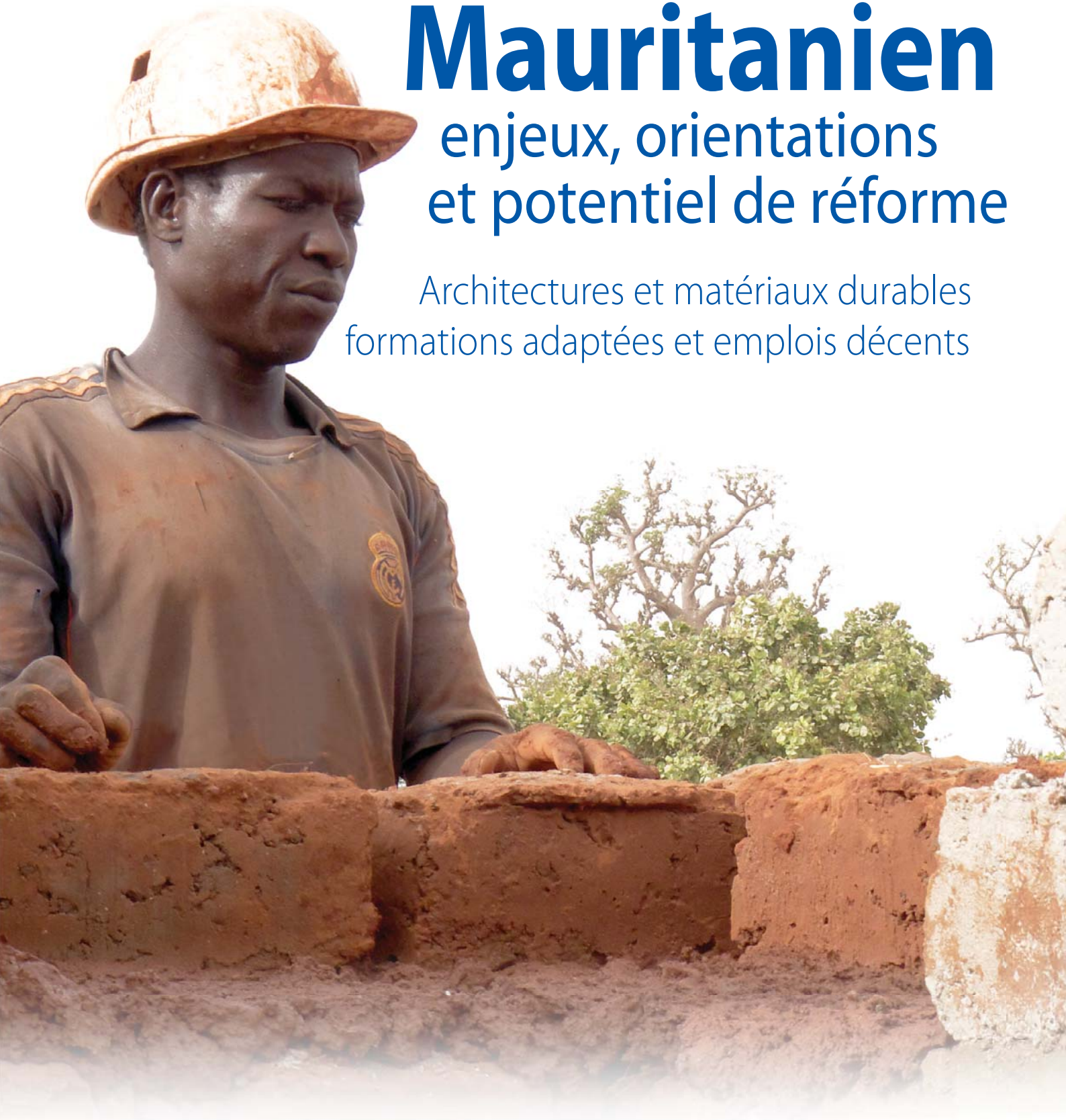


Organisation  
internationale  
du Travail

# Le secteur du bâtiment Mauritanien

## enjeux, orientations et potentiel de réforme

Architectures et matériaux durables  
formations adaptées et emplois décents



Auteur : Mathieu Hardy  
978-92-2-231296-2 (web PDF)

Copyright © Organisation internationale du Travail 2017  
Première édition 2017

Les publications du Bureau international du Travail jouissent de la protection du droit d'auteur en vertu du protocole no 2, annexe à la Convention universelle pour la protection du droit d'auteur. Toutefois, de courts passages pourront être reproduits sans autorisation, à la condition que leur source soit dûment mentionnée. Toute demande d'autorisation de reproduction ou de traduction devra être envoyée à l'adresse suivante : Publications du BIT (Droits et licences), Bureau international du Travail, CH-1211 Genève 22, Suisse, ou par courriel : [rights@ilo.org](mailto:rights@ilo.org). Ces demandes seront toujours les bienvenues.

Bibliothèques, institutions et autres utilisateurs enregistrés auprès d'un organisme de gestion des droits de reproduction ne peuvent faire des copies qu'en accord avec les conditions et droits qui leur ont été octroyés. Visitez le site [www.ifro.org](http://www.ifro.org) afin de trouver l'organisme responsable de la gestion des droits de reproduction dans votre pays.

Le Secteur du Bâtiment Mauritanien : Enjeux, Orientations et potentiel de réforme : Architectures et Matériaux durables, formations adaptées et Emplois décents./ Organisation internationale du Travail, Bureau de pays de l'OIT pour l'Algérie, la Libye, le Maroc, la Tunisie et la Mauritanie- Nouakchott : OIT, 2017

ISBN: 978-92-2-231296-2 (web PDF)

International Labour Organization ; Country Office for Algeria, Libya, Morocco, Tunisia and Mauritania

éco-construction / formation / relation formation-emploi / matériaux locaux/ Mauritanie /

Données de catalogage du BIT

Les désignations utilisées dans les publications du BIT, qui sont conformes à la pratique des Nations Unies, et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du Bureau international du Travail aucune prise de position quant au statut juridique de tel ou tel pays, zone ou territoire, ou de ses autorités, ni quant au tracé de ses frontières.

Les articles, études et autres textes signés n'engagent que leurs auteurs et leur publication ne signifie pas que le Bureau international du Travail souscrit aux opinions qui y sont exprimées.

La mention ou la non-mention de telle ou telle entreprise ou de tel ou tel produit ou procédé commercial n'implique de la part du Bureau international du Travail aucune appréciation favorable ou défavorable.

Les publications et les produits numériques du Bureau international du Travail peuvent être obtenus dans les principales librairies ou auprès des plat-formes de distribution numérique. On peut aussi se les procurer directement en contactant [ilo@turpin-distribution.com](mailto:ilo@turpin-distribution.com). Pour plus d'information visitez notre site Web : [www.ilo.org/publns](http://www.ilo.org/publns) ou contactez [ilopubs@ilo.org](mailto:ilopubs@ilo.org).

# Le secteur du bâtiment Mauritanien enjeux, orientations et potentiel de réforme

Architectures et matériaux durables  
formations adaptées et emplois décents



Ce document a été réalisé dans le cadre du projet PECOBAT du Bureau International du travail financé par l'Union Européenne à travers les Fonds fiduciaire d'urgence pour l'Afrique

Année 2017



# Sommaire

<b>1 Liste des acronymes</b> .....	5
<b>2 Introduction</b> .....	9
<b>3 Mauritanie, villes et secteur BTP</b> .....	11
3.1 Profil environnemental .....	11
3.2 Profil socio-économique .....	12
3.3 Brève analyse historique de la ville mauritanienne .....	13
3.4 Aperçu sur le secteur du Bâtiment et des Travaux Publics (BTP) mauritanien .....	15
<b>4 Les principaux enjeux du secteur du bâtiment mauritanien</b> .....	17
4.1 Les changements climatiques .....	17
4.2 La fragilisation des écosystèmes et la dégradation des habitats traditionnels .....	20
4.3 La précarisation des logements .....	22
4.4 Le recul des savoir-faire constructifs et la faiblesse du système de formation .....	23
<b>5 Concepts et principes directeurs pour une réforme du secteur du bâtiment en Mauritanie : vers la durabilité</b> .....	25
5.1 Le Développement Durable : orientation universelle commune à toutes les activités humaines .....	25
5.2 Les principes du Développement Durable appliqués à l'architecture .....	27
5.3 Les principes du développement durable appliqués à la formation aux métiers du bâtiment et à l'emploi .....	37
<b>6 Les architectures sédentaires vernaculaires et les filières de matériaux locaux en Mauritanie : ressources patrimoniales et potentiel de renouveau</b> .....	41
6.1 Les architectures sédentaires vernaculaires de Mauritanie .....	41
6.2 Les filières matériaux locaux de Mauritanie .....	47
<b>7 Soixante ans d'expériences pilotes en Mauritanie sur les filières terre, pierre et plâtre : une voie à prolonger</b> .....	69
7.1 Les expériences sur la filière terre .....	69
7.2 Les expériences sur le filière pierre .....	76
7.3 Une expérience sur la filière plâtre .....	79
<b>8 Recommandations stratégiques pour un secteur du bâtiment durable en Mauritanie</b> .....	81
8.1 Construire les politiques publiques en faveur des architectures durables .....	81
8.2 Garantir la compétitivité des nouvelles solutions constructives durables .....	83
8.3 Rechercher prioritairement des solutions techniques simples .....	83
8.4 Agir sur l'offre et sur la demande .....	84
8.5 Prendre en compte le secteur « informel » .....	84
8.6 Développer des modèles et des supports pédagogiques adaptés aux réalités du secteur du bâtiment mauritanien .....	85
<b>9 Conclusion</b> .....	87
<b>10 Références bibliographiques</b> .....	89





## Liste des acronymes

<b>ADAUA</b>	Association pour le Développement d'une Architecture et d'un Urbanisme Africains
<b>AVN</b>	Association la Voûte Nubienne
<b>BDM</b>	Banlieues du Monde
<b>BCM</b>	Banque Centrale de Mauritanie
<b>BIT</b>	Bureau International du Travail
<b>BTC</b>	Bloc de Terre Compressée
<b>BTP</b>	Bâtiment et Travaux Publics
<b>CSB</b>	Construction Sans Bois
<b>CMAP</b>	Centre Mauritanien d'Analyse et de Politiques
<b>DW</b>	Development Workshop
<b>EPI</b>	Environmental Performance Index
<b>EPIC</b>	Établissement Public à Caractère Industriel et Commercial
<b>ETR-ML</b>	Établissement d'Exécution des Travaux Réalisés en Matériaux Locaux
<b>GIE</b>	Groupement d'Intérêt Économique
<b>GRDR</b>	Groupe de Recherche et de Réalisations pour le Développement Rural
<b>GRET</b>	Groupe de Recherche et d'Échanges Technologiques
<b>HIMO</b>	Haute Intensité de Main d'Œuvre
<b>IDH</b>	Indice de Développement Humain
<b>ISKAN - SOCOGIM</b>	Société de Construction et de Gestion Immobilière de la Mauritanie
<b>LP</b>	Le Partenariat
<b>OIT</b>	Organisation Internationale du Travail
<b>PIB</b>	Produit Intérieur Brut
<b>PEEB</b>	Programme Mondial d'Efficacité Énergétique dans le Bâtiment
<b>PNUD</b>	Programme des Nations Unies pour le Développement
<b>PNUE</b>	Programme des Nations Unies pour l'Environnement
<b>PSVPCM</b>	Programme de Sauvegarde et de Valorisation du Patrimoine Culturel Mauritanien
<b>SAMIA</b>	Société Arabe des Industries Métallurgiques
<b>SNIM</b>	Société Nationale Industrielle et Minière de Mauritanie
<b>UNESCO</b>	Organisation des Nations Unies pour l'Éducation, la science et la Culture
<b>UNHCR</b>	Haut Commissariat aux Réfugiés de Nations Unies





# Préface

Cette étude s'inscrit dans la ligne de travail du BIT qui porte, depuis 2012, sur l'utilisation des matériaux locaux en Afrique de l'Ouest. Elle prolonge une précédente étude réalisée en 2013 sous le titre « Étude sur les matériaux locaux et les potentialités de création d'emploi pour les jeunes en Mauritanie<sup>1</sup>. »

Les quatre années écoulées entre les deux travaux ont été marquées par d'importantes avancées, notamment en terme de prise en compte internationale des enjeux liés au secteur du bâtiment (Accord de Paris en 2015 et nouveaux objectifs du développement durable en 2016, tous deux ratifiés par l'État Mauritanien). Cette évolution appelait une remise à plat du sujet tout en permettant une meilleure appréhension des problématiques soulevées. Il en résulte un produit entièrement reformulé, développé autour d'une nouvelle trame et finalement renommé « *Le secteur du bâtiment mauritanien : enjeux, orientations et potentiel de réforme. Architectures et matériaux durables, formations adaptées et emplois décents* ».

La méthodologie employée a consisté principalement en un travail de collecte et d'analyse de données (revues bibliographique et documentaires thématiques), de visites de terrain et de mise à profit des quelques vingt années d'expérience de l'auteur de la zone sahélienne, dans les domaines de l'architecture et des matériaux durables.

Ce travail intervient par ailleurs dans le cadre du projet PECOBAT (2016-2019) qui est financé sur le Fond Fiduciaire de l'Union Européenne et dont l'objectif est l'amélioration de l'employabilité des jeunes et le renforcement des capacités des PME par le développement du sous-secteur BTP en matériaux locaux et la mise en place de modes de formation professionnalisants et innovants, notamment le principe de chantier école.

1. Écrite par Rafik Hamimi pour le Bureau International du Travail de Mauritanie.



# 2

## Introduction

Le secteur du bâtiment est et a toujours été un secteur stratégique dont le dynamisme et l'épanouissement des sociétés dépend intrinsèquement. L'accès au logement décent et aux infrastructures de base pour tous, la durabilité des constructions et la préservation des écosystèmes dans des contextes d'urbanisation galopante, de croissance démographique et de changements climatiques, sont parmi les grands défis mondiaux auxquels les États et sociétés doivent faire face.

La République Islamique de Mauritanie, pays à la fois saharien, sahélien et littoral, est confrontée à des sécheresses chroniques, à une forte croissance démographique, à une urbanisation particulièrement rapide et la paupérisation d'une part importante de sa population<sup>2</sup>. Elle est donc directement concernée par ces défis. Dès lors, dans ce contexte de forte vulnérabilité, comment le secteur du bâtiment mauritanien peut-il s'adapter et participer de l'amélioration de la capacité de résilience de la société ? De quelle façon orienter la transition ? Sur quels concepts et ressources appuyer les politiques publiques, les actions et autres programmes qui se mettront en place à l'avenir ?

Cette étude cherche à apporter des réponses à ces questions et explore, pour ce faire, les principaux thèmes qui permettent de les éclairer. Après une brève contextualisation, seront donc traités :

- Les principaux enjeux du secteur du bâtiment mauritanien. Il s'agira de comprendre pourquoi et dans quelle mesure la réforme est nécessaire et justifiée.
- Les concepts et principes directeurs pouvant être pris comme référence pour orienter une réforme du secteur du bâtiment mauritanien, dans le contexte de crise environnementale et climatique globale.
- Les atouts et potentiels de la Mauritanie via l'exploration du champ patrimonial du pays : architectures vernaculaires, ressources locales disponibles, renouveau de certaines filières locales.

