimoine architectural et urbain d'ampleur civilisationnelle.

## **1.2/ville saharienne :**

L'identification de la ville oasienne a de tous les temps posé problème. La difficulté réside dans le fait de lier deux concepts opposés. Le mot « Ville » renvoie vers l'urbain avec tout ce que ce terme signifie comme caractéristiques liées au monde urbain et le mot « Oasis » renvoie au monde rural avec tous les critères d'appartenance qui le lient à ce dernier. La conjugaison des deux entités urbaine et rurale sous un même concept rend difficile la compréhension de cette réalité existante. Par contre, la ville saharienne avance une qualification plutôt géographique opposée à la ville nordique tant dans sa conception urbaine que dans son architecture. Alors que la ville au Sahara se présente sous une double casquette. Elle peut être liée à la géographie sous son aspect contextuel comme elle peut être une ville dont les caractéristiques majeures sur les plans architectural et urbain sont celles du Nord mais implantée dans le désert. Economistes, sociologues, urbanistes, géographes, politologues et bien d'autres spécialistes s'accordent sur le fait que la ville est un contenant spatial dans lequel on retrouve une diversité d'aspects relationnels liant toutes les composantes de la société ; la démographie, les activités économiques, les pratiques sociales, l'organisation institutionnelle, la donne culturelle, les modes d'habiter, la conception urbaine...etc., sont autant de paramètres permettant de différencier le rural de l'urbain. Mais qu'en est-il de l'aspect contextuel ? A-t-il une relation avec les autres aspects notamment social, culturel, économique, environnemental, architectural et urbain ? Qu'est-ce qu'une ville oasienne ? Quelle est la différence qui la sépare de la ville saharienne et de la ville au Sahara ? Comment peut-on les définir ? C'est ce que ce papier tente d'élucider à travers la focalisation sur un certain nombre de critères caractérisant la ville oasienne et par conséquent les deux autres.

### **a. L'Oasis : un établissement humain aux facettes multiples :**

Selon Capot. R (1953), le terme "Oasis" est un mot grec d'origine égyptienne. Il fut utilisé comme nom propre, puis à partir de Strabon (historien et géographe du 16ème siècle), comme nom commun lorsqu'il compare les ensembles oasiens comme des îles perdues au milieu de l'océan. Bernard. A (1939) avance que le mot "Oah" veut dire "lieu habité". Son équivalent en langue arabe est "Ouaha dont le pluriel est Ouahat" qui veulent dire "Oasis" en langue française. Il précise que ce terme n'est pas d'usage courant au Sahara mais constitue "un terme de langue géographique européenne". La définition de Lévy. J et Lussault. M (2003) est plus précise car ils considèrent l'Oasis comme "un lieu habité isolé dans un environnement aride ou plus généralement hostile dont la localisation est liée à la possibilité d'exploiter une ressource, notamment l'eau, pour la pratique de l'agriculture irriguée". Ils rajoutent que la présence de l'eau, à elle seule, ne suffit pas pour caractériser ces entités géographiques que sont "les Oasis" mais que la contrainte de la distance s'impose avant la contrainte écologique. Cette position est affirmée par Bensaad. A (2005) qui atteste que "l'eau n'est pas à la source de la vie au Sahara". Alors que Côte. M (1998) définit l'Oasis comme un agro système dont les fondements ne sont pas agricoles. L'Oasis renvoie souvent à une sensation de paix, de calme et de tranquillité. Ce terme reposant est généralement lié à l'image donnée par un havre de verdure dans un milieu contraignant. Parler de l'Oasis, c'est forcément parler du Sahara, de son aridité, de son contexte physique, de ses caractéristiques géographiques, climatiques, culturelles, naturelles, économiques, sociales, architecturales, urbaines et autres. L'Oasis a souvent été associée dans les différentes définitions à la présence de l'eau, à la culture de la datte et au micro climat qu'elles engendrent. (Dictionnaire Larousse, 1982 ; Dictionnaire de l'Anthropologie, 1983).

## **b. L'oasis : un établissement humain durable :**

Si l'on essaie de superposer l'ensemble des caractéristiques de l'Oasis, l'on est vite frappé par l'harmonie qui conjugue, à la fois, les valeurs sociales fondées sur un comportement communautaire mettant en évidence des solidarités multiples visant, non seulement la prise en charge de l'individu et de la famille sur le plan des besoins sociaux, mais aussi la promotion des habitants de l'Oasis sur le plan de l'équité sociale ; les normes économiques qui mettent en valeur le respect des potentialités de l'oasis sur le plan de l'exploitation de



**Fig.10: L'Oasis du vieux Biskra**  
**Source : Carte postale des années 50**

la terre et du type d'agriculture intégré au contexte saharien ainsi que du partage équitable de la rente phoenicicole soit par le fait d'offrir des emplois agricoles ou une partie de la production à la population qui n'en dispose pas ; et enfin le respect de l'environnement tant sur le plan des bienfaits écologiques de la palmeraie ou sur le plan du recours aux matériaux locaux, adaptables aux données contextuelles locales tant au niveau architectural qu'au niveau urbain. Toutes ces caractéristiques renvoient au concept de « durabilité » et l'on peut considérer que malgré la fragilité de l'écosystème oasien, l'Oasis en tant qu'établissement humain qui engage le respect du contexte environnemental, des valeurs sociales et de l'équité économique.

