

République algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche scientifique
Université Saad Dahlab de - Blida 01
INSTITUT D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME



MASTER 2 : (CLASSIQUE)
OPTION : HABITAT

THEME :

**L'ARCHITECTURE VERNACULAIRE COMME
LEVIER D'AMENAGEMENT DURABLE**

(Cas d'étude : Eco-Quartier Tafilelt)

Présenté par :

Kacimi El Hassani Mohamed Rafik

Composition du jury :

Dr. Aouissi Khalil	Président	Université Blida1
Mr. Sedoud Ali	Examineur	Université Blida1
Dr. Ait Saadi Mohamed Hocine	Encadreur	Université Blida1

2020\2021

RÉSUMÉ

Architecture « durable », « écologique », ou environnementale quels que soient les termes en usage (...), une architecture respectueuse de l'environnement qui se présentant comme une ambition, une alternative urgente pour notre nouveau siècle au centre d'une prise de conscience environnementale, qui n'est pas nouvelle; une conscience qui était la référence et le support d'une architecture ancienne dite vernaculaire, souvent définie comme indigène, primitive ou sans architecte longtemps dévalorisée et sous estimée, d'où cette dernière renferme des solutions et des alternatives qui répondent et correspondent aux questions environnementales et sociales, elles a pour principale qualité de s'adapter à son milieu. Elle est le fruit d'un long processus d'adaptation et de traditions transmises de génération en génération.

Notre problématique consiste en la mise en valeur d'un enseignement que nous pouvons acquérir du langage vernaculaire dans la pratique architecturale et urbaine, tout en mettant en relief les liens existants entre les gestes traditionnels et les gestes d'aujourd'hui, et cela en axant notre réflexion sur les significations possibles d'un regard contemporain sur l'architecture vernaculaire et l'intégration de celui-ci au projet d'architecture. En effet, nous avons pris conscience de la nécessité des enjeux qui ne nous apparaissaient pas cruciaux il y a peu d'années encore.

Notre choix expérimental s'est porté sur «**Ksar Tafilelt**», comme exemple réussi d'une architecture moderne ou « **Neo-Traditional** » basée sur des principes d'architecture vernaculaire. L'établissement «**l'éco quartier Tafilelt**» est un exemple riche en enseignements, car tout ce que nous pouvons lire théoriquement sur l'architecture durable, nous le voyons et nous le vivons à travers l'environnement construit vernaculaire de la cité.

Mots clés : Architecture, Bioclimatique, Vernaculaire, Développement Durable, Enseignement, Site, Traditionnel, Vernaculaire, Écoquartier

SUMMARY

« Durable », « Ecological », or « Environmental architecture » whatever the terms of use (....), it's a respectful architecture of the environment itself which being presented in the form of an ambition, an urgent alternative for our new century in the middle of an environmental awakening, which is not new; A consciousness which was the reference and the support of an old architecture known as vernacular, often defines like native, primitive or without architect, always devalued and underestimated, hence it contains and offer solutions and alternatives which answer and correspond to the actual environmental and social issues, respecting environment, and preserving natural resources are the mains qualities of vernacular architecture. It is the fruit of a long process of adaptation and traditions transmitted from generation to generation.

Our concern consists of enhancing a study that we can obtain from the vernacular language in architectural and urban practice, highlighting the existing links between traditional behaviors and present conducts, and so by focusing our study on the possible meanings of a contemporary insight on the vernacular architecture and its integration to the architecture project or to the structural designs.

Indeed we have become aware of importance of the stakes that we didn't appear to have been critical of, only a few years back - the issue of global warming; the conservation of our environmental heritage; the social balance between rich and poor areas; and the ability to create a continuous prosperity and keep alive the many cultural expressions that shape our societies.

Our choice of case study falls on “**Ksar Tafielt**” as a good example of modern or "Neo-Traditional" architecture based on vernacular architectural principles. The establishment “**Ecodistrict Tafielt**” is an example rich in studies, as everything we theoretically read on sustainable architecture we can see its existence and life through the vernacular built environment of the city.

Keywords: Architecture, Bioclimatic, Vernacular, Sustainable Development, Education, Site, Traditional, Ecodistrict

ملخص

العمارة "المستدامة"، "الخضراء" أو "البيئية" مهما كانت المصطلحات المستخدمة (...)، فهي عمارة مفهومها احترام البيئة والمحافظة عليها، جاءت كطموح وبديل عاجل في العصر الحديث وذلك في ظل انتشار مفهوم الوعي البيئي.

مفهوم ليس بحدوث، حيث يعتبر هذا الأخير كأساس ومبدأ للعمارة العامية السابقة، والتي غالبا ما تعرف بالبدائية أو بدون مهندس، عمارة لطالما همشت غير أنها تحمل في طياتها حلولاً وبدائل تلبي وتتوافق مع مختلف القضايا البيئية والاجتماعية الحالية، حيث يعتبر التكيف البيئي أحد أهم ميزاتها المستمدة والمتوارثة من جيل إلى آخر.

تتمثل الإشكالية المقترحة في هذا البحث المقدم في إيجاد حلول لبناء هندسة معمارية بيو مناخية من خلال الرجوع الى المصادر والأصول التقليدية واخترنا كمثل هنا القصر أو المدينة البيئية تافيلالت كحالة دراسة هدفها تسليط الضوء على أهمية العمارة العامية وارتباطها بالهندسة المعمارية المستدامة المعاصرة.

والواقع أن التراث التاريخي يذكرنا بأهمية تسليط الضوء على معالم الهوية التاريخية التي من شأنها أن تكون مصدر جديد لمعالم معمارية حديثة.

الكلمات المفتاحية: عمارة عامية، تطوير مستدام، عمارة بيو مناخية، المدن الاسلامية، القصور، المدينة البيئية.

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE INTRODUCTIF

Introduction.....	1
Problématique	1
Choix du ksar de Tafilelt	3
L'hypothèse de recherche	3
Objectifs	4
Méthodologie de la recherche	4

CHAPITRE 1 : L'architecture traditionnelle, source d'inspiration pour un développement urbain durable

1.1 L'ARCHITECTURE VERNACULAIRE	5
1.1.1 Définition	5
1.2 Ethnologie et sociologie	7
1.3 L'HABITAT VERNACULAIRE À TRAVERS LE MONDE	8
1.3.1 L'habitat troglodytique	9
1.3.2 L'igloo	11
1.3.3 Shibām	13
1.3.4 L'habitat gaulois	15
1.4 L'HABITAT VERNACULAIRE EN ALGÉRIE	16
1.4.1 La Casbah d'Alger	16
1.4.2 La maison de Casbah	19
1.4.3 La maison traditionnelle kabyle	19
1.4.4 village kabyle	21
1.5 Conclusin	22

CHAPITRE 2 : Relation entre l'architecture vernaculaire, l'Eco quartier et le Développement Durable

2.1 DÉVELOPPEMENT DURABLE.....	22
2.1.1 Définition du développement durable.....	22
2.1.2 Principes fondamentaux du développement durable	24
2.2 LA RELATION ENTRE L'ARCHITECTURE ET LE DÉVELOPPEMENT DURABLE .	25
2.2.1 Avec la ville	25
2.2.2 Avec La Construction	25
2.3 ARCHITECTURE VERNACULAIRE ET LE DÉVELOPPEMENT DURABLE, UN LIEN ENTRE RÉALITÉ ET NOSTALGIE.....	26
2.4 Conclusion	27
2.5 QUARTIER ECO-QUARTIER ET DEVELOPPEMENT DURABLE	28
2.5.1 Relation entre quartier et durabilité	28

2.5.2	L'importance de l'échelle	29
2.6	L'ECO-QUARTIER:	30
2.6.1	Caractéristiques de l'éco-quartier	32
2.6.2	Les principes de l'éco-quartier	33
2.6.3	Les enjeux de l'éco-quartier durable	33
2.6.4	Types de l'éco-quartier	34
2.6.5	Les critères d'un écoquartier	36
2.6.6	Les objectifs d'un quartier durable	39
2.6.7	Les 5 piliers d'un écoquartier	41
2.6.8	La labellisation des éco quartiers	42
2.6.9	Les spécificités fonctionnelles dans un éco quartier	45
2.6.10	Conclusion	47
2.7	EXEMPLE D'ECO-QUARTIER : MASDAR CITY	48
2.7.1	Fiche technique	48
2.7.2	Un pôle d'excellence technologique:	49
2.7.3	Une architecture adaptée à l'environnement de la ville	49
2.7.4	Une cité alimentée par les énergies renouvelables.....	50
2.7.5	Des transports « propres » et optimisés.....	51
2.7.6	Conclusion:	51

CHAPITRE 3 : L'aspect bioclimatique de L'habitat vernaculaire

3.1	Rapport espace bâti et environnement naturel	52
3.2	Techniques traditionnelles et contraintes climatiques	53
3.2.1	Diminution de la surface de l'enveloppe	53
3.2.2	L'ombrage et l'ensoleillement	54
3.2.3	Inerties thermiques	57
3.2.4	Adaptation temporelles et climat	58
3.2.5	Régulation thermique	59
3.2.6	L'humidité	62
3.2.7	Petit jardin ou véranda	63
3.2.8	Eléments fragmentaire au niveau de l'enveloppe	64
3.3	Dispositifs architecturaux de l'habitat vernaculaire méditerranéen	66
3.3.1	Les tours à vents Melkef	66
3.3.2	Moucharabieh	67
3.4	Exemples de bâtiments vernaculaires à grande inertie thermique	67
3.4.1	Le nouveau Gourna.....	67
3.4.2	Ghadamès, la perle du désert.....	71
3.4.3	Maison Tabayi en Iran	75

3.5	Conclusion	76
CHAPITRE 4 : Cas d'étude Tafilelt Eco-quartier : Une nouvelle ville saharienne sur les traces de l'architecture traditionnelle		
4	LE DESIGN DU KSAR TAFILELT SELON LA DEMARCHE D'ECO-QUARTIER	77
4.1	Mode d'urbanisation de la vallée	77
4.1.1	Urbanisation et croissance: Equilibre Homme- environnement.....	78
4.1.2	L'architecture traditionnelle : synergie homme-culture-climat.....	79
4.2	Restauration d'un système de valeurs lié à une identité locale pour une ville durable	80
4.2.1	Présentation du quartier.....	81
4.2.2	La croissance de Béni-Isguen par multiplication de noyau.....	82
4.2.3	La renaissance des coutumes ancestrales	82
4.2.4	La réinterprétation des éléments symboliques	83
4.2.5	Le principe d'égalité	83
4.2.6	L'adaptation à la vie contemporaine	83
4.3	L'échelle urbaine.....	84
4.3.1	principe de la structuration urbaine du quartier.....	84
4.3.2	La porte et les remparts du quartier.....	84
4.3.3	La trame viaire	85
4.3.4	Découpage en parcelle	85
4.3.5	Rapport plain et vide	85
4.3.6	Fonction urbaine.....	87
4.3.7	Souk	87
4.3.8	Les espaces publics et les aires de jeux.....	87
4.3.9	La mosquée	87
4.4	L'échelle architecturale.....	88
4.4.1	La forme	88
4.4.2	L'implantation et l'orientation	88
4.4.3	L'organisation spatiale.....	88
4.4.4	l'accessibilité aux maisons.....	89
4.4.5	Matériaux et techniques de constructions	90
4.4.6	L'ensoleillement.....	90
4.4.7	La ventilation	90
4.5	Tafilelt selon les 20 engagements de la charte des Eco quartier.....	91
4.6	Conclusion	93
5	RECOMMANDATIONS	94
6	CONCLUSION GENERALE.....	96
7	BIBLIOGRAPHIE:.....	99

LA LISTE DES FIGURES

CHAPITRE 1 : L'architecture traditionnelle, source d'inspiration pour un développement urbain durable

Figure 1-1 : Les notions associées au concept de bâti vernaculaire	6
Figure 1-2 : Les témoins d'architecture vernaculaire.....	8
Figure 1-3: Les maisons troglodytes de Matmata.....	9
Figure 1-4: Habitat troglodytique	9
Figure 1-5: Igloo	11
Figure 1-6: Schéma de l'igloo esquimau montrant sa conception intérieure et sa réaction vis à vis des vents.....	12
Figure 1-7: technique de construction d'un igloo.....	12
Figure 1-8: La ville de Shibām (Yémen).	13
Figure 1-9: Wadi Daw'an.	14
Figure 1-10: Maison Gauloise	15
Figure 1-11: Maison Gauloise	16
Figure 1-12: La tradition et la culture dans la casbah.....	17
Figure 1-13: Photo de la Casbah d'Alger	17
Figure 1-14: Photo de la Casbah d'Alger.	18
Figure 1-15: Détail d'un west eddar.	19
Figure 1-16: maison kabyle ancienne	19
Figure 1-17: Configuration spatiale de la maison Kabyle type	20
Figure 1-18: village kabyle	21
Figure 1-19: Adhrum. at lahcen.....	21
Figure 1-20: Adhrum. at lahcen.....	22

CHAPITRE 2 : Relation entre l'architecture vernaculaire, l'Eco quartier et le Développement Durable

Figure 2-1: Les trois piliers du développement	23
Figure 2-2: Principes fondamentaux du développement durable	24
Figure 2-3: Management de projet.....	32
Figure 2-4: Les principes du quartier durable.....	33
Figure 2-5: Les piliers d'un écoquartier	41
Figure 2-6: La démarche de labellisation	43
Figure 2-7: Masdar City, ville du futur.....	48
Figure 2-8: Situation masdar city.....	48
Figure 2-9 : masdar city	49
Figure 2-10: architecture écologique	49
Figure 2-11: Masdar city, architecture écologique	50
Figure 2-12: « écocité » guidée par les énergies renouvelables	50
Figure 2-13 : The multi-layered transport concept of Masdar City	51
Figure 2-14: PRT Station, Taxi robot.....	51

CHAPITRE 3 : L'aspect bioclimatique de L'habitat vernaculaire

Figure 3-1: Habitat Troglodyte Matmata en Tunisie.....	53
Figure 3-2: Vue aérienne de la médina de Marrakech.....	54
Figure 3-3: Encorbellement	55
Figure 3-4: Principe d'une maison Médinale	55
Figure 3-5: Vue sur terrasse de la Casbah	56
Figure 3-6 : Eléments horizontaux, pour l'ombre, Yémen.....	56
Figure 3-7: Riad a Marrakech.....	57
Figure 3-8: Nomadisme journalier en été et en hiver à Ghardaia.....	59
Figure 3-9: Comportement du flux d'air à la base des bâtiments hauts. Effet de Venturi (a) et (b).Effet de rouleau (c) et effet de coin (d).....	60
Figure 3-10: Pression des vents sur un bâtiment	61
Figure 3-11: Bagdir avec humidificateur coupole	62
Figure 3-12 : Orifice d'aération au sommet d'une coupole	62
Figure 3-13: Schéma descriptif de l'utilisation des jarres.	62
Figure 3-14 : schéma de fonctionnement climatique d'un patio	63
Figure 3-15: Iwan,Bukhara, Uzbekistan. Forme assurant l'ombre sur plusieurs orientations.....	65
Figure 3-16: Ombre à plusieurs échelles, profondeur de l'ensemble et la sculpture à bas-reliefs	66
Figure 3-17: Dispositifs de refroidissement de l'air par vaporisation d'eau	66
Figure 3-18: Moucharabieh	67
Figure 3-19: Coupe du système d'aération de l'école des filles.....	68
Figure 3-20: Plan du Gourna el-Gedida, 1946.....	69
Figure 3-21: La mosquée du nouveau Gourna.....	69
Figure 3-22 Le khan, plan, façade nord	70
Figure 3-23: Façade du théâtre	70
Figure 3-24: L'école des garçons, plan et façade	70
Figure 3-25: Plan, cour de l'école des filles	70
Figure 3-26 : vues sur Ghadamès	71
Figure 3-27: Vue aérienne sur Ghadamès.....	71
Figure 3-28 : Coupes sur un fragment de maisons à Ghadamès.....	72
Figure 3-29: Ruelles de Ghadamès	72
Figure 3-30: Vieux type de bâtiments à Ghadamès. B- Nouveau type de bâtiments à Ghadamès, 1997.....	73
Figure 3-31: Comparaison de la sensation de confort	74
Figure 3-32: Plan de la maison Tabayi en Iran.....	75
Figure 3-33: Ventilation naturelle de la maison Tabayi en Iran	75

CHAPITRE 4 : Cas d'étude Tafilelt Eco-quartier: Une nouvelle ville saharienne sur les traces de l'architecture traditionnelle

Figure 4-1: Schéma d'implantation du ksar. Une nouvelle ville saharienne Sur les traces de l'architecture traditionnelle.....	78
Figure 4-2 : coupe maison traditionnelle	80
Figure 4-3: ksar tafilelt	81
Figure 4-4: Entrée urbaine et tour (Bureau)/ Le puits/ La limite urbaine.....	83
Figure 4-5: La limite urbaine / La cour, espace nouveau /Un mobilier moderne.....	84
Figure 4-6: la porte du ksar Tafilelt	84
Figure 4-7: La trame viaire	85
Figure 4-8: La forme des parcelles	85
Figure 4-9: la porte du ksar Tafilelt	85
Figure 4-10: l'espace non bâtis.....	86
Figure 4-11: l'égalité des hauteurs.....	86
Figure 4-12: l'état du cadre bâti.....	86
Figure 4-13: l'emplacement des deux marchés	87
Figure 4-14: Aire de jeux a Tafilelt	87
Figure 4-15: l'emplacement du Musala	87
Figure 4-16: l'accès de l'habitation et l'accès du garage.....	89
Figure 4-17: Plan R+1 d'une maison a Tafilelt	89
Figure 4-18: la cour espace nouveau puits de lumière au niveau.	89
Figure 4-19 : le ksar de tafilelt est	90

CHAPITRE INTRODUCTIF

Introduction:

La ville est un ensemble cohérent d'éléments qui se composent et se décomposent en même temps, ces derniers lui offrent sa structure, son identité, et sa signification. Une mutation constante et une évolution qui suit celle de l'être humain et diffère suivant la pluralité des contextes. C'est un système complexe qui comprend toutes les activités humaines dans la vie quotidienne.

L'homme évolue depuis la nuit des temps et construit son espace en fonction de ses motivations et ses besoins. A travers l'histoire, l'homme crée des civilisations dont l'apparition coïncide souvent avec des révolutions significatives qui changent son mode de vie et de pensée à jamais.

En effet, le monde actuel du 21ème siècle connaît la 3ème plus grande révolution de l'histoire de l'humanité. Après la révolution agricole de la préhistoire et la révolution industrielle du siècle dernier, l'humanité se voit aujourd'hui muter dans une nouvelle aire, celle de **la révolution écologique**.

Problématique :

La notion d'architecture vernaculaire fait référence, depuis les années 1980, à une architecture conçue en harmonie avec son environnement, en rapport avec l'aire géographique qui lui est propre, son terroir et ses habitants.¹

Parce qu'elle s'inscrit dans des démarches d'urbanisme durable et de valorisation du patrimoine local, et qu'elle présente de nombreux avantages à la fois environnementaux, sociaux et économiques, l'architecture vernaculaire fait aujourd'hui l'objet d'un regain d'intérêt de la part de nombreux acteurs (collectivités, institutions publiques, entreprises, etc.).

Ce type de bâti naît du sol et des ressources de la région où il se développe et sa conception prend en compte l'ensemble des contraintes locales. Il présente donc une bonne résistance à l'égard des risques naturels de la région. Cette inscription territoriale s'exerce également au niveau social, par une implication renforcée des acteurs locaux (démarches de concertation, renforcement d'un lien identitaire entre les habitants et leur territoire, etc.).²

¹ <https://www.lemoniteur.fr/article/l-architecture-vernaculaire-pour-un-developpement-urbain-durable.1387989>

² Ibid

Donc la réflexion que nous proposons dans ce travail, tente de mettre en évidence la pertinence du vernaculaire et sa correspondance dans l'aménagement durable, et cela par la mise en valeur des richesses d'un patrimoine. En effet la richesse du passé nous rappelle combien il est important de mettre en exergue les repères d'une identité historique qui sera source d'une nouvelle inspiration.

Ainsi, il est opportun d'ouvrir une réflexion sur la culture des diversités, la multiformité des coutumes et la reconnaissance des spécificités. En effet nous avons pris conscience de la nécessité des enjeux qui ne nous apparaissaient pas cruciaux il y a peu d'années encore comme la question du réchauffement climatique et la préservation de notre patrimoine environnemental.

Cette réflexion tente de jeter un pont entre l'architecture vernaculaire et l'architecture durable du fait qu'elle établit une relation entre les deux concepts, étant donné que l'architecture vernaculaire est une architecture traditionnelle, préindustrielle, elle est simple, adaptée à son environnement, répondant à des besoins, en référence à une communauté culturelle, construite avec des matériaux locaux, qui reflète manifestement l'ingéniosité.³

Cependant l'interrogation de l'histoire ne nous permet pas encore de lever le voile sur la connaissance de l'espace dans sa globalité ; mais il reste que l'habitat et l'architecture transmis de génération à génération jusqu'à nos jours est riche en enseignements.

Cependant, nous mettons en garde sur la diversité conceptuelle de la notion de l'architecture durable, que chacun utilise et s'approprie, sans forcément y mettre la même signification.

Notre problématique consiste en la mise en valeur d'un enseignement que nous pouvons acquérir du langage vernaculaire dans la pratique architecturale toute en mettant en relief les liens existant entre les gestes du passé et les gestes d'aujourd'hui, et cela en axant notre réflexion sur les significations possibles d'un regard contemporain sur l'architecture vernaculaire et l'intégration de celui-ci au projet d'architecture. C'est dans ce cadre précis, à savoir méthodologique qu'intervient cette recherche, pour une contribution à la définition de l'architecture durable, et voir :

³ Hitchcock, Henry-R. l'architecture moderne et ses sources vernaculaires. Edition Norton et company 1995

Quelles seraient les leçons à apprendre du vernaculaire sur l'architecture et l'aménagement durable ?

Quel enseignement pouvons-nous acquérir du langage vernaculaire dans la pratique architecturale contemporaine ?

Pour ce faire, nous aborderons les concepts de l'architecture vernaculaire, de durabilité environnementale, du bioclimatique, à travers un cas d'étude.

Choix du ksar de Tafilelt :

Après avoir posé la problématique, qui permet de circonscrire notre recherche, un exemple expérimental se doit d'illustrer cette problématique et de vérifier les hypothèses de recherche.

Notre choix expérimental s'est porté sur la ville de M'Zab, plus précisément sur le ksar de tafilelt, qui est un exemple très illustratif de l'architecture écologique dans la région de la Ghardaïa.

Le ksar est considéré comme la forme d'habitat la mieux appropriée aux milieux sahariens à climat aride. Le choix du cas est justifié par son richesse didactique, par son bâti, qui est un ensemble traditionnel qui garde les marques d'un savoir-faire ancestral en matière de construction et d'architecture et par le patrimoine culturel et historique qu'il renferme. La ville de M'Zab est connue par sa palmeraie, ses dunes, et bien-sûre son Ksar, un tissu ancien qui reflète le caractère local.

L'hypothèse de recherche:

Pour répondre à la problématique posée nous avons émis les hypothèses suivantes :

- L'adoption des stratégies passives issues de l'architecture vernaculaire peut donner une conception moderne, environnementale et confortable.
- Concevoir un écoquartier en s'inscrivant dans le concept du développement durable qui tient compte de l'équilibre entre l'aspect économique, écologique et social présentera un double avantage le premier permettra d'être assez proche des habitants et pouvoir les impliquer dans le processus, le second est d'intégrer l'ensemble des enjeux sociaux, économique et environnementaux.
- l'étude de ksar Tafilelt comme exemple réussi d'une architecture écologique moderne basée sur des principes d'architecture vernaculaire.

Objectifs :

Ainsi, la problématique posée et les hypothèses formulées, cette recherche poursuit les objectifs suivants :

- Comprendre la manière dont les constructions traditionnelle ont été pensées (organisation, conception) construit (matériaux, méthodes).
- Etudier et analyser les possibilités d'extraire des bonnes pratiques environnementales à partir des réalisations traditionnelles.
- Comprendre le parcours de l'architecture bioclimatique du ksar de Tafilelt qui dépend étroitement du site, du paysage, du climat, et des matériaux qui sont à l'origine du confort thermique.
- Opter la démarche éco quartier dans le design des quartiers résidentiels particulièrement dans les zones arides, en créant un nouveau modèle spatial à la fois respectueux de l'environnement et des spécificités culturelles et géographiques des lieux.

Méthodologie de la recherche :

Notre recherche s'appuie sur une approche bioclimatique environnementale, basée sur la méthode expérimentale. Elle s'étale sur deux parties,

La première partie théorique :

- Une analyse thématique permettant de concrétisation de l'hypothèse et des objectifs. Elle portera sur les aspects théoriques clés du thème de recherche qui sont : l'architecture vernaculaire, l'aspect bioclimatique de l'habitat vernaculaire, développement durable, l'éco-quartier.

La deuxième partie opérationnelle :

- l'approche analytique : Il s'agit d'analyse d'exemple et des synthèses qui auront pour but de définir un cadre susceptible d'aider à trouver des solutions à la problématique traitée.
- Enfin de cette recherche, on a fait une conclusion générale ou on donne les réponses à notre problématique, Valoriser l'intérêt de l'architecture bioclimatique au temps actuel, en développant une méthode pour l'architecture durable à partir des modèles éprouvés de l'architecture vernaculaire.

CHAPITRE 1 :

L'architecture traditionnelle, source d'inspiration pour un développement urbain durable

*« Tout peuple qui a produit une architecture
a dégagé ses lignes préférées qui lui sont aussi spécifiques
que sa langue, son costume ou son folklore.*

*On rencontrait sur toute la terre
des formes et des détails architecturaux locaux,
et les constructions de chaque région étaient le
fruit merveilleux de l'heureuse alliance
de l'imagination du peuple
et des exigences du paysage »*

Hassan Fathy, Construire avec le peuple

INTRODUCTION :

Le climat a toujours joué un rôle déterminant dans la création de la forme bâti. L'architecture savante depuis Vitruve, et l'architecture vernaculaire ont toujours cherché à s'intégrer au climat environnant et à en tirer parti. Si l'architecture vernaculaire témoigne d'une réflexion profonde sur l'habitat local, le climat n'est pas le seul moteur du mode de construction vernaculaire. Comme le montre A. Rapoport dans "pour une anthropologie de la maison", en 1972, le climat constitue un facteur important intervenant aux côtés d'autres facteurs : culturels, sociaux, économique, etc.¹

1.1 L'ARCHITECTURE VERNACULAIRE :

L'homme a de tout temps conçu ses habitations en faisant référence à divers facteurs qui les modifient ou déterminent, et ces derniers sont liés à deux entités " l'homme " et "l'environnement"

1.1.1 Définition :

L'architecture vernaculaire est un type d'architecture propre à un pays, un territoire ou une aire donnée et à ses habitants.²

L'expression « architecture vernaculaire » est utilisée depuis les années 1980 en France, sous l'influence de l'anglais « vernacular architecture ». Cette expression désigne un type d'architecture propre à une aire géographique, un terroir et à ses habitants. Il s'agit d'une architecture fortement influencée par le contexte local, les traits culturels et l'impact des milieux physiques.

Au carrefour de la nature et de la culture, le bâti vernaculaire est étonnamment divers puisque qu'il naît du sol et des ressources de la région où il se développe, tout en s'adaptant à l'ensemble de ses contraintes.³

¹ A. Liébard ; André De Herde ; Traité D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME BIOCLIMATIQUE ; édition le moniteur Paris décembre 2005 ; P 59a

² https://fr.wikipedia.org/wiki/Architecture_vernaculaire 06/03/2017

³ nomadeis.com/Presentation_Etude_Bati_Vernaculaire 09/03/2017

En effet, l'homme évolue dans un environnement composé d'une multitude de facteurs dépendants les des autres. Cette symbiose a été définie par Amos Rapport comme étant composée « du climat, de site, des matériaux et du paysage »⁴. Il en résulte une architecture qui entre



Figure 1-1 : Les notions associées au concept de bâti vernaculaire. (source : <http://www.construction21.org>)

adéquation avec son environnement, qui révèle, aujourd'hui encore, une extraordinaire richesse. Elle est le fruit et le miroir de la société.

Il est urgent de signaler, ou les changements se faisaient aussi lentement que la conception des formes architecturales, et ou technique de la construction étaient transmises de génération en génération.

« La construction vernaculaire est le moyen traditionnel et naturel par lequel les communautés créent leur habitat. C'est un processus en évolution nécessitant des changements et une adaptation constante en réponse aux contraintes sociales et environnementales. Partout dans le monde, l'uniformisation économique, culturelle et architecturale menace la survie de cette tradition ». En effet, cette architecture vernaculaire répondait à un besoin d'équilibre entre les différents usages de ses habitants. « Le patrimoine bâti vernaculaire est important car il est l'expiration fondamentale de la culture d'une collectivité, de ses relations avec son territoire et, en même temps, l'expiration de la diversité culturelle du monde ». L'adjectif vernaculaire tire son origine du mot latin, vernaculaire qui signifie selon le dictionnaire historique de la langue française ce qui est « relatif aux esclaves nés dans la maison » et au figuré « qui est du pays. Indigène ».

Ainsi. Nous constatons que ce qui est vernaculaire est avant tout lié à un lieu. À un endroit et à un environnement. « Le vernaculaire sous-tend donc un lieu d'appartenance culturelle et physique à un contexte précis »

Pierre Frey définit le vernaculaire comme des démarches qui tendent à agencer de manière optimale les ressources et les matériaux disponibles en abondance, gratuitement ou à très bas prix, y compris la plus importante d'entre elles : la force de travail.⁵

⁴ Amos Rapoport; Pour anthropologie de la maison; Paris ; DUNOD ; 1972 pour traduction française. P08

⁵ Pierre Frey. Learning from Vernacular : pour une nouvelle architecture vernaculaire, 2010. P15.)

Amos Rapport, à son tour, s'intéresse, à l'architecture domestique dans le but de comprendre la relation de l'homme à son milieu. Il affirme que « la demeure est un objet d'étude privilégié puisqu'elle constitue un genre qui persiste naturellement dans l'histoire et qu'elle démontre une immense flexibilité ». Il souligne ainsi que. « Étant donné un certain climat, la possibilité de se procurer certains matériaux, les contraintes et les moyens d'un certain niveau technique, ce qui décide finalement de la forme d'une habitation et modelé les espaces et leur relation, c'est la vision qu'un peuple a de la vie ». Ainsi, le concept de vernaculaire est intimement lié à l'homme avec des rapports riches et complexes à la nature.⁶

1.2 Ethnologie et sociologie :

L'édification d'un abri est un fait technique commun à l'homme et à l'animal, qui cherchent à réunir les conditions favorables à leur existence dans un territoire délimité. Cependant, à la différence de l'habitat animal, celui de l'homme n'est pas immuable dans le temps ni dans l'espace. Il est en partie lié à l'environnement naturel, mais il dépend surtout d'une représentation du monde, que révèle plus l'organisation de l'espace que les techniques et les matériaux utilisés. L'idée d'« habiter » implique les notions de stabilité et de durée (même si cette dernière est brève).

La forme, l'aspect, la disposition des habitats divers, reflets des sociétés qui les ont édifiés, résultent de facteurs géographiques (climat, nature du sol, relief...) et, surtout, de facteurs socioculturels (besoins fondamentaux de la vie quotidienne, économie, religion). Aucun de ces facteurs n'est déterminant, mais, une fois le modèle de base mis au point, tous interviennent avec une constante : la résistance à l'innovation, alliée à une grande faculté d'intégration à l'environnement.