L'étude se termine sur une série de recommandations qui pourront servir d'orientation aux politiques publiques, actions et autres stratégies actuelles et futures. Elles pourront favoriser la transition du secteur du bâtiment mauritanien vers la durabilité et à la promotion de nouvelles architectures durables à destination de l'ensemble des mauritaniennes et des mauritaniens.

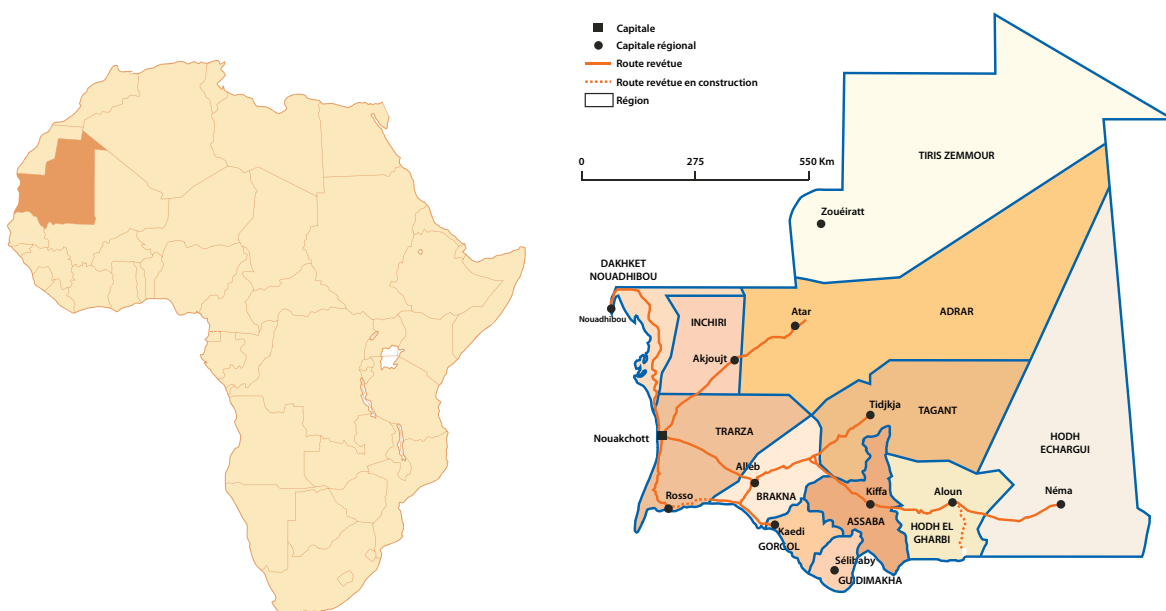
2. En 2014, 31% des mauritaniens vivaient en dessous du seuil de pauvreté, et 16,6% en dessous du seuil d'extrême pauvreté (ONS).



## 3

## Mauritanie, villes et secteur BTP

## 3.1 Profil environnemental



Carte administrative de la Mauritanie / Source : Atlas du sud-est mauritanien – Dynamiques rurales – GRDR / Carte retouchée

La Mauritanie appartient à l'espace saharo-sahélien et fait partie des grands pays du continent africain avec une superficie de 1.030.700 km<sup>2</sup>. Elle possède des frontières communes au Nord avec le Sahara Occidental (1.561 km) et avec l'Algérie (463 km), à l'Est et au Sud-Est avec le Mali (2.237 km) et au Sud avec le Sénégal (813 km). Elle constitue donc un point de passage entre l'Afrique du Nord et l'Afrique subsaharienne.

Le littoral Atlantique marque la limite ouest du pays sur 754 km et constitue un environnement physique exceptionnel regorgeant d'une biodiversité foisonnante. Le fleuve Sénégal, qui marque la frontière avec le Sénégal, est le seul cours d'eau permanent du pays.

L'est du pays abrite les zones de pâturages. Le sud constitue la zone agricole grâce aux alluvions du fleuve Sénégal. On y trouve l'essentiel des cultures pluviales et les cultures de décrue. Dans une moindre mesure, l'agriculture est aussi pratiquée dans les oasis, en particulier autour des villes d'Atar, de Tidjikja, de Tichit et de Kiffa.

La majorité du territoire est occupée par le désert du Sahara, avec des plaines et des reliefs peu accidentés, sinon quelques regs (roches). Mais on trouve au Nord de hauts plateaux avec le mont Kedia d'Idjil qui culmine à 915 m et dans le centre, la cuvette Hodh qui est bordée au sud-est par des plateaux gréseux (Adrar, Tagant). Le climat est globalement désertique, très chaud et très sec, même si les températures sont relativement tempérées sur le littoral. La vallée du fleuve est la plus humide du pays, avec des précipitations annuelles variant entre 200 et 500 mm.

En 2016, l'Index de Performance Environnementale (EPI) classe la Mauritanie au 160ème rang sur 178 pays référencés<sup>3</sup>. Cette faible performance est en grande partie due à des phénomènes climatiques accentués de façon anthropique – sécheresse quasi-chronique, déficits pluviométriques, dégradation accentuée du couvert végétal, déforestation, ensablement, érosion côtière – qui, en quelques décennies, ont entraîné de profonds bouleversements dans les modes d'occupation du territoire et la paupérisation des couches les plus vulnérables de sa population.

### 3.2 Profil socio-économique

La Mauritanie est une société pluriethnique formée de communautés d'arabo-berbères dits « Maures blancs » (Baydan), d'anciens esclaves d'origine négro-africaine dits « Maures noirs » (Haratin) et de noirs africains (Peuls, Soninkés, Wolofs, Bambaras). En 2013, le pays comptait une population de 3.537.368 habitants<sup>4</sup> caractérisée par son jeune âge (57,1 % de moins de 20 ans) et répartie de façon pratiquement homogène entre hommes (49,2 %) et femmes (50,8 %) et entre urbains (49 %) et ruraux (51 %).

En 2014, avec un Indice de Développement Humain (IDH) de 0,487 plaçant le pays au 161<sup>ème</sup> rang sur 187<sup>5</sup>, 31 % des mauritaniens vivaient encore en dessous du seuil de pauvreté et 16,6 % en dessous du seuil d'extrême pauvreté<sup>6</sup>.

L'économie de la Mauritanie est une économie de marché depuis une trentaine d'années<sup>7</sup>. En 2015, son PIB a été de 1.539,1 milliards d'Ouguiyas et marqué par une croissance de 2 % (contre 6,4 % en 2014). Le secteur primaire (agriculture, élevage et pêche) a participé au PIB à hauteur de 29,3 %, le secteur secondaire (activités extractives, industries manufacturières et BTP) à hauteur de 22,9 % et le secteur tertiaire (transport et télécommunications, commerce et autres services) à hauteur de 45,7 %<sup>8</sup>.

Le secteur de l'emploi est confronté à l'accroissement rapide de la population en âge de travailler, à l'inadaptation du système de formation et à la faible capacité des secteurs productifs à offrir des opportunités d'emploi. En 2014, le chômage concernait 12,9 % de la population active et touchait surtout les jeunes. S'ajoute au groupe des chômeurs une part probablement importante du groupe des jeunes âgés de 14 à 35 ans qui ne sont ni occupés ni à l'école (personnes n'ayant jamais travaillé et femmes au foyer) et qui sont comptabilisés parmi la population inactive

3. Global Metrics for the Environment - Environmental Performance Index – 2016 report. Cet indice mondial est édité annuellement par l'université de Yale afin d'évaluer, comparer et améliorer l'efficacité des politiques environnementales.

4. Office National de la Statistique 2013. Toujours selon l'ONS, la population mauritanienne comptait 1.859.970 personnes en 1988. Elle a donc doublé en 15 ans.

5. Rapport Mondial sur le Développement Humain de 2014, Nations Unies

6. Profil de la pauvreté en Mauritanie – 2014. Office National de la Statistique.

7. Les premières réformes de libéralisation datent de 1985.

8. Banque Centrale de Mauritanie – Rapport annuel de 2015.

(30,4 % de la population inactive)<sup>9</sup>. Dans le secteur de la construction, les opportunités d'emploi existent mais il est notoire qu'elles bénéficient surtout à une main d'œuvre étrangère constituée essentiellement de sénégalais et de maliens.

### 3.3 Brève analyse historique de la ville mauritanienne

#### 3.3.1 La période précoloniale

L'espace saharo-sahélien de la Mauritanie précoloniale abritait deux grandes organisations humaines : les communautés sédentaires et nomades arabo-berbères du Sahara et les communautés sédentaires et nomades négro-africaines du Sahel.

Durant cette période, les seules villes érigées sur l'ensemble du territoire de l'actuelle Mauritanie, le seront dans la vaste zone saharienne. Connues sous le nom de ksour, ces cités caravanières jalonnaient la piste des échanges commerciaux à longue distance et formaient un vaste réseau régional qui commença à se dessiner dès le X<sup>ème</sup> siècle. Les cités de Tombouctou et de Gao furent fondées au Nord de l'actuel Mali ; la cité de Dirkou au Nord de l'actuel Niger. Au cœur de l'actuelle Mauritanie, les cités de Ouadane et de Tichitt furent fondées au XII<sup>ème</sup> siècle, puis Chinguitti et Tidjikja respectivement aux XVI<sup>ème</sup> et XVII<sup>ème</sup> siècles.

*« À l'apogée de leur gloire, entre le XV<sup>ème</sup> et le XVIII<sup>ème</sup> siècle, ces cités du désert ont été les plaques tournantes du commerce transsaharien, en particulier celui de l'or et du sel. Elles furent également des foyers culturels et religieux d'un immense rayonnement grâce à leurs mahadras, à leurs célèbres bibliothèques et à leurs éminents érudits. En témoignent encore une splendide architecture en osmose avec son contexte et des mosquées aux minarets intemporels<sup>10</sup>. »*

À partir du XIX<sup>ème</sup> siècle, les ksour commencèrent à décliner sous l'effet conjugué de l'insécurité des routes caravanières et de nouveaux axes commerciaux liés à la pénétration coloniale.

Le Fouta Tooro était la principale organisation humaine sahélienne de l'actuelle Mauritanie. Il va s'imposer de part et d'autre du fleuve Sénégal à partir du XVI<sup>ème</sup> siècle et sera caractérisé par un réseau de villages fortement attachés à la terre et de campements d'éleveurs. Son histoire est étroitement liée à celle du peuple Halpulaar'en qui regroupe les Toucouleurs sédentaires et les Peuls pasteurs.

#### 3.3.2 La période coloniale (1902-1960)

**Fait marquant :** Le gouvernement colonial n'érigera aucune ville capitale sur le territoire durant cette période, du fait notamment de l'influence de Saint-Louis du Sénégal qui sera désignée comme capitale de la colonie de Mauritanie.

9. Profil de la pauvreté en Mauritanie - 2014. Office National de la Statistique.

10. Mohammed Haïbetna Ould Sidi Haïba, Président du Comité d'orientation, Projet « Sauvegarde et valorisation du patrimoine culturel mauritanien – PSVPCM » (Gouvernement mauritanien, UNESCO, Banque Mondiale). Citation tirée du livre « Villes de mémoire, anciens ksour de Mauritanie »

« La colonisation va modifier profondément les structures urbaines précoloniales, d'abord par l'établissement de réseaux commerciaux, puis avec l'implantation de l'administration coloniale et des découpages territoriaux<sup>11</sup> ».

L'axe commercial Saint-Louis - Atar porte le nom de « route impériale » et permet le drainage du bétail. L'axe du fleuve Sénégal accueille les villes-escales liées au drainage des denrées agricoles, tout particulièrement de la gomme arabique : Kaédi, Bogué et Rosso sur la rive Nord ; Matam et Podor sur la rive Sud. Ces villes, sièges de l'autorité coloniale, sont décrites comme ayant une même physionomie : « Le quartier originel en retrait de la rive est doublé par un nouveau quartier qui se développe le long du débarcadère, là où s'installent les entrepôts des compagnies commerciales françaises<sup>12</sup>. »

Partout ailleurs, l'administration coloniale se limitera à tisser un réseau de garnisons, postes et autres fortins militaires : « Dans le reste du territoire, l'intervention urbaine de l'administration française se limite à la construction de garnisons militaires autour d'embryons urbains, à l'image d'Atar, ou la création d'avant-postes militaires comme Kiffa et Aleg. Quelques fortins sont également érigés tels celui de Nouakchott. Sur le site de ce vulgaire puits fréquenté épisodiquement par les nomades, Coppolani suggère d'implanter en 1903 un poste militaire, pour y placer l'un de ses hommes...<sup>13</sup>. »

### 3.3.3 La période contemporaine

Au moment de son accès à l'indépendance, la Mauritanie restait marquée par son très faible niveau d'urbanisation et le besoin d'une ville capitale à l'intérieure du territoire devint incontournable. La ville de Nouakchott va alors être pratiquement créée de toutes pièces, en lieu et place d'un modeste poste militaire, site choisi pour ses qualités stratégiques.

À compter de cette période, la Mauritanie va connaître un processus d'urbanisation très rapide qui s'avèrera très difficilement maîtrisable. La succession des années de sécheresse, et tout particulièrement celle de 1974, va décimer les troupeaux et accélérer tant l'éclatement des sociétés nomades, que l'arrivée massive de populations dans les centres urbains existants. Sur la période 1988-2013, la seule ville de Nouakchott voit sa population plus que doubler pour atteindre les 27 % de la population nationale, avec un taux de croissance annuel estimé à 4,4 %. En 2013, le taux d'urbanisation de la Mauritanie était estimé à 48,3 %<sup>14</sup>.

Cette urbanisation galopante « à comme conséquences majeures l'augmentation de la pression sur les infrastructures de base (santé, éducation, eau, assainissement, ...) et la hausse du niveau de chômage et de sous-emploi, le développement de l'habitat précaire périurbain, l'insécurité grandissante...<sup>15</sup> »

11. La Mauritanie. Muriel Devey, Éditions Karthala, 2005, p.253.

12. Nouakchott. Au carrefour de la Mauritanie et du monde. Armelle Choplin, Éditions Karthala et Prodig, 2009, p.52.

13. Ibidem, p.55.

14. Recensement général de la population et de l'habitat – 2013. Office National de la Statistique.

15. Rapport National sur le Développement Humain 2015. PNUD – République Islamique de Mauritanie



## 3.4 Aperçu sur le secteur du Bâtiment et des Travaux Publics (BTP) mauritanien

### 3.4.1 Les principaux indicateurs du secteur BTP

Le secteur du BTP a connu une évolution comparable à celle de l'urbanisation du pays. Après les réformes de libéralisation de l'économie intervenues dans les années 80, le secteur va connaître d'importantes transformations. « *Des agences d'exécution ont été créées avec comme objectif premier de favoriser l'émergence de PME dans le secteur et de libéraliser le marché des travaux publics. Ce mouvement de création d'entreprises dans le secteur du BTP a été renforcé par les apports de financement et l'assouplissement des formalités administratives*<sup>16</sup> ».