## **c. la ville oasisienne : établissement humain avec des caractéristiques de l'oasis :**

La compréhension de l'Oasis a permis de saisir les éléments qui définissent cette dernière et qui se résument dans la localisation saharienne en milieu désertique, dans l'aridité traduite par les fortes températures et le manque de précipitation, dans les solidarités qui régissent la société, dans l'économie agricole adaptée au contexte, dans l'architecture traditionnelle basée sur l'utilisation des matériaux locaux et dans la conception urbaine qui respecte les contraintes climatiques du désert.

Essayer de donner une définition à la ville oasisienne, passe par sa confrontation à l'Oasis et à ses caractéristiques. Si la localisation et l'aridité sont liées physiquement au Sahara (aspects permanents), les aspects socio-économiques et urbatecturaux (urbains et architecturaux) peuvent changer en fonction de l'évolution de la société. Plus la ville s'étale dans l'espace, plus sa population croît et plus ses besoins augmentent et se diversifient. Mais cette augmentation et cette diversification des besoins n'affectent en rien l'organisation socioéconomique de l'oasis. La ville oasisienne devient soit une très grande Oasis, soit un ensemble d'Oasis liées les unes aux autres formant une entité urbaine dont l'économie est dominée par le secteur primaire et notamment la phoeniciculture et non pas les secteurs secondaire (Industrie) et tertiaire (Commerce), et dont l'aspect social repose sur la notion de famille élargie et sur les solidarités et l'entraide et non sur les ménages nucléaires et l'absence de cohésion sociale et dont l'environnement est au cœur du développement urbain par le biais d'une architecture écologique à échelle humaine et d'un urbanisme qui respecte le contexte local dans sa conception.



#### **d. la ville saharienne : une ville oasienne sans la palmeraie :**

L'espace oasien est profondément affecté dans ses différents niveaux tant architectural et urbain que territorial, ce qui s'est répercuté négativement sur les pratiques sociales solidement ancrées dans l'épaisseur historique de leur biotope. La ville saharienne utilise une architecture traditionnelle, celle des Ksour (Fig. 11). La sobriété des formes et la richesse des organisations spatiales, traduisent l'expression matérielle des besoins socioculturels et de mode de vie. La forme de l'habitat traditionnel constitue un élément caractéristique de l'organisation spatiale et de la morphologie qui montre les logiques sociales structurantes de la société saharienne. L'habitat saharien en Egypte, en Algérie et dans d'autres pays arabes se partage ainsi entre les formations dispersées de maisons isolées accolées aux champs et aux puits et les petites agglomérations très denses de maisons mitoyennes, souvent entourées d'une enceinte, où les rues sont couvertes et dans lesquelles domine la brique de terre crue. L'approfondissement des définitions des éléments du système saharien s'inscrit dans la volonté d'appréhender de la manière la plus juste les logiques passées pour les intégrer de façon cohérente dans nos réflexions portant sur le développement urbain durable et l'observation des dynamiques territoriales de ces systèmes.

La concentration de l'habitat et l'existence de remparts, conférant un caractère fortifié à l'ensemble ksourien, ne peuvent s'appréhender sans référence à l'insécurité qui régna durant de longs siècles au Sahara (Bernard. A, 1939). Le Ksar regroupait l'ensemble des éléments symboliques forts de centralité telle la mosquée, parfois une zaouïa, les places publiques, le fort (Bordj) et les marchés. Selon HENSENS (1966), les éléments constitutifs du village communautaire sont généralement : - La centralité sur la façade d'une composition monumentale encadrant la porte et les fenêtres. - L'auvent situé au-dessus de la porte d'entrée. - Des montants verticaux qui servent de contreforts et sont un stade préliminaire vers une éventuelle décoration de la façade. - Les compositions des façades s'étendent entre deux colonnes qui marquent les angles. - Des consoles de bois de palmier en saillie sur la façade. - Petites ouvertures de 20 cm sur 40, peu nombreuses et de trois types : la lucarne, le trou dans le mur et la fenêtre à grillage.

Les matériaux utilisés dans ce bâti dépendent des ressources que l'environnement avait mis à la disposition des utilisateurs, des techniques qu'ils peuvent engendrer, des structures socio-économiques qui gèrent le quotidien et des conditions climatiques qui en déterminent l'usage et la continuité. L'eau, la terre, le bois et la pierre sont présents dans la nature et ne sont pas soumis aux contraintes économiques mais plutôt environnementales. Ils n'impliquent pas un achat, un coup de transport excessif ou une transformation industrielle quelconque, mais une créativité artisanale. Les bâtiments qui en sont le



**Fig.11: Ville saharienne d'El Oued**  
Source : Carte postale, années 50

résultat répondent à un état d'équilibre avec la nature au lieu de chercher à la dominer.

*« L'homme a lutté avec les matériaux, les contingences, avec sa culture. C'est un duel avec la matière et lorsqu'il a résolu son problème, il avait créé la beauté ». (FATHY. H, 1970).*

Ce que l'on désigne aujourd'hui par l'architecture saharienne est toute la production architecturale moderne qui a commencé dans les années cinquante, dont les éléments les plus utilisés sont : les auvents, les claustras, les brise-soleils, les arcades et les voûtes sans fioritures.

L'architecture Ksourienne est aussi une leçon d'habitat bioclimatique par plusieurs aspects : l'adoption de murs épais, la structuration des espaces pour permettre une circulation de l'air par convection par le chebek qui domine le patio central (wast ad dar). La largeur des rues et des ruelles respecte une hiérarchie stricte destinée à permettre le croisement d'animaux chargés ou non ; la place centrale, les placettes, les accès, sont réglés à l'échelle humaine.