André Leroi-Gourhan, dans *Milieu et Techniques* (1943-1945), fait remarquer que « l'habitation est sans doute un des traits les plus précieux pour l'étude historique des peuples ». Il existe selon lui « un lien très fréquent, presque normal, entre les grandes divisions de types architecturaux et le vêtement ». Il signale que, contrairement aux acquisitions de la métallurgie ou de la mécanique, l'habitat se diffuse difficilement et qu'il y a « un parallélisme sensible avec les coupures linguistiques et politiques ». ⁷

⁶ Atek Amina ,Pour une réinterprétation du vernaculaire dans l'architecture durable Cas de la Casbah d'Alger, Mémoire de magister , Option architecture et durabilité architecturale, Tizi-Ouzou , P30 .

⁷ <http://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/habitat/57164#c6u0L8ewMPFxd3dZ.99>

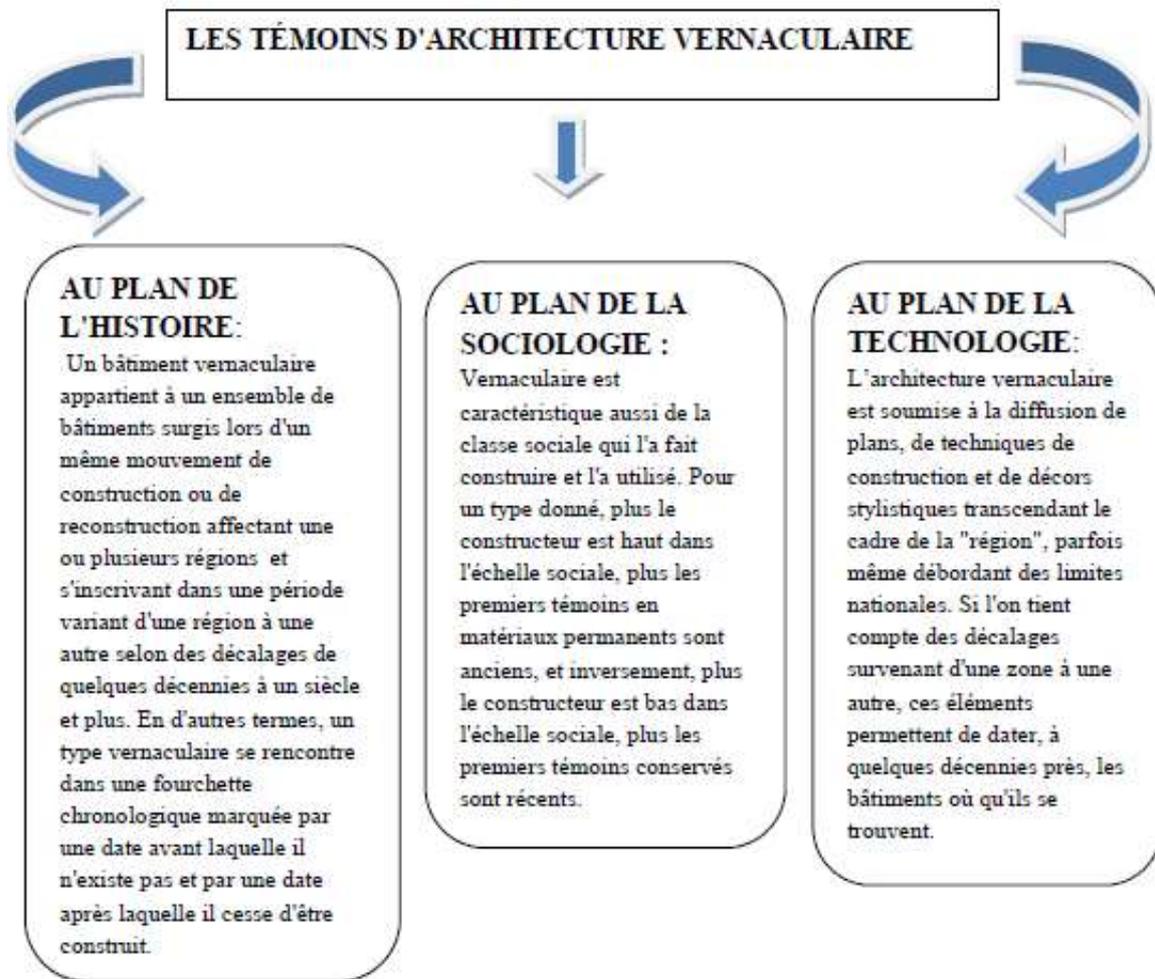


Figure 1-2: Les témoins d'architecture vernaculaire. Source : http://www.pierreseche.com/definition_av.html

1.3 L'HABITAT VERNACULAIRE À TRAVERS LE MONDE :

Pour se protéger contre le soleil, le froid, la pluie la neige et pour se mettre à l'abri , les hommes ont construit des habitations très différentes selon les pays .Certaines son en pierre ou en argile , d'autres en bois ou en terre . Il y en même en paille (les huttes) ou en glace (les igloos) .A chaque région, un type de construction et de matériaux .

1.3.1 L'habitat troglodytique :

Qui a rapport aux troglodytes ; les habitations troglodytiques sont communes en Touraine. Cette définition du terme troglodytique a été éditée par Mr Claude Augé en 1905, auteur du dictionnaire complet illustré de 1889.⁸

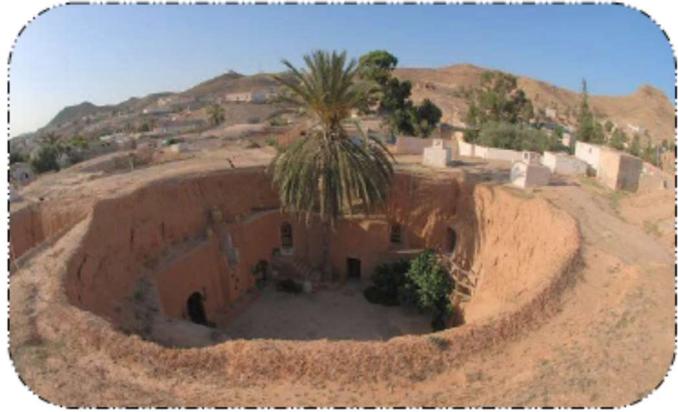


Figure 1-3: Les maisons troglodytes de Matmata. Source : <http://maison-monde.com/les-maisons-troglodytes-de->

L'habitat troglodyte est considéré comme l'une des plus anciennes architectures vernaculaires. Cette habitation recouvre l'ensemble des habitations situées dans le sol, organisées soit des cavités naturelles soit creusées par l'homme.⁹ Nous évoquerons ici l'exemple d'un habitat troglodyte à Matmata en Tunisie, où la protection contre le climat, facteur naturel, s'est faite à travers le site, qui a été creusé pour modeler l'habitat« le site, comme facteur naturelle, est mis, au profit de l'habitat afin de se protéger contre un autre facteur naturel qu'est le climat»¹⁰

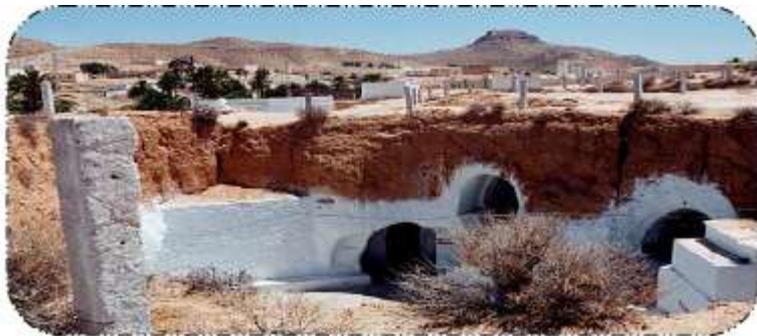


Figure 1-4: Habitat troglodytique ; Source : archi.climatic.free.fr/0815.html

«Les premiers Hommes en creusant leurs habitation ne visaient pas à organiser et à mettre en évidence l'espace».

Dans l'habitat, la création de l'abri prime ; le but est élaboration d'un milieu propice à la vie, améliorant le climat extérieur. Nous avons tenté de mettre en évidence cette relation au climat. La maison est aussi le reflet des systèmes de représentation, sociaux, religieux, des groupes qui l'ont édifiée .La maison est le lieu de la mise en oeuvre des

⁸ <http://www.mes-biographies.com/definition/troglodytique.htm> 06/03/2017

⁹ J.L.Izard. Archi bio, éd Parenthèse P60

¹⁰ Meliouh Fouzia ; Tabet Aoul Kheira ; L'habitat espaces et repères conceptuels in courrier du savoir-n°01 , novembre 2001 , P 60.

techniques et savoir-faire qu'un groupe possède au moment où il construit. L'habitation témoigne de tous ces aspects.¹¹

Le climat est la principale raison majeure. Mais il existe d'autres raisons d'ordre culturel, stratégique (besoin de se cacher), et surtout technique : l'absence de matériaux.

Cet habitat enterré est donc caractérisé par l'absence de façades exposées à l'extérieur, et par l'inertie thermique de l'enveloppe grâce à la présence de la terre elle-même.

Les habitations à Matmata (Tunisie) sont construites autour d'un puits central de 10 mètres environ avec les pièces organisées autour, et parfois sur deux niveaux. A

l'intérieur du patio, la stratification de l'air frais diminue la température de l'air ambiant.

Aussi, les vents poussiéreux n'altèrent pas le microclimat de ces habitations.¹² En fait que ce type d'habitat troglodyte est réservé aux zones de climat aride.

On ne peut évoquer les matériaux et les techniques sans parler du troglodytisme, où l'homme, utilisant un site favorable, creuse au lieu de bâtir. Les habitats troglodytes sont présents dans le monde entier. Certains sont fort bien connus, comme les cheminées des fées de Cappadoce, en Turquie. Outre Matmata en Tunisie, et les troglodytes chinois, on peut encore citer

Santorin en Grèce, Massafra en Italie du Sud, et, pour la France, Doué-la-Fontaine (dans le Maine-et-Loire).

Le fait d'enterrer les maisons n'est pas un phénomène marginal, même en l'absence de falaises. En Islande, pays sans bois, les maisons semi-enterrées sont couvertes d'épais toits en mottes de tourbe plantés d'herbe. Les bergers de Pumpugliani, en Corse, disposaient de maisons et de fromageries semi-souterraines. En Amérique du Nord, à la période des « basket makers », plusieurs tribus indiennes ont habité dans des maisons-fosses. Parfois, le motif était défensif ou religieux : souterrains et catacombes sont nombreux. On trouve même des villes entièrement souterraines.¹³

L'habitat troglodytique, recouvrant l'ensemble des habitations humaines situées dans le sol ou utilisant des cavités naturelles ou artificielles est une architecture vernaculaire très particulier. La condition principale à ce type d'habitat réside dans la présence d'un sol de roche tendre et exempt d'humidité. Ces habitats se rencontrent surtout autour de

¹¹ (Jean -Paul Loubes ; archi troglo; édition Parenthèses ;1984 ; P89.)

¹² J.L.Izard, Archi bio , éd Parenthèses , 1979, p98

¹³ <http://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/habitat/57164> 13/03/2017

la Méditerranée, mais aussi dans le Puy-de-Dôme, en Touraine, en Picardie, dans la région des Baux de Provence ou dans le soissonnais.

L'habitat enterré se caractérise par la disparition de la façade exposée à l'extérieur et par l'augmentation considérable de l'inertie thermique de l'enveloppe. L'augmentation considérable de l'inertie thermique de l'enveloppe. La variation journalière des températures disparaît ; seul le cycle annuel pèse sur l'ambiance intérieure. tout en subissant l'amortissement et le déphasage consécutifs à la masse thermique des matériaux mis en oeuvre, fonctionnant comme un stockage inter saisonnier.

A Matmata en Tunisie on rencontre des habitations construites autour d'un puits central d'environ dix mètres de profondeur.

Les pièces de vie sont construites autour de ce patio, parfois sur plusieurs niveaux.

L'accès se fait par un tunnel en pente. Dans un climat chaud et aride comme celui de la Tunisie, les avantages du patio souterrain sont multiples : inertie thermique du sol réduction de l'exposition au soleil par un ombrage maximal stratification de l'aire avec réservoir d'aire frais au fond du patio, réduction de l'exposition aux vents, et aux poussières etc. ¹⁴

1.3.2 L'igloo :

Construction en neige, en forme de coupole, servant d'habitat saisonnier à certains groupes d'Esquimaux. (L'igloo est édifié de l'intérieur, par superposition de blocs de neige compacte, sur un plan circulaire.)¹⁵

Les esquimaux inventèrent l'igloo, remarquable demi-sphère fait de blocs de neige, dans un site très rude avec comme matériau uniquement la glace, qu'ils ont confectionné en blocs d'une part, et d'autre part ont utilisé son inertie thermique, en optant pour la forme demi sphérique, forme aérodynamique qui offre une excellente résistance à la pression des vents ; «la



Figure 1-5: Igloo. Source : <http://igloos.pagesperso-orange.fr/igloo.html>

¹⁴ A. Liébard ; André De Herde ; Traité D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME BIOCLIMATIQUE; édition le moniteur Paris décembre 2005; P 59a.

¹⁵ LAROUSSE http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/igloo/41478_06/03/2017

résistance d'un dôme est supérieure à celle de presque toutes les autres formes de structure».¹⁶

Par ailleurs, en plus du choix de la demi-sphère, les esquimaux ont créé un système de transition d'espaces intermédiaires, qui assurent le passage de l'espace le plus froid à l'espace le plus chaud.

L'habitat inuit (l'igloo des esquimaux) nous renseigne, quant à lui, sur la façon dont l'homme profite de l'inertie thermique du site tout en s'y adaptant. En effet l'homme s'est servi de la glace ou de la neige compactée, comme matériau de construction et a doté son habitat d'une forme des plus ingénieuses, à même de résister aux tempêtes de neiges et aux vents glaciaux. De forme sphérique, l'igloo dégage naturellement la pression des vents. A l'intérieur on y retrouve un ingénieux système de transition, de l'espace le plus froid au plus chaud comme le montre.¹⁷ La figure n°=05.

Cette explication minutieuse de l'igloo nous permet de mettre en évidence les caractéristiques fondamentales de l'habitat passif pour climat froid.¹⁷

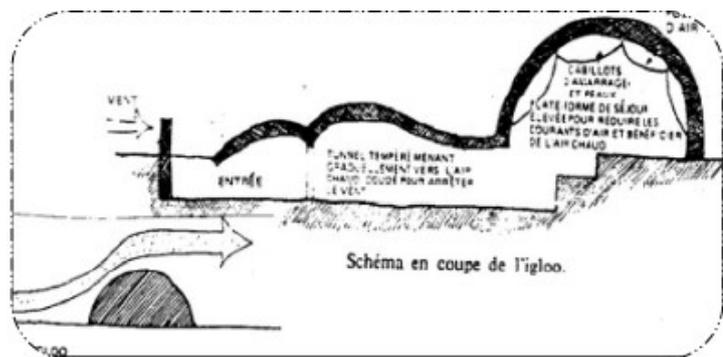


Figure 1-6: Schéma de l'igloo esquimau montrant sa conception intérieure et sa réaction vis à vis des vents. Source : Amos Rapport. Pour une anthropologie de la maison

Enveloppe très isolante
Parfaite étanchéité à l'air et au vent
Pertes minimales de calories par la ventilation
Volume compact .Le matériaux dicte la forme, l'espace et la méthode de construction. Les seuls variables sont: la taille et le nombre d'unités misent l'une à côté de l'autre.

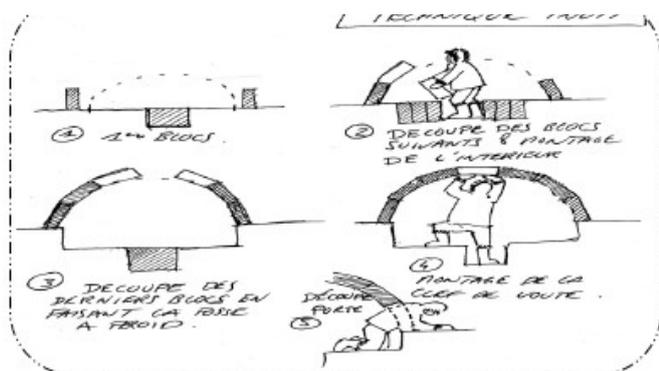


Figure 1-7: technique de construction d'un igloo. Source <http://www.randonner->

¹⁶ Salvadori .M . Comment ça tient ? Édition Parenthèses. Marseille 2009 p76

¹⁷ <http://www.fiabitat.com/conservier-la-chaleur-lexemple-inuit/> ; 10/03/2017

1.3.3 *Shibām* :

La très ancienne ville de Shibām , dont la toute première occupation humaine remonte à l'époque préislamique, est remarquable par son architecture en immeubles de briques de terre crue de plusieurs étages (jusqu'à 8, atteignant 30 mètres) séparés par un dédale de ruelles étroites. Elle fut à de nombreuses reprises la capitale du royaume Hadramaout. Située sur un éperon rocheux, la ville est enclose dans une enceinte rectangulaire d'environ 330 m par 250 m. La méthode de construction des immeubles en terre crue est ancestrale et suit un plan bien défini ; les plus anciennes datent du XVI^e siècle. Pour lutter contre les intempéries, les façades sont recouvertes d'un enduit épais qu'il faut renouveler régulièrement. Son "urbanisme rigoureux fondé sur le principe de la construction en hauteur", lui vaut le surnom de « Manhattan du désert » et son inscription au patrimoine mondial de l'UNESCO en tant que « plus ancienne cité gratte-ciel du monde »¹⁸



Figure 1-8: La ville de Shibām (Yémen).

Source : <http://archieturbanisme.canalblog.com/archives/2015/10/28/32446978.html>

Construite sur un tertre au milieu du wadi, Shibām fut immédiatement baptisée la “Manhattan du désert” : avec ses quelque cinq cents maisons serrées les unes contre les autres, formant une espèce de forteresse au milieu du wadi, Shibām, la plus extraordinaire de ces villes du désert, constitue un ensemble architectural unique au monde. Construites en terre sur des fondations de pierre, ses maisons, hautes de six étages, donnent l’impression d’être de véritables gratte-ciel, impression accentuée par leur étroitesse, et par l’alternance de fenêtres larges, ornées de moucharabiés de bois sculpté, et d’étroites fenêtres qui servaient autrefois de meurtrières.

¹⁸ <http://archieturbanisme.canalblog.com/archives/2015/10/28/32446978.html> .09/03/2017

Cette architecture de forteresse, qui caractérise toutes les villes et les villages de Hadramaout, varie cependant d'une ville à l'autre: les villes de Seyoun et Tarim étaient autrefois entourées de remparts, qui les protégeaient contre les attaques des bédouins: ces villes sont donc plus aérées, leurs maisons plus spacieuses, moins hautes que celles de Shibām. Ce sont souvent de gros palais, dont le style reflète une influence Malaisienne ces maisons sont décorées de façon assez surprenante, peintes de couleurs vives: bleu, vert, jaune, rose.

La brique crue, séchée au soleil, résiste deux cent-cinquante ans.¹⁹

Dans les villages, où le souci de se défendre contre les attaques l'emportait sur toute autre considération, les maisons étaient de véritables donjons. Le matériau de base de la construction du Hadramaout est la brique de terre, la brique crue, séchée au soleil, le bois étant trop rare pour être utilisé comme combustible. La brique est préparée avec de l'argile humidifiée, et mélangée avec de la paille de maïs hachée menu. Cette pâte est ensuite foulée par les animaux, ou pétrie par l'homme, et moulée dans des formes en bois. Séchées au soleil, ces briques sont assez résistantes pour permettre la construction d'édifices de parfois plus de vingt-cinq mètres de haut qui durent deux cent cinquante ans et plus. La même pâte argileuse, mais sans paille, est utilisée comme mortier pour monter les murs, ou comme pisé pour enduire la surface des parois.

La chaux est fabriquée à partir du calcaire des montagnes voisines, cuite dans des fours rudimentaires, puis concassée et battue avec des fléaux de bois recourbés.

La chaux est

utilisée pour préparer un mortier épais avec lequel on enduit les sols intérieurs et

les terrasses (elle est alors mélangée avec de la cendre de bois, c'est le "ramad" traditionnel). Cet enduit est ensuite recouvert d'une couche de chaux pure lissée à la pierre, qui contribue à conférer aux intérieurs du Hadramaout une propreté absolue. Pour construire leurs maisons, les maçons du Hadramaout n'utilisent pas d'échafaudages: les maisons sont élevées de l'intérieur...



Figure 1-9: Wadi Daw'an. Source <http://www.theglobaldispatches.com/articles/mud-brick->

¹⁹ <https://fr.scribd.com/document/45001301/Shibam-architecture-de-terre-au-Yemen>; 09/03/2017

Le bois est parcimonieusement employé, car il vient de loin -- sauf le tronc des palmiers qui fournit les piliers et les poutres des plafonds; mais les grilles de bois (moucharabiés) des bas de fenêtre.²⁰

1.3.4 L'habitat gaulois :

Les maisons gauloises sont les habitations de la Gaule avant et peu après l'arrivée des Romains. Elles étaient construites le plus souvent en bois, en terre et les toits étaient en chaume (paille ou roseaux). La plupart des maisons n'avaient qu'une pièce où vivait toute une famille, et où se déroulaient plusieurs de ses activités. Les maisons étaient regroupés dans un village, parfois entouré de palissades, de protections naturelles si le site le permettait ou de murs. Quand le site forme une vraie fortification, on l'appelle un oppidum. (<http://archieturbanisme.canal.com/archives/2015/06/22/31623936.html>; 10/03/2017)



Figure 1-10: MAISON GAULOISE

Source : <http://archieturbanisme.canalblog.com/archives/2015/06/22/31623936.html>

Les gaulois vivaient dans des maisons circulaires qui étaient posées sur des collines pour être plus faciles à défendre et à apercevoir leurs ennemis de loin. Leur maison était inflammable car elles étaient constituées de treillis recouvert de paille sur les parois en bois ; Elle absorbait l'eau mais ne la laissait pas entrer (la maison est humide).

Lorsque les gaulois faisaient du feu dans leur maison, la maison ne prenait pas feu, elle faisait même sortir la fumée (elle la laissait sortir mais ne laissait pas entrer). Les maisons gauloises sont faites avec du bois, des pierres, de la ficelle, de la paille et du torchis.²¹

²⁰ <http://www.espacereinedesaba.org/spip.php?article23>; 09/03/1017

²¹ <http://voltaire-capdenac-gare.entmip.fr/espaces-pedagogiques/latin/romains-vs-gaulois/1-habitation-des-gaulois--1928.htm> ;10/03/2017



Figure 1-11: MAISON GAULOISE

Source : <http://voltaire-capdenac-gare.entmip.fr/espaces-pedagogiques/latin/romains-vs-gaulois/l-habitation-des-gaulois--1928.htm>.

1.4 L'HABITAT VERNACULAIRE EN ALGÉRIE:

L'Algérie, pays du nord de l'Afrique et de la Méditerranée, aux villes cosmopolites et au passé tourmenté, a d'abord été berbère, arabe, andalouse, espagnole, ottomane puis française. L'originalité et la richesse architecturale des villes d'Algérie sont issues de ce passé, de ce métissage, de ce brassage où les cultures s'additionnent et ne s'éliminent pas. L'Architecture algérienne possède une diversité et une richesse qui mérite d'être explorée.

1.4.1 La Casbah d'Alger :

En 1992, l'UNESCO a reconnu un site en Algérie qui n'est pas seulement historique et fascinant, mais qui abrite encore des milliers de résidents, à savoir la Casbah d'Alger. C'est l'une des attractions les plus visitées et les plus impressionnantes d'Alger, et c'est un point de repère de la ville et un monument de son passé. Construite à l'origine sur les anciennes ruines d'Icosium, la Casbah d'Alger a été transformée au cours des siècles, mais beaucoup de ses anciennes structures sont encore existantes.²²

²² <http://maison-monde.com/vieilles-maisons-de-casbah-dalger/> 23/03/2017



Figure 1-12: La tradition et la culture sont un élément essentiel de la vie dans la casbah. Source : <http://maison-monde.com/vieilles-maisons-de-casbah-dalger/>

La Casbah témoigne d'une authenticité remarquable, aussi bien au niveau de la forme et de la conception (trame urbaine très dense), des matériaux de construction (briques de terre crue, enduits de terre et à la chaux, pierre et bois) que de l'utilisation (habitation, commerce, culte) et des traditions populaires.

La Casbah d'Alger a exercé une influence considérable sur l'architecture et la planification Urbaine en Afrique du Nord, en Andalousie et en Afrique sub-saharienne durant les XVIe et XVIIe siècles. Ces échanges se manifestent par le caractère spécifique de son habitat et par la Densité de sa stratification urbaine, un modèle d'établissement humain où le mode de vie Ancestral et les habitudes musulmanes se sont harmonisées avec d'autres types de traditions.



Figure 1-13: Photo de la Casbah d'Alger. Source : <http://www.algermilitiana.com/pages/la-casbah/la-casbah-histoire-et-culture/la-casbah-d-alger.html>.

-La Casbah d'Alger est un exemple éminent d'un habitat humain traditionnel représentatif De la culture musulmane profondément méditerranéenne, synthèse de nombreuses traditions.

Les vestiges de la citadelle, des mosquées anciennes, des palais ottomans, ainsi qu'une

Structure urbaine traditionnelle associée à un grand sens de la communauté sont les témoins de cette culture et le résultat de son interaction avec les diverses couches de peuplement. La Casbah d'Alger apparaît comme un exemple typique des villes traditionnelles maghrébines, qu'on trouve sur la partie occidentale de la méditerranée et l'Afrique subsaharienne. L'ensemble urbain qui constitue la Casbah conserve toujours son intégrité, malgré les diverses mutations et, globalement, les caractéristiques esthétiques de l'art islamique et les matériaux originaux sont préservés.

La Casbah possède encore sa citadelle, des palais, des mosquées, des mausolées et des hammams qui participent toujours à l'identité du site. L'architecture militaire de la Casbah.²³ comporte des legs ottomans, datant de la période de la régence d'Alger, mais l'architecture civile garde l'authenticité des médinas maghrébines.



Figure 1-14: Photo de la Casbah d'Alger. Source : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Casbah_-_Alger.jpg

Cependant la Casbah apparaît comme un espace en mutation ; en effet, durant la colonisation, certaines bâtisses sont démolies pour implanter des habitations de style européen, principalement sur le front de mer et aux limites de la ville européenne. La Casbah possède donc aussi, à sa périphéries, des immeubles de style haussmannien datant de l'époque coloniale, intégrés dans son patrimoine classé. On compte aussi certaines modifications de l'habitat avec l'introduction de matériaux non authentiques, et la disparition du circuit commercial de matériaux traditionnels tels que le thuya. Sa marginalisation sur le plan social et l'inefficacité des plans de sauvegarde en font un site menacé malgré son classement par l'Unesco.²⁴

²³ l'Union Européenne ; et Corpus ; Architecture Traditionnelle Méditerranéenne ; Maison de la médina d'Alger ; Algérie fichier PDF .

²⁴ <http://whc.unesco.org/fr/list/565>

1.4.2 La maison de Casbah :

La maison, aux façades simples, presque aveugles, de hauteur limitée, est un volume fermé sur extérieur, elle prend la lumière à partir du *wast ed Dar* qui remplit aussi la fonction de «cheminée» de ventilation. Les maisons sont généralement élevées d'un rez-de-chaussée plus un étage avec un *stah* (terrasse). *skiffa*,

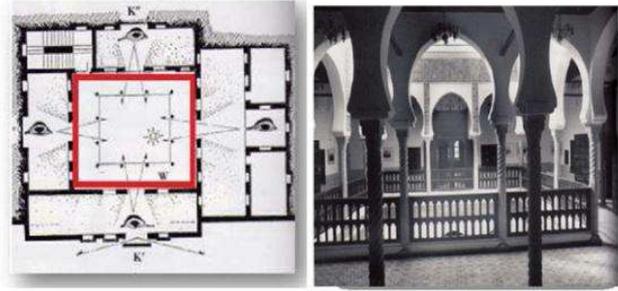


Figure 1-15: Détail d'un *west eddar*. Source: André Ravéreau, *la casbah d'Alger*

vestibule, peu éclairé, *Wast eddar* :

(milieu de la maison) la maison traditionnelle s'organise autour d'un *wast ed Dar*, espace central avec une circulation périphérique appelée *shin* (galerie à arcades entourant *wast el Dar*), appelée aussi *M'kadma*. Les pièces (*Byout*), plus longues que larges, se regroupent tout autour. *Madjliss* (*Bit eddiaf*) : au RDC, c'est l'une des chambres les plus larges où l'on reçoit. *Saraya* : la plus belle pièce de la maison à l'étage donnant sur la coursive « *Sotha* » Donc: Introversion de l'espace bâti (religieux et civil) Façades aveugles Entrées en chicane (*skiffa*) Disposition des pièces autour d'un patio (*west dar*) entouré de galeries Façades intérieures richement décorées L'emploi des arcs et coupole Emploi de la céramique (*zellig*).²⁵

1.4.3 La maison traditionnelle kabyle :

Maison élémentaire qui regroupait tous les membres de la famille ainsi que leurs animaux. Elle était construite entièrement de pierres et d'argile, tapissée parfois de paille et de terre qui servait d'isolation thermique. Avec toiture composée



Figure 1-16: maison kabyle ancienne. Source: https://www.pierreseche.com/AV_2019_fatiha_bennacer.htm

de tuiles (*kermudd*), de roseaux secs (*igunam*), et de linteaux, en général du bois de chêne façonné manuellement (*tassariwin*). On retrouve une poutre principale (*assalas alemas*), des poutres moyennes (*issulas*) sur

²⁵ <http://architous.1fr1.net/t352-les-maisons-traditionnelles-en-algerie10/04/2017>

lesquelles reposent le toit, et des poutres verticales (tikujda) qui soutiennent l'ensemble. Sous ce toit, une seule et grande pièce où chaque coin a son importance :

- Tasga très significatif pour les berbères (le centre de la maison) qu'on ne piétine pas, qu'on ne cède pas, car c'est là qu'on dort et qu'on mange
- Un foyer (al kanoun), autour duquel on écoutait la narration des contes (timucuha) par les grand-mères surtout, et qui servait pour la cuisine.
- Un coin (adaynin) pour les animaux domestiques tels les moutons, chèvres, et pour certains des boeufs, l'âne ou le mulet.
- Taâricht juste en dessus de adynin où sont stockées les jarres d'huile d'olive, quelques provisions comme l'oignon, l'ail, et la viande séchée (acadluh nel'aïd).
- Tadukwant une partie surélevée qui sert de coin de rangement pour les ustensiles de cuisine, et d'un autre côté les silos (avec des symboles berbères) (Ikufan : akufi au singulier) qui servaient pour les réserves alimentaires tels le blé, l'orge, les figes sèches etc.²⁶

L'accès principal est une porte en bois (avec des symboles berbères) fabriquée à la main, et qui donne vers une cours commune entre voisins généralement de la même famille, mais une aussi grande porte séparant cette même cours de l'espace extérieur, parfois donnant directement sur la voie publique, et parfois sur une petite ruelle du quartier (Adrum).