Sur la seule période 2010-2014, le PIB du secteur BTP est passé d'environ 70 milliards à plus de 162 milliards d'Ouguiyas<sup>17</sup>, pour atteindre une croissance de 39,7 % en 2014<sup>18</sup>. Cette croissance a été nourrie par un ensemble de grands projets comme celui du nouvel aéroport de Nouakchott. L'année 2015 a été caractérisée par un fort ralentissement (-15 %) du fait de l'arrivée à terme des dits projets<sup>19</sup>.

Selon les données recueillies par l'Office National des Statistiques (ONS) auprès de la Direction Générale des Douanes (DGD), les importations de matériaux de construction n'ont cessé d'augmenter au cours des 20 dernières années, représentant 5 % des importations totales en 1997, 14 % en 2004 et 22 % en 2012. En dehors des cimenteries, l'acteur majeur dans les matériaux de construction est la SNIM à travers ses filiales : fabrication de ronds à béton, plâtre pour le bâtiment à partir de gypse à Nouakchott.

Selon la plus récente étude sur le BTP mauritanien<sup>20</sup>, le secteur reste largement dominé par l'informel (82,5 %), suivi par les entreprises structurées (13,1 %) et les bureaux d'études et ateliers d'architecture (4,4 %). Les entreprises structurées, publiques ou privées, sont celles qui soumissionnent aux appels d'offres des travaux de constructions financés sur le budget d'investissement de l'Etat ou sur des ressources extérieures.

En terme d'emploi, toujours selon la même étude, le secteur employait environ 15.000 personnes en 2000 avec une dynamique de création d'emplois de l'ordre de 240 par an. Sur la base de cette projection, il était estimé que le secteur BTP employait environ 16.760 personnes en 2005 et il pourrait donc employer 19.640 personnes en 2017. Aucune donnée statistique fiable n'existe sur la part de main d'œuvre étrangère employée sur le secteur, mais elle est réputée importante et principalement constituée de sénégalais et de maliens.

### 3.4.2 La situation de l'habitat

L'Office National de la Statistique<sup>21</sup> classe l'habitat mauritanien en trois catégories :

- Les habitats précaires (tentes, cases/hutttes, baraques, M'bar) concernent 35,9 % des ménages.

16. Bernard Krief Consultants. Note sur le secteur BTP en Mauritanie présentée à la Conférence Régional sur l'Investissement Bâtiment et Travaux Publics Afrique de l'Ouest et Centrale. 2006.

17. Bulletin trimestriel de la Banque Centrale de Mauritanie - 3<sup>ème</sup> trimestre 2016.

18. Rapport 2015 de la Banque Centrale de Mauritanie.

19. Ibidem.

20. BTP et perspectives de croissance économique. Centre Mauritanien d'Analyses et de Politiques (CMAP), 2005.

21. Profil de la pauvreté en Mauritanie, ONS, 2014.

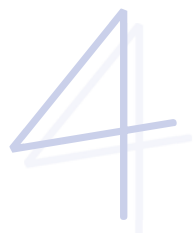
- Les habitats sédentaires ordinaires (maisons et pièces indépendantes, murs en ciment, toits en ciment ou en zinc, surface moyenne de 100 m<sup>2</sup>) concernent 62,1 % des ménages.
- Les habitats haut standing (villas, appartements et immeubles à étages) concernent 6,6 % des ménages.

Les habitats précaires sont plus fortement présents en milieu rural (hormis les M'bar), ceux de haut standing en milieu urbain (tout particulièrement sur Nouakchott et Nouadhibou). Les habitats sédentaires ordinaires se répartiraient de façon sensiblement équivalente entre ville et campagne.

Concernant le statut d'occupation du logement, les ménages propriétaires de leurs logements prédominent (79,5 %). Les locataires occupent le second rang (11,7 %). Viennent ensuite les ménages logés gratuitement (4,6 %) et enfin les ménages en situation d'appropriation de logement (3,7 %).

**Enfin, l'étude statistique a montré :**

- Que 34,6 % des ménages n'ont pas accès à l'eau potable avec une très grande majorité de ruraux, et que seuls 22,3 % disposent d'un robinet dans leur logement.
- Que 76,9 % des ménages urbains s'éclairent à l'électricité, alors que 77,7 % des ménages ruraux utilisent la lampe torche.
- Que 57,7 % des ménages ruraux ne disposent pas de toilettes, contre 11,6 % des ménages urbains.



## Les principaux enjeux du secteur du bâtiment Mauritanien

Le secteur du bâtiment est, partout, un secteur stratégique transversal. Véritable pilier économique au niveau mondial, il est porteur d'emploi et d'acquis patrimoniaux, il reflète les cultures et les identités, tout en étant intrinsèquement lié aux questions de bien-être, de confort, de salubrité et d'espérance de vie. Les services de base (logement, santé et éducation) et la plupart des autres secteurs (agriculture, élevage, pêche, artisanat, industrie, etc.) dépendent directement des infrastructures physiques qui les abritent.

En Mauritanie, le secteur du bâtiment est confronté à d'importants défis. Les villes sont très jeunes et ont grandi trop vite. Elles sont marquées par des bâtiments inadaptés aux conditions climatiques et par une part importante de quartiers et de logements précaires. Les écosystèmes sont par ailleurs fragilisés, les campagnes se vident progressivement et sont elles aussi marquées par d'importants problèmes de logement. Les changements climatiques accentuent encore ces phénomènes et de larges couches de la population sont enfermées dans une précarité parfois extrême.

### 4.1 Les changements climatiques

Les changements climatiques sont officiellement reconnus par l'État mauritanien comme un véritable problème de développement<sup>22</sup>. Leurs principaux effets constatés sont l'accroissement de l'aridité, la baisse et l'irrégularité de la pluviométrie, les inondations, les fluctuations de températures et la montée du niveau de la mer. Combinés à l'action de l'homme, ils ont conduit par exemple « à la diminution ou la disparition de la faune et de la flore en plusieurs endroits [...] sous la pression des braconniers et de la demande des populations en bois et charbon de bois, en matériaux de construction et pour les clôtures contre les animaux en divagation<sup>23</sup>. »

22. L'État mauritanien est signataire, entre autres conventions internationales, de la Convention Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques et de l'Accord de Paris (COP21. 2016). Elle élabore depuis 15 ans des communications nationales sur les changements climatiques qui sont partagés avec la communauté internationale

23. Rapport National sur le Développement Humain 2015. PNUD – République Islamique de Mauritanie

## 60 ans de constructions inadaptées aux conditions climatiques de la Mauritanie

Au niveau mondial, le secteur du bâtiment compte parmi les premiers contributeurs aux changements climatiques<sup>24</sup> et se place ainsi au cœur des enjeux environnementaux actuels. En Mauritanie, comme partout en Afrique, l'immense majorité des bâtiments de styles récents (par opposition aux styles traditionnels) réalisés au cours des 60 dernières années n'ont pas su s'adapter aux conditions environnementales et climatiques locales. Directement inspirés de modèles occidentaux, tant en termes de matériaux utilisés que de systèmes constructifs et d'organisations spatiales, ces bâtiments se sont souvent posés en rupture avec les savoirs et pratiques vernaculaires et n'ont pas permis de réponses adaptées et durables.



24. « La conception et l'utilisation de l'environnement bâti est une question fondamentale pour l'atténuation du changement climatique car, dans la plupart des pays, le secteur du bâtiment consomme environ un tiers de l'énergie finale employée et une part encore plus grande d'électricité », Rapport Mondial 2011 sur les établissements humains – Les villes et le changement climatique : orientations générales – Programme des Nations Unies pour le développement des établissements humains.

Bien au contraire, « Ces modes de construction mal adaptés ont entraîné une dégradation des conditions de vie des populations dans les périodes chaudes, encore aggravées du fait du changement climatique. S'amorce, par voie de conséquence, une tendance au développement de la climatisation, notamment dans le tertiaire public pour parer à la mauvaise qualité de conception<sup>25</sup> ».

Cette réalité appelle un profond changement des modes de construction. Il s'avère urgent de promouvoir de nouveaux modèles d'habitat durable qui permettront tant d'atténuer les effets des changements climatiques (réduction de la consommation d'énergie et de l'émission des gaz à effet de serre) que de s'y adapter (amélioration du confort d'usage).



*Nouakchott vers le marché Capitale / Source : En Haut*

25. Étude préliminaire d'adaptation aux changements climatiques en Afrique – Bâtiments. Contribution au projet négociation climat pour toute l'Afrique réussie (NECTAR). Étude réalisée par le GRET pour l'Organisation Internationale de la Francophonie, avec l'appui du PNUE. 2009.

26. En Haut est une société basée à Nouakchott qui utilise la technique de la photographie aérienne par cerf-volant dans le cadre de ses activités. [www.enhaut.org](http://www.enhaut.org)

## Les populations vulnérables n'ont que peu de capacités d'adaptation et de résilience face aux effets des changements climatiques

La promotion de solutions de logement et d'infrastructures durables, non pas seulement mais tout particulièrement à destination des populations vulnérables, s'avère d'autant plus importante que les capacités d'adaptation et de résilience de ces populations sont extrêmement limitées, alors même qu'elles ne portent qu'une part marginale des responsabilités de ces évolutions climatiques<sup>27</sup>.

« Cette croissance (urbaine) a principalement lieu dans les pays en développement et s'articule essentiellement autour de quartiers informels et de bidonvilles. Par conséquent, les zones urbaines qui se développent le plus vite sont précisément les zones les moins armées pour faire face au changement climatique. Ces régions sont par ailleurs souvent extrêmement fragilisées en termes de gouvernance, d'infrastructures et de justice sociale et économique<sup>28</sup>. »

### 4.2 La fragilisation des écosystèmes et la dégradation des habitats traditionnels

**Les écosystèmes sont fragilisés par la sécheresse et l'action des hommes.**

En Mauritanie comme sur l'ensemble de la bande sahélienne, l'environnement naturel, et notamment ses ressources ligneuses, ont été considérablement impactés ces dernières décennies sous l'action combinée de la sécheresse et de l'homme. Si la coupe du bois à des fins énergétiques est considérée comme la première responsable, le secteur du bâtiment porte lui aussi une part non négligeable de responsabilité.

Sur la seule vallée du fleuve Sénégal, ce problème est connu depuis longtemps. En 1984 l'Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (OMVS) rapporte que « *Les problèmes relatifs à l'habitat, dans la vallée du fleuve, sont ainsi polarisés sur (a) l'accès aux matériaux importés, et en premier lieu leur coût (b) et le recul sensible des matériaux végétaux utilisés dans les constructions traditionnelles. La sécheresse réduit considérablement les superficies des vétiveraies, *Vetiveria nigritan* Semba qui fournissent la matière première des huttes peules, des *Sporobulus robustus* qui sont les éléments de couverture des toits, des auvents et des panneaux végétaux utilisés par les sédentarisés. Le bois même se raréfie, consécutivement non seulement à la sécheresse et aux feux de brousse, mais surtout à cause de son utilisation à des fins énergétiques (bois de chauffe, charbon de bois, alimentation principale des caprins, supplément alimentaire des bovins<sup>29</sup>.* »

27. « Les pays en voie de développement sont ceux qui génèrent le moins d'émission de CO<sub>2</sub> par an et par habitant, et tout particulièrement l'Afrique avec +/- 1 tonne/hab/an contre +/- 9 en Europe et +/- 20 aux États Unis. », Graphique p.15 (p. 8 version en anglais) du Rapport Mondial 2011 sur les établissements humains – Les villes et le changement climatique : orientations générales – Programme des Nations Unies pour le développement des établissements humains (émissions de CO<sub>2</sub> liées à la combustion de combustibles fossiles et à la fabrication de ciment. Hors émissions de gaz à effets de serre propres aux process industriels, à l'agriculture, au traitement des déchets, hors utilisation et changement d'affectation des terres et foreries).

28. Rapport Mondial 2011 sur les établissements humains – Les villes et le changement climatique : orientations générales – Programme des Nations Unies pour le développement des établissements humains.

29. Étude socio-économique du bassin du fleuve Sénégal. Partie B – Le milieu rural traditionnel, p.BV-8. Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (OMVS), 1984.

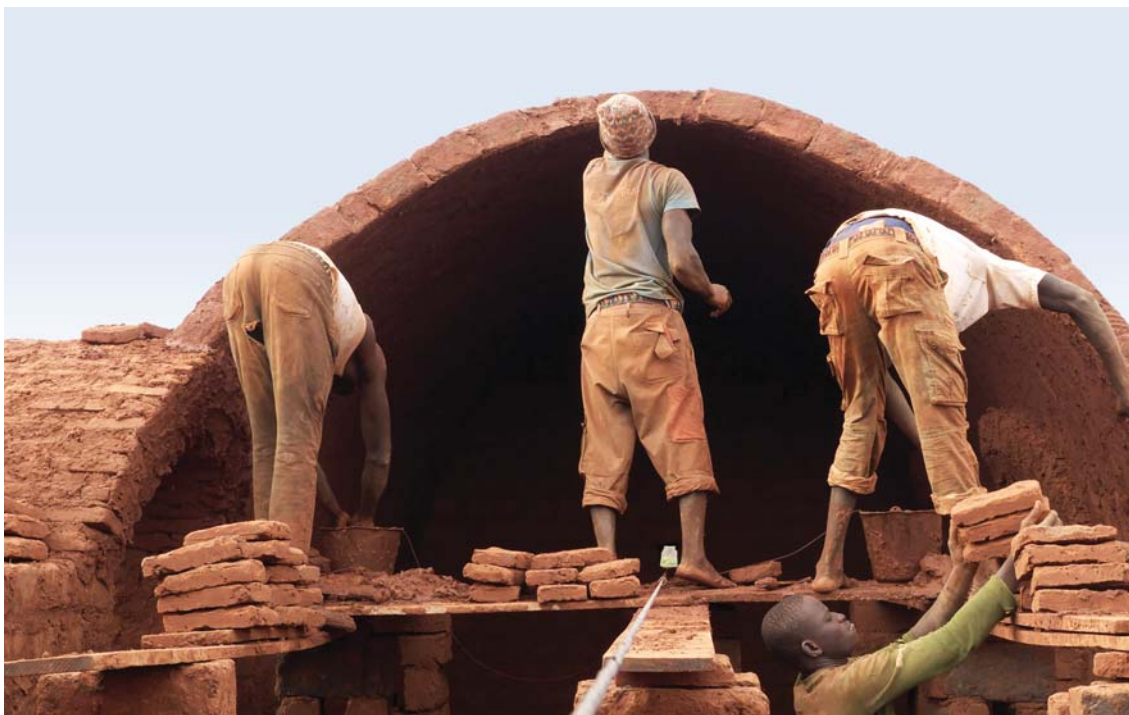
## Les habitats perdent leurs qualités sous l'effet combiné de la disparition des ressources ligneuses et de l'inadéquation (cherté, mauvaises performances thermiques et environnementales) des matériaux industriels importés

Si la raréfaction des ressources ligneuses affecte particulièrement la vallée du fleuve Sénégal, elle affecte aussi les autres régions de Mauritanie, partout où les solutions constructives vernaculaires reposaient pour tout ou partie sur ces ressources. C'est principalement pour cette raison que les systèmes de couvertures traditionnels sont de moins en moins possibles en milieu rural et qu'un nombre croissant de toitures est actuellement réalisé en tôles importées, peu coûteuses (généralement de mauvaise qualité et donc peu résistantes). Ce phénomène impacte donc directement la qualité des habitations, notamment sur le plan du confort et les ménages subissent beaucoup plus durement les conditions climatiques : fortes chaleurs, froid, pluies et vents.