Les trajectoires brisées des passages et des rues, ménageant parfois des passages couverts, jouent un rôle dans la création d'ombres et d'obstacles au passage du vent, créant des zones fraîches et donnant ainsi à la totalité du Ksar les mêmes caractéristiques bioclimatiques que les habitations qui le composent.

Les agglomérations urbaines au Sahara enregistrent des accroissements massifs de population au détriment de leurs arrières pays qui se vident à une vitesse jamais observée dans l'histoire de ces régions, menaçant ainsi son équilibre écologique et culturel. Beaucoup de noyaux et de liens sociaux anciens, les « ksour », sont en voie de disparition et avec eux les oasis, les points d'eau et la végétation qu'ils contiennent.

Les extensions successives qui ont caractérisé les villes sahariennes ont favorisé le déclin de la palmeraie qui ne joue plus le rôle régulateur sur le plan économique.

Sans la palmeraie ni les seguias, l'économie de la ville saharienne repose essentiellement sur le secteur tertiaire (commerce et administration). Les relations sociales connaissent des mutations profondes qui touchent l'organisation même de la famille qui, graduellement passe à la nucléarisation. Cependant, les aspects architecturaux et urbains persistent et respectent le contexte local (Fig. 12). Arcades, rues étroites, habitations dépassant rarement les deux niveaux, peu d'ouvertures en façades, patio central, éclairage souvent zénithal etc. sont les caractéristiques majeures de la ville saharienne.

### **. la ville du Sahara : ville du nord implanté en milieu désertique :**

L'organisation spatiale et la production architecturale et urbaine spécifique au contexte local saharien semblent graduellement disparaître au profit de l'import de nouvelles approches complètement étrangères au milieu avec la désertification et l'abandon des « Ksour ». Bâtiments dépassant en hauteur quatre à cinq niveaux, rues très larges négligeant le prospect, matériaux de construction inadaptés, morphologie inappropriée contrastent avec le paysage naturel en exacerbant davantage les écarts entre les exigences imposées par l'aridité du milieu et les conceptions parachutées.

La ville au Sahara est une ville du Nord implantée en milieu désertique (Fig. 15). Elle n'a aucun lien avec l'Oasis ni la ville oasisienne ni même la ville saharienne. Il s'agit en fait d'une entité urbaine complètement étrangère

au contexte saharien. Son économie repose fondamentalement sur le secteur



**Fig. 12: Quelques types de logements à Biskra**  
**Source: Merad Yacine, 2015**

tertiaire et notamment informel. Sa société vit une transformation radicale sur le plan des relations familiales qui passent de la famille élargie, à la famille nucléaire, à la famille mono nucléaire. La dislocation de la composante sociale impose l'anonymat, ce qui favorise l'absence de solidarités sociales et donna naissance au principe de "chacun pour soi". Le chômage, l'inégalité dans la répartition de l'emploi, la crise du logement et la difficulté de faire face aux besoins de la population sans cesse croissante sont les caractéristiques majeures de la ville actuelle au Sahara.

Sur le plan architectural et urbain, l'on note la réalisation des ensembles collectifs d'habitat inadaptés au contexte local. Les appartements sont dépourvus de toute conception bioclimatique. Béton armé et larges baies vitrées contrastent avec les exigences du milieu. Les très larges rues de circulation dénuées de toute protection (arcades, semi couvertures, dimensions respectant le prospect solaire) participent à la dégradation, non seulement du milieu habitable mais aussi de l'environnement.

La ville au Sahara assiste à une nouvelle reconfiguration spatiale, rapide et complexe. Cette nouvelle situation est accompagnée par des nouveaux problèmes, liés spécifiquement à la durabilité du processus de développement qui se pose avec acuité sur ce territoire qualifié de fragile. La concentration croissante de populations dans le Sahara, les mutations socioéconomiques et les nouvelles formes des mobilités sont à la fois sources de tensions entre l'espace anthropique et l'espace naturel, et sources de déséquilibres territoriaux liés aux processus de gestion territoriale (KOUZMINE.Y, 2007).

## **CONCLUSION :**

Les trois entités urbaines prises en charge dans ce papier en l'occurrence la ville oasienne, la ville saharienne et la ville au Sahara semblent sur le plan de la définition très proches par l'utilisation du terme « ville » qui les présente d'emblée comme établissements humains jouissant de toutes les caractéristiques de l'urbanité. Mais en réalité, elles sont séparées par les qualificatifs qui secondent le terme « ville ».

La ville oasienne s'identifie à l'oasis par le biais de tous les critères qui la caractérisent. La localisation en milieu désertique, l'aridité de l'environnement, l'économie basée sur l'agriculture et notamment la phoeniculture, les solidarités sociales, la simplicité des formes traditionnelles de l'architecture et de l'urbanisme, le recours aux matériaux locaux, la gestion spécifique de l'eau et la faiblesse des précipitations en sont les paramètres qui traduisent le village oasien. La croissance tant démographique que spatiale de ce dernier favorise la naissance d'un établissement humain qui garde les qualités de l'oasis mais qui grimpe dans l'échelle classificatrice des petites villes.

La ville saharienne peut être interprétée comme une phase avancée de la ville oasienne avec des mutations socioéconomiques révélatrices d'une autre dimension de l'urbain en milieu saharien. Si l'économie de la ville oasienne repose principalement sur le secteur primaire, celle de la ville saharienne repose sur le secteur tertiaire. La disparition graduelle de la palmeraie engendre généralement une perte des solidarités due essentiellement à la mise en place d'une hétérogénéité sociale qui impose ses propres pratiques. Cependant, il faut souligner que l'architecture et l'urbanisme conservent leur échelle humaine et leurs conceptions adaptées à l'hostilité du milieu environnant.