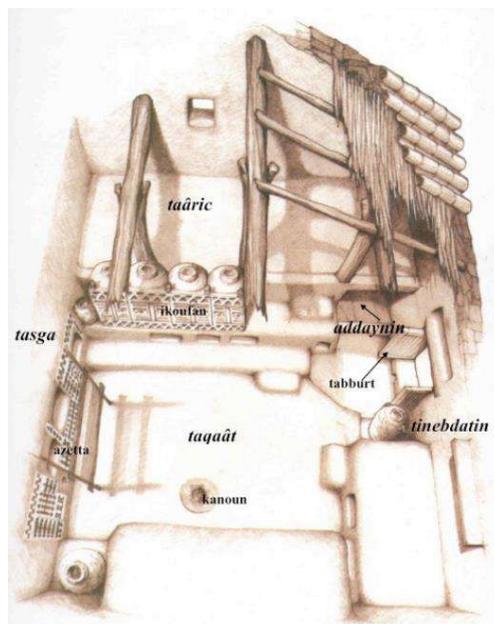


Figure 1-17: Configuration spatiale de la maison Kabyle type. Source : (GUIBBAUD).

²⁶ https://www.academia.edu/30097744/Lhabitat_en_Alg%C3%A9rie

1.4.4 village kabyle :

a. Définition (Thadharth) :

« Thadarth »- mot Kabyle - Idder = verbe vivre en dualité avec lakhla. le village est une unité politique, administrative, fondamentale dans la société Kabyle, à son territoire propre, aux limites toujours connues.



Figure 1-18: village kabyle. Source: https://www.pierreseche.com/AV_2019_fatiha_bennacer.html type).

b. Caractéristiques :

- La cité Kabyle existe sans muraille, ni édifice, elle forme en elle même une forteresse > aspect défensif
- Façade homogène, sans décor, sans distinction, dense au niveau des crêtes > aspect introverti .
- Intégration harmonieuse au site (couleurs matériaux, sens des toitures - implantation).
- Les maisons de la Kabylie occupent en général une crête, un plateau ou un versant ; elles sont construites perpendiculairement aux courbes de niveau et face au soleil levant. Il forme en lui-même une forteresse, qu'il soit allongé ou circulaire ils ont été conçu de façon à pouvoir être efficacement défendu.
- Voie principale du village qui distribue les autres espaces. Elle relie entre les différents autres ruelles du village, elle mène vers plusieurs espaces: Impasses. Tajmâath.²⁷

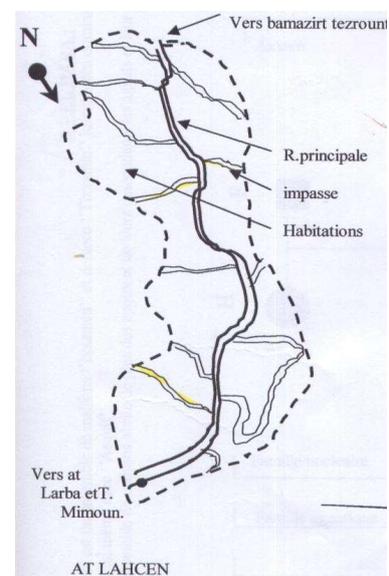


Figure 1-19: Adhrum. at lahcen. Source:

https://www.pierreseche.com/AV_2019_fatiha_bennacer.html type).

²⁷ https://www.pierreseche.com/AV_2019_fatiha_bennacer.html type

- *Adhrum (quartier) :*

C'est un ensemble d'Ixxarba (+ Imsenden) sans qu'ils soient de la même descendance , souvent occupant toute une partie du village , d'où l'utilisation des termes Bwada (d'en bas) ufela (d'en haut) . généralement , ils définis spatialement .

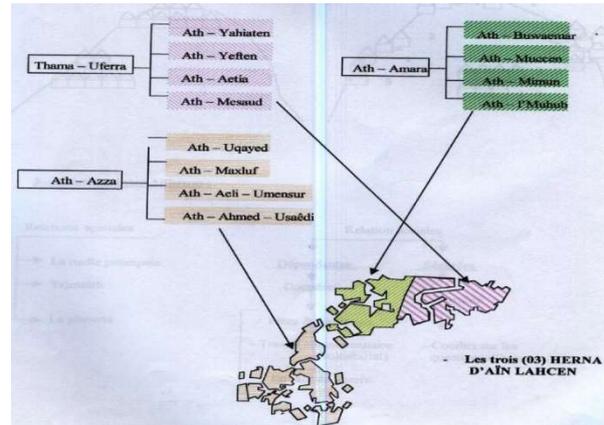


Figure 1-20: Adhrum. at lahcen. Source: https://www.pierreseche.com/AV_2019_fatiha_bennacer.htm (le type).

1.5 Conclusin

L'habitat humain est soumis sous l'influence de plusieurs contraintes environnementales, socioculturelles, et religieuses .Les contraintes naturelles sont importantes et de nature différente. Il peut s'agir du climat comme de la nature du terrain. L'homme a dû s'adapter au climat dans lequel il vit qu'il soit chaud ou froid pour construire son habitat.

CHAPITRE 2 :

Relation entre l'architecture vernaculaire, l'Eco quartier et le Développement Durable

«Le patrimoine traditionnel ou vernaculaire construit est l'expression fondamentale de l'identité d'une communauté, de ses relations avec le territoire et, en même temps, l'expression de la diversité culturelle du monde»

Charte nationale pour la sauvegarde des villes historiques

INTRODUCTION

La préoccupation du développement durable grandit et s'élargit avec le temps pour permettre à notre planète et ses habitants de vivre dans un monde plus équitable, en bonne santé et en respectant l'environnement. C'est pourquoi le secteur du bâtiment s'est résolument engagé dans une réduction drastique de son impact sur le dérèglement climatique.

2.1 DÉVELOPPEMENT DURABLE

2.1.1 Définition du développement durable

La notion de développement durable a été institutionnalisée pour la première fois en 1972 lors de la conférence de **Stockholm sur l'environnement** mais c'est le rapport Brundtland qui éclaire d'avantage la notion.

Le développement durable est un "développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs"¹

Il se traduit concrètement sur le terrain par le concept : "**penser globalement, agir localement**".

Plus récemment le Parlement Wallon (l'assemblée législative de la Région wallonne) a opté pour la définition plus complète suivante de développement durable : Un **développement durable** est un développement qui a pour objectif l'amélioration continue de la qualité de vie et du bien-être humains, tant localement que globalement, et qui garantit la capacité de répondre aux besoins des générations présentes sans compromettre la capacité des générations à venir à satisfaire les leurs. Sa réalisation implique la prise en compte du taux de renouvellement des ressources naturelles et du maintien de la biodiversité. Elle implique également de continuer un processus de transition qui mobilise les acteurs sociétaux et les fonctions sociale, économique et culturelle, en vue d'assurer un usage optimal de tous les types de ressources immatérielles, humaines, naturelles et financières et une réduction continue du prélèvement des ressources non-renouvelables.²

Le développement durable conjugue simultanément trois piliers fondamentaux :

- **L'équité sociale** avec une triple solidarité :

¹ Rapport Brundtland "Our Common future", rapport sur l'environnement pour les Nations Unies, 1987

² <http://environnement.wallonie.be/legis/general/dev013.htm>

Sur le long terme, en préservant les intérêts des générations futures ; au présent, en prenant des mesures concrètes contre la pauvreté et en mobilisant les citoyens autour des projets désirables et partagés ; dans l'espace, en créant un contexte géopolitique d'entraide entre le Nord et le Sud.

En donnant à tous, et prioritairement aux plus démunis, l'accès aux biens et services répondant à leurs besoins (revenu, logement, soins de santé, éducation...) et en réduisant les inégalités sociales.³

- **La prudence environnementale** : qui donne la priorité à une politique préventive plutôt que curative, concernant les ressources naturelles et les impacts sur la biodiversité et les écosystèmes.
- **L'efficacité économique** : prenant en compte la globalisation des coûts et les interférences avec les deux autres paramètres.

La mise en place du développement durable passe par la "Gouvernance", définie comme une dynamique d'actions partagées et solidaires des acteurs, issue d'un partenariat entre public, privé et société civile. Elle est fondée sur l'éthique de la responsabilité citoyenne et sur la pluralité des points de vue.⁴

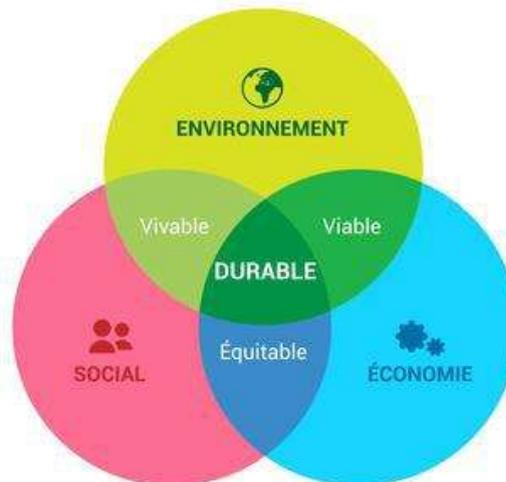


Figure 2-1: Les trois piliers du développement. Source : <https://www.lhaylesroses.fr/agenda/238-agenda-21-reunion-publique> site consulter novembre 2018

³ Boumali Boubaker 2012 : éco-quartier mémoire d'ingénieur. Constantine, 2012

⁴ Constructions publiques architecture et HQE PREMIÈRE PARTIE PHILOSOPHIE DE LA DÉMARCHE "HQE p.09

2.1.2 Principes fondamentaux du développement durable :

L'objectif du développement durable est de définir des schémas viables qui concilient les trois aspects écologique, social et économique des activités humaines : « trois piliers » à prendre en compte par les collectivités comme par les entreprises et les individus et pour c'est pour cela il se repose sur le principe suivants :

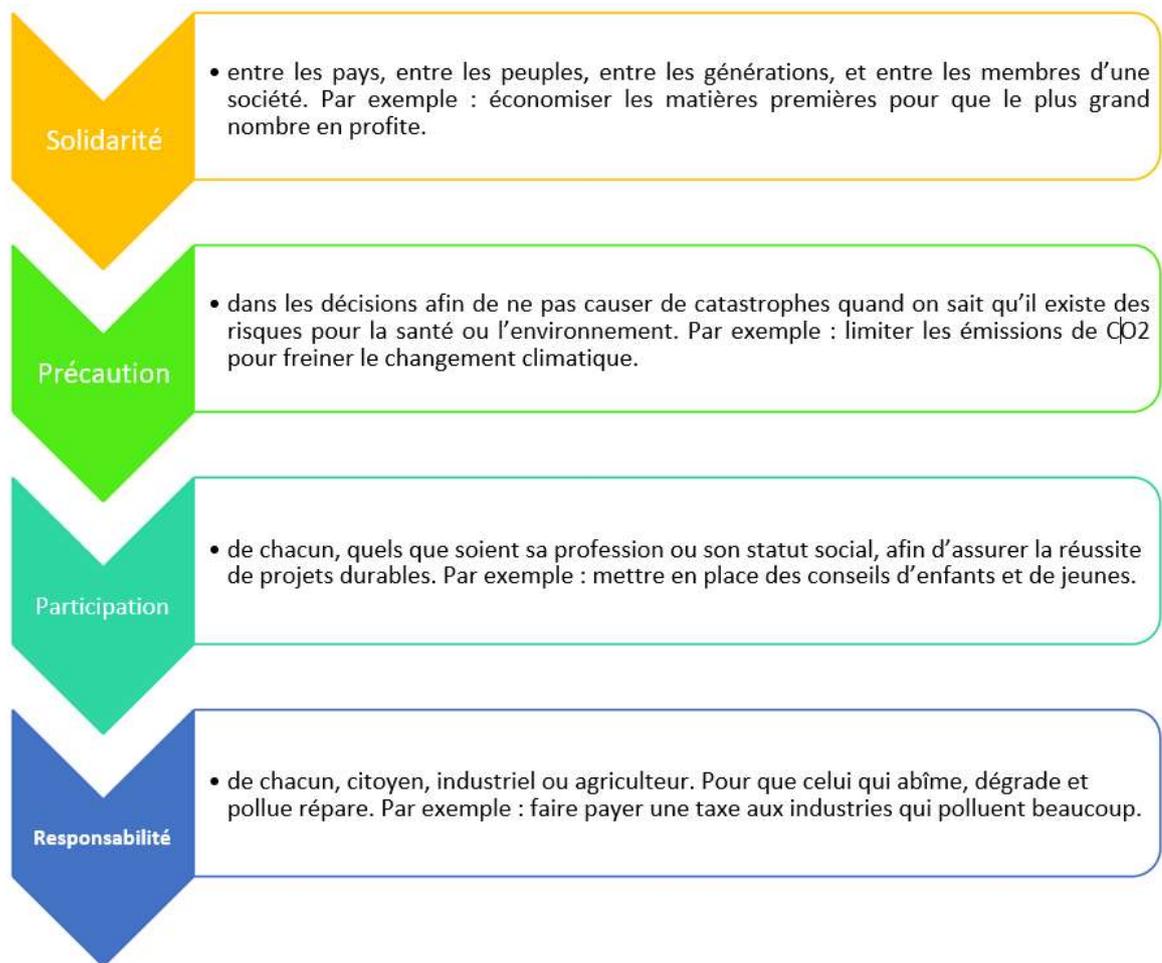


Figure 2-2: Principes fondamentaux du développement durable : Source <https://www.mtaterre.fr/dossiers/le-developpement-durable/cest-quoi-le-developpement-durable>

2.2 LA RELATION ENTRE L'ARCHITECTURE ET LE DÉVELOPPEMENT DURABLE :

De nos jours, les architectures vernaculaires sont abordées dans un contexte marqué par un souci environnemental et écologique où elles sont qualifiées " d'une leçon de construction durable", car elles apportent des solutions, qui, à leur époque correspondaient au profil des solutions que l'architecture soutenable essaye de dresser actuellement. Comme l'intégration au site, l'exploitation des ressources locales, l'ingéniosité des solutions climatiques à moindre coût, en outre ces architectures prennent en compte la dimension culturelle et sociale.

2.2.1 Avec la ville :

Le développement durable est difficile à traduire dans les projets urbains.

En effet, le concept reposant sur plusieurs piliers (environnemental, social et environnemental), l'attachement à une caractéristique de durabilité ne suffira pas à qualifier un projet de durable.

Par exemple, la présence de nombreux logements à basse consommation d'énergie n'éclipsera pas des problèmes de déplacements ou de bien-être collectif.

- Pour que les villes soient durables :

- Il faut limiter leurs impacts néfastes sur l'environnement.
- Créer des conditions de vie et de travail.

- Donc le projet doit répondre aux objectifs d'équité sociale, d'efficacité économique et d'amélioration de l'environnement. Cette opération répond à des objectifs tels que :

- Améliorer le climat social et minimiser les dégradations grâce à une concertation avec les habitants.
- Economiser l'énergie pour baisser les charges.
- Utilisation des matériaux sains et de qualité.

2.2.2 Avec La Construction :

Dans le domaine de la construction, la notion de développement durable trouve un écho particulier, et nos constructions aujourd'hui marqueront pour longtemps l'environnement de nos descendants.

Les constructions contribuent, pour leur fabrication puis pour leur utilisation, à + 20 % de la production de gaz à effet de serre et surtout, particulièrement le logement, elles

influent directement sur notre santé, parce qu'elles constituent l'environnement le plus immédiat de chacun d'entre nous, la majeure partie de notre temps.

Cependant, cela ne veut pas obligatoirement dire construire en bois ou installer des capteurs solaires ! La difficulté réside dans la mise en place d'une synthèse entre de nombreux aspects :

- Gestion des risques.
- Gestion des ressources.
- Coût globale.
- Efficacité énergétique.
- Diversité sociale.
- Qualité de l'air.
- Réseaux de transports.
- Qualité de l'eau.
- Gestion des déchets.
- Aspect économique, etc. ⁵

2.3 ARCHITECTURE VERNACULAIRE ET LE DÉVELOPPEMENT DURABLE, UN LIEN ENTRE RÉALITÉ ET NOSTALGIE

Plusieurs auteurs signalent que les revendications de l'architecture durable ne sont pas nouvelles que c'est une tentative de retour à l'idée de contextualisation, un concept existant depuis des siècles dans le bâti vernaculaire. De son côté, Dominique GAUZIN-MÜLLER signale que " formes, matériaux et techniques de l'architecture vernaculaire ont été dictés par le microclimat et les avantages offerts par les ressources localement disponibles, ce qui fait d'elle une source d'enseignement ".

A titre d'exemple les maisons bioclimatiques qui offrent un confort d'hiver et d'été grâce à une approche pragmatique inspirée de celle de l'habitat vernaculaire.

De ce point de vue, le passé devient intéressant et se déploie comme une source de renseignements: l'architecture vernaculaire recèle de multiples exemples de gestion de l'eau, du chauffage, de la ventilation et du rafraîchissement; en travaillant sur la forme architecturale (Systèmes de sas, cheminées, patios...), l'inertie des matériaux et en

⁵ LEMEZERI selsabil, Mémoire L'IMPACT DES MATERIAUX ECOLOGIQUE ET L' ISOLATION SUR LE CONFORT THERMIQUE ET LA CONSOMMATION D'ENERGIE DANS LE LOGEMENT COLLECTIF A SKIKDA, UNIVERSITÉ CONSTANTINE 03, p07.

utilisant les propriétés naturelles des éléments (convection, changement de phase, gravité...).

Généralement, les solutions offertes par cette architecture sont avec des performances souvent bien moindres que celles obtenues avec les technologies actuelles mais avec un respect de l'équilibre naturel du site et de son environnement. Elle se base également sur l'idée du recyclage car ces constructions, une fois démolies peuvent être réemployées sans consommation d'énergie et sans risques. ⁶

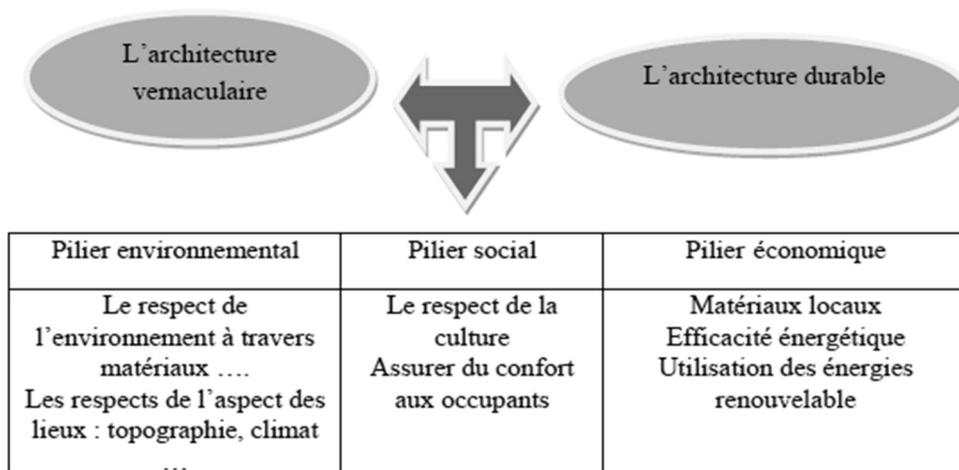


Tableau 2-1: L'architecture vernaculaire répond aux trois piliers du développement durable qui sont le pilier social, économique et environnementa.

2.4 Conclusion :

Le point de départ de ce travail consacre l'analyse de la performance de la forme de l'habitat Vernaculaire comme réponse fonctionnelle aux contraintes d'un environnement local donné. L'architecture vernaculaire est une invention de l'humanité qui répond à des besoins concernant deux domaines différents : celui de la culture et celui de l'environnement. La Culture est une dimension particulière, elle répond aux questions liées à la conception du Monde. De ce fait, extraire des conclusions universelles, en relation avec la forme "culturelle" De l'habitat, reste hasardeux.

⁶ https://www.academia.edu/9874280/Larchitecture_vernaculaire_et_le_d%C3%A9veloppement_durable 20/03/2017

2.5 QUARTIER ECO-QUARTIER ET DEVELOPPEMENT DURABLE

Les quartiers ont été et sont un des terrains privilégiés de la politique de la ville. La loi de l'urbanisme, mis l'accent sur la nécessaire ré-urbanisation des quartiers (démolition-reconstruction, revitalisation des centres anciens, conversion des friches industrielles, ...), et cela dans une perspective de développement durable.

Les approches proprement environnementales de la décennie 90, marquées par la mise en œuvre des chartes environnementales, les recherches sur « l'écologie urbaine », les recherches et expérimentations sur la « haute qualité environnementale » en construction neuve des bâtiments (HQE), sont maintenant relayées progressivement par des démarches intégratives de développement durable.⁷

En termes d'échelle c'est bien aussi à celle des quartiers que se situent les enjeux essentiels et les difficultés majeures de la maîtrise décisionnelle et opérationnelle. C'est en effet l'échelle de concrétisation des préconisations générales des Agendas 21, des passages juridiques de la maîtrise d'ouvrage urbaine aux maîtrises d'ouvrages déléguées ou subordonnées des aménageurs et constructeurs, incitant à la mise en œuvre de solutions innovantes, permettant une gestion facilitée et d'un coût global avantageux à moyen et long terme pour la collectivité.

2.5.1 *Relation entre quartier et durabilité :*

Le quartier est important ; le quartier représente une communauté importante pour le développement durable, en dépit de son poids politique très modeste. Dans l'optique du développement durable, le quartier a par conséquent besoin de structures spécifiques avec accès direct aux autorités politiques. Le développement durable et sa mise en œuvre à cet échelon permettent de récolter des expériences et de familiariser la population avec la nouvelle manière d'aborder les choses.

L'échelle du quartier prend tout son sens dans des opérations de conception, de rénovation ou de revitalisation. En effet, le quartier se définit comme un centre et se vit comme un pôle, une attractivité, un nœud dans un réseau (par exemple, la ville, l'agglomération).

Les quartiers sont des espaces de vie au quotidien (logement, fréquentation d'espaces publics, ...) qu'ils soient investis ou désinvestis. Ils se vivent de l'usage et de la participation citoyenne, à l'opposé du territoire qui, lui, ne se vit pas puisqu'il est imposé.

8

⁷ academia.edu/1136016/LES_QUARTIERS_ET_LE_DEVELOPPEMENT_DURABLE_OUM_EL_BOUAGHI

⁸ RICHARD HUNITELEC : urbanisme et quartier.université montesquicer bordeaux IV.P14.)

C'est la différence entre l'espace vécu (quartier) et l'espace politique ou représenté (ex : à l'échelle régionale ou communale). La durabilité est fondamentale. Notre civilisation doit impérativement parvenir à concilier les exigences économiques, sociales et écologiques. C'est le seul moyen de donner aux générations à venir une chance de bénéficier d'une bonne qualité de vie.

L'identification avec le quartier est nécessaire. Dans la perspective d'un développement durable, la population doit pouvoir s'identifier avec son environnement immédiat. Le quartier doit donc posséder des qualités propres et des particularités qui le rendent attrayant. Dans les quartiers de passage, présentant une forte fluctuation d'habitants, l'identification est nettement plus difficile. Le quartier se caractérise par ses bâtiments, par ses espaces extérieurs et par ce qui y est offert : l'état et la qualité des bâtiments, les espaces extérieurs et la variété des services offerts déterminent le caractère du quartier. Le développement architectural ne doit pas être abandonné au hasard et à la spéculation. Un plan directeur bénéficiant d'un large appui, avec des mesures architecturales à long terme, favorise un développement ciblé.⁷

La mobilité est à la fois l'huile et le grain de sable dans l'engrenage. Faciliter la couverture des besoins fondamentaux (travail, logement, loisirs), c'est réduire les besoins de mobilité. Par conséquent, si une offre spécifique améliore l'attractivité du quartier, sa desserte par les transports publics est primordiale. Le trafic de transit est l'ennemi du quartier durable. Il faut souligner à ce propos l'importance décisive de deux facteurs : la mobilité, qui est source de bruit et de pollution, et la revalorisation des immeubles anciens, entreprise dans des cycles techniquement définissables, en accord avec la population qui y vit et y travaille.

2.5.2 *L'importance de l'échelle :*

Parce que le quartier est le lieu de vie des habitants. Si on veut les intéresser à devenir de la commune, cela commence par leur trottoirs, leur quartiers, leur écoles, leurs bâtiments. Ensuite, le développement durable nécessite un changement de comportement et cela doit se manifester aussi dans la vie quotidienne comme dans les méthodes de vie comme dans les méthodes de travail. C'est pourquoi l'éducation et l'information sont au cœur de la démarche « **quartier durable** »

2.6 L'ECO-QUARTIER:

Le quartier durable est un territoire qui, pour sa création ou sa réhabilitation intègre dans une démarche volontaire, une conception et une gestion intégrant les critères environnementaux, un développement social urbain équilibré favorisant la valorisation des habitants, la mixité sociale et des lieux de vie collective, des objectifs de développement économique, de création d'activités et d'emplois locaux, les principes de la gouvernance que sont la transparence, la solidarité, la participation et le partenariat”

Un quartier durable est une zone de mixité fonctionnelle développant un esprit de quartier ; c'est un endroit où les personnes veulent vivre et travailler, maintenant et dans le futur. Les quartiers durables répondent aux divers besoins de ses habitants actuels et futurs, ils sont sensibles à l'environnement et contribuent à une haute qualité de vie.

Ils sont sûrs et globaux, bien planifiés, construits et gérés, et offrent des opportunités égales et des services de qualité à tous. (Accord de Bristol, 6-7 décembre 2005) La planification de quartiers durables a pour objectif de fonder un quartier sur des principes environnementaux, économiques et sociaux. »⁷

Un éco-quartier, ou quartier durable est un quartier urbain qui s'inscrit dans une perspective de développement durable : il doit réduire au maximum l'impact sur l'environnement, favoriser le développement économique, la qualité de vie, la mixité et l'intégration sociale.

Il s'agit de construire un quartier en prenant en considération un grand nombre de problématiques sociales, économiques et environnementales dans l'urbanisme, la conception et l'architecture de ce quartier.

L'éco-quartier va intégrer en amont de sa conception de nombreux critères, notamment⁹

- **la gestion de l'eau** : traitement écologique des eaux usées, épuration, protection des nappes phréatiques, récupération de l'eau de pluie pour une réutilisation dans le quartier
- **le traitement des déchets** : collecte des déchets sélective, tri, recyclage, compostage, traitement thermique
- **la stratégie énergétique** : atteindre un bilan énergétique neutre, voire positif, c'est à dire que la production et la consommation d'énergie doivent au minimum se

⁹ ARENE-IMBE :Quartier Durable-Guide d'expérience européennes-avril 2005-p12)

compenser. La politique énergétique du quartier durable devra reposer sur des énergies renouvelables, et la mise en place de système spécifiques.

- l'utilisation de matériaux locaux et écologiques pour la construction : écoconception, écoconstruction, éco-matériaux.
- le respect des critères de la Haute Qualité Environnementale pour la construction
- la mise en place de systèmes de déplacements propres : transports en commun, transport "doux", réduction des distances
- une politique de mixité et d'intégration sociale, avec toutes catégories de populations se mélangeant dans le quartier.
- la participation des citoyens à la vie du quartier, la mise en place d'une gouvernance
- la création d'équipements, de commerces, d'infrastructures accessibles à tous.
- la réponse à l'évolution démographique par une gamme de logements adaptés aux différentes situations et aspirations, dans un esprit d'équilibre social et intergénérationnel
- la création d'une ville vivante et diversifiée, par la création d'emplois, et l'impulsion de nouvelles dynamiques économiques et commerciales
- la promotion des "courtes distances", le développement de modes de transports alternatifs à la voiture individuelle, la promotion des modes doux et de la mobilité intermodale
- des choix énergétiques raisonnés et le recours aux énergies renouvelables
- l'utilisation des techniques, matériaux et dispositifs propres à l'éco-aménagement et l'écoconstruction
- la création de systèmes alternatifs d'assainissement et de gestion des eaux pluviales
- une intégration de la prévention des risques et de la lutte contre les nuisances comme éléments constitutifs de l'optimisation du cadre de vie
- la protection des paysages et une approche des espaces naturels comme valeur ajoutée à l'urbanité du quartier, et comme trame support de la biodiversité
- une gouvernance renouvelée où la participation, l'information et la formation des différents acteurs permettent que les principes et innovations du nouveau quartier soient compris, acceptés et intégrés dans les pratiques et les gestes quotidiens de tous les habitants.

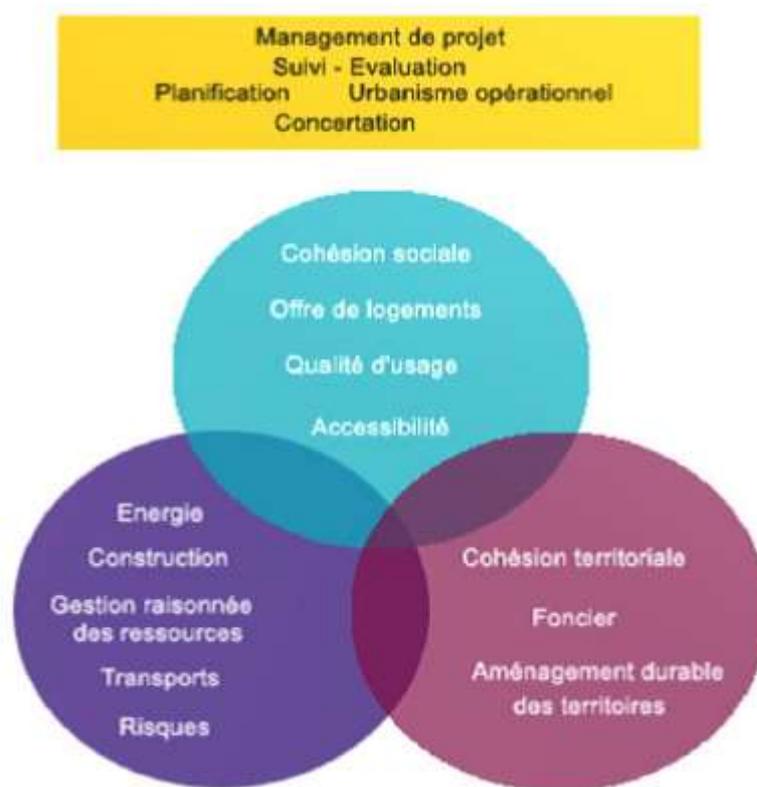


Figure 2-3: Management de projet. source (Claire Poumarede : Eco quartier concepts et moyens d'actions.2008.p8)

Alors qu'est-ce qu'un quartier durable ?

Le quartier durable est perçu comme “un quartier qui met en oeuvre le développement durable.

Les principes de ce dernier serviront de référence pour l'édification et le choix des actions. La réhabilitation ou la construction d'un quartier durable est une de ces actions.¹⁰

2.6.1 Caractéristiques de l'éco-quartier :

Caractérisés par une innovation énergétique et architecturale. Ces éco- quartiers sont des morceaux de ville qui doivent prendre en compte les enjeux de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme, à savoir :

- La lutte contre l'étalement urbain.
- La gestion et le recyclage des déchets .
- La construction de bâtiments économes en énergie.
- Le développement des transports collectifs.

¹⁰ Mémoire : VERS UN ECO QUARTIER AVEC L'INTEGRATION DES NOTIONS DE DEVELOPPEMENT DURABLE ET D'ECOLOGIE. Cas de la ville de Constantine. 2015/16

2.6.2 Les principes de l'éco-quartier :



Figure 2-4: Les principes du quartier durable. (Source : <http://energy-cities.eu>.)

2.6.3 Les enjeux de l'éco-quartier durable :

- Un éco quartier est un projet liant autant que possible les différents enjeux environnementaux dans le but de réduire l'impact du bâti sur l'environnement.
- Il se particularise avant tout par la réflexion intégrée des différentes thématiques inhérentes à sa construction, pré requis indispensable à sa planification et à une réalisation cohérente.