*Bâtiment en terre recouvert de tôle importée – Village de Daffort - Guidimakha / Source : Mathieu Hardy*

La recherche et l'identification de systèmes de couvertures adaptés et durables est donc un important défi pour l'ensemble des habitats populaires des milieux sahéliens. C'est le plus souvent en réponse à cette problématique que des systèmes constructifs utilisant des arcs, des voûtes et des coupôles réalisés en terre ont été introduits en Afrique Sahélienne dès la fin des années 70 et sont depuis de plus en plus couramment utilisés. Ils permettent des solutions de couverture ne nécessitant aucunes ressources ligneuses, ni matériaux industriels importés.



Voûte nubienne en cours de construction – Sénégal / Source : Mathieu Hardy

### 4.3 La précarisation des logements<sup>30</sup>

#### Un ménage mauritanien sur trois habite un logement précaire

Actuellement en Mauritanie plus d'un ménage sur trois vit dans des logements précaires, milieux urbains et ruraux confondus<sup>31</sup>. Cela représente des centaines de milliers de personnes. Ce phénomène résulte des effets combinés de la forte croissance démographique<sup>32</sup>, de l'urbanisation galopante<sup>33</sup>, de la pauvreté perdurant<sup>34</sup> et de la fragilisation des écosystèmes.

30. L'Afrique subsaharienne compterait 199,5 millions de personnes vivant dans des bidonvilles : <http://fr.unhabitat.org/urban-themes/logement-et-amelioration-des-bidonvilles/>

31. Profil de la pauvreté en Mauritanie (ONS, 2014).

32. La population mauritanienne a doublé sur la période 1988-2013, passant de 1.859.970 à 3.537.368 habitants (Recensement ONS, 2013). Plus largement au Sahel, la croissance démographique est estimée à environ x2,5 d'ici 2050 (World Population Prospects, The 2012 Revision, United Nations, 2013).

33. En 2013 (recensement ONS), le taux d'urbanisation de la Mauritanie était estimé à 48,3% et la seule ville de Nouakchott abritait les 27% de la population nationale, soit environ 955.000 personnes, avec un taux de croissance annuel de 4,4%. En 1958, Nouakchott comptait dans les 600 habitants.

34. En 2014 encore 31% de la population mauritanienne vivait en dessous du seuil de pauvreté, cette précarité touchant majoritairement les populations rurales et plus spécifiquement celles des wilayas du Guidimakha, du Tagant, de l'Assaba et du Brakna. L'extrême pauvreté concernait quant à elle encore 16,6% de la population, également principalement en milieu rural, la wilaya du Guidimakha restant la plus touchée.





*Nouakchott – secteur 18 – Dar Naim. Vue d'un quartier précaire spontané / Source : En Haut*

Pourtant, selon l'ONU-Habitat, « Le logement est l'une des conditions sociales de base qui déterminent la qualité de vie et le bien-être des personnes et des lieux. La localisation des maisons, leur conception et construction, leur insertion au tissu environnemental, social, culturel et économique des communautés sont des facteurs qui, d'une manière très réelle, influencent la vie quotidienne des gens, leur santé et leur bien-être et qui, compte tenu de la longue vie des logements comme des structures physiques, affectent à la fois les générations actuelles et futures. Le logement est donc essentiel au développement durable<sup>35</sup>. »

Permettre l'accès à des logements décents et durables pour tous les ménages compte donc parmi les premiers défis que l'État mauritanien est appelé à relever.

#### 4.4 Le recul des savoir-faire constructifs et la faiblesse du système de formation

### Les nouveaux systèmes constructifs sont inadaptés au contexte de la Mauritanie et mal maîtrisés

En Mauritanie, les savoir-faire constructifs sont marqués par l'évolution des pratiques séculaires vers de nouvelles pratiques généralement inadaptées, mal maîtrisées et induites par les récents

35. Sustainable housing for sustainable cities : a policy framework for developing countries, UN-Habitat, 2012

bouleversements environnementaux, sociaux et économiques qui touchent l'ensemble de la société : sécheresses chroniques, disparition des ressources ligneuses traditionnellement utilisées pour les toitures, exode rural et urbanisation galopante, croissance démographique, nouveaux matériaux inadaptés et inaccessibles au plus grand nombre.

## **L'offre de la Formation Technique Professionnelle publique est structurellement et qualitativement insuffisante**

En corolaire de ce problème, l'offre de la Formation Technique Professionnelle (FTP) reste peu développée et l'ensemble des domaines de spécialisation (dont le domaine du BTP) est confronté à de fortes contraintes : manque de structures d'accueil et d'équipements, manque d'effectifs, qualité de la formation peu adaptée, difficultés à prendre en compte les économies rurales et le secteur informel, etc<sup>36</sup>...

Dans ce contexte, les bonnes pratiques constructives ont tendance à reculer et la qualité des constructions est souvent mise à mal. Le renforcement structurel de l'ensemble du système de formation professionnelle aux métiers du bâtiment et l'adaptation des pédagogies employées aux spécificités locales s'avèrent donc hautement stratégiques.

Pour répondre à ces enjeux, le gouvernement mauritanien a notamment procédé à l'ouverture d'une filière « pierre taillée » dans les centres de formation d'Atar, d'Aïoun, de Néma et de Nouakchott. Cette offre intervient dans le cadre d'un vaste Programme de Promotion de la Pierre Taillée aux côtés d'activités à Haute Intensité de Main d'Œuvre (HIMO) et d'appui à l'émergence de PME et de GIE spécialisés qui contribuent, ensemble, à la création d'emplois.

# 5

## Concepts et principes directeurs pour une réforme du secteur du bâtiment en Mauritanie : vers la durabilité

L'atténuation des changements climatiques et l'adaptation à ses effets, la promotion de logements décents et durables pour tous et la préservation des écosystèmes sont parmi les plus urgents défis auxquels le secteur du bâtiment mauritanien est confronté. Pour les relever, des réformes du secteur s'imposent et il est nécessaire d'identifier et d'adopter des lignes stratégiques. Cette quatrième partie porte sur les concepts et principes directeurs susceptibles d'orienter et de construire les politiques publiques et les programmes mauritaniens de demain en matière d'habitat.

### 5.1 Le Développement Durable : orientation universelle commune à toutes les activités humaines

L'expression « *développement durable* » apparaît officiellement en 1987 dans le rapport *Our common future*<sup>37</sup> de la Commission des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement. C'est de ce rapport qu'est extraite la définition universellement reconnue aujourd'hui : « *Un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs.* » Le concept de développement durable interagit aujourd'hui avec tous les secteurs de l'activité humaine.

### **Le secteur du bâtiment se place au cœur des enjeux du développement durable.**

En 2016, la Mauritanie, 173 autres pays et l'Union Européenne ont marqué un très fort engagement pour le développement durable en ratifiant l'Accord de Paris sur le climat<sup>38</sup> : « *Le présent Accord, en contribuant à la mise en œuvre de la Convention (Convention-cadre des Nations Unies sur les*

37. Rapport Brundtland, Our Common Future, 1987

38. Accord de Paris : [https://unfccc.int/files/meetings/paris\\_nov\\_2015/application/pdf/paris\\_agreement\\_french\\_.pdf](https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_french_.pdf)

changements climatiques), notamment de son objectif, vise à renforcer la riposte mondiale à la menace des changements climatiques, dans le contexte du développement durable et de la lutte contre la pauvreté. » (Article 2).

Dans la continuité de cet accord historique, les pays ont adopté un nouveau programme de développement durable articulé autour de 17 objectifs à atteindre à l'horizon 2030<sup>39</sup>.



- |  |   |
|--|---|
| 1. Pas de pauvreté                         | 10. Inégalités réduites   |
| 2. Faim « zéro »                           | 11. Villes et communautés durables                                  |
| 3. Bonne santé et bien-être                | 12. Consommation et production responsable                          |
| 4. Éducation de qualité                    | 13. Mesures relatives à la lutte contre les changements climatiques |
| 5. Égalité entre les sexes                 | 14. Vie aquatique   |
| 6. Eau propre et assainissement            | 15. Vie terrestre   |
| 7. Énergie propre et d'un coût abordable   | 16. Paix, justice et institutions efficaces                         |
| 8. Travail décent et croissance économique | 17. Partenariats pour la réalisation des objectifs                  |
| 9. Industrie, innovation et infrastructure |   |

Le secteur du bâtiment peut directement participer de l'atteinte d'une part importante de ces objectifs :

- **Pas de pauvreté, travail décent et croissance économique** : le secteur du bâtiment est pourvoyeur d'emploi et donc vecteur de croissance économique et de réduction de la pauvreté.
- **Bonne santé et bien-être** : des bâtiments adaptés aux conditions climatiques et réalités sociales sont un moyen d'améliorer la santé des usagers et de garantir leur bien-être.
- **Industrie, innovation et infrastructures** : le secteur de l'industrie et les infrastructures dépendent directement des bâtiments qui les abritent.
- **Villes et communautés durables** : le secteur du bâtiment doit produire les infrastructures de base et les logements décents durables, tout en étant un des principaux vecteurs de réduction de la pollution générée par les villes.
- **Mesures relatives à la lutte contre les changements climatiques** : le secteur du bâtiment, via la promotion de constructions durables, est un levier majeur d'atténuation des changements climatiques et d'adaptation à ses effets.

39. Consultation en ligne : <http://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/cities/>

## 5.2 Les principes du Développement Durable appliqués à l'architecture

Par définition, l'architecture est l'art de bâtir. Ses expressions sont extrêmement variables selon les époques, les milieux et les cultures qu'elles reflètent. L'humanité y est constamment et intrinsèquement liée.

### 5.2.1 Concept 1 : l'architecture durable

#### Un exemple d'architecture durable en milieu sahélien : le Concept Technique Voûte Nubienne



*Maison paysanne (Mali) et bâtiment de coopération haut standing (Sénégal) / Source : Mathieu Hardy*

Le Concept Technique Voûte Nubienne a été introduit en Afrique Sahélienne à la fin des années 90 par l'Association la Voute Nubienne (AVN) qui en fait la promotion à grande échelle<sup>40</sup>. Cette architecture est inspirée du système constructif antique de la voûte nubienne<sup>41</sup>. L'ensemble de sa structure est réalisé en terre crue (adobes), y compris la toiture qui est voutée et montée sans coffrage. Le recours aux matériaux industriels, comme le ciment, est réduit à son strict minimum, pour certains travaux de second-œuvre et de finition.

40. « Architecture écologique ou architecture durable », Encyclopaedia Universalis. Dominique Gauzin-Müller c'est vu remettre en 2007 par l'Académie d'architecture (France) le Prix Dejean pour ses études et recherches sur l'application des principes du développement durable à l'architecture et à l'urbanisme.

41. La technique antique de la voûte nubienne est originaire de haute Égypte et du nord du Soudan. Voir les réalisations de l'architecte égyptien Hassan Fathy qui l'a redécouverte au début du XXe siècle et à influencer de nombreux architectes dans le monde.

Les principaux atouts du Concept Technique Voûte Nubienne résident tant dans son excellente performance environnementale que dans son potentiel de transversalité socio-économique : habitat populaire produit dans des économies paysannes et informelles, habitat social en périphérie des villes, infrastructures de base, habitat haut standing en ville, etc.

« *Le Sahel est une région sous pression extrême des changements climatiques, des conflits et de la pauvreté. Les Voûtes Nubiennes offrent aux populations une meilleure façon de vivre dans cette région fragile, pour un coût modeste et quasiment aucun impact environnemental.* » David Ireland, Directeur BSHF, Fondateur et Coordinateur du World Habitat Awards (dont AVN est lauréat en 2016-2017).

Le concept d'architecture durable s'apparente à ceux d'architecture écologique, d'écoconstruction ou encore d'architecture bioclimatique. Cette étude retient le terme « durable » car il permet de marquer une continuité avec le concept de développement durable qui est aujourd'hui adopté par l'ensemble de la communauté internationale.

Toute architecture repose sur des notions fondamentales de fonctions, de matériaux et de techniques : les usages auxquels elle doit répondre ; les ressources et les savoir-faire auxquels elle fait appel. La démarche de l'architecture durable intègre ces notions et renvoi donc plus spécifiquement à la prise en compte des enjeux environnementaux et climatiques de notre époque. Elle consiste à considérer que les changements de modes de vie qu'ils imposent, passent notamment par le développement d'architectures qui répondent à cette nouvelle problématique.

Partant de cette orientation générale, les architectures peuvent être dites durables lorsqu'elles intègrent un certain nombre de critères, communément admis, qui convergent tous vers la réduction de l'impact environnemental et l'optimisation des conditions d'utilisation des bâtiments : gestion durable des matières premières, économies d'énergies, confort, santé et bien-être, durée de vie, recyclabilité, etc. De l'application de ces critères dépend le niveau de performance environnementale des architectures. Des méthodes et outils permettent aujourd'hui de la mesurer en observant le cycle de vie complet du bâtiment.

La démarche de l'architecture durable consiste aussi généralement à porter un regard attentif aux architectures traditionnelles. Plutôt que de s'inscrire en rupture avec le passé, les cultures, les identités et les ressources locales, il s'agit donc au contraire de valoriser les siècles d'études empiriques des milieux, de développement de savoir-faire et de modes d'habiter. Dominique Gauzin-Müller explique à ce sujet que les architectures traditionnelles sont « *la manifestation d'un savoir-faire séculaire transmis et amélioré de génération en génération. Cette architecture, dite vernaculaire, est une science du concret. Il convient de méditer son enseignement, de le perpétuer, mais aussi de l'enrichir et de le prolonger*<sup>42</sup>. »

Le Concept Technique Voûte Nubienne a été introduit en Afrique Sahélienne à la fin des années 90 par l'Association la Voûte Nubienne (AVN) qui en fait la promotion à grande échelle. Cette architecture est inspirée du système constructif antique de la voûte nubienne. L'ensemble de sa structure est réalisé en terre crue (adobes), y compris la toiture qui est voutée et montée sans coffrage. Le recours aux matériaux industriels comme le ciment est réduit à son strict minimum, pour certains travaux de second-œuvre et de finition.

42. Selon le rapport d'activité 2015-2016, le programme a permis sur 16 ans la réalisation de 2.000 chantiers (79.000m<sup>2</sup>) répartis dans 830 localités de la zone soudano-sahélienne, la formation de 635 apprentis, maçons et entrepreneurs actifs, l'économie de 65.000 tonnes de CO<sub>2</sub> (économie potentielle), au bénéfice de 25.000 utilisateurs directs. La croissance annuelle moyenne du nombre de chantiers a été de 32% sur les 10 dernières années.

Les principaux atouts du Concept Technique Voûte Nubienne résident tant dans son excellente performance environnementale que dans son potentiel de transversalité socio-économique : habitat populaire produit dans des économies paysannes et informelles, habitat social en périphérie des villes, infrastructures de base, habitat haut standing en ville, etc.