La ville au Sahara, cependant, présente une coupure nette avec les deux entités qui entretiennent des relations idoines avec la géographie et le contexte saharien. Ni l'architecture, ni l'urbanisme ne s'identifient au Sahara. Bâtiments à plusieurs niveaux, constructions en béton, larges rues goudronnées, économie fondée sur le secteur tertiaire et notamment l'informel en général et partiellement sur le secteur secondaire et une société plus hétérogène. La ville au Sahara est le prototype de la ville du Nord implanté au Sahara.



# CHAPITRE 2 : CONFORT THERMIQUE

## 2-1/ Le confort :

### **Notion de confort :**

Etymologiquement, le terme confort, tiré du mot anglais « comfort », est défini comme « un sentiment de bien-être et de satisfaction » ou comme un ensemble des éléments qui contribuent à la commodité matérielle et au bien-être ». Ce qui donne à ce concept difficilement mesurable, un caractère subjectif dépendant des appréciations personnelles de chaque individu. En effet, la compréhension et l'évaluation du confort dans l'environnement de l'homme sont nécessaires, car ce dernier représente un élément majeur dans le développement et la conception des bâtiments.

### **Définition :**

Ensemble des commodités matérielles qui rendent la vie quotidienne plus agréable, plus facile ; bien-être matériel qui en résulte (définition Larousse).

Le confort semble donc dépendant de l'ensemble des commodités qui procure de l'agrément, générant une impression plaisante ressentie par les sens et l'esprit, voire même un certain plaisir.

Commodités : c'est tout « ce qui est d'utilisation facile, qui procure l'aisance, qui remplit l'usage qu'on en attend ou qui rend la vie agréable ».

## 2-2/ le niveaux de confort :

Selon les travaux de pascal Amphoux le confort a 3 niveaux :

- 1- Le confort de commodité (ou fonctionnel élémentaire).
- 2- Le confort maîtrise (capacité de régler et maîtrisé le niveau de confort).
- 3- Le confort de réserve (avoir plus que ne nécessaire et le commode, le luxe)

## 2-3/ Type de confort :

### - **De lumière :**

Il s'agit d'avoir la bonne lumière au bon endroit car trop de lumière, lumière mal adaptée, mal placée, mal orientée peut s'avérer gênante.

### - **Sonore :**

Le confort acoustique est par définition la maîtrise des bruits :

- Aérien (de diffusant dans l'air)
- D'impact venant de tous les voisins
- Des équipements
- Des pièces de l'habitation (échos)
- Extérieurs (voitures, trains...)

### - **Olfactif :**

En termes de confort olfactif, les exigences des usagers consistent généralement à :

- Ne pas sentir certaines odeurs considérées comme fortes et/ou désagréables.
- Retrouver certaines odeurs considérées comme agréable.

### - **Climatique :**

Le climat est l'une des principales données de la morphologie de systèmes architecturaux et urbains.

Il est le résultat de l'interaction de plusieurs facteurs, incluant la température, la vapeur d'eau, le vent, les radiations solaires et les précipitations dans un endroit particulier et à travers une période de temps.

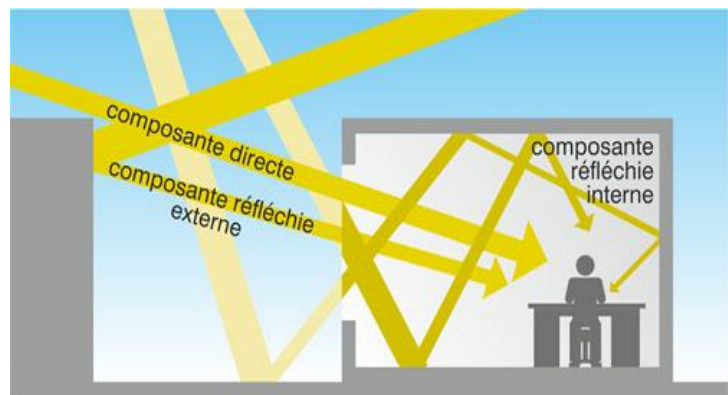


Fig. 13 Effet de l'éclairage naturel mal orienté

## 2-4/Le confort thermique :

Le confort thermique peut être défini comme étant « l'état d'esprit qui exprime la satisfaction vis-à-vis de l'environnement thermique » (A.S.H.R.A.E)

Le confort thermique est d'abord un phénomène physique soumis à un faible part de subjectivité, il peut être défini comme une sensation complexe produite par un système de facteurs physiques, physiologiques et psychologiques, conduisant l'individu à exprimer le bien être de son état.

Le confort thermique est le bilan équilibré entre les échanges thermiques du corps humain et de l'ambiance environnante [B. GIVONI 1978, M. EVANS 1980, S. SZOCOLAY 1980].