Les enjeux de développement durable liés à l'aménagement de quartiers durables peuvent être regroupés sous cinq thématiques listées ci-dessous.



Tableau 2-2: Les enjeux de développement durable. Source : <http://www.lesenr.fr/urbanisme-durable/objectifs/85-les-enjeux-amenagement-quartier-durable.html>

2.6.4 Types de l'éco-quartier :

Certains chercheurs ont mis en évidence différents types d'écoquartier : les « protoquartiers » initiés par des militants qui se structurent pour devenir promoteurs, les « quartiers prototypes » qui sont des quartiers vitrines visant une autonomie totale de celui-ci, les « quartiers types » qui sont plus reproductibles.

Les « quartiers prototypes » comme, par exemple, B001 à Malmö, servent de quartiers d'expérimentations (innovations techniques,...). Ils visent par conséquent une autonomie totale et s'analysent comme des écosystèmes fermés (par exemple, production de l'énergie dans le quartier même).¹¹

Les « quartiers prototypes » se développent principalement lors d'événements importants (jeux olympiques...). Dans ce cas, il est difficilement envisageable de multiplier ces expériences.

¹¹ <https://ecoquartier.ch/wp-content/uploads/2016/05/malmo-ecoquartier-vastra-hammen-bo01.pdf>

Les autres types d'éco quartier, **les « proto quartiers »** et **les « quartiers types »**, sont plus facilement reproductibles.

Tout d'abord, ils ne visent pas l'autonomie complète du quartier mais valorisent les ressources locales.

Ils s'intègrent ou développent des systèmes (cycle de l'eau, énergie, déchets...) en fonction de leur contexte environnant aux différentes échelles de pertinence, par exemple, utilisation de la biomasse provenant de déchets agricoles proches.

En ce sens, ils peuvent avoir un véritable impact positif sur les quartiers avoisinants en viabilisant, par exemple, une ligne de transport en commun structurante, des commerces de proximité, des équipements, etc.

Autrement dit, ces types d'éco quartier s'intègrent dans un tissu existant. Cette seconde approche des éco quartier nous semble plus pertinente à développer dans le contexte wallon. Elle inscrit le projet d'éco quartier dans une vision à plus long terme et peut permettre d'entamer une évolution du quartier lui-même et des quartiers alentours vers plus de « durabilité ». L'approche environnementale est fondamentale dans la question des éco quartier et constitue une condition nécessaire mais cependant non suffisante.¹²

Les aspects sociaux et économiques ont leur importance avec les paramètres environnementaux afin de permettre une approche systémique.

Dans la formulation d'un éco quartier, Il existe trois types de projet possibles :

- la création,
- la consolidation,
- la transformation.

Le projet de type « création » se compose principalement de nouvelles constructions qui forment ensemble un nouveau quartier urbain sur un périmètre facilement identifiable.

Il s'agit d'un nouveau projet d'urbanisation qui doit présenter une taille et une densité

¹² https://cpdt.wallonie.be/sites/default/files/pdf/ndr-16_0.pdf

suffisantes pour viabiliser les différents services de proximité et de transports en commun et pour rencontrer les critères de définition d'un éco quartier présentés que nous verrons plus loin.

Ce type de projet ne concerne surtout les grandes agglomérations urbaines où une occupation rationnel du sol donnera l'accent sur les politiques de renouvellement urbain et de renforcement des noyaux existants ainsi que celles de préservation et de valorisation des espaces naturels, agricoles et sylvicoles imposant de concert de travailler prioritairement sur la rénovation des agglomérations existantes.

Le projet de type « consolidation » part d'un projet neuf de taille significative mais qui n'atteint cependant pas la taille critique de l'écoquartier.

Il est qualifié de consolidation dans la mesure où il représente une opportunité de levier pour renforcer et engager la transformation du quartier dans lequel il s'inscrit en éco quartier.

Le projet de type « transformation » désigne quant à lui un projet d'éco transition d'un quartier.

Ce type de projet comprend différentes interventions ponctuelles de rénovation principalement, mais aussi lorsque c'est nécessaire de reconstruction ou de construction neuve, des aménagements d'espaces publics et différentes mesures d'organisation des réseaux et de mutualisation des ressources.

La participation des habitants et des différents acteurs concernés y est plus que jamais structurel.

2.6.5 Les critères d'un écoquartier :¹³

a. Un quartier conçu pour réduire son impact environnemental

L'objectif de zéro carbone dans l'habitat est indispensable pour limiter le réchauffement climatique car c'est l'un des seuls secteurs où cela est réalisable facilement avec les techniques d'aujourd'hui. Selon Rodolphe Deborre, les moyens pour y parvenir se déclinent en trois étapes, de la plus accessible et efficace, à la plus fine :

Concevoir des bâtiments à faible consommation d'énergie.

¹³ http://avecvenelles.free.fr/documents/eco_quartier_presentation.pdf

Cela passe par l'application des principes de la construction bioclimatique (orientation sud, stores protecteurs.

La réduction importante de la consommation d'énergie pour l'eau chaude sanitaire et pour l'électricité hors chauffage reste plus délicate.

b. La deuxième étape consiste à utiliser des énergies renouvelables

pour subvenir aux (faibles) besoins en énergie, de manière à réduire au maximum les émissions de gaz à effet de serre liées à l'énergie du bâtiment mais aussi à transformer le bâtiment en un logement producteur d'énergie aussi baptisé « bâtiment à énergie positive ».

- *recours à des matériaux naturels :*

Ceux-ci évitent non seulement une grande partie des problèmes liés à la fabrication des matériaux, mais contribuent également à la création d'une ambiance saine à l'intérieure d'une maison en évitant la pollution des substances chimiques émises par certains matériaux synthétiques.

- *La gestion de l'eau :*

Elle doit être compensée par de la rétention d'eau et une régulation des débits dans les stations d'épuration. Les solutions, déjà mises en place dans plusieurs collectivités, peuvent être la récupération des eaux de pluie, la récupération des eaux usées, ou encore la renaturalisation des sols.

- *Le transport :*

Aménager un quartier durable implique donc de penser très en amont quels seront les flux créés par le mode de vie offert aux habitants, et comment minimiser leur impact environnemental. Il est primordial de créer un réseau de transport collectif qui apporte une desserte de qualité aux habitants, de manière à ce qu'ils n'aient pas besoin d'utiliser quotidiennement une voiture individuelle. Cette démarche peut être accompagnée du développement d'autres transports doux, comme l'autopartage pour les habitants et les entreprises implantées, les véhicules propres (voitures hybrides...), les pistes cyclables,

- *La gestion des déchets :*

Avec le chauffage et l'eau, les charges d'habitat financent la collecte des déchets. C'est donc encore un volet sur lequel on peut agir pour le bénéfice du citoyen à long terme. Des solutions innovantes ont été développées :

Le compostage : les déchets verts, déchets de jardin, épluchures de légumes... peuvent facilement être transformés en compost, qui enrichira le sol des jardins individuels ou des espaces verts de la municipalité, laquelle pourra ainsi diminuer sa consommation d'engrais chimiques. La Ville d'Angers, Rennes Métropole et le Grand Lyon... ont d'ores et déjà mis en place des systèmes de compostage individuel.

c. Intégration de critères sociaux et économiques

- *La volonté d'un développement social harmonieux :*

L'enjeu est de taille : Il s'agit d'un enjeu de paix sociale. S'il est difficile de décréter la mixité sociale, il n'en reste pas moins qu'elle est accessible et les expériences étrangères sont là pour nous le prouver. La mixité sociale a d'ailleurs plusieurs visages.

- *La mixité sociale*

La mixité intergénérationnelle : des écoles et des jardins d'enfants ouvrent en fonction des contraintes horaires des parents et l'établissement pour personnes âgées est intégré à la vie du quartier.

Pour une expériences réussite on doit agencer des espaces conçus pour favoriser le lien social et les rencontres : jardins pour les locataires, espaces verts, terrains de jeux autorisés, jardins ouverts participant à l'aménagement de l'espace public.

- *Focus sur la qualité de vie :*

Outre les caractéristiques techniques mentionnées, l'usager fera toujours son choix en fonction de la qualité de vie que pourra offrir le quartier et celle-ci s'exprime aussi à travers d'autres aspects :

Un environnement sonore de qualité : si les nuisances sonores quotidiennes ne peuvent jamais provoquer de surdité traumatique, elles peuvent être à l'origine de troubles tels que anxiété, irritabilité, dépression ou encore cardiovasculaires. La lutte contre le bruit passe par la diminution du trafic routier en zone résidentielle ou urbaine, des murs anti-bruit autour des grands axes, et une conception appropriée des appareils électroménagers.

L'amélioration du cadre de vie à travers l'intégration d'espaces verts : ceux-ci peuvent être des coulées vertes, des parcs, des pergolas, le retour des jardins ouvriers ou des potagers.

La qualité des services publics : le quartier durable doit être en mesure d'apporter les services publics qui garantissent le bon fonctionnement d'une société. Suivant sa taille, il sera autonome ou dépendra des quartiers environnants. Dans tous les cas, il doit s'inscrire dans le tissu urbain existant et doit profiter des synergies avec les quartiers voisins.

d. Pour un développement économique durable :

Un quartier durable est également l'occasion d'insérer des pratiques économiques responsables.

- Dans les faits, cela passe par l'accueil de bureaux en plus des logements. Cette mixité permet d'assurer un certain niveau d'activités aux commerces de proximité, en particulier pour la restauration, ce qui en fait un quartier vivant et convivial. Il s'agit de créer des quartiers, multifonctionnels, qui ont leur propre vie, comme un village, un centre-ville, ou encore les villes que l'on a créés jusqu'au 19^e siècle, et non pas comme celles du 20^e, ville-dortoir, ville-usine, ville-musée, centre d'affaires...
- La démarche de quartier durable pousse à aller encore plus loin, en intégrant les aspects de développement économique dans la construction même du quartier.

e. La rénovation des bâtiments :

La rénovation des bâtiments porte en elle un véritable avantage économique par rapport à la construction : une politique encourageant la rénovation en basse énergie a un effet positif sur l'emploi car une rénovation en basse énergie nécessite 70% de temps de travail et 30% de matériel acheté alors que pour le même travail la répartition pour une rénovation classique est de 50/50, et donc moins créatrice d'emplois.

2.6.6 Les objectifs d'un quartier durable :

Par Thanh Nghiem, Présidente d'Angenius

Nous avons vu le quartier durable sous l'angle « technique » quantifié, puis sous l'angle du processus participatif. Cependant, lorsque l'on parle de quartier durable, il faut s'interroger sur la notion même de durabilité : le quartier, en tant que portion d'une ville, interroge la notion même de ville. Comme le souligne Michel Thiollière, Maire de Saint-Etienne, « Les villes sont nées parce que des hommes espéraient une vie meilleure. Des villes meurent, ou risquent de mourir, parce que des activités s'interrompent brutalement, parce que la ville a été désertée, parce que des paris ont été perdus. Des villes sortent de

la crise : ce sont celles là qui nous en apprennent le plus ». Alors qu'est-ce qu'une ville durable ?

a. Objectif relève de l'environnement :

Un écoquartier est une forme d'occupation de l'espace où l'on considère le sol comme un bien rare et non renouvelable.

Un écoquartier, c'est aussi une vision à long terme, où ce que l'on construit aujourd'hui va conditionner la vie des générations futures : il constitue aussi le patrimoine de demain.

Un écoquartier, c'est un lieu de vie qui s'appuie sur des ressources locales et prend en compte, à son niveau, les enjeux de la planète. Il contribue de ce fait à la durabilité de la ville.

b. Intégration de l'écoquartier dans la ville :

En partant de la notion d'activités, on pourrait définir la durabilité d'un quartier comme sa capacité à permettre à ses habitants d'adopter des modes de vie responsables.

Comme le dit José Palma, professeur à l'Université de Lisbonne, spécialiste en psychologie de l'environnement et porteur du programme One Planet Living au Portugal : « pour savoir si un quartier est réussi, il faut sentir s'il vit et pour cela regarder les usages – on apprend d'ailleurs plus en observant les détournements d'usages, tout ce que les habitants vont inventer pour mieux coller à leurs besoins et leurs envies. Un quartier pourra durer dans le temps s'il a une âme. Les concepteurs doivent laisser assez d'espace à la créativité humaine, et cette énergie-là, on ne peut pas la commander ni l'imposer ».

c. Transmettre l'expérience :

Si l'on prend la notion d'activités et d'usages comme champ d'analyse, il apparaît évident que, la durée de vie humaine étant limitée, il faut aussi penser le quartier durable comme un espace intégrant en son sein la capacité à transmettre les acquis dans la durée. Ce qui nous semble important, c'est la capacité à transmettre à d'autres quartiers, à une autre échelle, ou aux générations futures : pour cela, le quartier durable doit être un lieu d'expression, qui rende tangible et désirable l'invisible.

2.6.7 Les 5 piliers d'un écoquartier :¹⁴

Critères relatifs à l'aménagement :

Il est très important de garder à l'esprit que les orientations prises dans l'aménagement influent directement sur la qualité de vie du quartier et sur la perception qu'en auront les habitants de la ville.

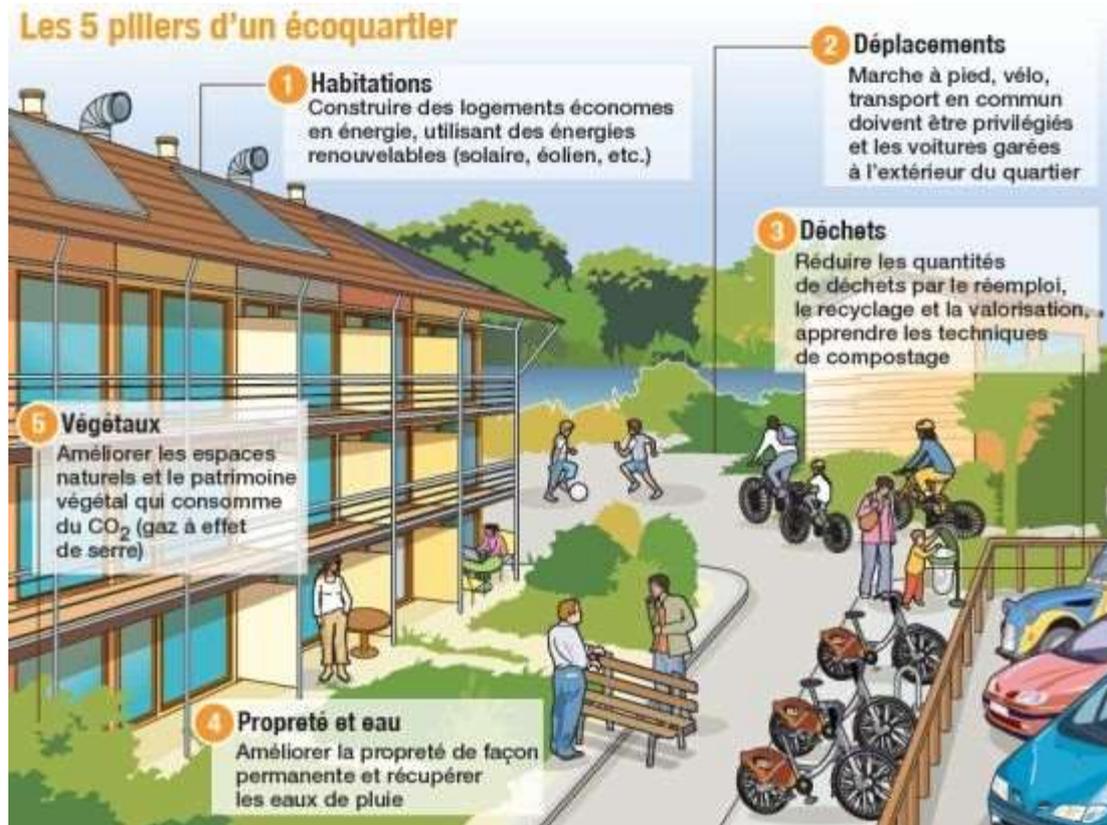


Figure 2-5: Les piliers d'un écoquartier . source : www.lesepl.fr.Eco-quartier :les Epl innovent)

C'est notamment lors de la création du plan de masse que l'on raccorde les cheminements doux, que l'on intègre l'opération au reste du quartier, que l'on met en pratique les fruits de la réflexion d'avant-projet.

On fixe la place des transports dans l'opération : les accès, les stationnements, les arrêts des transports en commun.

Dans l'aménagement d'un éco quartier, la plupart des enjeux environnementaux sont liés en se basant sur des réglementations thermiques qui fixent les objectifs (en kWh/m²/an) à atteindre lors de la construction ou de la rénovation.

¹⁴ www.lesepl.fr.Eco-quartier :les Epl innovent

Différents labels existent, suivant les pays (européens), pour distinguer la qualité environnementale de telle ou telle construction.

Pour arriver à atteindre ces normes énergétiques, les constructeurs disposent de techniques plus ou moins récentes.

Il faut savoir que le chauffage et la consommation d'électricité sont les deux sources de dépense énergétique les plus importants dans les pays occidentaux (y compris le Maghreb).

Dans un écoquartier, ce sont ces deux critères qu'il faut donc traiter en priorité pour obtenir un meilleur résultat énergétique.

Pour limiter l'impact du chauffage sur la facture énergétique il y a plusieurs solutions qui peuvent apparaître dans l'aménagement du bâti:

- L'architecture bioclimatique.
- Le solaire et photovoltaïque.
- La gestion de l'eau pluviale.
- La cogénération et réseau de chaleur.
- La réglementation thermique.

2.6.8 La labellisation des éco quartiers :

Avec le label Eco Quartier, l'objectif est de garantir la qualité des projets sur un socle d'exigences fondamentales, tant sur la technique que la gouvernance ou la dynamique économique insufflée, et ce, quel que soit le territoire sur lequel il est implanté. Ceci implique une certaine souplesse permettant la contextualisation et l'adaptation de la démarche à tout type de ville, quelle que soit sa taille, son contexte, son histoire, sa culture et à tous les stades d'avancement du projet.

Le Label Eco Quartier permet de valoriser et d'apprécier une démarche progressive et ainsi reconnaître non pas une opération au stade des simples intentions, mais la qualité d'une opération finie.

Le label n'est pas une norme et ne propose en aucun cas un modèle unique d'éco Quartier.

Le Label Eco Quartier s'appuie sur une charte des Eco Quartiers, clé d'entrée vers l'obtention du label qui repose en 03 étapes :

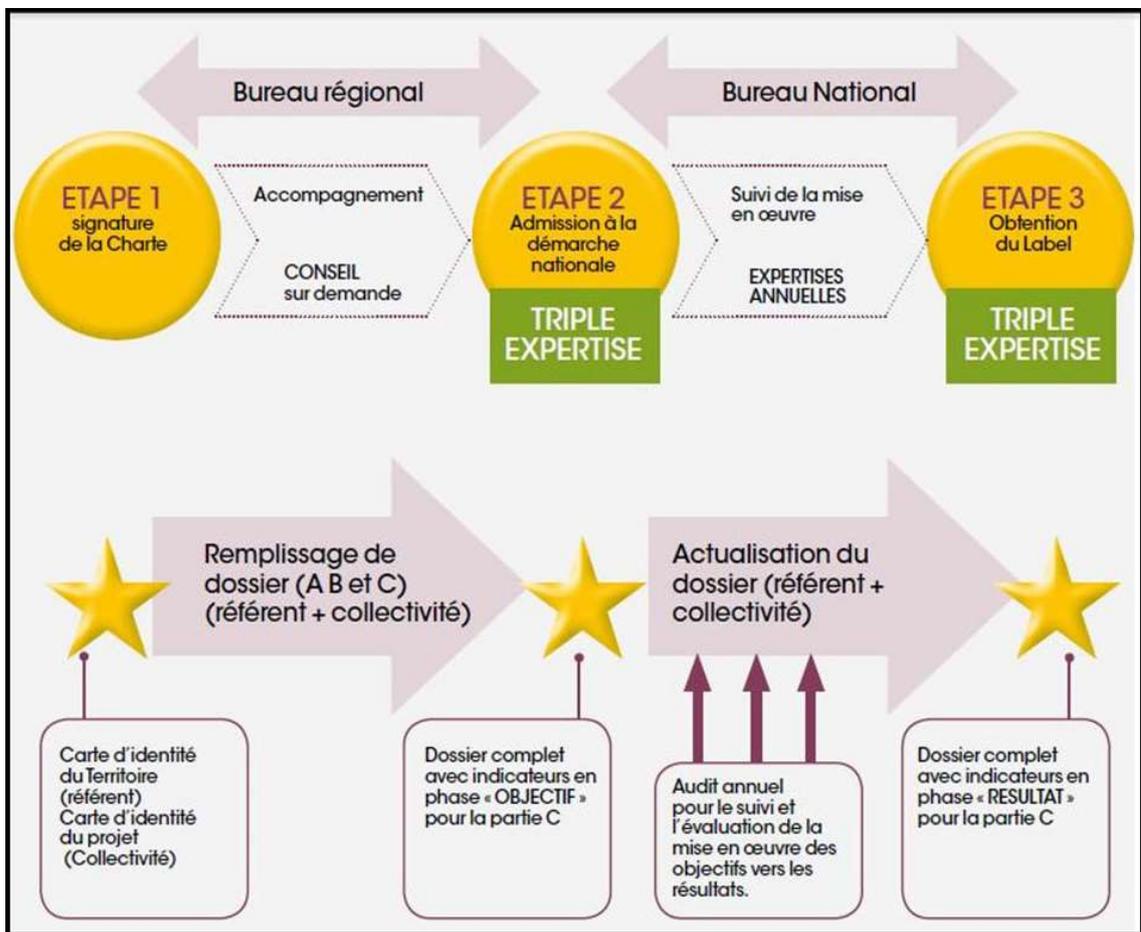


Figure 2-6: La démarche de labellisation. Source : PDF dossier de labellisation - éco quartier Auteur : Arche sud

- **Étape 1** : La collectivité signe la Charte nationale des Eco Quartiers.
- **Étape 2** : Le projet, porteur d'objectifs ambitieux et réalistes est évalué par un trio d'experts (un expert national, un expert local et un expert externe à la fonction publique) selon 20 critères d'évaluation et 20 indicateurs chiffrés .Lorsque le projet est mûr et sa qualité reconnue, il est inscrit dans la « démarche nationale ».
- **Étape 3** : Une fois inscrite dans la démarche nationale, la collectivité entre dans un processus de suivi annuel pour obtenir à terme le Label Eco Quartier. Comme lors de la 2ème étape, le projet est analysé par un trio d'experts,. Le label est délivré une fois la réalisation du projet suffisamment avancée et sera millésimé (lié à l'année d'obtention).

1	Réaliser les projets répondant aux besoins de tous en s'appuyant sur les ressources et contraintes du territoire	6	Travailler en priorité sur la ville existante et proposer une densité adaptée pour lutter contre l'étalement urbain	11	Contribuer à un développement économique local, équilibré et solidaire	16	Produire un urbanisme permettant d'anticiper et de s'adapter aux changements climatiques et aux risques
2	Formaliser et mettre en œuvre un processus de pilotage et une gouvernance élargie	7	Mettre en œuvre les conditions de la mixité (sociale et intergénérationnelle), du bien-vivre ensemble et de la solidarité	12	Favoriser la diversité des fonctions dans l'optique d'un territoire des courtes distances	17	Viser la sobriété énergétique et la diversification des sources au profit renouvelables et de récupération
3	Intégrer l'approche en coût global lors des choix d'investissement	8	Assurer un cadre de vie sain et sûr	13	Optimiser la consommation des ressources et des matériaux et développer les filières locales et les circuits courts	18	Limiter la production des déchets, développer et consolider des filières de valorisation et de recyclage
4	Prendre en compte les pratiques des usagers et les contraintes des gestionnaires dans les choix de conception	9	Mettre en œuvre une qualité architecturale et urbaine qui concilie intensité et qualité de vie	14	Privilégier les mobilités douces et le transport collectif pour réduire la dépendance à l'automobile	19	Préserver la ressource en eau et en assurer une gestion qualitative et économe
5	Mettre en œuvre des démarches d'évaluation et d'amélioration continues	10	Valoriser le patrimoine local (naturel et bâti), l'histoire et l'identité du quartier	15	Favoriser la transition numérique en facilitant le déploiement des réseaux et des services innovants	20	Préserver et valoriser la biodiversité, les sols et les milieux naturels

Tableau 2-3: liste des 20 engagements de la charte écoquartiers. Source : Ministère de l'Egalité des Territoires et du Logement / labellisation des éco-quartier. 2012

l'architecture vernaculaire fait intrinsèquement partie de la démarche EcoQuartier.

Il se décline selon le contexte dans ses 4 dimensions :

- **Démarche et processus** : s'appuyer sur les ressources du territoire, promouvoir une gouvernance élargie (où les acteurs du patrimoine ont pleinement leur place), prendre en compte les pratiques locales voir micro-locales des usagers...
- **Cadre de vie et usages** : travailler en priorité sur la ville, le bourg existant, faire avec le « déjà-là », mettre en oeuvre une qualité paysagère, urbaine et architecturale respectant l'identité et l'esprit des lieux, valoriser le patrimoine local, qu'il soit naturel ou bâti, l'histoire et l'identité du site

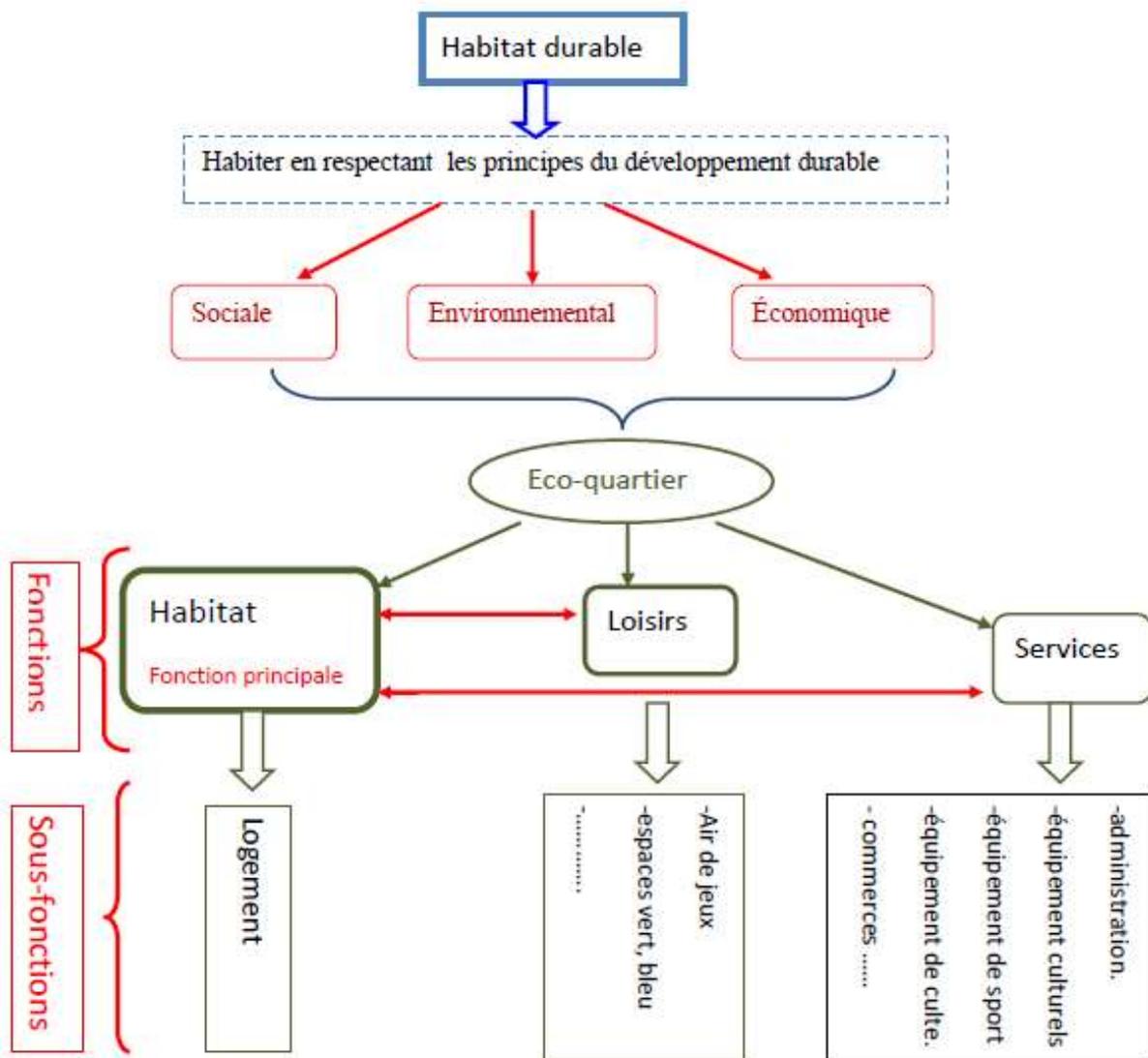
- **Développement territorial** : valoriser les ressources locales, dont les matériaux locaux, s'appuyer sur les savoir-faire locaux (promotion d'un développement endogène durable)
- **Environnement et climat** : concilier avec intelligence aménagement et patrimoine naturel, valoriser la biodiversité

Deux engagements de la démarche EcoQuartier sont directement liés au patrimoine :

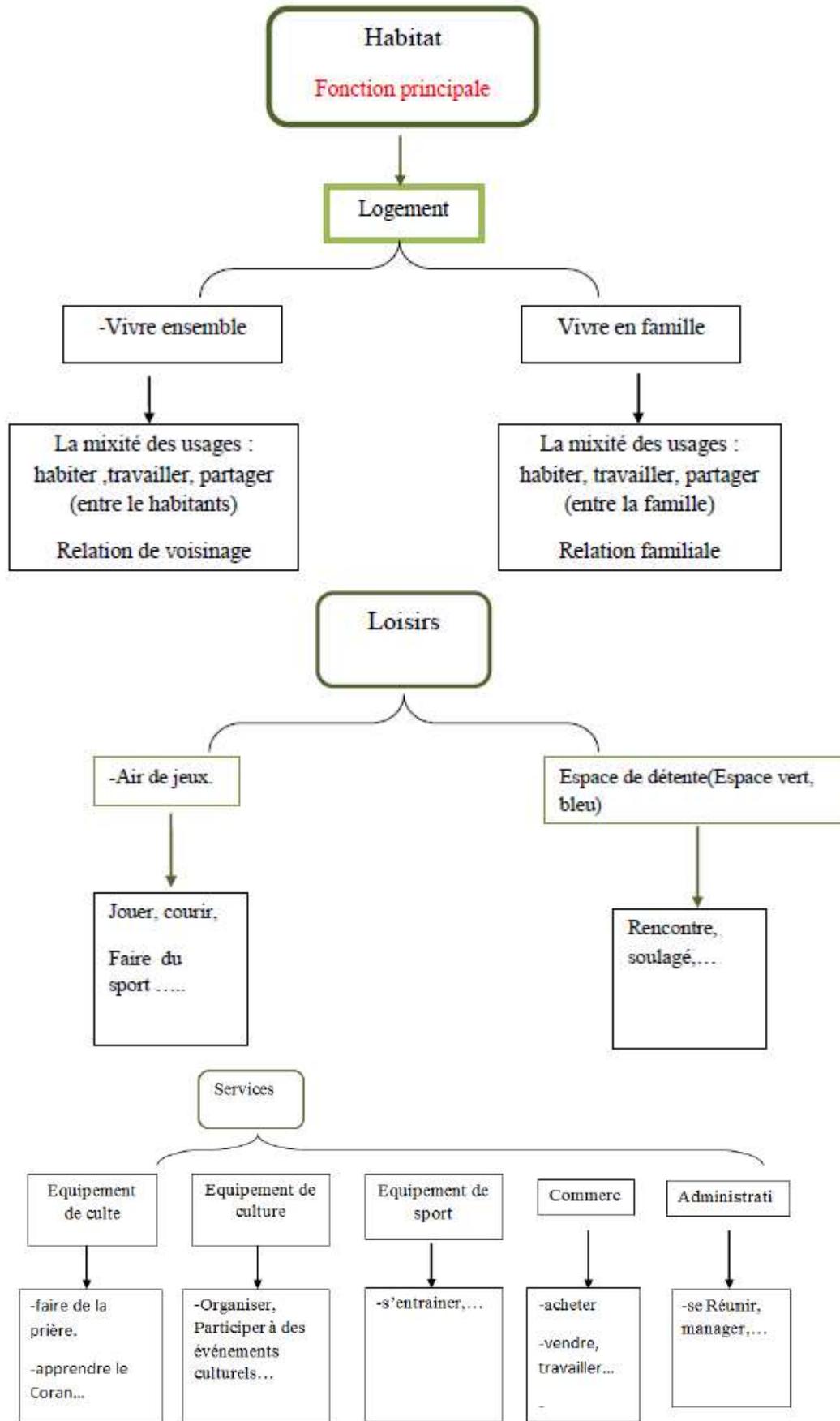
- Engagement 9 - mettre en oeuvre une qualité urbaine, paysagère et architecturale
- Engagement 10 - valoriser le patrimoine local, l'histoire et l'identité du site.