« *Le Sahel est une région sous pression extrême des changements climatiques, des conflits et de la pauvreté. Les Voûtes Nubiennes offrent aux populations une meilleure façon de vivre dans cette région fragile, pour un coût modeste et quasiment aucun impact environnemental.* » David Ireland, Directeur BSHF, Fondateur et Coordinateur du World Habitat Awards (dont AVN est lauréat en 2016-2017).

### 5.2.1.1 La contextualisation

La démarche de l'architecture durable est intrinsèquement liée à l'étude attentive des milieux. Elle invite à appréhender chaque contexte spécifique, dans toutes ses composantes et selon une approche généralement pluridisciplinaire :

- **Étude du contexte environnemental (climatique, géologique, etc.)** : elle permettra notamment d'identifier les matériaux disponibles et ceux qu'il est ou non pertinent d'utiliser, les contraintes climatiques, les particularités géographiques, etc.
- **Étude du contexte architectural** : elle permettra notamment d'identifier et de comprendre les pratiques constructives locales, vernaculaires comme contemporaines, etc.
- **Étude du contexte socio-culturel** : elle permettra notamment d'identifier les attentes et les besoins des acteurs, les profils socio-culturels, les éventuels actions d'information et de sensibilisation à prévoir, etc.
- **Étude du contexte socio-économique** : elle permettra notamment d'identifier les profils socio-économiques, les moyens et capacités des cibles, les réalités des marchés au sein desquels les projets vont s'inscrire, etc.

La prise en compte de ces facteurs doit permettre de proposer des solutions constructives durables, adaptées à chaque situation, largement appropriables et génératrices d'impacts significatifs sur le secteur :

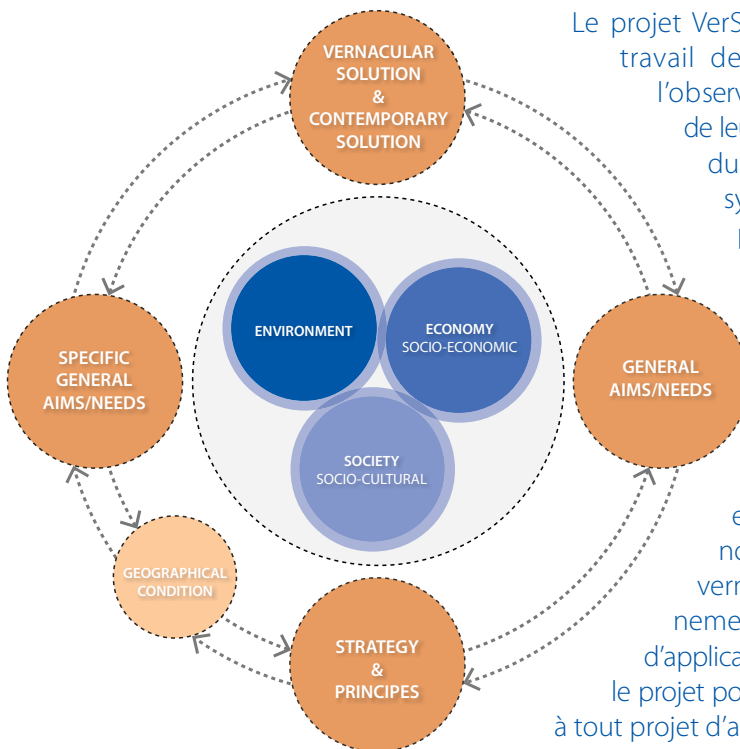
- **Les impacts environnementaux** : atténuation des effets des changements climatiques en favorisant les matériaux durables et les circuits courts (et donc en réduisant l'emploi de matériaux importés), et en privilégiant des systèmes constructifs réduisant les besoins énergétiques ; préservation des ressources locales par leur valorisation et leur bonne gestion ; etc.
- **Les impacts architecturaux** : préservation et valorisation patrimoniale ; protection des paysages ; valorisation des savoir-faire locaux ; émergence de nouvelles architectures durables ; etc.
- **Les impacts socio-culturels** : contribution à l'amélioration des conditions de vie et au bien-être des populations (adaptation aux effets des changements climatiques) ; renforcement des liens sociaux ; valorisation et renforcement des patrimoines culturels ; etc.
- **Les impacts socio-économiques** : renforcement des économies locales ; création d'emplois locaux « durables » ; etc.

Une multitude de réponses architecturales est susceptible de naître de cette démarche « projectuelle », tenant compte de la multitude de contextes susceptibles de les « nourrir » et de les accueillir. Ainsi, dans tel milieu la terre pourra être privilégiée et sera employée crue et en maçonnerie porteuse, dans tel autre milieu ce sera la pierre employée en système de couverture et dans tel autre ce sera le bois employé en système d'ossature.



Deux exemples d'architecture durable très opposées : bâtiment en terre crue porteuse avec dalles béton réalisé à Dakar au Sénégal et bâtiment à ossature bois réalisé à Vitry en France / Sources : ELEMENTERRE (Sénégal) – CNDB (France).

### Un exemple de démarche de contextualisation : le projet VerSus <sup>43</sup>



Le projet VerSus (2007-2013) a consisté en un travail de recherche intensif partant de l'observation des savoirs vernaculaires et de leurs contributions au développement durable. Les leçons apprises ont été systématisées en principes clés pouvant être intégrés aux processus de production des architectures durables contemporaines.

Dans sa démarche, VerSus a exploré et questionné de nombreux thèmes, notamment ceux d'architectures vernaculaire et durable, d'environnement et de résilience. Trois champs d'application supérieurs ont été retenus par le projet pour servir de « caisse de résonance » à tout projet d'architecture durable :

43. VerSus – Heritage for tomorrow – Vernacular knowledge for Sustainable Architecture / Edited by Mariana Correia, Letizia Dipasquale, Saverio Mecca. Firenze University Press 2014. Projet supporté par The Culture Programme de l'Union Européenne / Consultable en ligne : [http://www.esg.pt/versus/versus\\_heritage\\_for\\_tomorrow.pdf](http://www.esg.pt/versus/versus_heritage_for_tomorrow.pdf)



### Le champ environnemental :

- Respecter le contexte environnemental et le paysage
- Tirer profit des ressources climatiques et naturelles, de façon responsable
- Réduire la pollution et les déchets
- Contribuer à la santé et au bien-être des personnes
- Atténuer les risques naturels (chaleur et froid extrêmes, pluies et vents, séismes, etc.)

### Le champ socio-culturel :

- Protéger les paysages et patrimoines culturels
- Transférer les cultures constructives
- Favoriser les solutions innovantes et créatives
- Reconnaître les valeurs intangibles
- Encourager la cohésion sociale

### Le champ socio-économique :

- Soutenir l'autonomie locale
- Promouvoir les activités locales
- Optimiser les efforts de construction dans le bâtiment
- Étendre la durée de vie des bâtiments
- Préserver les ressources naturelles

#### 5.2.1.2 Les situations de priorisation et d'adaptation

Le concept d'architecture durable a émergé dans des pays dits « développés », forts de cadres socio-politiques et économiques plutôt solides et donc potentiellement favorables au virage de la « durabilité » dans le bâtiment. Dans des sociétés présentant des cadres plus fragiles, la transition vers la durabilité est souvent beaucoup plus difficile et lente. Les problématiques touchant le secteur du bâtiment s'y trouvent accentuées et les situations de crises sont fréquentes : crise sécuritaire, catastrophe climatique, vulnérabilité socio-économique, absence de soutien politique, contraintes techniques, manque de qualifications, aprioris populaires, etc. Dans de telles situations, des arbitrages, des priorisations et donc des concessions peuvent s'avérer nécessaires, voir même indispensables, car sans eux les projets se retrouveraient bloqués.

Une approche pragmatique s'avèrera donc parfois nécessaire afin de répondre aux besoins, souvent urgents, tout en progressant vers la durabilité recherchée. De pratiques inadéquates, il sera possible d'évoluer vers des pratiques moyennement satisfaisantes pour finalement parvenir à des pratiques vraiment durables. Ici, les pratiques moyennement satisfaisantes auront le mérite d'être adaptées à une situation donnée et d'amorcer un changement.

Selon cette approche, il sera par exemple acceptable de recourir à des systèmes constructifs mixtes employant, non pas seulement des matériaux durables mais aussi des matériaux industriels importés à fort impact environnemental. On pourrait aussi être amené à composer avec des performances thermiques médiocres. La justification de ces choix viendra d'arbitrages honnêtes, issus de l'analyse de contextes particulièrement contraignants.



## 5.2.2 Concept 2 : les matériaux durables

### 5.2.2.1 Les matériaux locaux et les circuits courts

Il n'existe pas de définition officielle et réglementée pour le terme « matériaux locaux », mais il est possible de dire qu'il renvoie toujours aux notions de disponibilité locale et donc de proximité entre la source d'approvisionnement et le lieu d'utilisation. Partant de cette caractéristique territoriale, la notion de matériaux locaux est souvent mise en lien avec celle de circuits courts.

D'un point de vue historique, les circuits courts ont été des modes de distribution très répandus, tout particulièrement en périphérie des villes et dans le domaine agricole. Ils ont fortement régressé à l'ère industrielle avec le développement des transports et l'internationalisation des marchés. Mais en cette période de crise environnementale et climatique globale, les circuits courts sont remis à l'honneur dans de nombreux pays.

Dans le domaine de la construction, les circuits courts favorisent, entre autres, le recours aux matériaux et aux savoir-faire locaux, la diminution du nombre d'intermédiaires dans les cycles de distribution, le renforcement des économies locales, la réduction de l'empreinte carbone et donc de la pollution environnementale.

*« Le circuit court permet de mettre en évidence l'existence de petites filières et d'artisans locaux aux savoir-faire traditionnels présents sur un territoire. Le tout dans le but de redynamiser ou de conserver une économie locale au travers des rapports humains. Revitaliser les territoires ruraux, et ne pas voir disparaître les métiers artisanaux, c'est avant tout sensibiliser, informer, conseiller le grand public et les organismes professionnels sur l'existence des filières locales<sup>44</sup>. »*

## Intérêts des circuits courts



Source : Mathieu Hardy

44. « Développement des filières locales pour la construction durable ». Maisons Paysannes de France, association nationale de sauvegarde du patrimoine rural bâti et paysager.  
<http://maisons-paysannes.org/wp-content/uploads/2013/09/Developpement-filieres-locales-MPF.pdf>

Le simple fait qu'un matériau soit « local » ne suffit pas pour en faire un matériau durable. Effectivement, un matériau local pourra, dans un contexte donné, être une ressource fragile ou rare et de ce fait périssable. Par exemple, dans le cas de la Mauritanie et plus largement de l'Afrique Sahélienne, la plupart des ressources ligneuses (bois) constituent un patrimoine naturel extrêmement fragile qu'il convient de préserver.

Ainsi, dans le champ des matériaux de construction, pour parfaire une pratique « durable » il convient d'associer d'autres critères à celui de la disponibilité locale. C'est probablement pour cette raison que l'on retrouve généralement à côté du terme « matériaux locaux » les termes « éco-matériaux » et « matériaux biosourcés ».

### 5.2.2.2 Les éco-matériaux

Comme pour les matériaux locaux, il n'existe pas de définition officielle et réglementée du terme éco-matériau, mais le marché mondial de la construction référence de plus en plus de produits dits « éco-matériaux » couvrant de nombreux corps de métiers : bâti, couverture, isolation, menuiserie, faux plafonds, revêtements, peintures, etc.

Un matériau pourra généralement dit éco-matériau s'il répond positivement à tout ou partie des critères suivants :

- **Avoir un impact environnemental et énergétique faible ou neutre** : large disponibilité et gestion durable de la ressource, faible consommation d'énergie sur l'ensemble de son cycle de vie, etc.
- **Avoir de bonnes performances techniques** : durabilité dans le temps, fonctionnalité, comportement thermique, etc.
- **Participer de la santé et du confort des usagers** : produit sain, facilité de mise en œuvre, confort d'usage, etc.

### 5.2.2.3 Matériaux biosourcés

Les matériaux biosourcés sont, par définition, des matériaux issus de la biomasse d'origine végétale (bois, paille, typha, etc.) ou animale (laine de mouton par exemple). La gestion durable des bioressources est un des principaux critères de caractérisation des matériaux biosourcés. Dans le cas de la filière bois par exemple, le bois utilisé doit être issu de forêts gérées de façon durable et responsable (quotas de coupe et nouvelles plantations).

Cette filière est actuellement en pleine expansion en Europe, et notamment en France où les matériaux biosourcés sont officiellement considérés comme « un moyen de limiter l'empreinte environnementale du bâtiment, du fait de leur capacité à stocker le carbone atmosphérique, de leur renouvelabilité et de leur faible énergie grise. On relève aussi la création d'emplois non-délocalisables à forte valeur ajoutée, ainsi que l'effet de revitalisation des territoires par la valorisation des ressources et des savoir-faire locaux<sup>45</sup> ».

45. Structuration et développement des filières de matériaux de construction biosourcés – Plan d'actions n°2, avancées et perspectives. Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, Ministère du Logement et de l'Habitat Durable, France, 2016.

En Mauritanie, le typha (plante envahissante de type roseau) est une bioressource largement disponible. Il est actuellement exploité dans le cadre du développement d'une filière biocombustible et pourrait prochainement faire l'objet d'études pour une application dans le secteur du bâtiment<sup>46</sup>.

La terre et la pierre, bien que d'origine naturelle, ne sont pas des bioressources car elles ne sont pas issues de la biomasse. Elles forment des filières spécifiques généralement considérées comme ayant un fort potentiel de « durabilité », tout particulièrement la filière « terre crue » : « *la terre crue retrouve aujourd'hui toute sa pertinence pour l'habitat contemporain : proximité de la matière première, savoir-faire et réhabilitation, sobriété énergétique et confort intérieur, etc. [...] La filière terre crue se caractérise par une forte dynamique régionale, basée sur des enjeux locaux très affirmés (patrimoine, savoir-faire, diversification d'activités, valorisation culturelle<sup>47</sup>...* ». On retrouve donc souvent citées au même niveau les filières bioressources et les filières terre et pierre pour leur fort potentiel de durabilité.

#### 5.2.2.4 Les matériaux durables et l'industrialisation

Les matériaux durables sont souvent perçus comme des matériaux exclusivement traditionnels, produits et utilisés de façon artisanale. Cette idée reçue est erronée. De nombreux matériaux durables sont ou peuvent être produits selon des procédés industriels, que ce soit dans le cadre des filières bioressources ou des filières terre et pierre :

**Sur les filières bioressources :** panneaux préfabriqués, isolants, menuiseries, etc. Par exemple en France, l'entreprise Cavac Biomatériaux<sup>48</sup> propose, pour le bâtiment, des produits d'isolation à base de chanvre sur une filière industrialisée complète en circuit court : culture, défilage et nappage, conditionnement, puis livraison sur chantier.