### Les types d'échanges thermiques :

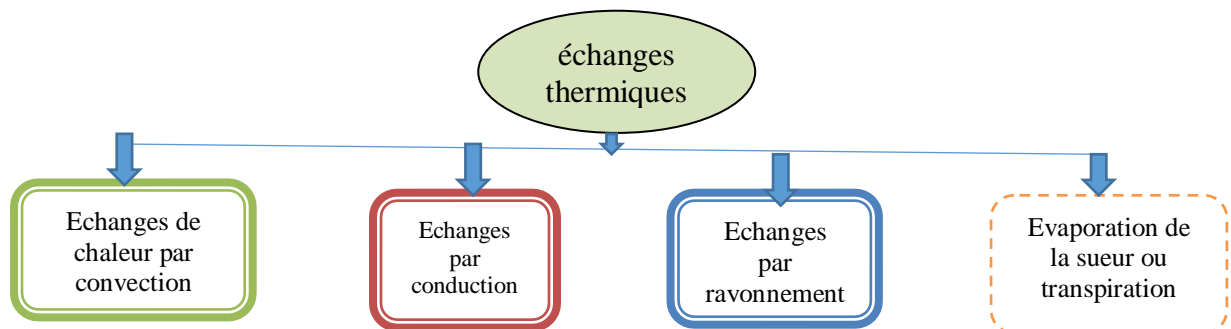


Fig. 14 Organigramme des types d'échanges thermiques

## 2-5/ le confort thermique extérieur :

### a. Paramètres influençant sur le confort thermique extérieurs :

Les paramètres influençant les conditions thermiques à l'extérieur, occupent une plus grande palette et sont plus variables à savoir :

- **Température de l'air :** Les échanges thermiques (notamment la convection) sont très dépendants de la température de l'air. En effet, si cette température dépasse la température cutanée, les échanges par convection vont eux aussi entraîner une élévation de la température corporelle.  
Ses valeurs varient selon la variation de la surface corporelle et la vitesse du vent pour la convection et les changements de la situation géographique comme l'altitude et la latitude.
- **Température moyenne radiante :** Elle intervient dans les échanges par rayonnement. Ainsi, (Liebard et Herde, 2005) ont défini la température de confort ressentie, appelée encore température opérative ou température résultante sèche, comme étant la moyenne entre la température de l'air ambiant et la température des parois:  
$$TRS = (TA + TP) / 2$$
  - TA représente la température de l'air mesurée à l'ombre par un thermomètre ordinaire.
  - TP ou TMR correspond à la moyenne des températures des surfaces qui nous entourent (murs, fenêtres, radiateurs...etc.) et avec lesquelles nous échangeons de la chaleur par rayonnement infrarouge.

- **Humidité de l'air :** (Salomon et Bedel, 2004) l'ont défini : L'humidité relative de l'air affecte le confort dans la mesure où les taux faibles ou élevés entraînent des sensations d'inconfort.
  - Une humidité trop faible dessèche les muqueuses respiratoires qui ne jouent plus leur rôle filtrant vis-à-vis des poussières et des germes pathogènes.
  - Une humidité trop forte dérègle la thermorégulation de l'organisme car l'évaporation à la surface de la peau ne se fait plus, ce qui augmente la transpiration. L'inconfort lié à l'humidité provient donc de l'importance de l'échange par évaporation. En effet, plus il y a d'humidité dans l'air, plus il est difficile d'évaporer la sueur et de respirer.
- **Vitesse du vent :** La vitesse de l'air affecte le corps humain de deux façons différentes. Tout d'abord elle détermine l'échange de chaleur convective du corps et ensuite elle affecte la capacité évaporatoire de l'air et par conséquent agit sur le rendement de la sueur (Givoni, 1978). Les premiers effets du vent apparaissent pour les rafales de 1.5 m/s.
- **Rayonnement solaire :** Le rayonnement solaire possède à la fois des effets thermiques et biologiques sur l'homme. Biologiquement, le corps est affecté par la partie ultra-violette (U.V), du spectre tandis que l'effet thermique est dû aux rayons visibles et infrarouges. L'effet thermique du rayonnement solaire dépend de la position du corps par rapport au soleil, des vêtements, de l'albédo des objets environnants et de la vitesse du vent (Givoni, 1978).

## b. Mesures assurant le confort thermique extérieur :

### Rafrachissement de l'air :

- **Par l'eau :** La présence d'une masse d'eau sur ou à proximité d'un site contribue à atténuer le microclimat de ce site. Une fontaine ou un lac industriel, agit comme un réservoir de chaleur, réchauffant progressivement au cours du printemps et restant à une température relativement constante tout au long de la saison chaude. Lorsque la température de l'air est très élevée, même la moindre brise sur l'eau va produire le refroidissement par évaporation et rendre le climat plus supportable (Todd, 1985). L'eau peut être présente dans l'espace de manières différentes : arroseurs de pelouse, tuyau de jardin perforé placé au sommet de la barrière autour du site, ou des zones de micro pulvérisation, peuvent refroidir une grande masse d'air instantanément.

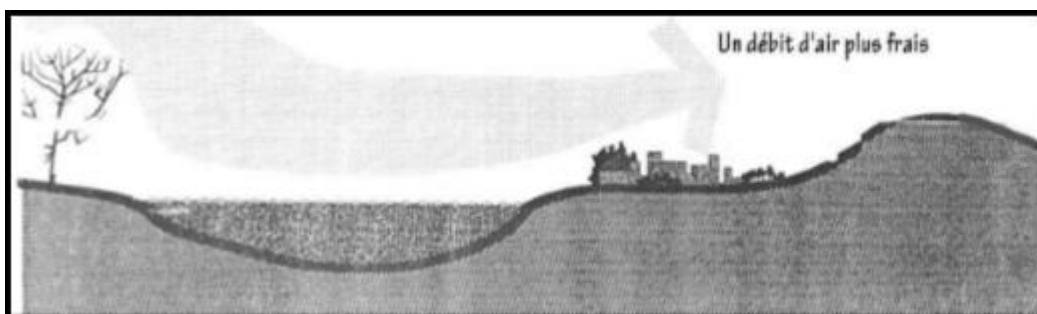
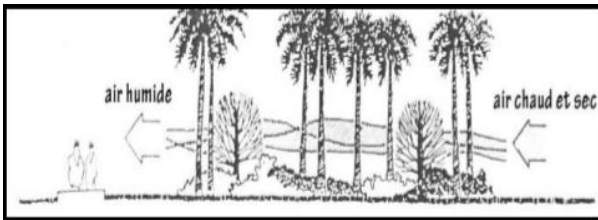


Fig. 15: le vent est refroidi lors de son mouvement sur une masse d'eau.