2.6.9 Les spécificités fonctionnelles dans un éco quartier :

- **Organigramme spacieux fonctionnel** :



Organigramme 1 : Les spécificités fonctionnelles dans un éco quartier. Source : PDF dossier de labellisation - éco quartier Auteur : Arche sud



Organigramme 2 : Les spécificités fonctionnelles dans un éco quartier. Source : PDF dossier de labellisation - éco quartier Auteur : Arche sud

2.6.10 Conclusion

Les écoquartiers sont aujourd'hui la formalisation d'un urbanisme en évolution avec de nouvelles idées et propositions qui répondent à des exigences et des aspirations de projets urbains plus respectueux de l'environnement et dans un nouveau rapport à la nature. Ils sont d'abord une réponse urbaine, responsable dans un contexte de dégradation planétaire et où l'innovation, la technologie et le bon sens, sont les principales caractéristiques.

Les écoquartiers tentent de répondre à un double enjeu : celui de la densité nécessaire, et celui de la pleine réintégration et du respect de la nature dans l'espace urbain. Ils promeuvent la coexistence entre espace naturel et densité urbaine, l'importance accordée à la lutte contre la consommation énergétique urbaine, à la gestion des eaux et à la protection des écosystèmes.

Les écoquartiers cherchent également à favoriser une dynamique sociale pédagogique et responsable des usagers vers un habitat plus respectueux de son environnement et la prise en compte de la mobilité des habitants. Tous ces efforts sont réfléchis pour limiter la consommation de ressources et les émissions de gaz à effet serre (GES).

L'écoquartier est un concept innovant avec des principes qui doivent s'adapter à différents contextes et non un modèle à multiplier.

2.7 EXEMPLE D'ECO-QUARTIER : MASDAR CITY, UN MODELE ECOLOGIQUE URBAIN

Introduction :

C'est la première ville nouvelle au monde qui mise sur la fin du pétrole. La ville est un modèle en matière d'énergies propres et d'architecture bioclimatique : zéro pétrole, zéro carbone, zéro déchet, zéro voiture. Les concepteurs parlent d'une cité verte au pays de l'or noir, d'« une ville qui fabrique de l'ombre, qui transforme l'eau de mer en eau potable, où le vent chaud, venu du nord-est, est canalisé



Figure 2-7: Masdar City, ville du futur. Source : <https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/masdar-city>

dans des rues étroites pour donner une sensation de fraîcheur, où les façades filtrent la chaleur, mais pas la lumière», comme la décrit Nick Brown, le responsable du développement durable.

Le choix de cet exemple a pour but de s'inspirer de La future ville, dont l'objectif fondamental est la haute **efficacité énergétique** et la baisse de température à l'intérieur de la conception qui a été réduite de 20 degré 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.)¹⁵

2.7.1 Fiche technique:

- **Masdar city est située :**¹⁶
à Abu Dhabi dans les Émirats Arabes Unis, est une éco-cité qui a pour but d'utiliser l'énergie propre
- **Superficie :** 6 540 hectares
- **Date de livraison initialement prévue :** 2016
- **Nombre d'habitants initialement attendus :** 50 000 (dont 600 étudiants et 40 000 travailleurs), ce chiffre a été revu à 40 000 habitants à l'horizon 2030
- **Coût initial de la nouvelle cité :** environ 22 milliards de dollars

Répartition annoncée de la superficie de la première phase de construction de la ville : près de 40% pour l'habitat, près de 39% pour les activités commerciales, près de 5% pour les services collectifs et culturels, 16% pour l'Institut Masdar pour les sciences et la technologie.



Figure 2-8: Situation masdar city: https://masdar.ae/-/media/corporate/downloads/masdar-city/masdar_city_visitors_map.pdf

¹⁵ <https://thegoodlife.thegoodhub.com/2018/02/12/masdar-city-ville-futur/>

¹⁶ <https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/masdar-city>

2.7.2 Un pôle d'excellence technologique.¹⁶

L'objectif de la ville est d'inciter étudiants, experts, hommes d'affaires, spécialistes de l'environnement et entreprises innovantes de tous les pays à venir s'y installer (à l'image du projet NEOM en Arabie saoudite). Le Masdar Institute, dédié à la recherche et créé avec le soutien du Massachusetts Institute of Technology (MIT), a été initié en 2007. Les premiers étudiants et chercheurs y ont investi une partie des lieux dès novembre 2010. En 2017, l'institut a fusionné avec la Khalifa University of Science, Technology and Research (KUSTAR) et l'Institut du pétrole (il est désormais appelé « *Masdar City Campus of Khalifa University* »).



Figure 2-9 : masdar city. Source : <https://thegoodlife.thegoodhub.com/2018/02/12/masdar-city-ville-futur/>

2.7.3 Une architecture adaptée à l'environnement de la ville¹⁷

- L'architecture de la ville croise les technologies nouvelles et l'architecture traditionnelle arabe. Sa conception intègre notamment :
 - des ruelles étroites et ombragées, rafraichies par un réseau de cours d'eau ;
 - des « couloirs » ventés traversant la ville de part en part pour une aération naturelle afin de favoriser l'apparition d'un « microclimat » ;

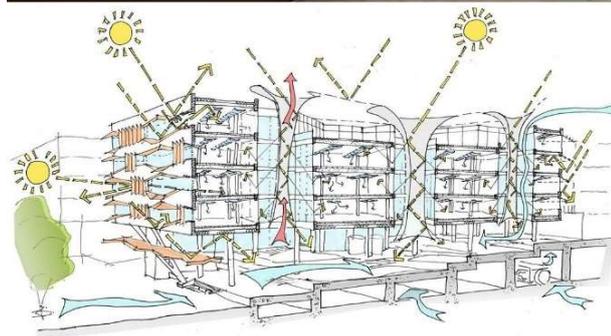


Figure 2-10: architecture écologique. Source : <https://www.arch2o.com/siemens-hq-masdar-city-sheppard-robson/>

¹⁷ <https://www.arch2o.com/siemens-hq-masdar-city-sheppard-robson/>

- un plan général de type traditionnel, carré, entouré de murs destinés à protéger des vents chauds du désert ;
- des constructions basses et équipées de panneaux solaires sur les toits utilisant la climatisation naturelle ;
- des fenêtres reproduisant le principe des moucharabiehs.



Figure 2-11: Masdar city, architecture écologique. Source : <https://inhabitat.com/photos-hundreds-attend-masdar-citys-first-eco-street-fair/masdar-city-taflin-laylin-1/>

2.7.4 Une cité alimentée par les énergies renouvelables.¹⁸

Parmi les infrastructures et projets initialement envisagés dans le cadre de Masdar City figurent :¹⁶

- la construction d'une centrale solaire d'une puissance de 100 mégawatts, équipée de 768 miroirs paraboliques sur 2,5 km² (investissement de 350 millions de dollars). Sa puissance doit être ultérieurement portée à 500 MW ;
- la couverture des toits de la ville de 5 000 m² de panneaux photovoltaïques ;
- le recours à l'hydrogène et à des agrocarburants issus de cultures utilisant les eaux usées pour remplacer les carburants fossiles ;

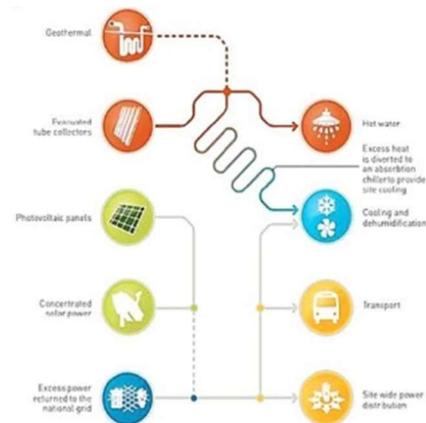


Figure 2-12: « écocité » guidée par les énergies renouvelables. Source: Digital Commons @ BAU - Beirut Arab University, ZERO CARBON CITY- MASDAR CITY CRITICAL ANALYSIS

¹⁸ Digital Commons @ BAU - Beirut Arab University, ZERO CARBON CITY- MASDAR CITY CRITICAL ANALYSIS

- l'utilisation des eaux usées, après recyclage, pour l'irrigation des cultures destinées à l'alimentation. Ce recyclage de l'eau est censé permettre de réduire de 80% la consommation d'eau de mer dessalée dont la production nécessite une quantité importante d'énergie ;
- la construction d'une ferme éolienne de 20 MW ;
- l'utilisation du surplus d'énergies renouvelables produit par la ville d'Abou Dhabi.

2.7.5 Des transports « propres » et optimisés¹⁶

La mise en place d'un système de transports « propre » à haute efficacité énergétique et sans émissions de gaz à effet de serre va être mis en place : le PRT (Personal Rapid Transit). Il s'agit d'une nouvelle technologie rapide, à la frontière des transports collectif et individuel. Avec des cabines de taille moyenne (1 à 10 personnes), les véhicules se déplacent automatiquement à la demande selon une voie définie. Les flux peuvent être optimisés en fonction du trafic et des trajets possibles. Déjà en place à l'aéroport d'Heathrow à Londres, ce mode de transport permet outre l'acheminement des passagers d'assurer le fret en ville ainsi que l'évacuation des déchets. En théorie, aucun habitant n'aura plus de 200 mètres à parcourir au sein de Masdar City pour accéder aux commerces et aux services de proximité. La marche à pied et le vélo seront privilégiés comme moyens de transport.

2.7.6 Conclusion:

Un lieu où les entreprises peuvent prospérer et L'innovation peut s'épanouir, Masdar City est une ville arabe moderne qui, comme ses précurseurs, est en phase avec son environnement. En tant que tel, c'est un modèle de développement urbain durable aux niveaux régional et mondial, cherchant à être un développement commercialement viable offrant un environnement de vie et de travail de la plus haute qualité et une empreinte écologique aussi faible que possible. La rendant ainsi unique en son genre. Masdar city est l'avenir du développement durable.

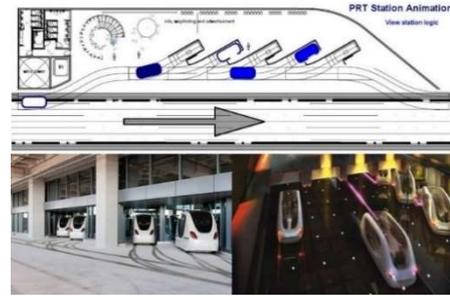


Figure 2-14: PRT Station, Taxi robot. Source: <https://aasarchitecture.com/2013/04/masdar-institute-by-foster-partners.html/>



Figure 2-13 : The multi-layered transport concept of Masdar City (source 2009, Abu Dhabi Future Energy Company (Masdar) PJSC/Foster+Partners)

CHAPITRE 3 :

L'aspect bioclimatique de L'habitat vernaculaire

«Le patrimoine vernaculaire construit constitue le mode naturel et traditionnel dans lequel les communautés ont produit leur propre habitat. Il fait partie d'un processus continu, qui inclut les changements nécessaires ainsi qu'une adaptation continue en réponse aux conditions sociales et environnementales»

Charte du patrimoine

INTRODUCTION

Pour s'abriter de certains effets de la nature, l'homme, et ce depuis la résolution des contraintes primordiales de vie (manger, s'habiller, s'abriter, etc.) lui permettant de rechercher un confort appréciable, s'est donné la peine d'innover par des solutions pouvant l'abriter des conditions climatiques quelquefois sévères. A travers le temps, les solutions les plus efficaces ont été sauvegardées. Véhiculées par l'architecture vernaculaire, ces solutions témoignent d'un savoirfaire inégalé, que nos aïeux ont pris soin de nous transmettre. La distinction, dans tout ce patrimoine architectural, de ce qui est à vocation climatique n'est pas une tâche facile. Ce chapitre essaye d'élucider ce qui, dans l'architecture traditionnelle, relève d'une préoccupation climatique. Il ne sera pas possible de cerner tous les aspects de cette approche, mais on essaiera de mettre en évidence la prise de conscience qu'avaient nos parents vis-à-vis du climat dans leurs conceptions architecturales.

3.1 Rapport espace bâti et environnement naturel :

L'architecture vernaculaire illustre, à travers certains exemples, des réponses à l'environnement hostile des milieux aride, ceci à travers l'utilisation :

- D'éléments topographiques du site tel que l'habitat troglodyte de Matmata en Tunisie.
- D'éléments végétaux comme dans les palmeraies et les jardins privés.
- Ainsi que d'éléments artificiels de la morphologie urbaine : Pueblo Bonito aux U.S.A et le Ksour du Maghreb.

La structure urbaine d'une médina ou d'un Ksar illustre parfaitement :

- Les effets de la compacité à travers les rues étroites qui ombragent les constructions et les protègent des vents nocturnes froides.
- Les effets de l'introversion, à travers l'organisation des constructions autour d'un patio, ce qui réduit énormément les surfaces exposées vers l'extérieur.
- Les effets de l'orientation majeure des rues dans les directions Est/Ouest. Ceci favorise pour les façades un minimum de gains solaires pour celles orientées Nord, et un meilleur contrôle de ces apports pour celles orientées au Sud

3.2 Techniques traditionnelles et contraintes climatiques :

Les enseignements de l'architecture traditionnelle n'ont pas cessé d'émerveiller les architectes en quête de solutions aux problèmes causés par une négligence du facteur climatique dans la conception architecturale et urbaine.

Les caractéristiques climatiques, précipitations et cycle thermique des villes situés dans les zones arides constituent une base de distinction, à partir de laquelle peuvent être énoncées des solutions constructives ou urbanistiques diverses.

3.2.1 Diminution de la surface de l'enveloppe :

La diminution de la surface de l'enveloppe d'une construction et notamment de la surface horizontale, implique la diminution de surface d'échange entre l'intérieur et l'extérieur.

a. L'habitat Troglodyte :

L'habitat troglodyte est considéré comme l'une des plus anciennes architectures vernaculaires. Cet habitat recouvre l'ensemble des habitations situées dans le sol, organisées soit des cavités naturelles, soit creusées par l'homme. Cet habitat enterré est donc caractérisé par l'absence de façades exposées à l'extérieur, et par l'inertie thermique de l'enveloppe grâce à la présence de la terre elle-même.¹



Figure 3-1: Habitat Troglodyte Matmata en Tunisie. (Source: Annuaire de l'Afrique du nord, Productions et pratiques de l'espace habité).

L'espace central est constitué par une cour encaissée, ouverte au jour. Tout autour, des pièces sont creusées dans les murs de la cour et sont entièrement souterraines.

¹ J.L.Izard. Archi bio, éd Parenthèse P60.

3.2.2 L'ombrage et l'ensoleillement :

a. L'ombre :

Le thème de l'ombre est familier pour tout architecte, mais il est une idée directrice pour les architectes modelant avec le soleil. En tant que conséquence du soleil, l'ombre dépend du climat et des saisons. En zone aride et en saison d'été le soleil n'est plus synonyme de détente et de loisir, mais source de malaise.

Divers éléments sont utilisés pour ombrager l'enveloppe architecturale. Si les murs des façades se portent ombre mutuellement (conséquence directe de la compacité de la forme urbaine) ou bien grâce à l'implantation d'arbres de manière contiguë aux murs, d'autres moyens sont éventuellement utilisés pour se protéger du rayonnement solaire.

b. Ombre urbaine :

L'urbanisme et l'architecture concourent à la protection thermique. Il est d'ailleurs délicat de préciser ou finit l'un et ou commence l'autre. Les textures urbaines ainsi formées ont un air de ressemblance du Maroc à l'Iran. Toutefois, leur caractère se modifie sensiblement de ville en ville, et même de quartier en quartier.

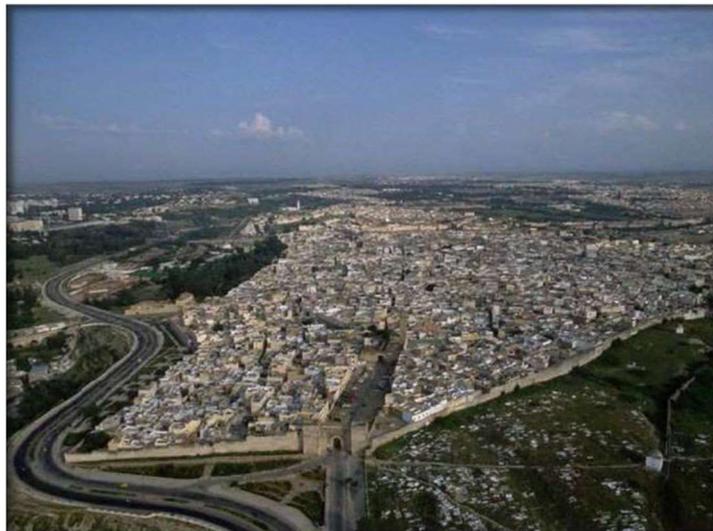


Figure 3-2: Vue aérienne de la médina de Marrakech, (Source: dafina.net).

Les ruelles sont profondes et sinueuses, amenuisant ainsi les durées d'ensoleillement des façades et empêchant le vent de chasser l'air frais accumulé la nuit. Suivant leurs orientations, les rues étroites peuvent offrir de l'ombre sur une durée plus au moins longue de la journée. Pour des causes impératives où l'ombre se fait rare, les passages couverts constituent des relais, les piétons peuvent alors s'y recueillir avant de poursuivre leur chemin sous un soleil brûlant.

c. Encorbellement :

Les encorbellements à l'étage permettent de régulariser le plan des pièces, ou de les agrandir aux dépens de la rue qui n'a pas besoin d'être aussi large à cette hauteur, et qui se trouve de ce fait plus ombragée. Parfois, c'est un passage ou une pièce qui sont bâtis au-dessus de la rue.



Figure 3-3: Encorbellement, (Source: Paul, Guion La Casbah d'Alger).

Les ouvertures sont rarement situées sur la façade Est et Ouest. En général, elles sont de petites dimensions et protégées par des occultations (brise-soleil, claustras....). Pour un éclairage optimal. La position de l'ouverture par rapport au mur et au sol doit être étudiée, de même que son épaisseur et son système d'occultation.

d. L'ombrage par éléments architecturaux :

A l'échelle architecturale, nous ne parlerons que de certains éléments architecturaux ou l'ombre fait autorité, la façade étant une partie de la « peau » de la construction. C'est à travers elle qu'une partie non négligeable de l'échange thermique se produit. La protection de celle-ci contre les radiations solaires s'avère indispensable. Bien que la façade rappelle la relation entre l'intérieur et l'extérieur, celle-ci ne l'est que pour l'environnement naturel, puisque le terme de façade intérieure, par opposition, renvoie à une façade donnant sur un environnement plus privatif.

e. Les galeries :

Les galeries peuvent atténuer l'effet du soleil vu l'ombre qu'elles procurent autour du patio. Le patio est un espace ouvert. Pour une zone aride, cette ouverture constitue une source d'inconfort thermique. Les galeries garantissent un espace de circulation assez confortable. La course du soleil oblige, néanmoins, un nomadisme quotidien interne, en quête d'ombre et de fraîcheur.



Figure 3-4: Principe d'une maison Médinale, (Source: Atif.S, Typologies de logements Marocains)

f. La terrasse :

La terrasse étant une paroi horizontale et recevant donc la plus importante part des radiations solaires directes, doit également en être protégée. Elle peut être une source de chaleur non négligeable par rapport à l'ensemble des parois d'un bâtiment. Outre les matériaux de revêtement de sols réfléchissants (chaux), on rencontre aussi dans l'architecture traditionnelle une disposition spatiale au niveau de la terrasse. Une à deux, quelques fois trois, rangées de portiques entourent la terrasse. Ils la protègent des rayons solaires hauts de l'été en l'ombrageant, et la réchauffent par ceux, bas, dans l'hiver.

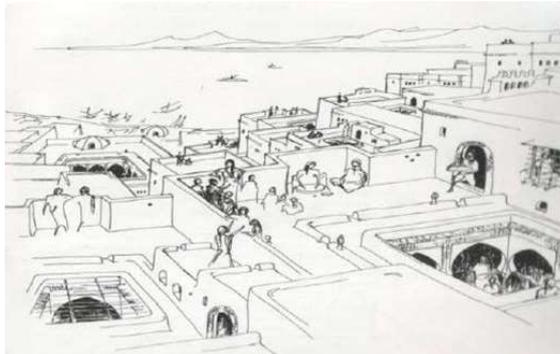


Figure 3-5: Vue sur terrasse de la Casbah. (Source : A Ravéreau, la casbah d'Alger, et le site créa la ville).

g. Ombre au niveau du détail constructif :

Plusieurs éléments architectoniques participent à la création d'un ombrage additif sur la façade. On peut distinguer les éléments plats (constitutifs du fond) et ceux saillants ou creux (représentant des figures). En somme, et à travers les diverses échelles d'application, on s'aperçoit que les rayons solaires sont interceptés avant qu'ils n'atteignent les surfaces des parois.

h. Eléments de façade :

Sur la façade se sont plutôt les décrochements qui assurent l'ombre. Cependant, ce sont les décrochements horizontaux qui ont été les plus utilisés. En forme de balcon ou moucharabieh, chaque région avait sa spécificité.



Figure 3-6 : Eléments horizontaux, pour l'ombre, Yémen. (Source: Dethier Jean, 1986, p39).

i. Ombre et végétaux :

Jumeler le nécessaire et le plaisant, n'est pas chose facile. Le recours aux végétaux comme réponse à la recherche de l'ombre est une technique ancestrale. Outre l'ombre, les végétaux produisent une humidité qui favorise le rafraîchissement de l'air, d'autre part

et suivant la nature de la plante, cette dernière peut éventuellement produire des saveurs végétales d'où la différence entre une senteur végétale et une ombre portée par des éléments architecturaux. Les jardins offrent une série d'éléments pour l'ombre : allée couverte, promenade, voute de verdure ou bouquet.

L'homme en se déplaçant dans un jardin peut choisir de s'abriter du soleil ou de s'y exposer. La maison dépourvue de cette faculté s'est dotée de plantes la protégeant du soleil d'été, les rayons de ce dernier sont admis l'hiver, alors ces plantes se dénudent pour lui céder le passage. C'est à cette fin que les plantes sont soigneusement choisis, non pas seulement dans les zones arides mais aussi là où le soleil est décisif dans le confort thermique.

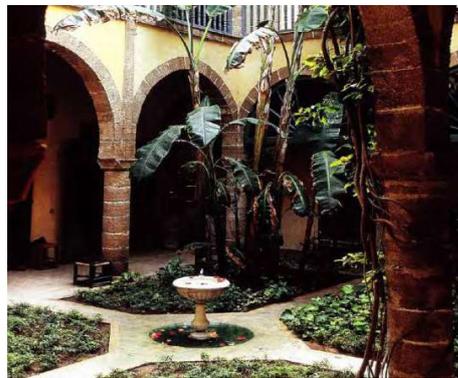


Figure 3-7: Riad a Marrakech. (Source: Atif.S, Typologies de logements Marocains).

3.2.3 Inerties thermiques²

Deux types d'inerties thermiques existent, une inertie par absorption et une autre par transmission. L'inertie thermique dépend essentiellement des matériaux de construction utilisés. Elle permet le contrôle de l'amplitude entre températures internes et externes. C'est grâce à elle que la durée du transfert de chaleur est retardée. Ainsi en hiver, l'énergie absorbé par les parois de l'enveloppe ne peut être transmise qu'au soir, là où la température externe est la plus basse, elle servira donc de supplément de chauffage naturel. Retenant donc une différence de température entre l'intérieur et l'extérieur.

A titre d'exemple, pour obtenir la même isolation qu'un mur en terre de 30 cm, il faut un mur en béton d'une épaisseur de 1,1 mètre. Il est isolant quel que soit la saison puisqu'il conserve la fraîcheur en été et la chaleur en hiver, tout le contraire du béton, qui lui donne du froid en hiver et du chaud en été.

² <https://passivact.fr/Concepts/files/InertiesThermiques-Comprendre.html>

Les épaisseurs des murs dépendent du déphasage à assurer, et le type de matériau utilisé. Ainsi, l'épaisseur d'un mur en brique de terre peut arriver jusqu'à 60 cm, en fait, à cause de sa faible conductivité thermique et sa haute capacité calorifique, le matériau absorbe 80 % de chaleur et ne transmet à l'intérieur que 20% . Quant au mur en brique de gypse, il peut atteindre 40 cm d'épaisseur. Ce matériau offre une excellente isolation thermique pour une inertie relativement faible. Il absorbe l'excédent d'humidité de l'air qu'il restitue pendant les heures chaudes de la journée (village solaire intégré).

Les maisons en terre ne possèdent pas de chauffages ou de climatisations. La terre faisant le reste du travail. Ainsi, à moindre coût, la terre donne le meilleur résultat en termes d'isolation.

3.2.4 *Adaptation temporelles et climat :*

Bien que les systèmes passifs soient efficace, il se trouve que l'habitation peut avoir des températures différentes, suivant qu'il s'agit des locaux orientés Nord ou au Sud, voire d'un étage inférieur ou supérieur. Les habitants adoptent alors des stratégies qui les ramènent à changer de lieu d'installation. Ces changements de lieux peuvent être quotidiens ou saisonniers, nous qualifions ces déménagements perpétuels par le terme de « nomadisme » en référence aux Nomades.

a. Nomadisme, adaptation ou fuite du climat ?

La notion de nomadisme est souvent utilisée pour qualifier un peuple migrant. La motivation essentielle des nomades est la recherche de la nourriture nécessaire à leur subsistance et à celle de leurs animaux.

Ce que nous qualifions de nomadisme interne, est l'occupation partielle de la maison en certaines périodes, suivie d'un déménagement vers un autre espace de la maison en d'autres périodes. L'occupation de tel ou tel espace est relative à l'orientation du soleil et à sa position par rapport à l'ensemble. Les stratégies diffèrent d'une zone aride à l'autre. Le mode d'habiter et le site jouent un rôle déterminant dans la façon d'approcher le climat.

b. Nomadisme saisonnier :

Nous retenons essentiellement deux modes d'occupation de l'espace qu'adoptent les habitants des pays chauds. Pour les même objectives deux stratégies sont observées :

Nomadisme saisonnier :

Dans les zones arides ou l'on construit en hauteur, le Rez de chaussée et a fortiori la cave, naturellement plus humides et moins ou pas soumis au rayonnement solaire, sont plus frais que les étages, d'où le choix d'affectation des espaces d'hiver et d'été.

Nomadisme horizontal saisonnier :

Dans les zones arides ou la forme de l'habitat est horizontale, les appartements d'hiver et d'été sont adossés au même étage, l'un ouvrant au nord et l'autre au sud.

c. *Nomadisme quotidien :*

Le nomadisme quotidien interne est une adaptation « microscopique » au climat. Les habitants se livrent volontairement au « caprice » de la nature. Ce nomadisme est si permanent que les occupants ne se donnent plus la peine de transporter leurs nattes pour dormir ou leurs coussins pour s'asseoir. Nous trouvons un aménagement semblable dans plusieurs espaces de la maison, il suffit alors de se déplacer sans transporter son équipement.

En été, à cause de la chaleur qui règne au cours de la nuit dans les espaces internes, la migration des habitants est la réaction la plus courante, on assiste ainsi à une vie nocturne qui se déroule sur les terrasse des habitations. L'inertie thermique, demeure néanmoins, bénéfique pour les matinées d'été.

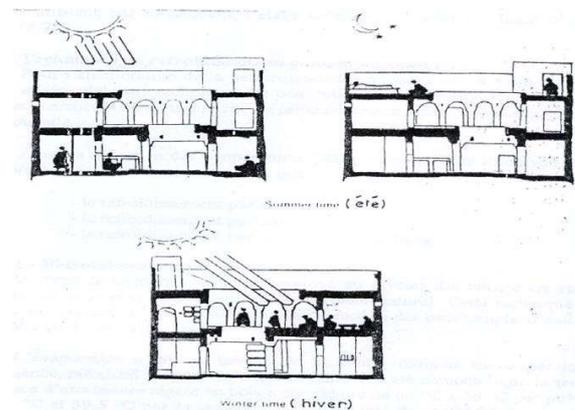


Figure 3-8: Nomadisme journalier en été et en hiver à Ghardaia, (Source : F.Fardeheb)

3.2.5 *Régulation thermique :*

Essayer de maintenir une température plus au moins constante et confortable, dans une habitation située en milieu aride et où la température subit une grande amplitude journalière, est une démarche de longue haleine. L'architecture traditionnelle s'est dotée d'une technique qui lui est propre afin se garantir un confort thermique.

a. *La climatisation urbaine traditionnelle :*

« La climatisation est une réponse à la sensation d'inconfort thermique que ressent l'homme lorsqu'il transpire. Elle consiste d'abord à rejeter les apports énergétiques solaires. Puis à rechercher des sources de froid inertielles évaporatives ou radiatives. Quelques cités dans le passé..., constituent des exemples remarquables par la compréhension, l'efficacité, et surtout l'intégration architecturale des systèmes variés

utilisés » (Berger X.p, 127)³

b. Effet Venturi:

De plus, le tissu urbain affecte les conditions de ventilation. Il est admis qu'une forte densité urbaine réduit la vitesse de ventilation au niveau du sol. Cependant, une concentration de bâtiment peut générer des courants d'air locaux causés par des différences de température entre les surfaces chaudes exposées au soleil et celles qui sont plus fraîches.

La variation dans les hauteurs des bâtiments modifie le mouvement d'air, ainsi, des courants d'air turbulents peuvent se produire à la base des bâtiments hauts. D'autre part, lorsque la direction du vent est parallèle aux rues, alors celles-ci se comportent comme des canaux laissant passer des courants d'air qui sont d'autant plus violents que la rue est étroite et profonde. L'effet de la canalisation diminue avec des rues plus larges. En revanche, si la direction du vent est perpendiculaire aux rues, l'air s'écoulera au - dessus des bâtiments et seulement un flux d'air secondaire s'écoulera au niveau des rues.