**Sur la filière terre :** briques, tuiles et carreaux cuits, mais aussi Blocs de Terre Compressée (BTC), pisé, adobes, enduits prêts à l'emploi, etc. Par exemple en Autriche, l'entreprise Lehm Ton Erde<sup>49</sup> propose une méthode de préfabrication industrielle des murs en pisé. En usine, la terre extraite dans un rayon de 3 à 6 km est disposée dans un coffrage de 50m de longueur puis compactée par un pisoir mécanisé. Les murs décoffrés sont ensuite découpés et stockés pendant plusieurs semaines pour séchage, avant d'être utilisés sur les chantiers.

**Sur la filière pierre :** pierres de maçonnerie taillées et usinées, éléments de couverture (ardoises), etc. Par exemple en Mauritanie, la société Granites et Marbres de Mauritanie (GMM SA) est spécialisée dans l'exploration et l'exploitation de pierres ornementales. Son usine basée à Nouadhibou permet notamment de produire des carreaux. Les revêtements de sol en carreaux de granite de l'aéroport international Oumtounsi ont été produits dans cette usine.

46. Voir fiche matériau typha dans la 5<sup>ème</sup> partie de cette étude.

47. Communication du Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer sur le thème Bâtiment et ville durables. France, 2016.

48. <http://www.cavac-biomateriaux.com/>

49. <http://www.lehmtonerde.at/en/>

### 5.2.3 Concept 3 : l'outil Analyse du Cycle de Vie (ACV) et la performance environnementale des bâtiments

L'Analyse du Cycle de Vie « est l'outil de plus abouti en matière d'évaluation globale et multicritères des impacts environnementaux. Cette méthode normalisée permet de mesurer les effets quantifiables de produits ou de services sur l'environnement<sup>50</sup> ». Son développement a commencé dès 1994 et il est aujourd'hui normalisé à l'international (normes ISO 14040 à 14043). Les évaluations peuvent porter sur des biens, des services, ou des procédés et sont réalisées grâce à l'étude de flux physiques de matière et d'énergie associés aux activités humaines.

Dans le secteur du bâtiment, l'utilisation de l'ACV à l'échelle globale des édifices, est très récente et a principalement vocation à évaluer leur performance environnementale. Le cycle de vie complet du bâtiment étudié est décomposé en quatre phases – production, construction, utilisation et fin de vie – et quatre critères dits « contributeurs » sont observés : les produits de construction et équipements, les consommations et production d'énergie, la consommation et les rejets d'eau, le chantier.

Compte tenu de la « jeunesse » du procédé, de sa complexité et de la fragilité structurelle du secteur du bâtiment mauritanien, l'utilisation de l'outil ACV dans le contexte de la Mauritanie, semble pour le moment peu réaliste, sinon de façon exceptionnelle.

### 5.2.4 Concept 4 : la transition énergétique

Le concept de transition énergétique est né en Allemagne et en Autriche au tout début des années 80<sup>51</sup>. Dans le principe, il s'agit de supprimer la dépendance au pétrole et à l'atome (énergie nucléaire) et de permettre une démocratisation de l'approvisionnement en énergie. Les énergies renouvelables se placent au cœur de cette approche et le secteur du bâtiment est particulièrement concerné par le besoin de transition.

En France, une loi sur la transition énergétique a été adoptée en 2015<sup>52</sup>. Elle statue sur le fait que « *La majeure partie de l'énergie que nous consommons aujourd'hui est polluante, coûteuse et provient de ressources fossiles qui diminuent. La transition énergétique vise à préparer l'après-pétrole et à instaurer un nouveau modèle énergétique français, plus robuste et plus durable face aux enjeux d'approvisionnement en énergie, à l'évolution des prix, à l'épuisement des ressources et aux impératifs de la protection de l'environnement* ».

En Afrique et en Afrique subsaharienne tout particulièrement, les récents bouleversements des modes de vie<sup>53</sup> ont fait émerger de nouveaux besoins énergétiques, qui posent le cadre de ce nouvel enjeu qui appelle des réponses « durables ». Les besoins d'électrification classiques (éclairage, réfrigération, appareils ménagers divers, eau chaude sanitaire, etc.) sont prégnants, mais d'autres besoins plus spécifiques caractérisent les pays « en développement » et tout particulièrement

50. Communiqué en ligne de l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) : <http://www.ademe.fr/expertises/consommer-autrement/passer-a-l'action/dossier/lanalyse-cycle-vie/quest-lacv>

51. Congrès sur la transition énergétique, le retrait du nucléaire et la protection de l'environnement. Ministère de l'Environnement Allemand, 16 février 1980.

52. LOI n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte.

53. Induits par l'accroissement démographique, l'urbanisation galopante et la paupérisation, les bouleversements climatiques, etc.

« la nécessité de remplacer le bois de feu ou le charbon de bois comme mode de cuisson, à la fois pour éviter la surexploitation du couvert forestier, pour réduire la pollution de l'air intérieur et pour s'adapter à des modes de vie urbains<sup>54</sup> ».

## 5.3 Les principes du développement durable appliqués à la formation aux métiers du bâtiment et à l'emploi

### 5.3.1 Concept 1 : le chantier-école

Le concept de chantier-école consiste généralement en un projet pédagogique alliant production, formation et accompagnement tant social que professionnel des apprenants. Il permet une expérience concrète des pratiques professionnelles, dans des conditions de travail réelles, tout en bénéficiant d'enseignements théoriques.

« La méthodologie de formation en alternance, en engageant le secteur privé, doit garantir l'adéquation de la formation aux besoins du marché et aux changements prévus dans le secteur de la construction et de l'entretien routier. Les jeunes suivront des formations théoriques dans les centres de formation et participeront à des formations sur le chantier mis en œuvre principalement par des PME. Cette formation chantier-école permet « d'apprendre en faisant » et de mieux comprendre la réalité du monde du travail<sup>55</sup> ».

## Principes du Chantier-École



Source : Mathieu Hardy

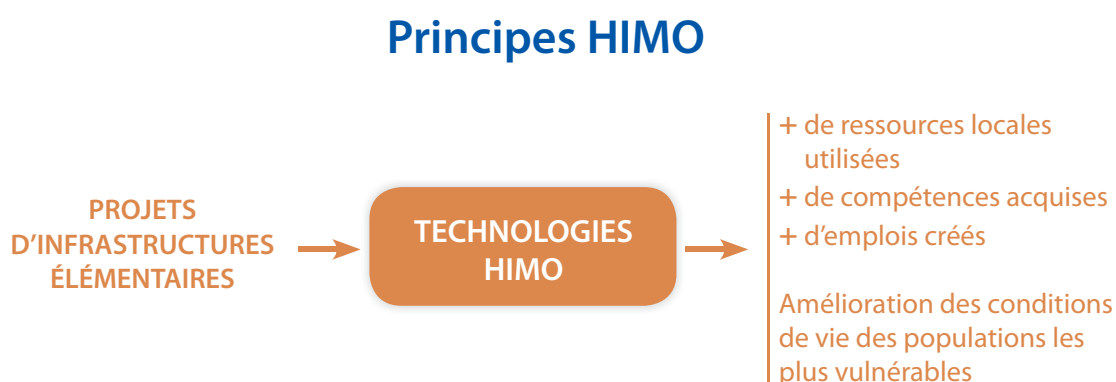
La méthodologie chantier-école permet notamment de combler le gap entre la formation conventionnelle et le marché de l'emploi, tout particulièrement à destination des personnes peu qualifiées, pour lesquelles les opportunités d'emploi sont généralement très réduites.

54. Étude préliminaire d'adaptation aux changements climatiques en Afrique – Bâtiments. Contribution au projet négociation climat pour toute l'Afrique réussie (NECTAR). Étude réalisée par le GRET pour l'Organisation Internationale de la Francophonie, avec l'appui du PNUE. 2009.

55. Communication de l'OIT dans le cadre du projet Chantier École d'Entretien Routier mis en œuvre en Mauritanie (2015-2017).

### 5.3.2 Concept 2 : la Haute Intensité de Main d'Œuvre (HIMO)

L'Organisation Internationale du Travail (OIT) est à l'origine du concept HIMO. Son Programme des investissements à haute intensité de main d'œuvre lui est dédié et « œuvre avec les gouvernements, les organisations d'employeurs et de travailleurs, le secteur privé et les associations locales, afin d'orienter les investissements infrastructures vers la création de niveaux d'emplois productifs plus élevés et l'amélioration de l'accès aux biens et services de base pour les pauvres. Cette utilisation conjuguée de la participation locale à la planification, d'une part et des compétences, de la technologie, des matériels et des méthodes de travail appropriées disponibles au niveau local, d'autre part, s'est avérée constituer une approche efficace et économiquement viable des travaux d'infrastructure dans les pays en développement<sup>56</sup> ».



Source : Mathieu Hardy

Dans le secteur du bâtiment, le concept HIMO consiste à considérer que les infrastructures élémentaires peuvent être réalisées selon des technologies fondées sur la main d'œuvre<sup>57</sup> (par opposition à des technologies basées sur les équipements - HIEQ). Elles offrent plus d'opportunités d'acquisition de compétences, de création d'emploi et d'utilisation de ressources locales. Dans les pays en développement tout particulièrement, les projets HIMO peuvent donc contribuer à l'amélioration des conditions de vie des populations les plus vulnérables, en favorisant leur accès à l'emploi et aux services de base (logement, santé, éducation).

### 5.3.3 Concept 3 : les emplois verts et les clauses sociales

L'Organisation Internationale du Travail (OIT) se positionne comme tête de file du concept d'emplois verts et en donne la définition suivante : « *Les emplois verts sont des emplois décents qui contribuent à la préservation et la restauration de l'environnement, soit dans les secteurs traditionnels tels que l'industrie manufacturière et la construction, ou dans de nouveaux secteurs verts et émergents comme les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique*<sup>58</sup> ».

56. Communiqué de l'OIT. Consultation en ligne : <http://www.ilo.org/public/french/employment/recon/eiip/about/index.htm>

57. Sur les technologies fondées sur la main d'œuvre : <http://www.ilo.org/public/french/employment/recon/eiip/about/lbt.htm>

58. Sur les emplois verts, voir l'étude du BIT intitulée « Analyse du potentiel de création d'emplois verts dans les bassins migratoires mauritaniens. Nouakchott – Gorgol – Trarza ». 2013.



**Le secteur du bâtiment est donc directement concerné par ce thème, les filières liées à l'architecture durable étant porteuses d'un fort potentiel de création d'emplois verts.**

Toujours selon l'organisation, « *les emplois verts sont au cœur du développement durable et apportent une réponse aux enjeux mondiaux de la protection de l'environnement, du développement économique et de l'inclusion sociale. En engageant les gouvernements, les travailleurs et les employeurs à être des agents actifs du changement, l'OIT promeut l'écologisation des entreprises, des méthodes en milieu de travail et du marché du travail dans son ensemble. Ces efforts contribuent à créer des emplois décents, à améliorer l'efficacité des ressources et à construire des sociétés durables à faible teneur en carbone*<sup>59</sup> ».

Afin d'optimiser le potentiel de création d'emplois, et plus spécifiquement d'emplois verts à travers les investissements publics, il s'avère important de moderniser et d'aménager la commande publique, en instaurant notamment des clauses sociales (d'insertion et de formation) et des clauses environnementales.

On entend par clauses sociales et environnementales, des mesures permettant d'introduire des considérations sociales et environnementales à l'octroi de marchés (publics ou privés) en plus des critères économiques habituels. Cet outil peut avoir pour objectif de lutter contre le chômage et l'exclusion sociale et professionnelle, de favoriser les retombées pour les communautés locales, de promouvoir la création d'emplois verts, l'insertion et l'inclusion sociale des personnes en difficulté, et encore de soutenir les éco-entreprises.

---

59. Communiqué de l'OIT. Consultation en ligne : <http://ilo.org/global/topics/green-jobs/lang--fr/index.htm>





# Les architectures sédentaires vernaculaires et les filières de matériaux locaux en Mauritanie : ressources patrimoniales et potentiel de renouveau

Les architectures sédentaires vernaculaires et les filières de matériaux locaux présentées ici, dressent un aperçu du riche patrimoine, tant culturel que naturel, de la Mauritanie. En plus de rappeler les savoir-faire séculaires et les modes d'habiter qu'ils ont facilités, elles permettent d'entrevoir un fort potentiel pour de nouvelles architectures durables mauritaniennes.

## 6.1 Les architectures sédentaires vernaculaires de Mauritanie

Les architectures sédentaires vernaculaires de Mauritanie sont, comme l'immense majorité des architectures vernaculaires dans le monde, remarquablement bien adaptées aux contextes dans lesquels elles se sont fondues depuis des siècles. Principalement réalisées à partir de ressources locales largement disponibles et selon des savoir-faire maîtrisés, elles sont le reflet des cultures qui les ont produites et habitées et ont su répondre efficacement aux contraintes climatiques de leurs milieux.

Cette étude présente deux catégories emblématiques et représentatives des architectures vernaculaires de Mauritanie : l'habitat des anciens ksour sahariens et les habitats sédentaires de la vallée du fleuve Sénégal. Ces architectures ne sont aujourd'hui pratiquement plus reproduites, sinon de façon altérée. Diverses raisons participent de ce délaissement, qu'elles soient environnementales, climatiques, sociales, culturelles ou économiques. Mais cela n'enlève rien à leur valeur patrimoniale et à la richesse de leurs enseignements qu'il y a lieu d'assimiler afin qu'ils nourrissent les futures architectures durables du pays.

### 6.1.1 L'habitat des anciens ksour sahariens

Quatre anciens ksour mauritaniens sont classés depuis 1996 au patrimoine mondiale de l'humanité par l'UNESCO : Chinguetti, Ouadane, Tichitt et Oualata.

Malgré leur appartenance au patrimoine mondial, ces quatre villes restent « fragilisées à l'extrême par la menace permanente d'ensablement, la rareté de l'eau, l'absence d'activités économiques, l'exode des jeunes, la pauvreté et les impacts pervers d'une certaine modernisation. Cependant, elles recèlent encore de potentialités remarquables dont la mise en valeur judicieuse pourrait contribuer à la revitalisation et à la renaissance : riche patrimoine culturel, sites et paysages sahariens fabuleux, économie oasienne séculaire, savoir-faire traditionnels, etc<sup>60</sup> ».

L'habitat vernaculaire des anciens ksour sahariens se caractérise en premier lieu par la densité du tissu qu'il forme. Les maisons sont collées les unes aux autres, directement alignées sur les rues étroites et sinueuses, structurées autour d'une ou plusieurs cours. Les habitations sur plusieurs niveaux sont assez courantes et les toitures le plus souvent accessibles. Cette organisation spatiale est une réponse efficace aux conditions climatiques locales : air sec, fort ensoleillement et chaleur, vents de sables.



Vue de Oualata / Source : Livre *Villes de mémoires, anciens ksour de Mauritanie*. Photos de Philippe Caumes

Sur le plan constructif, les murs sont en maçonnerie appareillée porteuse, formée soit de moellons de pierre hourdés au mortier de terre, soit de moellons de pierre équarris assisés. Les façades extérieures sont le plus souvent laissées en pierre apparente, hormis à Oualata où elles reçoivent des enduits à base de terre souvent ornés de motifs décoratifs, notamment au niveau des encadrements de portes et fenêtres. À l'intérieur, les murs peuvent ou non recevoir des enduits et des motifs décoratifs.