- **Par la végétation :** Plusieurs études font état de l'importance primordiale de la végétalisation et de la protection des espaces verts et boisés actuels afin de lutter contre l'effet d'îlot thermique urbain (Heisler et al, 1994 ; Taha ET AL., 1996; McPherson et al, 2005; Solecki et al, 2005).

Selon Dimoudi et Nikolopoulou (2003), la stratégie de végétalisation offre des gains importants de fraîcheur. Également, une rangée d'arbres diminue la température de l'air environnant de 1 °C, tandis que la création d'un parc au centre-ville en remplacement de bâtiments générerait une baisse de température de l'air environnant de 2 °C à plus de 6 °C.

Dans une étude (2000) réalisée à Tel-Aviv en période estivale, Shashua-Bar et Hoffman ont souligné que des îlots de végétation urbains d'une largeur de 60 m génèrent un effet de fraîcheur dans un rayon de 100 m. Ils rapportent également que la portée du rafraîchissement varierait de façon exponentielle selon la dimension des espaces végétalisés. D'autres facteurs peuvent aider la diffusion de la fraîcheur créée par la végétation, notamment le vent : un grand parc placé en amont d'un centre urbain, dans la direction des vents dominants, peut avoir une plus longue portée rafraîchissante (Honjou et Takakura, 1990).

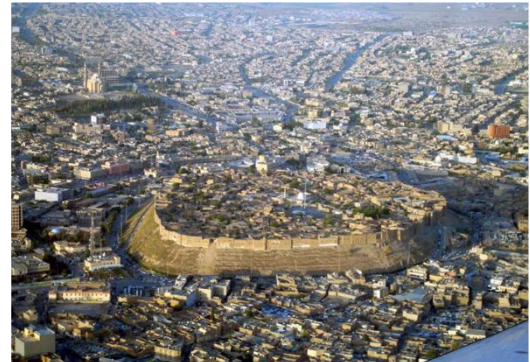


**Fig. 16 : L'utilisation de la végétation pour protéger les espaces contre les effets néfastes du vent**

Exemple: La ville de Salah-Eddine:



Générer un micro climats par boisement en pied des montagne  
-par peur d'érosion des sols fragilisés par les pluies violentes en hiver



Planter dans les creux construire sur les hauteurs



Créer une barrière contre la chaleur l'arbre prend possession du site



**Les fonctions dévolues a la végétation sont.:**

- Briser les vents
- Filtré les poussière
- Abaissier la température
- S'opposer au dessèchement de l'aire

**Fig. 17 : Végétalisation de la ville de Salah-Eddine**

- **Par les vents :** Le rafraîchissement de la ville par le vent relève d'une part d'un processus physique et d'autre part d'un ressenti. Tout d'abord, le vent permet de chasser l'air chaud de la ville qui est alors remplacé par de l'air plus frais et moins pollué. Le vent a un effet direct sur la température et l'humidité de l'air et par conséquent le confort thermique humain. Dans les zones chaudes et arides, il est important d'utiliser des courants d'air pour augmenter le rafraîchissement par convection et d'augmenter l'évaporation. Au contraire, une mauvaise gestion de la circulation de l'air peut créer un environnement non confortable. Un groupement végétal dense peut être utilisé comme brise vent et oriente le vent vers le haut ou sur les côtes.

## 2-6/Confort thermique intérieur :

### a. Paramètres influant sur le confort thermique intérieur :

- **La température de l'air :** Dans un local, la température de l'air n'est pas uniforme, des différences de températures d'air se présentent également en plan à proximité des surfaces froides et des corps de chauffe (Revue européenne d'architecture, 1978).
  - **L'humidité de l'air :** L'humidité de l'air n'a pas un grand effet sur la sensation de confort thermique, si les températures d'air sont confortables ; elle n'a d'effet significatif que lorsqu'elle est extrêmement haute ou extrêmement basse. Il est admis des variations de l'humidité relative entre 19 à 65 %.
  - **Le mouvement d'air :** Le taux de renouvellement de l'air dans un local dépend lui aussi de la vitesse du vent en particulier quand une ventilation transversale est possible. Cependant, dans ce cas, les occupants tentent de régler les ouvertures de façon à éviter les courants d'air.
  - **L'ensoleillement :** Influence le confort thermique, dépend de la position du corps par rapport au soleil, la tenue vestimentaire et l'albédo des objets environnante et la vitesse du vent. Givoni a estimé à partir des expériences que la quantité de rayonnement direct tombant sur un homme à demi nu dans une position debout est d'environ 70% de celle tombant sur un sujet assis le dos tourné au soleil. (Givoni, 1978).
- b. Mesures assurant le confort thermique extérieur :**

### Rafrachissement de l'air :

- **Par les ouvertures :** Les écoulements d'air permettent d'évacuer les charges thermiques du bâtiment liées aux machines électriques, à l'éclairage, et aux occupants.