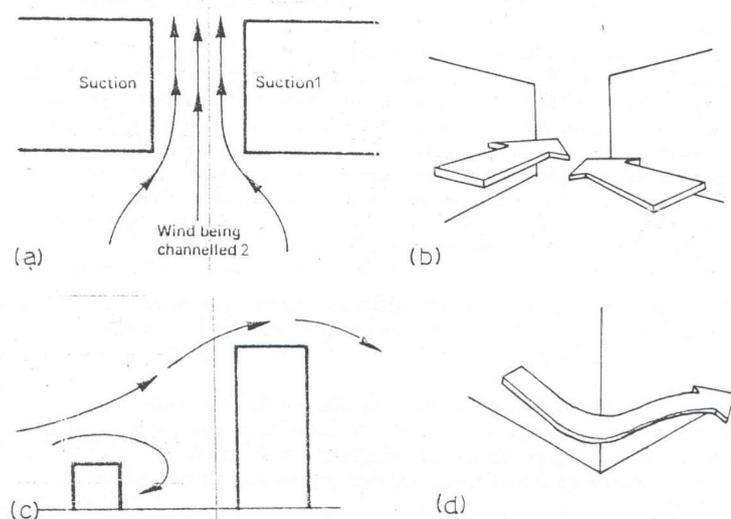


Figure 3-9: Comportement du flux d'air à la base des bâtiments hauts. Effet de Venturi (a) et (b). Effet de roulement (c) et effet de coin (d) Source : T.Marius (a et c), J.L.Izard (b et d). « TRADUCTION : 1- Section. 2- Vent canalisé. »

c. La ventilation naturelle:

Ventiler consiste à renouveler l'air intérieur d'un local ou d'un bâtiment. Cela se traduit par l'apport d'air neuf extérieur et l'extraction de l'air vicié intérieur, et répond à la fois à une nécessité hygiénique (qualité sanitaire de l'air ambiant intérieur) et à un souci de

³ Adaptation climatique ou culturelle en zones arides, Thèse de doctorat, Université d'Aix Marseille, Amar Bennadji, 1999.)

confort thermo-hygométrique (potentiel de rafraîchissement de l'air et des parois et évacuation de l'humidité).

La ventilation naturelle est basée sur la création d'un flux d'air lent. Ce déplacement d'air résulte de différences de pressions, qui apparaissent dans un bâtiment suite aux pressions du vent sur le bâtiment et suite aux écarts de température entre l'intérieur et l'extérieur :

Le vent : Sous l'effet du vent, une pression s'exerce sur l'extérieur du mur côté vent, tandis qu'une dépression s'applique au droit de la face sous le vent ; l'air pénètre donc par les ouvertures de la façade face au vent et ressort dans la zone de dépression en toiture.

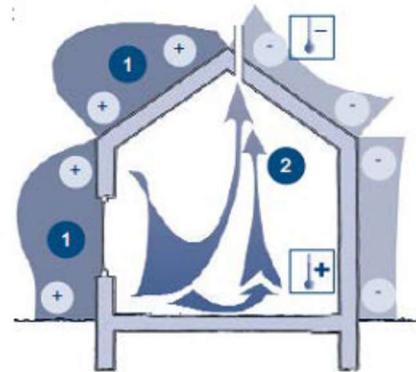


Figure 3-10: Pression des vents sur un bâtiment. Source : energie.wallonie.be

La chaleur : L'écart de température amène un écart de pression qui expulse l'air au dehors du bâtiment par effet de cheminée (surpression).

L'équilibre des pressions implique que cette expulsion d'air chaud vers le haut crée un appel

d'air froid dans la partie basse du bâtiment (dépression). C'est le « tirage thermique ».

La ventilation naturelle suppose que la température extérieure est inférieure à la température intérieure et elle est d'autant plus efficace que l'écart de température est important.

Dans la pratique courante il existe principalement deux types de ventilation naturelle : le renouvellement d'air par ouverture des fenêtres et la ventilation par tirage thermique : **Les fenêtres** : sont le premier outil de ventilation naturelle. Ouvrir les fenêtres permet de créer de grands débits d'air, afin d'évacuer les polluants et pour refroidir dans un court laps de temps. Cependant les conditions pour avoir un renouvellement d'air correct avec ce système de ventilation sont contraignantes, l'ouverture des fenêtres devant se faire à un rythme régulier non improvisé, pour limiter les déperditions thermiques et pour s'assurer de la qualité sanitaire de l'air intérieur.

Le tirage thermique : est le système de ventilation naturelle le plus répandu actuellement. Afin de réaliser un bon tirage thermique, les entrées d'air sont placées à la base des murs de façade, et des bouches et un conduit vertical, évacuent l'air par le toit.

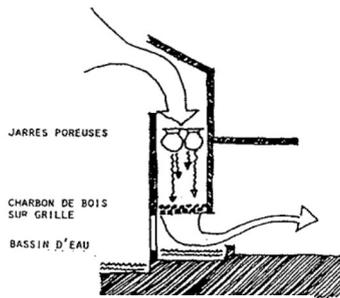


Figure 3-11: Bagdir avec humidificateur coupole

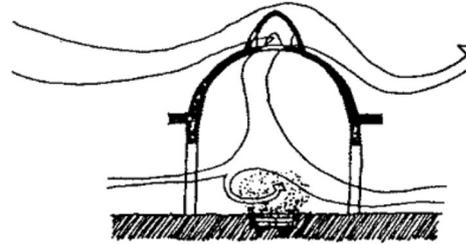


Figure 3-12 : Orifice d'aération au sommet d'une coupole

Source : *L'aspect bioclimatique de l'habitat vernaculaire*, Plemenka Supic, école Polytechnique Fédérale de Lausanne, Swiss.

Ces pratiques anciennes, atteignent leurs limites par rapport aux exigences actuelles de confort et d'efficacité énergétique. Leurs modes de fonctionnement sont néanmoins en parfaite adéquation avec les problématiques actuelles de durabilité et de réduction des consommations énergétiques des bâtiments puisqu'ils permettent une aération, voir un rafraîchissement, passif des locaux. Il s'agit donc d'étudier au cas par cas l'intérêt de la mise en place de ce type de ventilation, de réaliser une étude de conception dédiée et de permettre une gestion efficace et simplifiée.⁴

3.2.6 L'humidité :

L'importance accordée à l'eau est primordiale. L'évaporation de l'eau abaisse la température ambiante tout en augmentant l'humidité de l'air, ce qui est également agréable en climat chaud et sec où le sable et la poussière ont tendance à s'infiltrer et voler partout.

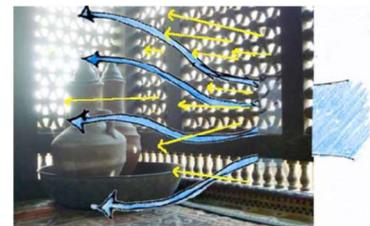


Figure 3-13: Schéma descriptif de l'utilisation des jarres.

L'utilisation directe de l'eau est aussi fréquente. Il est ainsi banal de trouver des jarres d'eau devant les ouvertures des maisons dans le climat secs. L'air, affleurant la surface des jarres poreuses, se rafraîchit aussitôt pour donner un havre de fraîcheur à l'intérieur des maisons. Cette pratique est différente dans les zones moins arides où l'on observe, à la place des jarres d'eau, des pots de plantes ; ainsi l'air se rafraîchit en effleurant les feuilles humides des plantes. L'arrosage direct demeure le recours par excellence en période de canicule.

⁴ Développer une architecture bioclimatique méditerranéenne, veille documentaire, fiche qualité environnementale, EUROMEDITERRANEE, ventilation naturelle, 2010.)

3.2.7 *Petit jardin ou véranda :*

De même, mais dans le cas du petit jardin cette fois-ci, l'ombrage est favorisé grâce à l'existence de végétation. Il est tridimensionnel et ajoute un agrément de confort grâce à son rôle d'humidificateur.

a. *Le patio :*

Le patio est l'élément principal d'adaptation climatique : puits de lumière et de fraîcheur. Thermiquement, il se comporte comme un puits de fraîcheur : la nuit, le sol du patio émet rapidement son énergie vers le ciel d'autant plus qu'il est dégagé : sa température devient plus faible que celle de l'air environnant qui vient se refroidir et s'accumuler en glissant le long des murs et des terrasses. Au matin, le soleil encore bas, n'échauffe que les parties hautes des parois et ce n'est qu'au zénith que ses rayons atteignent le sol, qui reste donc bien plus confortable que les environs. L'après-midi l'ombre se revient et un arrosage permet de rafraichir l'ambiance, en attendant le soir.

L'air de la nuit est conservé au maximum, protégé du soleil dans le patio, puis vient en fin de matinée rafraichir les pièces par les portes et les fenêtres qui ont des allèges basses.

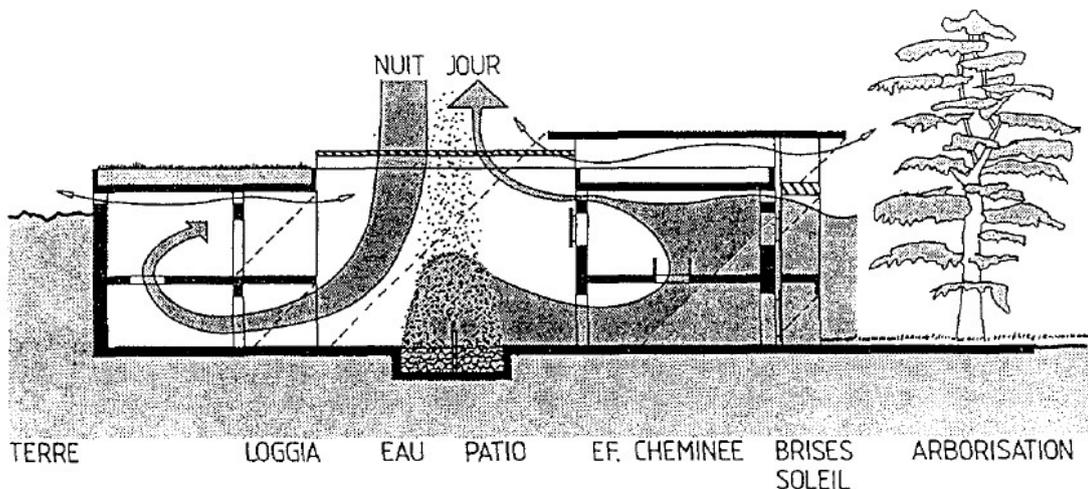


Figure 3-14 : schéma de fonctionnement climatique d'un patio, (Source: l'aspect bioclimatique de l'habitat vernaculaire, Palmenca Supic, Ecole polytechnique Fédérale de Lausanne.)

3.2.8 *Éléments fragmentaire au niveau de l'enveloppe :*

Eléments plats :

Les éléments plats peuvent être classés en :

- **Mur doubles** : ils constituent une paroi additive à celle porteuse et pouvant être totalement opaque ou perforée (large claustras à un mur).
- **Texture et décoration** : le crépissage, l'appareillage des matériaux de construction peuvent aussi contribuer à ombrager les surfaces des murs.

a. La couleur :

La couleur blanche réfléchit mieux les rayons solaires, qui sont peu absorbés par les parois. La chaux est une surface sélective froide qui a un facteur d'émission infrarouge de 90% et un facteur d'absorption solaire de 12% (couche neuve).⁵ qui augmente lorsque les pluies d'automne arrivent. Cette technique de contrôle climatique est bien répandue dans les zones à fortes radiations solaires. A l'intérieur des habitations, la couleur blanche répartit mieux la lumière dans les pièces vu la petitesse des ouvertures dont peuvent se munir les habitations de ces mêmes zones.

Notons aussi que la peinture en blanc de chaux peut augmenter la performance des murs en matière climatique, la chaux est, entre autre, microfissurée et permet l'infiltration de l'humidité à l'intérieur du bâtiment, une humidité si recherchée.

b. Éléments saillants :

On distingue les éléments suivants :

- **Brise-soleil** : il s'agit d'éléments qui consistent en des encorbellements horizontaux et /ou verticaux pouvant être de simples éléments linéaires ou entièrement volumiques.
- **Claustras** : ce sont des parois non opaques perforées dont l'objectif est d'ombrager des surfaces verticales, ainsi que le tamisage de la lumière. Elles sont souvent placées en saillie par rapport au plan de la façade.
- **Percements** : pouvant être de dimensions importantes (loggias ou terrasses) ou de petites dimensions (fenêtres). Ils offrent un lieu de vie grâce à l'ombre qui peut y régner.

⁵ Adaptation climatique ou culturelle en zones arides, Thèse de doctorat, Université d'Aix Marseille, Amar Bennadji, 199

c. Les écrans solaires :

- **Occultations fixes** : Les occultations fixes sont utilisées pour ombrager les ouvertures et ceci essentiellement pour de longues périodes (saison de surchauffe). En auvent, en vis-à-vis, ou en bord, ces derniers ont une influence considérable dans la diminution des radiations solaires incidentes sur une façade.
- **Appareillage et crépissage** : Une texture rugueuse, telle qu'un appareillage en pierre ou en brique, ou tout simplement un enduit tyrolien, apporte un ombrage additif au fond. Traditionnellement, une technique de crépissage très intéressante fut utilisée pour ombrager au maximum le fond de façade. Le crépissage étant constitué de boules semi-sphériques étalées avec la main sur le mur : chacune ombrage sa moitié et porte une ombre sur la boule en dessous ou d'un côté selon l'orientation de la façade et la course du soleil.
- **Arcades** : Les arcades urbaines offrent un espace ombragé bien recherché. Elles rappellent le « Sabat » (rue couverte) des tissus traditionnels. Elles créent un lieu d'activité diverses selon ses dimensions leur ombrage dépend de la hauteur H et de la profondeur P, pour une orientation donnée.
- **Mur de clôture de terrasse ou acrotère** : Le mur de clôture de terrasse ajoute un ombrage additionnel à la façade relativement à son orientation, et s'il est en saillie par rapport au plan de la façade.
- **Volumes saillants importants** : Le « Kbou », la « Mashrabiya » en raison de leurs dimensions et leurs saillies, en dehors de la parcelle, apportent un ombrage maximal à la façade. Ils peuvent constituer à la fois un auvent, un flanc et une loggia pour les surfaces tant vitrées qu'opaques.

d. Eléments en creux :

- **Creux de grandes dimensions**: Par leurs dimensions importantes, ces creux, par rapport à leurs profondeurs, à l'intérieur de la parcelle, permettent la création d'un espace dont le sol, les murs et les ouvertures sont largement ombragés.



Figure 3-15: Iwan, Bukhara, Uzbekistan. Forme assurant l'ombre sur plusieurs orientations, Source: <https://en.wikipedia.org/wiki/Iwan>

- **Creux de petites dimensions:** Pour ombrager des ouvertures de faibles dimensions, on joue sur la section de la paroi contenant l'ouverture (sa profondeur) afin d'avoir un effet analogue à celui des brise-soleil (occultation fixe). Un autre moyen est de décomposer la surface vitrée en petites surfaces selon l'orientation considérée (système de fentes) tout en considérant également l'épaisseur de la paroi du mur.

e. Eléments décoratifs :

Ces éléments peuvent être des bas-reliefs, des corniches. Ils sont utilisés essentiellement en tant que décoration, mais leurs emplacements en relief ou en creux, favorisent un certain ombrage additif à la surface qu'ils encadrent.



Figure 3-16: Ombre à plusieurs échelles, profondeur de l'ensemble et la sculpture à bas-reliefs. Source: <http://www.muslimheritage.com/article/introduction-islamic-art>

3.3 Dispositifs architecturaux de l'habitat vernaculaire méditerranéen :

3.3.1 Les tours à vents Melkef :

Elles constituent un dispositif technique pour la ventilation naturelle dans l'habitat traditionnel : c'est une sorte de canal cheminée conduisant les brises d'air en hauteur afin de les diriger vers le bas des pièces à ventiler.⁶ L'air introduit est rafraîchi avant de pénétrer dans l'habitat et les problèmes de poussières liés à la ventilation sont diminués grâce à l'humidité relative de l'air plus élevée.⁷

Leurs sommets sont généralement en forme d'entonnoir, orientés face aux vents. La forte inertie des matériaux du conduit peut rafraîchir l'air efficacement. Ce système est amélioré par la suspension de jarres poreuses placées dans le canal et de bassins d'eaux situés en contrebas. Cela permet d'humidifier le filet d'air sec et d'abaisser ainsi sa température grâce à l'évaporation de l'eau.

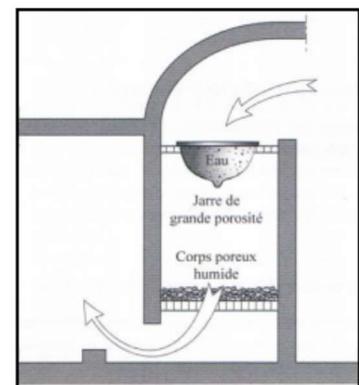


Figure 3-17: Dispositifs de refroidissement de l'air par vaporisation d'eau. Source : FERNANDEZ Pierre, Paris, 2009, p334

⁶ MANSOURI Yasmine, ALLARD Francis, MUSY Marjorie, Conceptual implementation of ventilation strategy, 18th International IBPSA Conférence, Eindhoven, Netherlands, August 11 -14, 2003.

⁷ LIEBARD Alain, DE HERDE André. Traité d'Architecture et d'urbanisme bioclimatique : Concevoir, édifier et aménager avec le développement durable, Ed Obser'er, Paris, 2005

3.3.2 Moucharabieh :

C'est un dispositif d'ouverture poreux, généralement en bois, précieux avec sa décoration et qui permet une ventilation naturelle. Il est un dispositif d'ouverture intéressant, il permet la ventilation naturelle de l'espace intérieur, parfois complété par une série de jarres en terre poreuses face à la fenêtre, ce qui permettra de rafraîchir le flux d'air grâce à l'évaporation de l'eau de celles-ci. L'air extérieur pénétrant par le bas de l'ouverture se réchauffera, puis sera évacué par le haut de cette même ouverture.



Figure 3-18: Moucharabieh. Source:

<https://ar.wikipedia.org/wiki/مشرابي>

3.4 Exemples de bâtiments vernaculaires à grande inertie thermique :

Les habitations traditionnelles possèdent des qualités architecturales usant de moyens simples mais performants, répondant positivement aux sévérités climatiques. En période caniculaire, la forte inertie des matériaux est capable d'atténuer les variations de température en stockant la chaleur excessive des journées d'été pour la restituer la nuit. En hiver, le patio permet d'emmagasiner les précieuses calories pour faire face aux jours et nuits froids. En réalité « *la science de la construction traditionnelle correspond à une connaissance exacte et raisonnée, fondée sur l'expérimentation du comportement en oeuvre des matériaux de construction..., exclusivement expérimentale et qui s'est développée sans aucune théorisation mathématique. Son caractère scientifique est parfois occulté à nos yeux* ». ⁸

Les exemples suivants feront l'objet d'une illustration des traditions de la construction vernaculaire qui expriment une adaptation thermique particulière pour s'adapter à la rigueur du climat.

3.4.1 Le nouveau Gourna:

Le village du vieux Gourna a été construit sur un site qui était plein de tombeaux nobles car les gournis n'avaient pas su gérer leur trésor.



Le vieux Gourna. Source: FATHY Hassan, construire avec le peuple, Ed Jérôme Martineau, 1970, planche 28.

⁸ COIGNET Jean, Réhabilitation : arts de bâtir traditionnel connaissances et techniques, Aix-en-Provence, Ed Edisud, 1987, p21.

Ceci poussa le département des antiquités à prendre des mesures concrètes pour Gournah. Alors pour revaloriser ce site, il a été construit un nouveau village loin des vestiges⁹

a. Une architecture vernaculaire :

L'intension était de rendre au gournis l'héritage d'une forte tradition d'inspiration locale, entraînant la coopération active de clients et d'artisans habiles.¹⁰ Cette architecture traditionnelle s'adaptait à son environnement, issue du paysage avec des formes naturelles s'inspirant de «la voûte nubienne » lancée dans l'espace sans cintre ni échafaudage.¹¹

b. Le climat, l'architecture et les matériaux :

La haute Égypte se caractérise par un climat chaud et aride, la brique de boue est un mauvais conducteur de chaleur, mais peu solide donc nécessitant des murs épais qui conservent la chaleur de la journée pour la restituer la nuit¹² ; ce régime de température peut être modifié avec l'introduction d'une cour intérieure pour que l'air froid descende.

c. L'orientation du soleil et du vent :

La circulation de l'air qui est un facteur important du confort, peut être modifiée par des ouvertures qui doivent être situées sous le vent dominant : c'est-à-dire mettre des ouvertures du côté opposé au vent et de petites ouvertures face au vent.

d. Le malkef, ou capteur d'air:

Le capteur d'air utilisé dans les écoles de Gournah se compose d'une gaine de ventilation en forme de cheminée avec une large ouverture placée très haut, face au vent dominant, à l'intérieur est placé un plateau métallique incliné rempli de charbon de bois mouillé pour humidifier l'air.

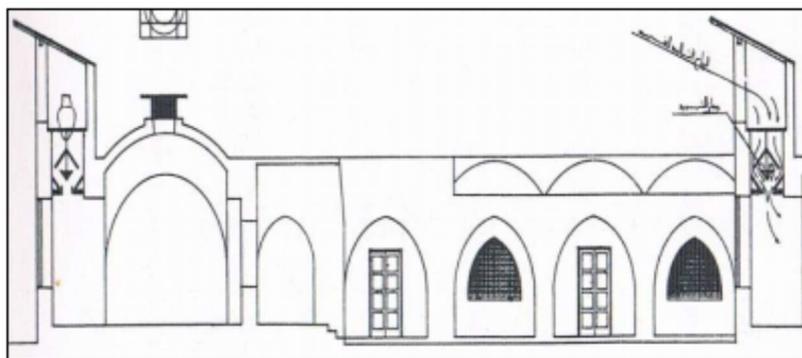


Figure 3-19: Coupe du système d'aération de l'école des filles. Source : FATHY Hassan. Op.cit., planche 100.

⁹ FATHY Hassan. Op.cit., pp 44-48

¹⁰ Ibid, pp80-86-89

¹¹ EL-WAKIL Leila, Hassan Fathy dans son temps, publication dans Hassan Fathy, une ambition égyptienne, 2012, 05

¹² FATHY Hassan. Op.cit., pp 93

En Égypte, les villageois préfèrent regrouper leurs maisons en une masse presque monolithique regroupée autour d'une petite place. Le plan des maisons est irrégulier, ce qui rappelle la variété et l'originalité de conception qui s'adaptera aux gens qui y vivront. Chaque maison comporte une cour, et chaque groupe de maisons est disposé autour d'une place.

L'économie du nouveau Gournia reposait forcément sur le commerce des produits manufacturés :

- « L'artisanat » et « l'exposition du tissage et de la poterie ». Gournia fut même un lieu de visite pour les touristes de la vallée des tombes.¹³

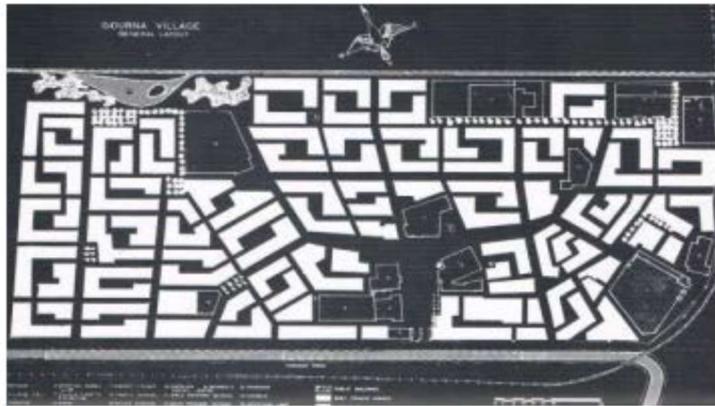


Figure 3-20: Plan du Gournia el-Gedida, 1946. Source : FATHY Hassan. Op. cit. Planche 66.

- L'apprentissage des métiers d'artisanat dans le khan fut largement développé.
- Quatre quartiers ont été construits pour loger les groupes tribaux, un marché à l'entrée de la ville et une place centrale où fut bâtie une mosquée.
- Le théâtre et le hall d'exposition permanente, étaient construits à la brique de boue. Deux écoles furent prévues, une pour les garçons et l'autre pour les filles.



Figure 3-21: La mosquée du nouveau Gournia. Source : FATHY Hassan. Op.cit.planches 74-75.

¹³ Ibid, p116

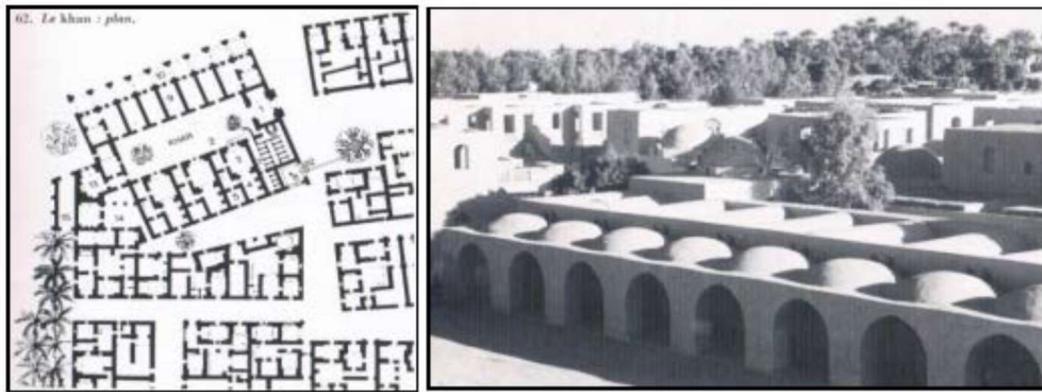


Figure 3-22 Le khan, plan, façade nord. Source : FATHY Hassan. Op.cit., planches 62-64.

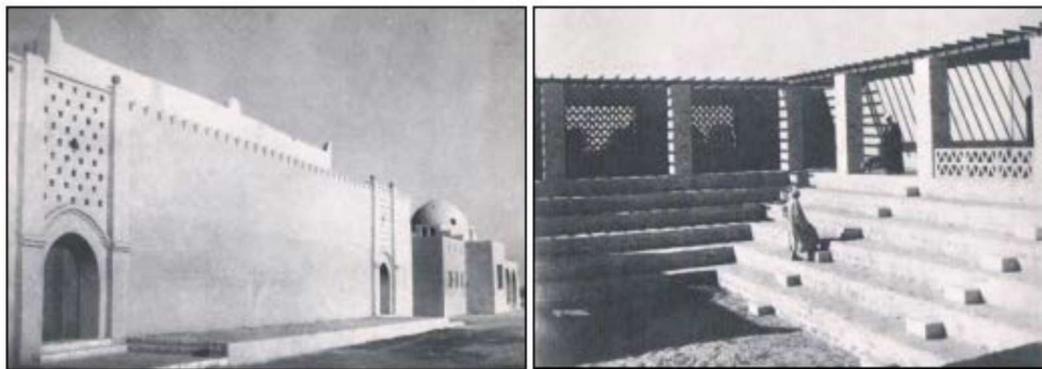


Figure 3-23: Façade du théâtre. Source : FATHY Hassan. Op.cit., planches 91-92.

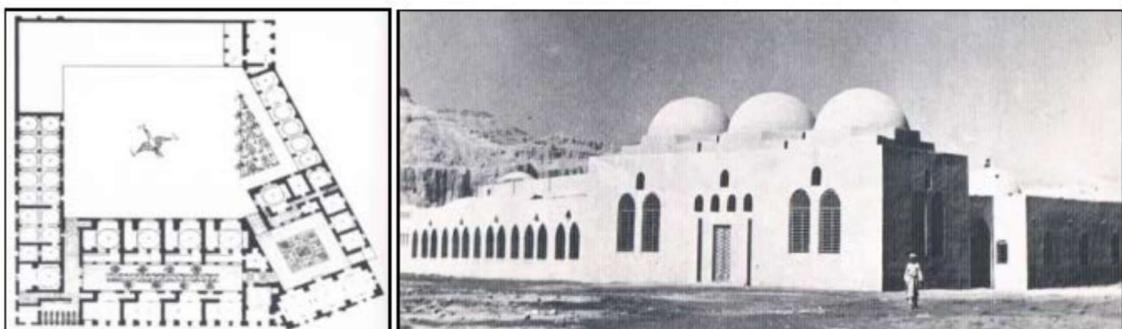


Figure 3-24: L'école des garçons, plan et façade. Source : FATHY Hassan. Op.cit., planches 93-94.

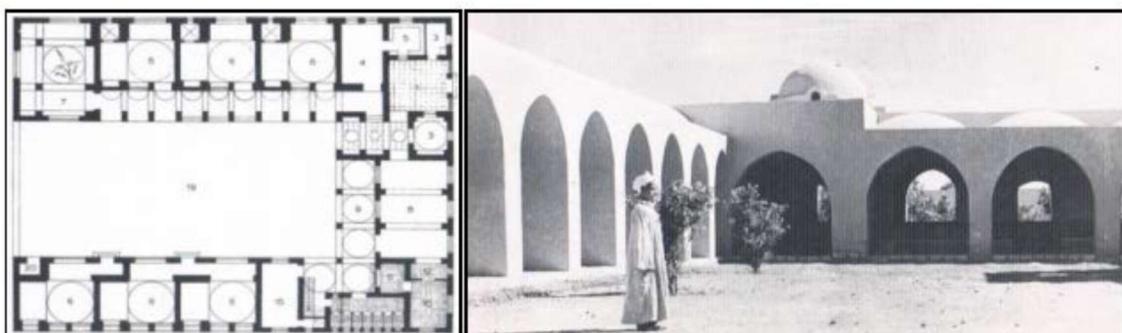


Figure 3-25: Plan, cour de l'école des filles. Source : FATHY Hassan. Op.cit., planches 99-101

3.4.2 Ghadamès, la perle du désert:¹⁴

Bâtie dans une oasis en Libye, à la Lisière de la Tunisie et de l'Algérie, Ghadamès surnommée en langue arabe « la perle du désert », compte parmi les plus anciennes cités présahariennes. À la croisée de nombreuses routes caravanières, elle fut pendant des siècles une des cités les plus commerçantes de la région pour sa situation stratégique, à la croisée des pistes entre Méditerranée et Sahara. Aujourd'hui, elle est classée au patrimoine mondial de l'UNESCO : Ici, un modèle exemplaire d'habitat durable est né, par pure nécessité.



Figure 3-26 : vues sur Ghadamès. Source: <http://www.desbellesphotos.blogspot.com/2013/06/la-perle-du-desert-ghadames-libye.html> 93

a. Environnement hostile :

La fournaise du désert impose la construction d'un habitat naturellement frais et climatisé. C'est en réponse à cette triple contrainte - thermique, agricole et défensive qu'est née une ville très compacte et faite de hautes maisons collées les unes aux autres.



Figure 3-27: Vue aérienne sur Ghadamès. Source: <http://www.desbellesphotos.blogspot.com/2013/06/la-perle-du-desert-ghadames-libye.html>.

¹⁴ http://whc.unesco.org/fr/list/description=1&media=4&criteria_restriction=&order=synergy_protection

b. Une ville climatisée :

Sur les terrasses de la vieille ville, un badigeon uniforme de plâtre blanc réfléchit les rayons du soleil afin de limiter les surchauffes. Les maisons sont construites autour et au-dessus d'un réseau labyrinthique d'étroites ruelles couvertes avec des puits de lumière⁶², qui rafraîchissent la ville. Cette ventilation naturelle se prolonge depuis la rue vers l'intérieur des maisons à travers l'utilisation des tours à vent.