60. Mohammed Haïbetna Ould Sidi Haïba, Président du Comité d'orientation, Projet « Sauvegarde et valorisation du patrimoine culturel mauritanien – PSVPCM » (Gouvernement mauritanien, UNESCO, Banque Mondiale). Citation tirée du livre « Villes de mémoire, anciens ksour de Mauritanie »

Les planchers intérieurs ou formant couverture sont toujours réalisés selon le même principe : des ressources ligneuses (essences variables selon les sites) de diverses sections recouvertes de terre.



*Chinguetti. Vue sur la mosquée et la ville / Source : Mathieu Hardy*



*Cour d'une maison de Oualata. Vue sur les enduits / Source : Livre Villes de mémoires, anciens ksour de Mauritanie. Photos de Philippe Caumes*

Certains ksour anciens de Mauritanie sont aujourd’hui totalement abandonnés, à l’exemple de celui de Gas El Barka dans le Tagant qui l’est depuis le milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle.



Ancien caravansérail du ksar abandonné de Gas El Barka (Tagant) / Source : Mathieu Hardy

## 6.1.2 Les habitats sédentaires de la vallée du fleuve Sénégal

Les Toucouleur et les Soninké constituent historiquement les deux principaux groupes ethniques sédentaires de la vallée du fleuve Sénégal. Le groupe Peul dans cette zone est de tradition nomade et son habitat vernaculaire est constitué de cases végétales organisées en campements. Au Sénégal, au Mali et dans de nombreux autres pays, certains groupes Peuls sont sédentaires à l’exemple des Peuls Kamanake du Sénégal oriental.

### 6.1.2.1 L’habitat Toucouleur

L’habitat vernaculaire Toucouleur de la vallée du fleuve Sénégal se structure en villages.

« Le village Toucouleur est en général un gros village groupé où les concessions sont contiguës formant des îlots entre lesquels serpentent des ruelles permettant d’accéder à l’intérieur et conduisant à un place centrale où se trouvent la mosquée et un lit de repos abrité d’un auvent, lieu où se rassemblent les hommes. [...] Autour du village s’étendent les champs ou la brousse à épineux. ». La concession « se présente comme un ensemble de bâtiments ronds, carrés ou rectangulaires répartis sur le pourtour d’une cour centrale, plus ou moins grande suivant la place disponible<sup>61</sup> ».

Sur le plan constructif, la case ronde ou carré, couverte d’un toit pointu en paille est le modèle le plus ancien. Les murs sont façonnés à la main en utilisant des boules de terre malaxée qui seront lissées puis enduites. Des adjuvants organiques (paille, crottin) sont généralement mêlés à la terre et il n’est pas rare que les façades soient décorées.

61. Maisons sénégalaises – habitat rural 1. Patrick Dujarric. UNESCO Établissements humains et environnement socio-culturel, 1986



*Dessin de coupe et élévation sur une concession Toucouleur – cases à toit pointu / Source : Maisons sénégalaises – habitat rural 1. Patrick Dujarric. UNESCO Établissements humains et environnement socio-culturel, 1986*

Les bâtiments rectangulaires à toit terrasse sont apparus plus récemment. Ici les murs sont construits en adobes moulés appareillés, hourdés au mortier de terre et la toiture est constituée de ressources ligneuses de diverses sections recouvertes de terre gravillonneuse compactée et légèrement pentée vers les gargouilles. Des auvents, faits d'une ossature légère recouverte de paille fortement inclinée et terminant assez bas, sont fréquemment installés devant les façades principales des bâtiments.



*Dessins de coupe et élévation sur une maison Toucouleur à toit terrasse / Source : Maisons sénégalaises – habitat rural 1. Patrick Dujarric. UNESCO Établissements humains et environnement socio-culturel, 1986*

### 6.1.2.2 L'habitat Soninké

L'habitat vernaculaire Soninké de la vallée du fleuve Sénégal se structure en villages. Les ressemblances avec l'organisation villageoise Toucouleur sont notoires.

« L'unité fondamentale de production, de consommation, de résidence est le ka, la maison. Les dimensions du ka varient naturellement en fonction de la chronologie relative à l'implantation sur le terroir et de l'évolution démographique. [...] L'unité de résidence est aussi unité de construction et d'entretien des constructions<sup>62</sup> ».

« L'unité de résidence Soninké est formée typiquement de plusieurs constructions massives se faisant face autour d'un espace central, le tout entouré de murs de banco où est aménagé un portail d'entrée. Chaque bloc de construction offre l'aspect d'une façade ombrée d'un auvent, où sont pratiquées plusieurs portes. Chaque porte livre accès à l'appartement d'une femme mariée, formé de deux pièces en enfilade donnant sur une petite cour de derrière contenant WC et coin-douche. Généralement trois ou quatre de ces appartements, mais dans les grandes maisons jusqu'à une dizaine, sont groupés pour former bloc<sup>63</sup> ».



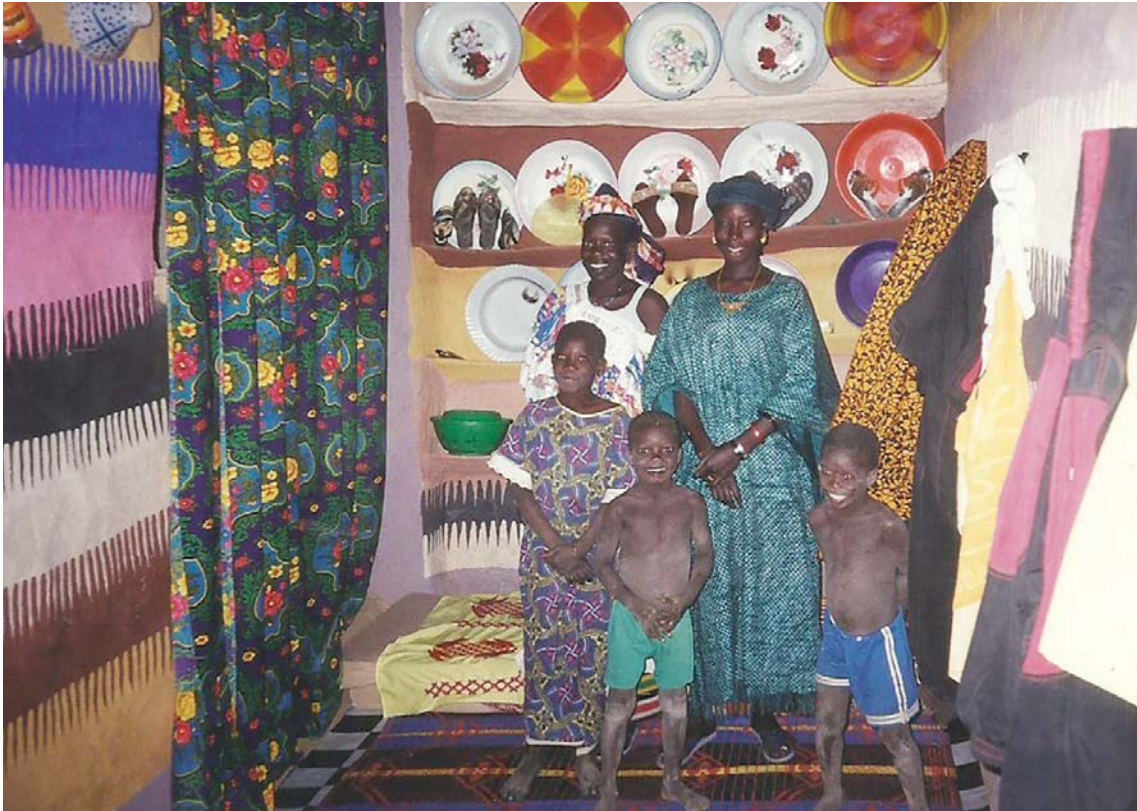
Vue des façades et auvents à l'intérieur d'une concession / Source : Tidiane Diagana

Sur le plan constructif, les bâtiments sont de forme rectangulaire à toit terrasse. Les murs sont réalisés en adobes moulés appareillés, hordés au mortier de terre et la toiture est constituée de ressources ligneuses de diverses sections recouvertes de terre gravillonneuse compactée et légèrement pentée vers les gargouilles. Les murs sont enduits et reçoivent souvent, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur, des motifs décoratifs colorés emblématiques de cette architecture.

62. Étude socio-économique du bassin du fleuve Sénégal. Partie B – Le milieu rural traditionnel, p.21. Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (OMVS), 1984.

63. Étude socio-économique du bassin du fleuve Sénégal. Partie B – Le milieu rural traditionnel, p.BV-4. Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (OMVS), 1984.





Vue d'un intérieur décoré / Source : Tidiane Diagana

## 6.2 Les filières matériaux locaux de Mauritanie

Le territoire mauritanien dispose d'importantes ressources naturelles potentiellement exploitables de façon durable par le secteur du bâtiment. Les plus importantes sont celles qui sont à l'origine des architectures vernaculaires du pays : la terre et la pierre. Elles sont d'ailleurs toujours exploitées, de façon plus ou moins importante et efficace, à l'intérieur de filières elles-mêmes plus ou moins organisées et structurées, mais toujours porteuses d'un fort potentiel de durabilité.

D'autres filières sont actives en Mauritanie, principalement la filière végétale et les filières des liants hydrauliques. Elles sont plus ou moins porteuses dans le contexte mauritanien, mais elles sont aussi directement liées à un certain nombre de problèmes environnementaux qu'il y a lieu de prendre en compte.

### 6.2.1 La filière terre crue

« La terre crue, utilisée depuis onze millénaires, reste aujourd'hui le matériau de construction le plus répandu à travers le monde. Un tiers de l'humanité vit dans un habitat en terre, soit plus de deux milliards de personnes dans 150 pays. » CRAterre<sup>64</sup>.

64. Communiqué en ligne de CRAterre / [www.craterre.org](http://www.craterre.org)

Le terme terre crue permet de marquer sa différenciation avec la terre cuite. Ici aucune cuisson n'intervient dans le processus d'utilisation, uniquement des ajouts (eau, stabilisants si besoin) et des façons de travailler le matériau.

La filière terre crue fait actuellement l'objet d'un renouveau dans de très nombreuses régions du monde, pays industrialisés et en développement confondus. Les enjeux du développement durable mettent de plus en plus en évidence les avantages et le potentiel exceptionnel de ce matériau, tant pour ces qualités environnementales remarquables que pour le très large champ des possibilités d'utilisation qu'il offre. La terre est effectivement un des rares matériaux durables qui permet une transversalité socio-économique complète, depuis des solutions constructives complexes de très haut standing, jusqu'aux logements très économiques pour le plus grand nombre.

*« La terre est un matériau à changement de phase naturel, localement disponible, à faible énergie grise et recyclable. Ces qualités en font un matériau de construction d'avenir. Pourtant, son utilisation dans les constructions d'aujourd'hui reste marginale, alors que des techniques innovantes et performantes répondent aux attentes contemporaines<sup>65</sup> ». Amàco – Atelier Matières à construire .*

En Mauritanie, la filière terre crue dispose d'un fort potentiel de développement. Le matériau terre est largement disponible dans la plupart des zones habitées, y compris dans l'environnement direct de Nouakchott et les constructions à base de terre crue sont toujours une pratique courante dans le pays. Des savoir-faire séculaires nous sont parvenus et peuvent donc être valorisés. Le principal frein à l'essor de son utilisation réside probablement dans les aprioris qui lui sont liés, toutes catégories sociales confondues : la terre est le matériau des pauvres ; les modes d'habiter qu'il permet sont incompatibles avec les exigences de confort et de modernité de notre époque ; les travaux d'entretien sont trop fréquents et inévitables ; les bâtiments en terre sont fragiles. Le développement de la filière devra donc nécessairement passer par la déconstruction de ces idées reçues.

*« Le métal rouille, le bois pourrit, la pierre et le ciment sont attaqués chimiquement : tous les matériaux de construction s'altèrent dans le temps. La terre est différente puisqu'il s'agit d'un matériau déjà altéré et qu'elle ne peut pas « pourrir » davantage. Correctement protégée de l'eau, sa durabilité sera dès lors exceptionnelle. Même le feu la renforce, puisque la terre crue se transforme en terre cuite : elle ne craint pas les incendies<sup>66</sup> ».*

**Exemple de quatre organisations de renommée mondiale qui consacrent tout ou partie de leurs activités à l'amélioration et à la diffusion des connaissances et des bonnes pratiques liées au matériau terre pour des usages contemporains<sup>67</sup> (liste non exhaustive).**

**CRAterre (France)<sup>68</sup>** : Depuis 1979, CRAterre, Centre international de la construction en terre, œuvre à la reconnaissance du matériau terre afin de répondre aux défis liés à l'environnement, à la diversité culturelle et à la lutte contre la pauvreté. Dans cette perspective, CRAterre poursuit trois objectifs : mieux utiliser les ressources locales, humaines et naturelles, améliorer l'habitat et les conditions de vie, valoriser la diversité culturelle.

65. Amàco est un organisme français qui travail sur les matières brutes, dont la terre, selon une triple approche recherche/expérimentation/vulgarisation : [www.amaco.org](http://www.amaco.org)

66. Bâtir en terre : du grain de sable à l'architecture. Romain Angier et Laetitia Fontaine, Éditions Belin, 2009.

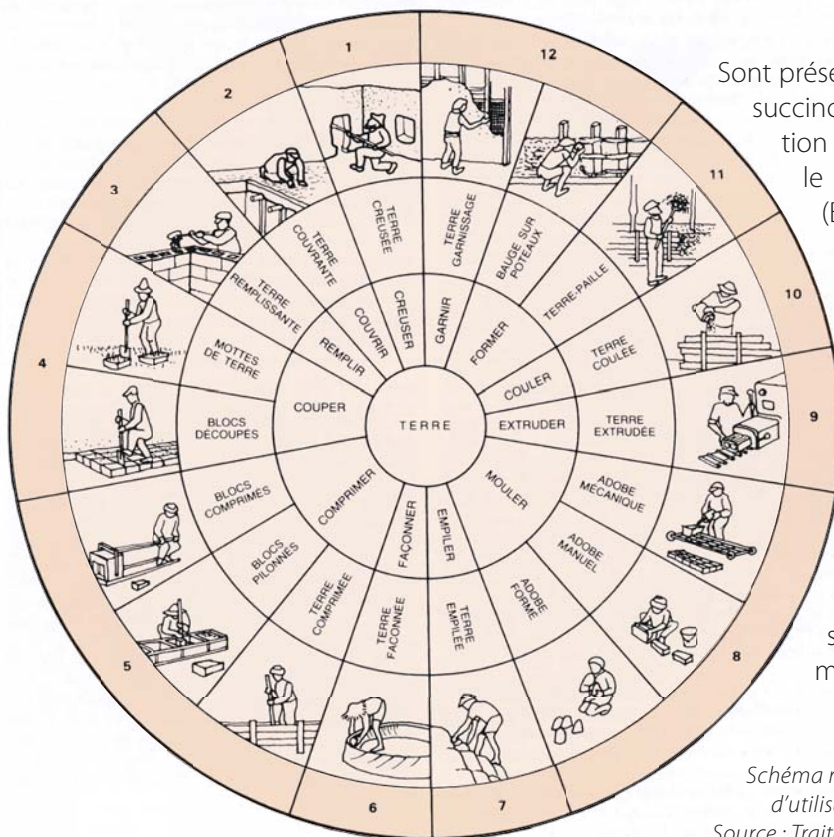
67. Pour les usages liés aux activités de conservation et de gestion des sites architecturaux en terre à travers le monde, voir le Programme du patrimoine mondial pour l'architecture de terre (WHEAP) qui est porté par l'UNESCO / whc. [unesco.org/fr/architecture-de-terre/](http://unesco.org/fr/architecture-de-terre/)

68. [www.cratere.org](http://www.cratere.org)

**AVN (France)<sup>69</sup>** : Depuis 2000 en Afrique Sahélo-soudanaise (Burkina Faso – Mali – Sénégal – Bénin – Ghana), l'Association la Voûte Nubienne œuvre à la diffusion à grande échelle du Concept Technique Voûte Nubienne dans le cadre du programme « un toit + un métier + un marché ». AVN utilise des méthodes et outils pédagogiques innovants d'amorce et de densification des marchés, dans le but de permettre un accès rapide et pérenne à un habitat adapté et durable pour le plus grand nombre.