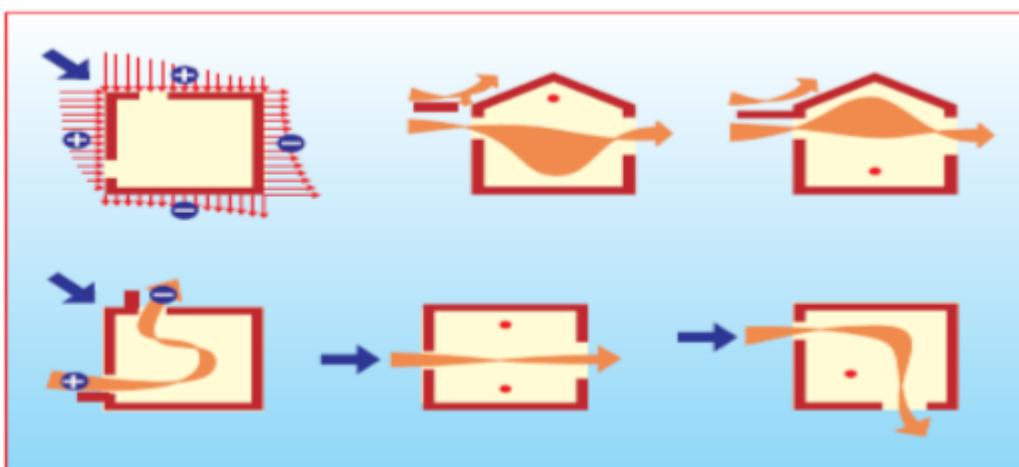


Fig. 2.18 : les différentes pressions d'air Source : Moniteur, Paris 2005.



- **Par système de ventilation naturel :**

- **Tour à vent :** se présentent comme de grandes cheminées rectangulaires d'une quinzaine de mètres en hauteur. Les dimensions extérieures sont d'environ 3 x 4 mètres de côté. La partie haute dépassant les toits comporte des ouvertures verticales, liées à des canalisations qui divisent la tour en deux (ou plusieurs) conduits verticaux, conçus pour séparer les courants d'air ascendants et descendants. La partie basse de la tour s'ouvre dans la pièce à rafraîchir.

Se présentent comme de grandes cheminées rectangulaires d'une quinzaine de mètres en hauteur. Les dimensions extérieures sont d'environ 3 x 4 mètres de côté. La partie haute dépassant les toits comporte des ouvertures verticales, liées à des canalisations qui divisent la tour en deux (ou plusieurs) conduits verticaux, conçus pour séparer les courants d'air ascendants et descendants. La partie basse de la tour s'ouvre dans la pièce à rafraîchir.

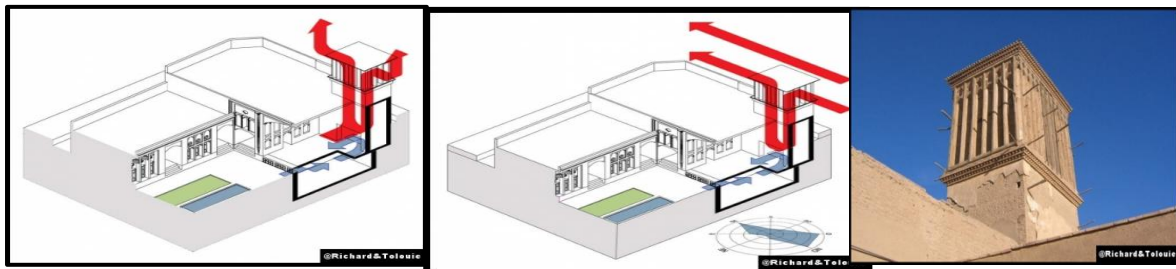


Fig. 19 : les Tour à vent à Yazdi.



Fig. 20: Cheminée solaire



Fig. 21: Tours à vent à Damas

- **Les cours :** La cour est définie comme tout espace entouré de clôture et contenant à son tour l'habitation et les services. Pendant l'été, l'espace cour est ombragé pour une longue partie de la journée et fonctionne comme régulateur climatique car elle défend contre les vents dominants par la forme et les dimensions qu'elle peut prendre, de manière à ce que, si elle est restreinte à un petit patio, elle lutte contre les vents de sable en évitant la création d'une zone de dépression.

Les différentes pièces du volume sont aérées, ventilées à travers leurs fenêtres de dimensions variables qui donnent directement sur la cour ou le patio.

- **Les Moucharabiehs :** Les moucharabiehs des pays arabes combinent la protection solaire et l'aération nocturne. Le jour, les grilles en bois à claire-voie, fermées, laissent passer la lumière mais pas le soleil. Le soir, la partie ouvrante des grilles est relevée sur les trois côtés du balcon, facilitant la pénétration de l'air et la création d'un courant d'air. Ce dernier est rafraîchi par évaporation de l'eau de la jarre poreuse que l'on dépose à cet endroit.

- **Par la végétation :** Elle peut être employée de diverses façons (toits verts, murs verts, etc.) afin d'améliorer les conditions de confort. Pour ce faire, et pour mieux maîtriser les performances des plantes, il est impératif d'évoquer les typologies de ces dernières afin de bien choisir les essences adaptées suivant la saison et le climat.