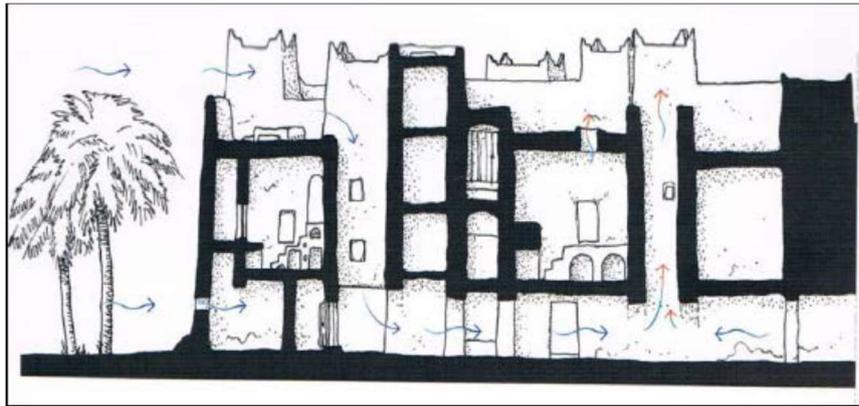


Figure 3-28 : Coupes sur un fragment de maisons à Ghadamès, Source: FONTAINE Laetitia, ANGER Romain, *Bâtir en terre*, Ed Belin, 2009

c. Se

protéger de la chaleur :

La fraîcheur provient des murs et planchers massifs en terre crue, qui amortissent les écarts de température entre la nuit et le jour. Malgré la grande portée des poutres de palmiers qui surplombent la pièce principale, une énorme dalle en terre de 50 cm d'épaisseur s'ajoute, elle est constituée de deux couches «éponges» légères et poreuses, l'une de graviers de gypse et l'autre de terre pulvérulente qui absorbent l'eau de pluie, allègent la terrasse et l'isolent de la chaleur de la journée et du froid de la nuit.

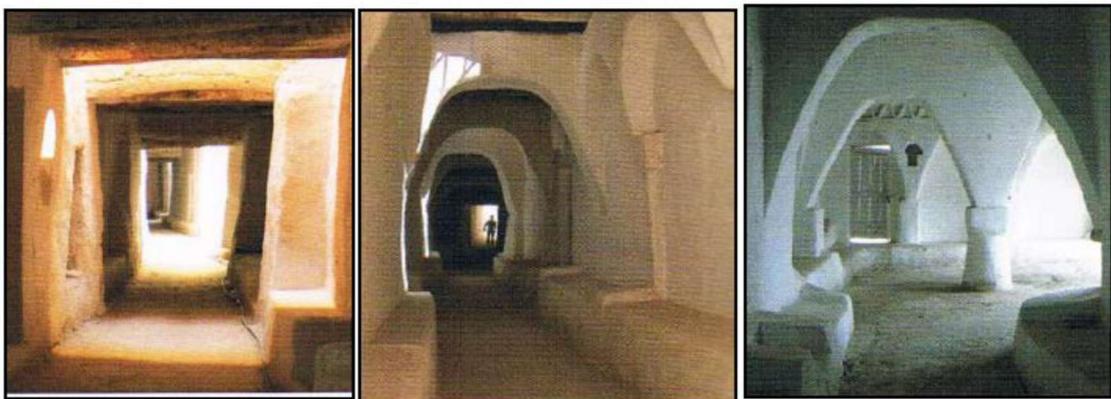


Figure 3-29: Ruelles de Ghadamès, Source: FONTAINE Laetitia, ANGER Romain, *Op.cit.*, p20

d. Une enquête sur le confort thermique dans la saison d'été à Ghadamès, Libye

C'est une sorte d'enquête de confort thermique dans les deux types de bâtiments; l'ancien (traditionnel) et le nouveau (contemporain). L'enquête a été réalisée pendant les saisons d'été 1997 et 1998, présentant un climat sec et chaud de l'Afrique du Nord. Des questionnaires ont été recueillis auprès des résidents de 51 bâtiments: 24 vieux bâtiments utilisent des systèmes de ventilation naturelle avec cours et 27 nouveaux bâtiments utilisent des systèmes de climatisation.

Présentation : Situé dans le désert du Sahara libyen, le sol de Ghadamès comporte l'argile et la pierre. L'usage des matériaux locaux existants, tels que des palmiers, de l'argile et de pierres a bien servi pour construire les bâtiments traditionnels.¹⁵

Le climat est caractérisé par la température élevée de l'air, un rayonnement solaire élevé, de faibles pluies, une faible humidité et de nombreuses tempêtes de sable. En été, il fait chaud toute la journée, la température de l'air s'élève à plus de 47°C, tombant à 30°C pendant les nuits. En hiver, le temps est froid pendant la nuit, la température tombant à 0°C pendant la nuit.



Figure 3-30: *Vieux type de bâtiments à Ghadamès. B- Nouveau type de bâtiments à Ghadamès, 1997.*

Enquête sur le terrain : Les températures de l'air ont été enregistrées à l'aide de thermocouples (de type T, cuivre / constantan). Ces valeurs ont été enregistrées toutes les 15 min et les valeurs moyennes ont été calculées toutes les heures. Les vitesses de l'air ont été mesurées en utilisant un anémomètre omnidirectionnel. Les températures moyennes ont été mesurées à l'aide d'un thermomètre à globe standard, l'humidité relative a été mesurée aussi.

¹⁵ EALIWA M.A, TAKI A.H, HOWARTH A.T, SEDEN M.R, An investigation into thermal comfort in the summer season of Ghadamès, Libya, publication Building and Environment, Elsevier Science,1999, disponible sur [sndl: www.elsevier.com/locate/buildenv](http://www.elsevier.com/locate/buildenv), p 232.)

Résultats :

Votes subjectifs : Des questionnaires ont été recueillis auprès de 51 bâtiments, à la fois les anciens et les nouveaux bâtiments. Cette figure montre la sensation globale du confort thermique.¹⁶

Il montre que 54% des répondants se sentent neutres dans les anciens bâtiments et seulement 15% des répondants dans les nouveaux bâtiments se sentent neutres.

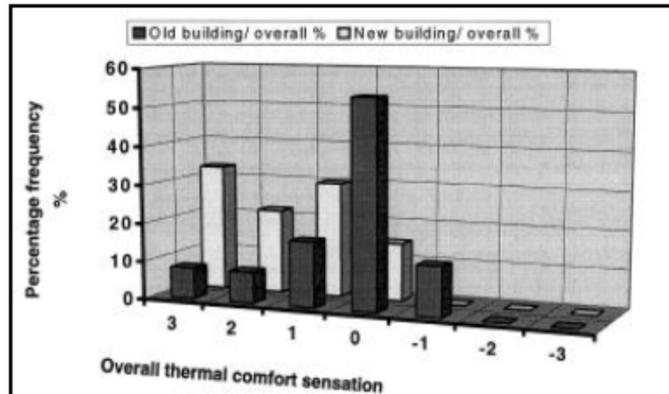


Figure 3-31: Comparaison de la sensation de confort, Source : EALIWA M.A, TAKI A.H, HOWARTH A.T, SEDEN M.R. Op.cit., p232

Par ailleurs, 13% des personnes ont déclaré comme étant un peu frais dans les bâtiments anciens par rapport à 0% dans les nouveaux bâtiments, avec 8% d'entre eux avec la sensation de chaleur dans les vieux bâtiments, et 33% de sensation de chaleur dans les bâtiments neufs. Ces résultats suggèrent donc que les occupants ont une impression d'ensemble plus élevée de confort thermique dans les anciens bâtiments que dans les nouveaux bâtiments. En outre, l'enquête a montré que 62% des habitants dans des immeubles anciens ne veulent pas un changement dans leur environnement intérieur, tandis que 38% veulent plus de fraîcheur. Par comparaison, seulement 41% des occupants des nouveaux immeubles ont voté pour qu'il n'y soit aucun changement avec 59% pour plus de fraîcheur. Les habitants des anciens bâtiments sont plus satisfaits de leur environnement.

Mesures physique : Seuls 11 bâtiments (5 anciens et 6 nouveaux) ont été impliqués dans à la fois les études objectives et subjectives. Le tableau suivant montre les résultats de mesure physiques :

Bâtiments	Text	Ti	Hr	V	R
nouveau	43	34	45.9	0.04	0.6
nouveau	40	34	35.5	0.05	0.6
ancien	36.2	29	25	0.2	0.6
ancien	39.1	32	29	0.19	0.6

Échantillon des résultats de mesure des bâtiments anciens et nouveaux dans Ghadamès, Source : EALIWA M.A, TAKI A.H, HOWARTH A.T et SEDEN M.R. Op. cit., p232.

¹⁶ Ibid, p 234

Text, température de l'air extérieur;
Ti, température à l'intérieur;
Hr, humidité relative;
V, vitesse de l'air;
R, résistance thermique ;

Conclusions :

Les résultats suggèrent que les gens ont une impression presque unanime de confort thermique dans les anciens bâtiments comparé aux nouveaux bâtiments.

3.4.3 *Maison Tabayi en Iran:*

C'est une maison à patio, avec des murs massifs en adobe enduit en mortier de terre, avec revêtement de terre cuite posé au mortier de chaux pour permettre aux sols de respirer. Elle comporte un salon d'hiver situé au nord; sa grande baie vitrée ouverte au sud permet de capter les rayons solaires, que l'arbre sans feuilles laisse passer.

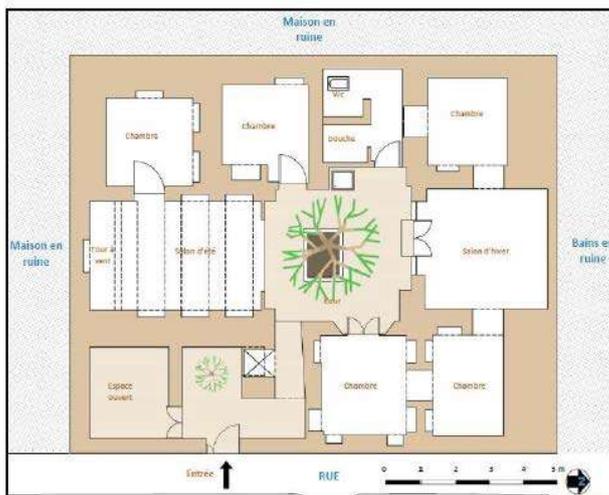


Figure 3-32: Plan de la maison Tabayi en Iran Source : MORISET Sébastien, *Conservation et réduction des risques à Ardakan*, Ed CRATerre, 2010, p 06, disponible sur :www.craterre.org.

Alors que le salon d'été est le plus grand espace au sud, entièrement ouvert, qui sert de pièce de vie, ce lieu ne reçoit jamais le soleil et bénéficie d'une ventilation constante grâce à la tour à vent haute de 4 mètres qui la coiffe. La tour à vent, ouverte au nord, est une cheminée solaire qui crée des flux d'air ascensionnels.¹⁷ L'arbre, pourvu de feuilles en été, apporte la fraîcheur à la cour grâce à son ombre.

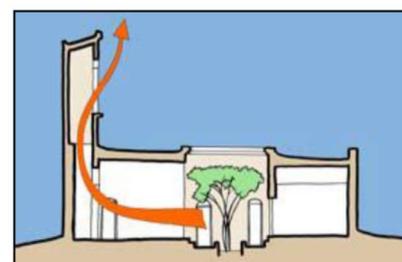


Figure 3-33: Ventilation naturelle de la maison Tabayi en Iran, Source : MORISET Sébastien. *Op.cit.*, p 06.

¹⁷ MORISET Sébastien. *Op.cit.*, p 06

3.5 Conclusion :

« L'architecture est déterminée par une série de facteur dont un seul ne varie jamais, le climat. On s'est toujours protégé du soleil de la même façon soit en construit des murs épais soit en se mettent à l'ombre » Josef BELMONT (Amar Bennadji, Op.cit.p 29.)

Après avoir apporté notre regard sur le développement durable, et les principes de l'architecture bioclimatique dans le chapitre précédent, nous avons balayé dans ce chapitre les différentes pratiques forgés autour du confort thermique ressenti dans les constructions en terre ainsi que les facteurs de la durabilité de l'architecture vernaculaire.

Dans l'architecture traditionnelle, l'enjeu est d'assurer les conditions du confort thermique par l'utilisation des matériaux traditionnels, locaux, recyclables et à forte inertie thermique, ainsi que des stratégies architecturales de protection contre la chaleur et le froid. Les constructions étaient conçues relativement à leur environnement qui est, en fait l'ensemble des facteurs sociaux, culturels, climatiques etc.....Ce dernier n'affecte pas seulement la composition du sol ou la nature des plantes, mais plus encore, le mode de construire, (ceci est très bien illustré dans les exemples qu'on a analysés), et c'est pour cette raison que les établissements anciens présentent une très bonne performance thermique, car idéalement adapté aux contraintes climatiques. Il en ressort que ces gestes vernaculaires ont généré un savoir-faire qui répond aux besoins et réfléchis comme lieu de repos et de confort.

CHAPITRE 4 :

Cas d'étude Tafilelt Eco-quartier : Une nouvelle ville saharienne sur les traces de l'architecture traditionnelle

*« 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 »*

H. Fathy. De l'implicite en architecture

LE DESIGN DU KSAR TAFILELT SELON LA DEMARCHE D'ECO-QUARTIER

Face à la crise en matière d'architecture et d'urbanisme, une expérience assez particulière au nord Sahara Algérien, dans la vallée du M'Zab, mérite d'être étudiée, il s'agit d'une nouvelle ville, dénommée *le ksar de Tafilelt*, réalisée au sud de Béni-Isguen, un des cinq ksour des Mozabites. Ses initiateurs, réunis autour d'une association non lucrative "Amidoul", se sont appuyés pour la réussite du projet, sur la mise en valeur de l'héritage patrimonial matériel et immatériel des structures anciens du M'Zab et des travaux de recherche sur l'architecture bioclimatique, tout en l'adaptant aux commodités de la vie contemporaine. Les concepteurs de Tafilelt ont ainsi procédé en la réinterprétation des principes urbanistiques et architecturaux des villes et maisons Mozabites traditionnelles, donné le vrai sens à la notion de concertation et d'entraide à travers la *touiza*, la redéfinition des savoirs faire et la réinterprétation d'éléments symboliques des anciens ksour, en mettant à contribution les institutions sociales traditionnelles. Tafilelt est ainsi une nouvelle ville qui s'inscrit dans une optique sociale, économique écologique et patrimoniale, digne des valeurs actuelles de développement durable

La présente étude s'efforce, sur la base du mode d'urbanisation de la vallée du M'Zab, de relever l'impact de l'histoire urbaine locale et des stratégies spatiales d'intégration climatique, dans l'édification de cette nouvelle ville.

4.1 Mode d'urbanisation de la vallée¹

La vallée du M'Zab, à 600 km au sud d'Alger, est un plateau de calcaire découpé en vallées et ravins qui s'enchevêtrent les uns dans les autres sous forme de filet, c'est une entité géographique et un fait culturel particulier. En effet l'implantation de la société ibadite, dès le début du XI^{ème} siècle dans cette région hostile et aride, résulte d'un acte volontaire d'épargner leur religion des menaces de l'ennemi. Mais le défi pour rendre vivable un tel milieu suppose, une gestion de l'espace et une architecture spécifique pouvant traduire matériellement les structures complexes de la société mozabite, de son mode de vie et de sa pensée.

¹ Une nouvelle ville saharienne Sur les traces de l'architecture traditionnelle

4.1.1 Urbanisation et croissance: Equilibre Homme- environnement

L'édification des cinq ksour² ou petites villes fortifiées qui composent la vallée n'est pas le fait du hasard. La création du ksar, comme ses agrandissements, ont été délibérés.³ Le groupe fondateur choisissait un site selon les possibilités de défense militaire et la disponibilité des ressources en eau, condition qui assure la création de palmeraies indispensables à l'installation humaine. La taille du ksar et l'importance de son espace bâti sont fonction des capacités nourricières du terroir. Quand il est capable de se développer pour recevoir le croît démographique, le ksar se démultiplie, certains écrits relatent aussi qu'une fois la croissance démographique dépasse les capacités de la mosquée, il convient d'en édifier une autre au sommet d'un piton et de fonder une nouvelle ville autour d'elle. Cette règle a été, durant des siècles, le principe constant de la croissance urbaine par multiplication de noyaux, en dehors des étalements urbains opérés depuis 1955. L'édification du nouveau ksar de Tafilelt s'inscrit parfaitement dans la logique ancienne.



Figure 4-1: Schéma d'implantation du ksar. Une nouvelle ville saharienne Sur les traces de l'architecture traditionnelle

Les fondateurs devaient rationaliser l'acte d'occupation de l'espace en superposant au schéma de variété naturelle, un schéma de variété fonctionnelle. Les sols au fond de la vallée, sillonnés par les cours des oueds, sont affectés à la végétation et à l'aménagement des oasis (palmeraie) alors que les monticules rocheux étaient désignés pour l'implantation des cités. Chacun de ces sites constitue la limite de l'autre.⁴ L'espace bâti, contenu dans des remparts, est structuré par trois éléments artificiels et symboliques, le puits garant de la vie, la tour garante de la paix et l'aire de prière garante de la doctrine. L'homme et la nature occupent harmonieusement le territoire. Le social, l'économie et l'environnement sont réunis dans une forme de durabilité pour une vie saine et pérenne dans la vallée.

² (El'Atteuf en 1012, Bounoura en 1046, Ghardaïa en 1053, Melika en 1124 et Béni-Isguen en 1347) [B. Benyoucef, 1986

³ C. et P. Donnadiou / H. et J.-M. Didillon].

⁴ B. Benyoucef, 2009

L'image en perspective que la ville du M'Zab offre au regard est celle d'une masse bâtie dressée sur un piton rocailleux, qui s'impose par son ordre serré composé de maisons agglomérées harmonieusement étagées en terrasses. Au point le plus haut, le minaret, dressé vers le ciel, annonce la ville et la protège. Il en est le garant et le système nerveux. Par son ordonnancement et son aspect compact, le ksar traduit la cohérence et la cohésion de son corps social. Enfin la fondation des ksour est rendue possible grâce à la mise en place d'institutions sociopolitiques (*la halga des azzaba* composée de douze membres, tous des cheikhs, secondée par *la djemaa* comme pouvoir exécutif) de gestion de la cité et de la société.

4.1.2 L'architecture traditionnelle : synergie homme-culture-climat

Si l'occupation de l'espace et les modes de croissance urbaine relèvent des traits de la ville durable comme définie aujourd'hui, l'architecture traditionnelle du M'Zab n'en est pas moins spécifique puisqu'elle conjugue culture et climat. Plusieurs architectes célèbres, dont Le Corbusier, témoignent du caractère unique des maisons mozabites. Cette architecture sans architecte a inspiré à André Ravéreau une philosophie de la ville : partir des besoins élémentaires de l'homme, étudier les matériaux locaux, le climat, construire sans ornements, dans la plus stricte logique. En effet, la beauté, l'harmonie profonde et l'unité de pensée qui se dégagent est l'aspect qui frappe immédiatement l'imaginaire du visiteur. Beauté des formes, tout en lignes courbes, presque organiques, harmonisent des couleurs pastel de bleu, d'ocre et de blanc, que le soleil dissout presque dans la luminosité ambiante. Douceur des matériaux, des enduits de plâtre à la fois frustes et solides que la roche calcaire de la région fournit en abondance.

Comme stratégies spatiales d'intégration climatique, la maison traditionnelle développe des concepts dignes d'un répertoire référentiel pour l'architecture durable qui associe confort et respect de l'environnement, nous relevons à cet effet :

- Une typologie à patio, en réponse à un climat extrême. Le patio est très souvent couvert sur sa plus grande surface, mais possède une ouverture appelée "*chebek*" en haut et au centre, qui lui donne de l'air et de la lumière.⁵
- Une articulation à la rue par une entrée en chicane, conçue pour préserver l'intérieur des regards étrangers ;

⁵ Delheure, J. 1986

- Une superposition des patios a pour effet de diminuer la chaleur radiante à l'intérieur ;
- Une orientation, généralement, sud pour bénéficier en hiver des rayons solaires obliques, les rayons devenus verticaux en été s'arrêtent sur son seuil ;
- Une hauteur définie par la maximale du soleil en hiver pour faire bénéficier la façade voisine des rayons solaires ;
- Des espaces couverts / ouverts sous forme de galeries à arcades, orientés généralement sud, pour profiter de la chaleur ambiante en hiver et se protéger des rayons presque verticaux en été ;
- Une cave qui procure, par l'inertie thermique du sol, une fraîcheur durant la journée;
- Une couleur claire pour réfléchir le fort rayonnement solaire et été (la puissance est d'environ 2263 kWh/m²/an dans les régions du Sud) ;
- L'utilisation de matériaux de construction lourds adaptés au climat. La pierre, généralement la plus utilisé, procure passivement le confort thermique.



Figure 4-2 : coupe maison traditionnelle.
Source: <https://www.fiabitat.com/conservation-la-fraicheur-lexemple-mozabite/>

4.2 Restauration d'un système de valeurs lié à une identité locale pour une ville durable

Aujourd'hui de plus en plus l'homme perd le contact de la nature, les espaces verts cèdent devant la ville envahissante, des espèces se perdent, l'air se pollue. Notre science, plus précise et plus puissante, tend d'humaniser la nature, rien de plus inhumain que la nature humanisée par nos machines ⁶. La vallée du M'Zab, tributaire d'un milieu fragile, a connu depuis les années 1950 une croissance urbaine par étalement, d'où des impacts structurants sur la fragilisation de son écosystème et de la relation entre l'homme et ses territoires. La question de la consommation d'espaces sans fin illustre parfaitement la contradiction vis-à-vis des problématiques du développement durable. La palmeraie, espace jadis d'activité économique, de promenade et de fraîcheur, s'offre désormais à l'urbanisation, il est à craindre que cette situation ne soit préjudiciable au patrimoine universel auquel se rattache la ville de Ghardaïa (capitale du M'Zab) depuis 1982.

⁶ M. Roche 1973

L'urbanisation de la ville, suite au dynamisme économique qu'elle a connu, à l'attractivité qu'elle a de fait exercée sur les populations de son aire métropolitaine et à l'urbanisation mal maîtrisée et excessive, a pour conséquence directe sur la surexploitation des ressources en eau et le déclin de la phoeniciculture, autrement dit de l'élément essentiel à l'équilibre oasien, auquel s'ajoute une approche erronée dans le marché de construction par l'inadaptation à l'environnement naturel, le mauvais choix des sites à implanter, l'inadaptation des matériaux, l'absence de confort, l'ignorance des valeurs culturelles, l'occupation irrationnelle de l'espace... Cette menace suggère une maîtrise de l'urbanisation en prenant exemple sur le mode adopté par les fondateurs des ksour anciens où la croissance par multiplication de noyaux urbains et la recherche d'un équilibre entre l'homme et son environnement étaient immuables, l'étalement y était proscrit.

C'est en réaction à ce mode de croissance urbaine que le nouveau ksar de Tafilelt demeure, selon ses concepteurs, une expérience humaine en matière d'urbanisme et d'architecture très particulière par ses approches sociale, urbanistique écologique et patrimoniale, en s'appuyant sur la contribution des institutions sociales traditionnelles. L'implication du futur habitant dans la mise en oeuvre de son foyer, l'interprétation consciente de l'héritage architectural ancien traduit l'innovation salutaire des fondateurs de cette nouvelle ville.

4.2.1 Présentation du quartier⁷

Les données suivantes sont données par la fondation Amidoul et contenues dans le document mis en ligne par ladite association :

- **Superficie du terrain** : 22,5 Ha
- **Superficie résidentielle** : 79 670,00 m²
- **Nombre de logements** : 870
- **Début de réalisation** : 13 Mars 1997
- **Site naturel** : terrain rocheux avec une pente de 12 à 15%
- **Date d'achèvement** : 2006
- **Coût du logement** : 8 700 DA / m² bâti



Figure 4-3: ksar tafilelt. Source: <https://www.algerie-eco.com/2021/03/10/le-ksar-de-tafilelt-laureat-du-prix-national-energy-globe-award-2020/>

⁷ la fondation Amidoul

4.2.2 *La croissance de Béni-Isguen par multiplication de noyau*

Le projet consiste à créer une nouvelle ville comme extension de l'ancien ksar de Béni-Isguen pour combler le manque de logements. L'implantation impérative dans un milieu rocheux surplombant la vallée est un impératif pour préserver le milieu fragile qu'est la palmeraie et éviter l'étalement urbain. Il s'agit, de la réactualisation du mode de croissance des ksour anciens. Un concept urbain d'actualité puisqu'il traduit la lutte contre l'étalement urbain question centrale des problématiques de développement urbain durable.⁸ Ce mode de croissance, selon plusieurs recherches :

- augmente indirectement la contribution des villes au réchauffement climatique ;
- contribue également au réchauffement climatique par un autre biais : il s'agit de la difficulté à isoler thermiquement les constructions de faible densité qui accompagnent l'expansion urbaine, celles-ci présentant une interface avec le milieu extérieur importante ;
- contribue à la disparition des zones agricoles périurbaines ;
- renforcerait les phénomènes de division sociale. Les sujets de l'étalement urbain et de la mixité sociale sont très liés puisqu'ils constituent deux facettes d'une même question : où se localisent les populations ? La ville dense traditionnelle permettait une certaine mixité.

4.2.3 *La renaissance des coutumes ancestrales*

Selon Dr Nouh, un des notables de la vallée du Mzab et un des fondateurs du nouveau ksar, le projet Tafilelt vise à restaurer certaines coutumes ancestrales basées sur la foi et le « compter sur soi », qui ont permis aux oasis en général et à celles du Mzab en particulier de survivre dans un environnement hostile et de bâtir ce qui est maintenant mondialement connu comme étant une Architecture Millénaire digne de l'appellation « développement durable ». Alliant les pratiques et les valeurs de cohésion et d'entraide sociales et les normes avec les exigences du confort de l'habitat contemporain, Tafilelt est une nouvelle ville qui s'inscrit dans une optique écologique et sociale.

⁸ Yamna Djelouli 2010

4.2.4 La réinterprétation des éléments symboliques

Tafilelt est structuré, en référence aux anciens ksour, d'éléments de repère et à forte valeur symbolique mais souvent adaptés aux besoins de la société actuelle.



Figure 4-4: Entrée urbaine et tour (Bureau)/ Le puits (source de vie)/ La limite urbaine. Source : https://www.academia.edu/4852106/Une_nouvelle_ville_saharienne_Sur_les_traces_de_larchitecture_traditionnelle

4.2.5 Le principe d'égalité

Rien dans l'apparence extérieure des maisons ne devait marquer les différences de fortune, le riche ne devait pas écraser le pauvre. Cette absence d'ostentation ancestrale très respectée est appliquée à Tafilelt si bien qu'aucune maison ne diffère des autres par sa grandeur ou son style.

4.2.6 L'adaptation à la vie contemporaine

Malgré la référence aux principes traditionnels et la représentation des mêmes espaces, le ksar de Tafilelt offre une vision sociale et une appropriation spatiale très contemporaine et moderne par:

- L'intégration de la voiture, selon une gestion appropriée pour éviter l'inconfort sonore ou la pollution ;
- L'intégration de la cour, fait nouveau dans la typologie ksourienne, pour augmenter la lumière naturelle dans les espaces bâtis ;
- L'intégration de la technologie dans les ménages.



Figure 4-5: La limite urbaine / La cour, espace nouveau /Un mobilier moderne. Source : https://www.academia.edu/4852106/Une_nouvelle_ville_saharienne_Sur_les_traces_de_larchitecture_traditionnelle

La cour, comme espace nouveau dans la typologie ksourienne, permet un meilleur éclairage naturel des espaces clos en même temps qu'un régulateur thermique aux mêmes propriétés qu'un patio.

4.3 L'échelle urbaine

4.3.1 *principe de la structuration urbaine du quartier*

Le Ksar de Tafilelt est organisé selon un esprit traditionnel avec un principe contemporain que le système viaire est géométrique rectiligne et large pour des exigences contemporaines (passage de voitures).

Cet ensemble urbain , comptant 870 logements, est dote de placettes , rue , ruelles passages couverts , aire de jeux et bibliothèque ,école ,boutique ,salle de sport et en prévision des équipements culturels et de loisirs (parc) ,avec un respect de l'identité traditionnelle par ces éléments tels que porte urbaine, Souk, espace de transition, hiérarchisation des espaces publics...⁹

4.3.2 *La porte et les remparts du quartier*

La porte, dans les ksour est un ouvrage essentiel car elle représente pour les habitants, a la fois la sécurité et le lien avec l'extérieur, elle met en relation le quartier avec le reste du territoire, ainsi que l'ensemble du quartier est entouré par une basse muraille.



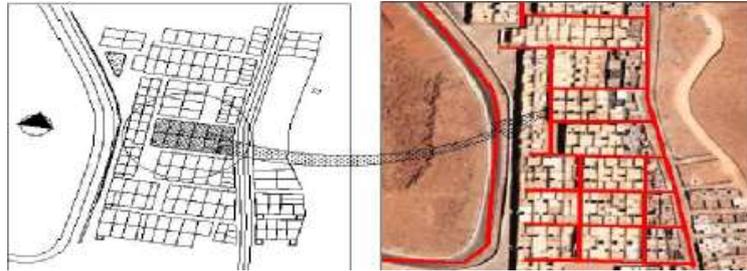
Figure 4-6: la porte du ksar Tafilelt (source : <http://tafilelt.com/site/>)

⁹ Le Ksar de Tafilelt dans la vallée du Mzab :Une expérience urbaine entre tradition et modernité. MM. CHABI Mohammed

4.3.3 La trame viaire

Le Ksar de Tafilelt est organisé selon un système viaire a géométrie rectiligne (tracé régulier), un profil moins étroit que les rues des anciens Ksour, profondes et se coupent a angle droit .

Figure 4-7: La trame viaire (source : <http://tafilelt.com/site/>)



4.3.4 Découpage en parcelle

a. La forme des parcelles :

Le quartier se compose par un type de parcelle régulière de forme rectangulaire au carré avec des surfaces qui s'approche.

Figure 4-8: La forme des parcelles. (Source : <http://tafilelt.com>)



b. La taille des parcelles :

Le système parcellaire du quartier est quadri avec une certaine égalité des surfaces entre 110m² et 120m² (taille moyenne) que les parcelles de grandes tailles sont occupées par les équipements.

4.3.5 Rapport plain et vide

L'organisation urbaine du quartier est compacte qui se manifeste par la surface importante de l'espace bâti.

a. L'espace non bâtis :

L'espace non bâti c'est l'espace libre du tissu urbain, il contient : les surfaces des voiries, des place publics ,des aires de jeux, patio ou la cour... Surface libre = surface totale – surface ilots. $225000\text{m}^2 - 197396,54\text{m}^2 = 27603,466\text{m}^2$.¹⁰



Figure 4-9: la porte du ksar Tafilelt (source : <http://tafilelt.com/site/>)

¹⁰ <http://tafilelt.com/site/>

b. L'espace bâtis

Le tissu urbain du nouveau Ksar est compact avec une surface bati de 197396,54m².



Figure 4-10: l'espace non bâtis. (Source <http://tafilelt.com/site>)

c. Caractéristique de l'espace bâti

✓ La hauteur

L'intégration du logement dans les terrains inclinés avec une même hauteur (R+1) a donne une harmonie architecturale au quartier. Dans le quartier représente une égalité soit au niveau du style ou bien au niveau des niveaux ce qui montre l'égalité du cadre de vie de tous les habitants.



Figure 4-11: l'égalité des hauteurs. Source : <http://tafilelt.com/site>

✓ L'état du cadre bâti

Vu que le nouveau quartier de Tafilelt a été construit en 2006, donc il et en bon état avec des nouveaux matériaux de construction, que les bâtisses en bonne stabilité structurelle.



Figure 4-12: l'état du cadre bâti. Source : <http://tafilelt.com/site>

4.3.6 Fonction urbaine

Les activités des premières nécessités se trouvent aux niveaux du quartier ainsi que l'existence du commerce aux niveaux des marchés qui répond au besoin des habitants. L'existence d'une bibliothèque, école, boutique, maison commuautaire, salle de sport et en prévision des équipements culturels et de loisirs (parc).

4.3.7 Souk

Il y a 2 marchés aux extrémités du Ksar contrairement au ancien Ksar ou il se localise avec la mosquée au centre.



Figure 4-13: l'emplacement des deux marchés. (Source <http://tafilelt.com/site>)

4.3.8 Les espaces publics et les aires de jeux

Le quartier contient des placettes pour le regroupement des habitants afin de renforcer les relations social, en plus des aires de jeux aménagés pour les enfants.



Figure 4-14: Aire de jeux a Tafilelt (Source <http://tafilelt.com/site>)

4.3.9 La mosquée

La mosquée n'est pas placée au centre comme les anciens ksour mais il existe un Musala.



Figure 4-15: l'emplacement du Musala. (Source <http://tafilelt.com/site>)

4.4 L'échelle architecturale

4.4.1 La forme

L'importance de la forme concerne la répartition et la quantité des parois en contact avec l'extérieur. Pour limiter les fluctuations du confort intérieur dû aux phénomènes extérieurs (soleil, vent...), il est de règle de rechercher un maximum d'espaces intérieurs pour un minimum de surface de parois extérieures. La forme rectangulaire des maisons de Tafilelt associée à la mitoyenneté avec les maisons voisines, permet un minimum de perte de chaleur en hiver et un minimum de gain en été. Les gains et les pertes se limitent aux parois de la façade extérieure, à la terrasse et aux ouvertures, en considérant que la cour est couverte en périodes de fortes chaleurs et de froid.

4.4.2 L'implantation et l'orientation

L'implantation du ksar de Tafilelt sur un plateau nu, de forme allongée de Nord au Sud (environ 600 x 200 m), souvent exposé aux vents de toutes les directions, rend les Températures d'air plus fraîches d'environ 2,5 à 4°C en hiver et 2 à 3°C en été, Comparativement à la vallée, au moment où la cité est « surchauffée »¹¹. En outre, l'intérêt de l'urbanisation sur le plateau, est aussi d'ordre économique et environnemental, par la préservation de la palmeraie et de l'équilibre fragile de l'écosystème oasien.

4.4.3 L'organisation spatiale

Dans la maison traditionnelle, les fonctions climatiques de ventilation, de protection et d'éclairage, sont subordonnées à la morphologie du patio, elles diffèrent entre le rez-de-chaussée et l'étage supérieur. L'éclairage des différentes pièces du rez-de-chaussée, entièrement clos, est minimal, elles prennent jour sur le chebek dont l'éclairage est zénithal.

La ventilation est assurée grâce aux courants d'airs qui s'installent entre l'ouverture du patio, ouverte la nuit, et la porte d'entrée ouverte où les quelques trous aménagés en façade. Pour l'étage, (semi clos) les espaces clos s'ouvrent sur le patio ouvert (dans les anciens ksour, le patio se situe à l'étage) à travers une loggia orientée en grande partie au sud. Les loggias reçoivent les rayons solaires bas d'hiver et protégées du soleil, haut, de l'été, l'étage devient un réel espace diurne d'hiver. Quant à la terrasse, espace le plus ouvert de la maison, protégé par des acrotères pouvant atteindre 1,80 m de hauteur constitue un espace nocturne d'été.

¹¹ 488 Cote, M. (2002) «Une ville remplit sa vallée : Ghardaïa» in revue Méditerranée, tome 99 n 34, France. 248

4.4.4 L'accessibilité aux maisons

Les habitations sont accolées le plus que possible que l'accessibilité est faite par des voies moyennement larges qui permet le passage des voitures avec un accès indirecte pour chaque unité et l'accessibilité piétonne est assurée par des passages plus étroits



Figure 4-16: l'accès de l'habitation et l'accès du garage (Source <http://tafilelt.com/site>)

Principe d'organisation intérieure des habitations La forme rectangulaire des maisons de Tafilelt au niveau du plan associée à la mitoyenneté avec les maisons voisines concerne la répartition et la quantité des parois en contact avec l'extérieur.



Figure 4-17: Plan R+1 d'une maison à Tafilelt. source <http://www.ummo.dz/IMG/pdf/Chabi.pdf>



Figure 4-18: la cour espace nouveau <http://www.ummo.dz/IMG/pdf/Chabi.pdf>



puits de lumière au niveau. Source

Les habitations sont pourvues de nouveaux espaces tels que : La cour, comme espace nouveau dans la typologie ksourienne, permet un meilleur éclairage naturel des espaces clos en même temps qu'un régulateur thermique aux mêmes propriétés qu'un patio. Le bureau et le garage pour certaines habitations, l'entrée en chicane pour l'intimité, en outre les pièces sont plus spacieuses, les terrasses des habitations ne communiquent plus entre elles.

4.4.5 Matériaux et techniques de constructions ¹²

Les murs en pierre de 0,45 m d'épaisseur constituent la structure constructive porteuse de la maison ainsi que l'ensemble des murs en façade. Les murs non porteurs sont réalisés en parpaings creux (aggloméré en béton) de 0,15 m d'épaisseur.

Des poutrelles en béton armé, espacées de 0,65 m, et des voûtains de plâtre assurant l'isolation thermique et phonique d'une part et un coffrage d'autre part. Le vide entre la dalle de compression et les voûtains est rempli par un mélange de chaux et de sable.

4.4.6 L'ensoleillement

L'analyse de l'ensoleillement du site de Tafilelt repose sur l'étude de la géométrie des rues. Au niveau de l'organisation générale, la structure viaire est de type hiérarchisée en échiquier (tracé régulier), où les rues sont orientées suivant deux directions principales (Est-ouest et Nord-sud) et classées en trois catégories :

- Les voies primaires de largeur moyenne de 9.50 m desservent le ksar avec l'extérieur, ont un prospect (H/L) de 0.89 ;
- Les voies secondaires ou de jonction de largeur moyenne de 5.80 m relient les voies primaires avec celles de desserte, présentent un prospect de 1.45 ;
- Les voies tertiaires ou de dessertes sont relativement plus étroites, elles varient entre 3.60 et 3.80 m pour des prospects de 2.35 à 2.22.

4.4.7 La ventilation

Le ksar de Tafilelt situé sur un plateau surplombant la vallée est exposé à toutes les directions du vent comparativement à la palmeraie qui en demeure très protégée, en raison de son comportement comme une brise vent efficace. Dans les anciens ksour,

l'association entre la géométrie des rues (prospect élevé, sinuosité et orientation oblique) et la direction des vents influe Sur l'atténuation de la vitesse de l'écoulement de l'air, contrairement au ksar de Tafilelt, qui par sa situation sur un plateau, le tracé des rues et leur orientation sont, autant d'éléments qui favorisent grandement la pénétration des vents, été comme hiver, avec toute la gêne engendrée pour les habitants.

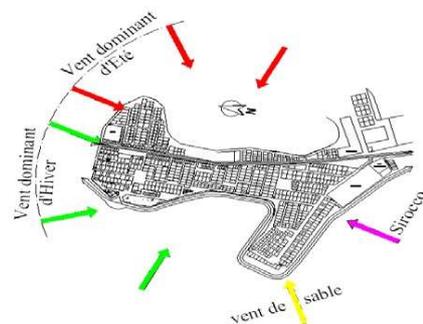


Figure 4-19 : le ksar de tafilelt est. Source: Centre de recherche sur l'habitat, UMR Lavue

¹²

https://www.academia.edu/36563506/Le_Ksar_de_Tafilelt_dans_la_vall%C3%A9e_du_Mzab_Une_exp%C3%A9rience_urbaine_entre_tradition_et_modernit%C3%A9

4.5 Tableau analytique de Tafilelt selon les 20 engagements de la charte des Eco quartier :

DÉMARCHE ET PROCESSUS

N°	ENGAGEMENT	VERIFICATION	JUSTIFICATION
1	Réaliser les projets répondant aux besoins de tous en s'appuyant sur les ressources et contraintes du territoire	vérifié	. . La crise profonde du logement, à travers tout le territoire national, due à la poussée démographique a déclenché l'idée de transformer une colline rocailleuse en «une cité idéale». Une cité qui reflète parfaitement l'héritage culturel et architectural d'une région millénaire.
2	Formaliser et mettre en oeuvre un processus de pilotage et une gouvernance élargie	vérifié	La maîtrise du projet dans sa taille et sa complexité exige une analyse profonde des pratiques courantes des chantiers de construction, et une approche particulière tels que : Travail en série , Introduction des ateliers subordonnés , Coordination active et harmonieuse entre l'action social et celle de construction .
3	Intégrer l'approche en coût global lors des choix d'investissement	vérifié	
4	Prendre en compte les pratiques des usagers et les contraintes des gestionnaires dans les choix de conception	vérifié	Le projet Tafilalt vise à restaurer certaines coutumes ancestrales basées sur la foi et le «compter sur soi» et qui ont permis aux oasis en général et à celles du Mزاب en particulier de survivre dans un environnement hostile, et de bâtir ce qui est maintenant mondialement connu comme étant une Architecture Millénaire digne de l'appellation «développement durable».
5	Mettre en oeuvre des démarches d'évaluation et d'amélioration continues	*	

CADRE DE VIE ET USAGES

N°	ENGAGEMENT	VERIFICATION	JUSTIFICATION
6	Travailler en priorité sur la ville existante et proposer une densité adaptée pour lutter contre l'étalement urbain	*	
7	Mettre en oeuvre les conditions de la mixité (sociale et intergénérationnelle), du bien-vivre ensemble et de la solidarité	vérifié	Par la création des logements aux familles et de différents équipements de proximité tels que salles omnisports, un musée un laboratoire, des aires de jeux...
8	Assurer un cadre de vie sain et sûr	vérifié	dans chaque îlot, une famille assume pendant une semaine la prise en charge de la propreté des lieux. Et chaque semaine, une autre famille reprend le flambeau. De cette manière, chaque

			résident est sensibilisé quant à l'importance de l'hygiène publique.
9	Mettre en oeuvre une qualité architecturale et urbaine qui concilie intensité et qualité de vie	vérifié	tous les éléments nécessaires à la création d'un microclimat favorable à la vie, dans une région fortement marquée par l'aridité du milieu.
10	Valoriser le patrimoine local (naturel et bâti), l'histoire et l'identité du quartier	vérifié	Tafilalt a été conçu pour répondre aux besoins de développement durable et à la nécessité de préserver les valeurs sociales de cette société traditionnelle et pour perpétuer le modèle social et culturel de la population mozabite qui donne une importance capitale à l'éducation des futures générations.

DÉVELOPPEMENT TERRITORIAL

N°	ENGAGEMENT	VERIFICATION	JUSTIFICATION
11	Contribuer à un développement économique local, équilibré et solidaire	vérifié	Tafilelt respire le bon vivre. Quant aux relations entre résidents Par la présence de tout type de commerce au niveau du quartier ainsi la solidarité des citoyens pour protéger et conserver leur environnement.
12	Favoriser la diversité des fonctions dans l'optique d'un territoire des courtes distances	vérifié	le Ksar est équipé en toutes les infrastructures nécessaires pour offrir des services publics de qualité aux résidents.
13	Optimiser la consommation des ressources et des matériaux et développer les filières locales et les circuits courts	vérifié	l'utilisation des matériaux locaux à l'image de la pierre, le plâtre et la chaux.
14	Privilégier les mobilités douces et le transport collectif pour réduire la dépendance à l'automobile	vérifié	l'étroitesse des rues dont la largeur était dimensionnée par rapport au passage de deux animaux de trait (autrefois utilisés pour le ramassage des ordures ménagères), a été revue pour permettre le passage de SAMU et de la protection civile en cas d'urgence, sans que la largeur des rues ne soit suffisante pour permettre à deux véhicules de se croiser, afin d'assurer la quiétude des riverains. Dans cette conception, la voiture n'est perçue que comme élément d'urgence et le stationnement n'est autorisé que sur la partie périphérique du ksar.
15	Favoriser la transition numérique en facilitant le déploiement des réseaux et des services innovants	*	

ENVIRONNEMENT ET CLIMAT

N°	ENGAGEMENT	VERIFICATION	JUSTIFICATION
16	Produire un urbanisme permettant d'anticiper et de s'adapter aux changements climatiques et aux risques	vérifié	Un mode d'urbanisation e approprié à l'environnement saharien à savoir la typologie ksourienne ex : La compacité de tissus avec des ruelles étroites ...etc.
17	Viser la sobriété énergétique et la diversification des sources au profit des énergies renouvelables et de récupération	vérifié	Il est également prévu de doter la cité d'un système d'éclairage par panneaux solaires afin de classer ce ksar comme cité intelligente.
18	Limiter la production des déchets, développer et consolider des filières de valorisation et de recyclage	vérifié	Les Mozabites ont prévu le tri sélectif. Des formations ont été dispensées aux résidants sur les techniques de tri des ordures pour participer à la gestion des déchets ménagers.
19	Préserver la ressource en eau et en assurer une gestion qualitative et économe	vérifié	Une réflexion est menée actuellement pour le développement de mini-stations de traitement des eaux usées à base de végétation (phytoépuration).
20	Préserver et valoriser la biodiversité, les sols et les milieux naturels	vérifié	Par la création d'un parc de verdure dans la zone rocailleuse enivrante du Ksar Tafilelt.

4.6 Conclusion :

Nous pouvons déduire, à l'issu de l'étude du ksar de Tafilelt, que certains principes urbains et architecturaux dans l'intégration climatique sont une réactualisation de ceux utilisés dans les ksour anciens, considérés comme source référentielle ou patrimoniale à réinterpréter.

L'objectif consiste en la création d'un confort thermique à travers des pratiques urbaines Comme l'intégration au site dans le respect de l'écosystème existant, la compacité pour réduire la surface exposée à l'extérieur, l'orientation des rues et les conditions aérauliques prévalant sur le plateau. A l'échelle architecturale, un ensemble de principes architecturaux d'organisation spatiale, vis-à-vis des exigences socioculturelles et des contraintes du climat aride sont appliqués, comme la forme, l'orientation, le traitement des ouvertures et les matériaux de construction, en adéquation avec les principes anciens. La cour, espace nouveau dans la typologie ksourienne, permet en outre un meilleur éclairage naturel et une certaine régulation thermique.

Recommandations

Et Conclusion générale

RECOMMANDATIONS :

Quel que soit la forme qu'elles prendront, les villes de demain devront répondre à la fois aux enjeux locaux et aux enjeux globaux ; en cela, le développement du bâti vernaculaire est une des voies à explorer pour s'engager sur le chemin de l'urbanisation durable.

Les constructions vernaculaires répondent en partie aux enjeux économiques et environnementaux locaux. En tant que catalyseur de la progression des valeurs sociales, environnementales, démocratiques et d'équité, les solutions vernaculaires peuvent répondre aux enjeux globaux : la lutte contre le changement climatique et la participation au 7^e objectif du millénaire pour le développement (assurer un environnement humain durable) en sont deux exemples emblématiques.

Aujourd'hui à l'état d'expérimentation et de projets pilotes, la redécouverte des techniques vernaculaires pourra s'imposer comme une solution innovante et durable dans les milieux urbains du Sud et du Nord, à condition de lever un certain nombre de verrous normatifs, d'image, de réglementation, etc. pour permettre la structuration de filières locales pérennes, associant un maximum d'acteurs et décloisonnant les secteurs.

La dimension humaine doit constituer un élément d'analyse primordial dans la réflexion et la mise en oeuvre opérationnelle des projets de bâti, à plusieurs titres d'ailleurs car les hommes sont à la fois les réalisateurs des projets et leurs bénéficiaires. Il s'agit donc de bien prendre en compte les capacités des populations locales et leurs attentes, ces dernières étant en perpétuelle mutations et se nourrissant des échanges culturels et des effets de modes. Marqueur d'une identité territoriale, le bâti modèle la vie sociale, économique et politique, en même temps qu'il en est une représentation, selon sa configuration et son organisation. L'urbanisme moderne doit permettre de repenser « la place du vivant dans la ville ».

La volonté de bâtir dans le « respect de l'environnement » doit également être synonyme de « modernité ». La conception devra exprimer le programme en alliant sobriété, efficacité, beauté et chaleur des espaces et des matériaux.

Intégrer une conception bioclimatique des bâtiments : la dimension écologique doit se retrouver au niveau de l'implantation des bâtiments et des pièces de vie. L'architecture doit être bioclimatique tout en tenant compte de son environnement (chauffage passif des espaces, climatisation naturelle en été, double orientation des appartements, valorisation des apports naturels de lumière tout en tenant compte du potentiel du site dans ses perspectives depuis les espaces de vie.

L'identification avec le quartier est nécessaire. Dans la perspective d'un développement durable, la population doit pouvoir s'identifier avec son environnement immédiat. Le quartier doit donc posséder des qualités propres et des particularités qui le rendent attrayant.

Ces quartiers durables sont préférablement central, bien desservi par les transports en commun et les cheminements doux (piétons, cyclistes). Ils intègrent de la mixité sociale et fonctionnelle, de l'habitat dense pour éviter le gaspillage des espaces, une bonne orientation et une bonne isolation des bâtiments, la recherche de la sobriété énergétique et le recours à des énergies renouvelables, des formes urbaines et des espaces publics de qualité, une valorisation et une gestion durable de l'eau (collecte de l'eau de pluie pour l'arrosage, etc.), une gestion efficace des déchets, et la participation de tous les habitants à la vie du quartier. L'éco-quartier se soucie également de la biodiversité urbaine et propose des espaces de nature en ville.

CONCLUSION GENERALE :

Notre travail nous a permis de comprendre l'idéologie contemporaine de ce type d'habitat que la plupart des gens le perçoivent comme un espace traditionnel qui ne répond pas à leur besoin de l'urbanité, ainsi qu'il nous a permis de s'arrêter entre son rôle climatique et ses usages diverses.

En effet, il est nécessaire d'opérer un retour vers les sources de l'histoire pour effectuer une relecture des établissements anciens en vue d'en tirer des enseignements indispensables à toute tentative de rétablissement de la notion d'articulation architecture et environnement.

C'est dans la lecture du processus de formation et de développement historique que l'on peut rétablir la cohérence qui caractérise les structures du passé.

Pour ce faire, ce travail est articulé en deux parties, l'une sur le plan théorique et l'autre sur le plan pratique.

Dans la première partie de ce mémoire, on a abordé le concept vaste de l'architecture vernaculaire afin de comprendre le savoir-faire traditionnel qui répond aux besoins concernant deux domaines différents celui de la culture et celui de l'environnement. Ce parcours bibliographique, pour une contribution à la définition de l'architecture durable par rapport au savoir faire et la tradition vernaculaire nous a permis de mettre en évidence certains éléments méthodologiques :

- L'architecture vernaculaire fait preuve, quelle que soit la période et le lieu de construction, d'une approche intuitive des notions de confort climatique et respect du lieu. Elle représente tout un savoir faire acquis grâce à une expérience séculaire, transmise de génération en génération.
- La reconnaissance des valeurs et des spécificités culturelles mais également des valeurs d'une civilisation millénaire qui possède encore un savoir-faire parfaitement en phase avec les normes de développement durable. Les hommes des anciennes civilisations ont respecté leur environnement avant de s'installer, ils se sont identifiés à lui et se sont par la suite orientés en son sein.

- l'architecture vernaculaire fait intrinsèquement partie de la démarche EcoQuartier. Il se décline selon le contexte dans ses 4 dimensions :

- **Démarche et processus** : s'appuyer sur les ressources du territoire, promouvoir une gouvernance élargie (où les acteurs du patrimoine ont pleinement leur place), prendre en compte les pratiques locales voir micro-locales des usagers...
- **Cadre de vie et usages** : travailler en priorité sur la ville, le bourg existant, faire avec le « déjà-là », mettre en oeuvre une qualité paysagère, urbaine et architecturale respectant l'identité et l'esprit des lieux, valoriser le patrimoine local, qu'il soit naturel ou bâti, l'histoire et l'identité du site
- **Développement territorial** : valoriser les ressources locales, dont les matériaux locaux, s'appuyer sur les savoir-faire locaux (promotion d'un développement endogène durable)
- **Environnement et climat** : concilier avec intelligence aménagement et patrimoine naturel, valoriser la biodiversité

Deux engagements de la démarche EcoQuartier sont directement liés au patrimoine :

- Engagement 9 - mettre en oeuvre une qualité urbaine, paysagère et architecturale
- Engagement 10 - valoriser le patrimoine local, l'histoire et l'identité du site.

Par la suite, nous avons traité l'aspect bioclimatique de l'architecture vernaculaire comme un art et savoir-faire pour tirer le meilleur parti des conditions d'un site et de son environnement, pour une architecture naturellement la plus confortable pour ses utilisateurs.

Les rudes conditions climatiques, la rareté des matériaux, et parfois la topographie difficile du site ont conduit les anciens à acquérir et perfectionner un savoir faire, des gestes subtils et adaptés aux conditions, en imaginant des dispositifs architecturaux répondant à leurs besoins et aspirations, qu'ils soient d'ordre culturels, sociaux ou environnementaux. Ces gestes vernaculaires vont modeler et induire la réflexion en termes de leçons et références à l'architecture contemporaine durable.

Cependant, actuellement le problème est de préserver ce savoir faire qui existe et qui peut être transféré et croisé avec d'autres expériences pour développer une bio architecture ou une architecture durable.

Concernant la deuxième partie de travail, Nous avons abordé le concept d'architecture moderne dans le désert et spécifier l'étude de ksar Tafilelt comme exemple réussi d'une architecture moderne basée sur des principes d'architecture vernaculaire.

Les principes de gestion urbaine et de conception architecturale identifiés dans les ksour anciens ont alimenté les exigences sociales des mozabites en termes de l'histoire, de la culture et des traditions locales mais aussi des contraintes du climat aride chaud et sec. En effet le mode de croissance adopté anciennement relève d'un concept urbain d'actualité, il traduit aujourd'hui la lutte contre l'étalement urbain question centrale des problématiques de développement urbain durable. L'implantation et l'édification du ksar de Tafilelt a permis la restauration de certaines coutumes ancestrales.

Après notre étude bioclimatique du ksar tafilelt aux différentes échelles, notre hypothèse de départ justifiant l'architecture vernaculaire comme référentiel pour l'habitat de demain est confirmée.

Ainsi au terme de ce travail l'analyse des procédés du bâti ancien au travers des techniques traditionnelles et vernaculaires ont été d'un apport significatif, à savoir de contribuer à la mise en valeur de l'intelligence environnementale, la prise en charge du contexte dans toutes ses dimensions, aussi bien physiques, géographiques, climatiques et culturelles.

L'architecture vernaculaire vient nous proposer un catalogue de suggestions et de solutions inventives intéressantes, toutes liées au bon sens.

BIBLIOGRAPHIE:

OUVRAGES :

- **A. Liébard ; André De Herde ;** Traité D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME BIOCLIMATIQUE ; édition le moniteur Paris décembre 2005 ; P 59a
- **A. Liébard ; André De Herde ;** Traité D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME BIOCLIMATIQUE; édition le moniteur Paris décembre 2005; P 59a.
- **Amar Bennadji,** Adaptation climatique ou culturelle en zones arides, Thèse de doctorat, Université d'Aix Marseille, Amar Bennadji,1999.)
- **Amos Rapoport;** Pour anthropologie de la maison; Paris ; DUNOD ; 1972 pour traduction française. P08
- **Arene-imbe :**Quartier Durable-Guide d'expérience européennes-avril 2005-p12)
- **Atek Amina ,**Pour une réinterprétation du vernaculaire dans l'architecture durable Cas de la Casbah d'Alger, Mémoire de magister , Option architecture et durabilité architecturale, Tizi-Ouzou , P30 .
- **B. Benyoucef,** 2009
- **Boumali Boubaker** 2012 : éco-quartier mémoire d'ingénieur. Constantine, 2012
- **C. et P. Donnadieu / H. et J.-M. Didillon].**
- **Chabi Mohammed,** Le Ksar de Tafilelt dans la vallée du Mزاب :Une expérience urbaine entre tradition et modernité. MM. CHABI Mohammed
- **Chabi Mohammed** une nouvelle ville saharienne Sur les traces de l'architecture traditionnelle.
- **Coignet Jean,** Réhabilitation : arts de bâtir traditionnel connaissances e techniques, Aix-en-Provence, Ed Edisud, 1987, p21.
- **Constructions publiques architecture et HQE PREMIÈRE PARTIE PHILOSOPHIE DE LA DÉMARCHE** "HQE p.09
- **Delheure, J.** 1986
- **Digital Commons @ BAU -** Beirut Arab University, ZERO CARBON CITY- MASDAR CITY CRITICAL ANALYSIS
- **Ealiwa M.A, Taki A.H, Howarth A.T, Seden M.R,** An investigation into thermal comfort in the summer season of Ghadames, Libya, publication Building and Environment, Elsevier Science,1999, disponible sur sndl: www.elsevier.com/locate/buildenv, p 232.)
- **El'Atteuf** en 1012, Bounoura en 1046, Ghardaïa en 1053, Melika en 1124 et Béni-Isguen en 1347) [B. Benyoucef, 1986
- **EL-WAKIL Leila,** Hassan Fathy dans son temps, publication dans Hassan Fathy, une ambition égyptienne, 2012, 05
- **EUROMEDITERRANEE,** Développer une architecture bioclimatique méditerranéenne, veille documentaire, fiche qualité environnementale, ventilation naturelle, 2010.)
- **FATHY Hassan.** Op.cit., pp 44-48
- **FATHY Hassan.** Op.cit., pp 93
- **Hitchcock, Henry-R.** l'architecture moderne et ses sources vernaculaires. Edition Norton et company 1995
- <http://voltaire-capdenac-gare.entmip.fr/espaces-pedagogiques/latin/romains-vs-gaulois/l-habitation-des-gaulois--1928.htm> ;10/03/2017
- **J.L.Izard,** Archi bio , éd Parenthèses , 1979, p98
- **J.L.Izard** Archi bio, éd Parenthèse P60
- **Jean -Paul Loubes ;** archi troglo; édition Parenthèses ;1984 ; P89.

- **la fondation Amidoul**
- **Lemezeri Selsabil**, Mémoire L'IMPACT DES MATERIAUX ECOLOGIQUE ET L' ISOLATION SUR LE CONFORT THERMIQUE ET LA CONSOMMATION D'ENERGIE DANS LE LOGEMENT COLLECTIF A SKIKDA, UNIVERSITÉ CONSTANTINE 03, p07.
- **Liebard Alain**, DE HERDE André.Traité d'Architecture et d'urbanisme bioclimatique : Concevoir, édifier et aménager avec le développement durable, Ed Obser'er, Paris, 2005
- l'Union Européenne ; et Corpus ; Architecture Traditionnelle Méditerranéenne ; Maison de la médina d'Alger ; Algérie fichier PDF .
- **M. Roche** 1973
- **Mansouri Yasmine**, ALLARD Francis, MUSY Marjorie, Conceptual implementation of ventilation strategy, 18th International IBPSA Conférence, Eindhoven, Netherlands, August 11 -14, 2003.
- **Meliouh Fouzia** ; Tabet Aoul Kheira ; L'habitat espaces et repères conceptuels in courrier du savoir-n°01 , novembre 2001 , P 60.
- Mémoire : VERS UN ECO QUARTIER AVEC L'INTEGRATION DES NOTIONS DE DEVELOPPEMENT DURABLE ET D'ECOLOGIE. Cas de la ville de Constantine. 2015/16
- **Moriset sébastien**. *Op.cit.*, p 06
- Pierre Frey. Learning from Vernacular : pour une nouvelle architecture vernaculaire, 2010. P15.)
- **Rapport Brundtland** "Our Common future", rapport sur l'environnement pour les Nations Unies, 1987
- **Richard Hunitelec** : urbanisme et quartier.université montesquier bordeaux IV.P14.)
- Salvadori .M . Comment ça tient ? Édition Parenthèses. Marseille 2009 p76
- **488 Cote, M. (2002)** «Une ville remplit sa vallée : Ghardaïa» in revue Méditerranée, tome 99 n 34, France. 248

SITE INTERNET:

- academia.edu/1136016/LES_QUARTIERS_ET_LE_DEVELOPPEMENT_DURABLE_UM_EL_BOUAGHI
- <http://archieturbanisme.canalblog.com/archives/2015/10/28/32446978.html> .09/03/2017
- <http://architous.1fr1.net/t352-les-maisons-traditionnelles-en-algerie10/04/2017>
- http://avecvenelles.free.fr/documents/eco_quartier_presentation.pdf
- <http://environnement.wallonie.be/legis/general/dev013.htm>
- <http://maison-monde.com/vieilles-maisons-de-casbah-dalger/> 23/03/2017
- <http://tafilelt.com/site/>
- <http://whc.unesco.org/fr/list/565>
- http://whc.unesco.org/fr/list/description=1&media=4&criteria_restriction=&order=synergy_protection
- <http://www.espacereinedesaba.org/spip.php?article23>; 09/03/1017
- <http://www.fiabitat.com/conserver-la-chaleur-lexemple-inuit/> ; 10/03/2017
- <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/igloo/41478> 06/03/2017
- <http://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/habitat/57164> 13/03/2017
- <http://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/habitat/57164#c6u0L8ewMPFxd3dZ.99>

- <http://www.mes-biographies.com/definition/troglodytique.htm> 06/03/2017
- https://cpdt.wallonie.be/sites/default/files/pdf/ndr-16_0.pdf
- <https://ecoquartier.ch/wp-content/uploads/2016/05/malmo-ecoquartier-vastra-hammen-bo01.pdf>
- <https://fr.scribd.com/document/45001301/Shibam-architecture-de-terre-au-Yemen>; 09/03/2017
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Architecture_vernaculaire 06/03/2017
- <https://passivact.fr/Concepts/files/InertiesThermiques-Comprendre.html>
- <https://thegoodlife.thegoodhub.com/2018/02/12/masdar-city-ville-futur/>
- https://www.academia.edu/30097744/Lhabitat_en_Alg%C3%A9rie
- https://www.academia.edu/36563506/Le_Ksar_de_Tafilelt_dans_la_vall%C3%A9e_du_Mzab_Une_exp%C3%A9rience_urbaine_entre_tradition_et_modernit%C3%A9
- https://www.academia.edu/9874280/Larchitecture_vernaculaire_et_le_d%C3%A9veloppement_durable 20/03/2017
- <https://www.arch2o.com/siemens-hq-masdar-city-sheppard-robson/>
- <https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/masdar-city>
- <https://www.lemoniteur.fr/article/l-architecture-vernaculaire-pour-un-developpement-urbain-durable.1387989>
- https://www.pierreseche.com/AV_2019_fatiha_bennacer.html type
- nomadeis.com/Presentation_Etude_Bati_Vernaculaire 09/03/2017
- www.lesepl.fr.Eco-quartier :les Epl innovent