#### Choix des végétaux selon l'orientation :

- **Exposition Nord,** Les plantes persistantes, en particulier : Arbres et haies assurant un effet brise-vent, Peupliers, Cyprès de Provence, Filao, Pittosporum, lierre ...

- **Exposition Sud,** Les plantes à feuilles caduques sont les plus pour permettre au soleil d'hiver de chauffer passivement la maison; grimpants offrant une protection solaire d'été: Aristoloche siphon, Bignone à grandes fleurs, Bougainvillée, Glycine de chine, Jasmin de virginie, Vigne, Vigne vierge à 5 feuilles, Volubilis, Roses grimpantes, Vigne de trompette, Vigne russe, les clématites, et la Glycine.

- **Façades orientées Est,** peuvent être traitées en tant que mur Sud ou Ouest sinon il est préférable d'employer des plantes persistantes.

- **Façades Ouest,** les plantes qui peuvent convenir à cette orientation incluent : grimpants offrant une isolation thermique en hiver et en été : Figuier grimpant, Fusain grimpant, Lierre commun des bois, Lierre des canaries, chèvrefeuille.

#### d. Différentes cavités utilisé en ventilation naturelle :

Les cheminées solaires, les façades à doubles peaux et les murs trombe sont des cavités ouvertes, ont conçu pour se servir de l'énergie solaire pour le chauffage passif, ventilation naturelle et dans le cas de la façade à double peau fournie également la lumière du jour. La figure montre les trois types de cavité pour le chauffage passif et la ventilation naturelle dans des bâtiments. La flottabilité thermique est le mécanisme principal pour la circulation d'air dans les cavités ouvertes.

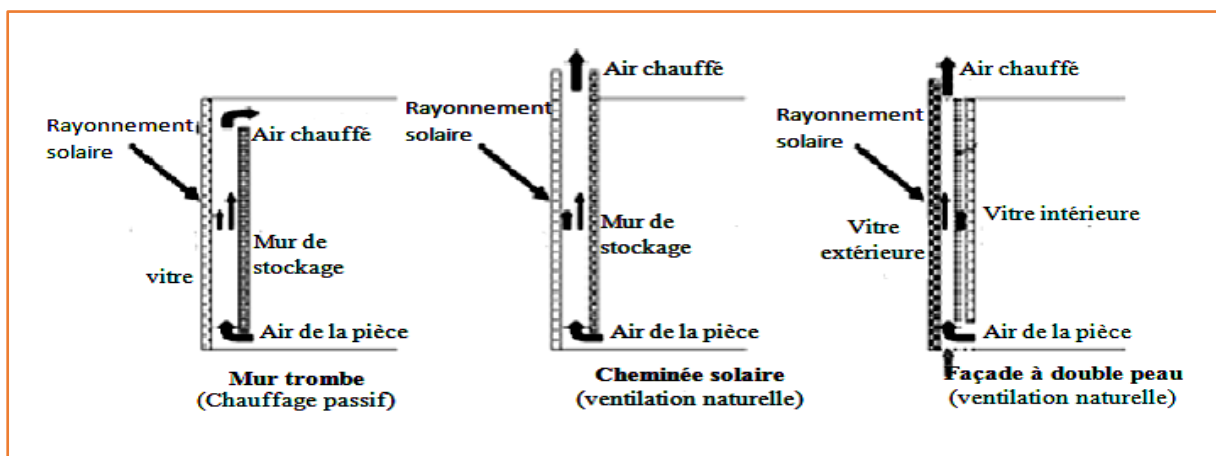


Fig. 22: Diagramme schématisé de trois types de cavités pour le chauffage passif et la ventilation naturelle



- ❖ **La cheminée solaire:** La cheminée solaire a une structure et un mécanisme de fonctionnement semblable au mur trombe. La différence distincte entre les deux, est que le mur trombe absorbe l'énergie solaire, et le recyclage d'air chaud résulte le chauffage passif du bâtiment. La cheminée solaire fournit au bâtiment la ventilation pendant le jour sans recyclage d'air dans la pièce. Une cheminée solaire peut être un des composants d'un bâtiment, dans lequel un ou plus de murs d'une cheminée sont transparents, le mur vitré permet le rayonnement solaire s'accumuler assez de chaleur pour induire l'effet de cheminée. L'énergie solaire réchauffe l'air à l'intérieur de la cheminée. En raison de la différence de la température d'air, un gradient de densité entre l'intérieur et l'extérieur de la cheminée provoque un mouvement ascendant d'air. La figure II.13 présente un exemple d'utilisation de la cheminée solaire dans un système de ventilation naturelle dans les bâtiments de l'université de Kitakyushu en Japon.



Fig. 23: Exemple de cheminée solaire intégré sur le bâtiment



Fig. 24: Présentation d'une cheminée solaire à l'école Tanga

i

<sup>11</sup> M, GALEOU GRIVEL, F. et CANDAS, V. (1989). Le confort thermique : aspects physiologiques et psychosensoriels. Etude bibliographique. Strasbourg: CNRS.

<sup>12</sup> A.Ould-Henia, « choix climatiques et construction en zones arides et semi arides la maison à cour de bousaada ». Thèse de doctorat, école polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), 2003

<sup>13</sup> B. Givoni, « L'homme l'architecture et le climat », Edition le moniteur, Paris 1978.

Bibliothèque nationale du Québec, « Guide, le confort thermique à l'intérieur d'un établissement », Ce guide a été préparé par la Direction de la prévention-inspection de la CSST, en collaboration avec la Direction des communications. 2004.