**Le Centre de la Terre (Maroc)<sup>70</sup>** : Cette structure est un centre de formation, de conseil et d'assistance technique pour la construction en terre et en matériaux locaux, pour les énergies renouvelables et pour le développement durable. Elle organise des séminaires et des formations théoriques et pratiques sur les techniques de construction en terre crue (pisé, adobe et BTC) et sur tout ce qui s'y rattache : organisation des chantiers terre, études et méthodes, planification, corps de métiers complémentaires, réhabilitation et restauration, enduits terre et chaux, etc.

**L'Auroville Earth Institut (Inde)<sup>71</sup>** : Créée en 1989, cette organisation est devenue l'un des plus grands centres mondiaux d'excellence en architecture de terre. Elle est intervenue dans 36 pays pour promouvoir et transférer des connaissances en architecture de terre et s'emploie à faire revivre les compétences traditionnelles et à relier les traditions ancestrales et vernaculaires de la construction en terre crue avec la technologie moderne de la terre stabilisée.



Sont présentés ici, sous forme de fiches succinctes, trois modes de construction à base de terre crue : l'adobe, le Bloc de Terre Compressée (BTC) et le pisé. Deux fiches supplémentaires complètent cet aperçu et traitent des enduits à base de terre et de la question de la stabilisation du matériau. Adobe, BTC et pisé sont de nos jours les techniques les plus couramment utilisées et de ce fait les mieux connues et documentées, notamment sur les plans scientifiques et technologiques, mais ce ne sont pas les seules<sup>72</sup>.

*Schéma représentant les 12 principaux modes d'utilisation de la terre crue en construction  
Source : Traité de construction en terre – CRAterre.*

69. [www.lavoutenubienne.org](http://www.lavoutenubienne.org)

70. [www.villajanna.com/-Transmettre-.html](http://www.villajanna.com/-Transmettre-.html)

71. [www.earth-auroville.com](http://www.earth-auroville.com)

72. De nombreux documents techniques existent et peuvent être consultés, notamment le « Traité de construction en terre » de CRAterre qui, en plus de décrire les différents procédés de construction et modes d'utilisation, traite l'ensemble des thèmes techniques essentiels relatifs au sujet : identification des terres, appréciation de leur convenance, essais, caractéristiques, stabilisation, etc.

## FICHE 1 : L'ADOBE

<b>Principes</b>	<p>Le terme adobe désigne une brique de terre crue moulée sans compactage et séchée au soleil.</p> <p>Définition : « <i>La brique séchée au soleil est plus communément connue sous le nom adobe. Les briques d'adobe sont moulées à partir d'une terre malléable souvent ajoutée de paille. À l'origine, ces briques étaient formées à la main. Plus tard (et encore aujourd'hui), elles seront fabriquées manuellement à l'aide de moules à formes prismatiques variées en bois ou en métal. Actuellement, on emploie également des machines.</i> ». CRAterre</p> <p>Les adobes obtenus sont ensuite appareillés selon les règles classiques de maçonnerie dite d'appareil, à l'aide d'un mortier de terre (le plus fréquent) de la même consistance que les adobes.</p>
<b>Type de terre</b>	Terre non organique, à l'état « plastique ».
<b>Compactage</b>	Néant.
<b>Usage dans les fondations</b>	Les adobes peuvent être utilisés dans les fondations, à la condition qu'elles soient totalement à l'abri de l'humidité. Il s'agit d'une pratique traditionnelle courante au Sahel.
<b>Avantages</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Rapidité et simplicité de mise en œuvre.</li><li>• Pratique encore très « vivante » dans certaines régions de Mauritanie.</li><li>• Faible coût.</li><li>• Comportement thermique.</li><li>• Solidité.</li><li>• Entièrement recyclable (lorsque non stabilisé).</li><li>• Possibilité de réalisation d'arcs formant linteaux, de voûtes et de dômes.</li><li>• Solution HIMO (outillage requis minimum).</li></ul>
<b>Inconvénients</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Forte sensibilité à l'eau</li><li>• Nécessite l'application d'enduits extérieurs devant être parfaitement réalisés et durables (des solutions techniques existent!)</li><li>• Image négative (matériau du passé ou des pauvres)</li></ul>

## Recommandations

Compte tenu du climat sec et des faibles précipitations saisonnières (maximum 500mm) de la Mauritanie d'une part, de la présence très forte de constructions traditionnelles en adobe dans toute l'Afrique Sahélienne (et notamment en Mauritanie) et de ses coûts très compétitifs d'autre part, l'adobe apparaît comme un matériau à très fort potentiel dans le contexte mauritanien, tout particulièrement dans le cadre de la production d'habitats à bas coût.

## FICHE 2 : LES BLOCS DE TERRE COMPRESSÉE (BTC)

### Principes

Le terme BTC désigne une brique de terre crue moulée, compactée, stabilisée ou non et séchée généralement à l'ombre (on parle de cure).

*« Pendant longtemps, on a fabriqué des blocs de terre à l'aide de moules dans lesquels on comprimait la terre à l'aide d'un petit pilon ou en rabattant avec force un couvercle très lourd. Ce procédé a été mécanisé et on utilise aujourd'hui des presses de toutes sortes. Les produits obtenus sont extrêmement variés. »* CRAterre.

Les BTC obtenus sont ensuite appareillées selon les règles classiques de maçonnerie dite d'appareil, généralement à l'aide d'un mortier de terre de la même consistance que les blocs, parfois par simple emboîtement (blocs autobloquants).

### Type de terre

Terre non organique, à l'état humide

### Compactage

La compression se fait aujourd'hui à l'aide de presses mécaniques qui peuvent être manuelles ou automatisées. Il existe de très nombreux modèles.

### Usage dans les fondations

Les BTC peuvent être utilisées dans les fondations à la condition qu'elles soient totalement à l'abri de l'humidité.

### Avantages

- Simplicité de production (peu de matériel requis).
- Quelques expériences en Mauritanie, passées et actuelles.
- Relative simplicité de mise en œuvre.
- Pas de sensibilité à l'eau lorsque stabilisée.
- Comportement thermique.
- Solidité.
- Entièrement recyclable (lorsque non stabilisé).
- Possibilité de réalisation d'arcs formant linteaux, de voûtes et de dômes.

<p><b>Inconvénients</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relative complexité du cycle de production.</li> <li>• Coût d'investissement de la presse.</li> <li>• Nécessite un abri de stockage couvert et ventilé pour la phase de cure.</li> <li>• Coût des blocs (les coûts de m<sup>2</sup> de murs observés récemment en Mauritanie montrent un coût supérieur aux agglos de ciment).</li> <li>• Besoins récurrents de conception (études de calepinages notamment).</li> <li>• Complexité d'intégration des réseaux de distribution (eau et électricité) au bâti.</li> </ul>
<p><b>Recommandations</b></p>	<p>Le BTC est le matériau qui a été le plus privilégié par les projets ses dernières décennies en Afrique Sahélienne (y compris en Mauritanie, même si assez timidement), sans pour autant avoir constaté une réelle diffusion, notamment au niveau populaire. Un des principaux freins à sa vulgarisation semble être son manque de compétitivité face aux usages populaires courants du ciment (hors normes/bas coût). Le fait que la production des blocs nécessite un investissement important dans la presse bloque probablement de nombreux petits artisans qui pourraient être partie prenante de cette solution technique. Le potentiel du BTC en Mauritanie concernerait donc à priori plutôt les marchés de moyen et haut standing.</p>

<p><b>FICHE 3 : LE PISÉ</b></p>	
<p><b>Principes</b></p>	<p>Procédé de mise en œuvre qui consiste à battre, lit par lit, entre des planches formant coffrage (appelées aussi banche), de la terre préparée à cet effet. Les murs ainsi réalisés font généralement à minima 40cm d'épaisseur (en dessous, la mise en œuvre devient difficile).</p> <p><i>« La terre est comprimée en masse avec un pilon dans des banches, couche par couche, et banchée par banchée. Traditionnellement, ces outils sont en bois. »</i> CRAterre</p> <p>On trouve des bâtiments en pisé dans de nombreuses régions du monde. Le Maroc notamment, pays voisin de la Mauritanie, dispose d'un patrimoine pisé remarquable.</p>
<p><b>Type de terre</b></p>	<p>Terre non organique, à l'état humide.</p>

<b>Compactage</b>	Le compactage peut être soit manuel (à l'aide de dames manuelles), soit mécanisé (à l'aide de dames pneumatiques), cette dernière option permettant un rendement supérieur.
<b>Usage dans les fondations</b>	Le pisé peut être utilisé dans les fondations à la condition qu'elles soient totalement à l'abri de l'humidité.
<b>Avantages</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coût moyen.</li> <li>• Inertie thermique.</li> <li>• Solidité et durabilité.</li> <li>• Entièrement recyclable (lorsque non stabilisé).</li> </ul>
<b>Inconvénients</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technicité de mise en œuvre de complexité moyenne.</li> <li>• Banches complexes (devant être d'excellente facture), relativement coûteuses et difficiles à entreposer.</li> <li>• Coût des banches et des dames pneumatiques.</li> <li>• Mise en œuvre relativement lente et surtout éprouvante physiquement.</li> </ul>
<b>Recommandations</b>	<p>Le pisé est une solution technique très intéressante, de plus en plus utilisée de façon tout à fait moderne dans de nombreuses régions du monde, dans le cadre de projets privés, mais aussi publics parfois de grande envergure. Des procédés d'industrialisation ont été mis au point et permettent notamment une préfabrication des murs et un gain de temps considérable sur les chantiers.</p> <p>En Afrique Sahélienne, ce mode constructif a été très peu (voire pas du tout) utilisé. Il n'y a donc ni expériences de référence, ni acteurs locaux sur lesquels s'appuyer pour le moment. Son développement passerait donc par une démarche expérimentale et concernerait à priori, comme le BTC, des marchés plutôt moyen et haut standing.</p>

#### FICHE 4 : LES ENDUITS À BASE DE TERRE

<b>Principes</b>	<p>Un enduit a pour fonction de protéger le support des intempéries et participe de l'esthétique de la façade ou de la paroi intérieure.</p> <p>Les enduits à base de terre remplissent parfaitement cette fonction, sachant qu'ils sont généralement mélangés avec d'autres composants tels que le sable, ou encore avec des liants hydrauliques (terre stabilisée) ou des fibres. Les</p>
------------------	---

	<p>caractéristiques des façades (exposées ou non) et des parois intérieures (pièces sèches ou pièces humides) déterminent le type d'enduit le plus approprié à mettre en œuvre.</p> <p>Selon la nature et la planéité du support, le résultat attendu et la qualité du mortier, l'enduit peut être appliqué en une ou plusieurs couches. Au-delà de la question du bon dosage, la bonne tenue d'un enduit à base de terre dépend grandement de la préparation du support (dépoussiérer / humidifier / éventuels points d'accroche).</p>
<b>Type de terre</b>	<p>Terre non organique.</p> <p>La formule de dosage d'un enduit à base de terre doit être déterminée pour chaque chantier en fonction des caractéristiques de la terre utilisée.</p>
<b>Compactage</b>	Néant
<b>Usage dans les fondations</b>	Néant
<b>Avantages</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coût minime.</li> <li>• Comportement hygrothermique.</li> <li>• Excellente accroche sur supports en terre crue.</li> <li>• Entièrement recyclable (lorsque non stabilisé).</li> </ul>
<b>Inconvénients</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensibilité à l'eau lorsque non stabilisé et donc fréquence des entretiens.</li> <li>• Impossibilité de définir des règles fixes de dosage (dépend de la terre utilisée).</li> <li>• Image négative (matériau du passé ou des pauvres).</li> </ul>
<b>Recommandations</b>	<p>Pour les enduits extérieurs sur façades exposées, les recommandations vont dans le sens de la mise en œuvre d'enduits à base de chaux (sable-chaux uniquement, éventuellement terre-chaux), parfois d'enduits à base de ciment de type terre stabilisée.</p> <p>La réalisation d'enduits ciment (sable-ciment) est généralement fortement déconseillée, tenant compte de trois principaux facteurs :</p> <p><b>1/</b> Le ciment empêche le mur de respirer, ce qui peut entraîner de graves pathologies en cas d'humidité (de type remontées capillaires).</p>



2/ L'enduit ciment est rigide alors que son support à base de terre pourra être sujet à des variations « volumiques » (gonflement / rétraction), en fonction des conditions climatiques. Le risque de fissuration de l'enduit est donc important.

3/ L'enduit ciment accroche difficilement à un support à base de terre. Il aura donc tendance à se décoller.

Toutefois, actuellement en milieu sahélien, des enduits ciment sur supports terre sont très couramment employés. S'ils sont le plus souvent mal réalisés et n'offrent pas la tenue recherchée, certaines pratiques ont montré de bons résultats. Elles consistent généralement en un bon traitement du support avant application de l'enduit, en l'insertion de longs clous galvanisés ou en la mise en œuvre d'un treillis grillagé galvanisé qui offrira une armature à l'enduit. Depuis quelques années, l'Association la Voûte Nubienne test un procédé d'insertion de cailloux de diamètre 5/10cm lors de la confection des adobes sur leurs faces exposées (panne-resses ou boutisses). Ces surfaces caillouteuses offrent une bonne accroche à l'enduit et permettent de se passer des armatures métalliques.

Sans doute qu'en milieu sahélien les réalités climatiques (climat très sec et chaud la très large majorité de l'année / saison pluvieuse courte) réduisent les risques de pathologies liées à l'humidité, d'autant plus lorsque l'on aura bien traité les fondations et soubassements afin d'empêcher d'éventuelles remontées capillaires.

## FICHE 5 : LA STABILISATION

### Principes

Il existe une très grande diversité de terres, chacune ayant des caractéristiques particulières. Selon les terres employées et les usages qu'il est prévu d'en faire, le recours à un procédé de stabilisation du matériau peut s'avérer nécessaire pour en améliorer certaines caractéristiques. Elle ne doit toutefois pas être systématique, car elle s'avère inutile dans de nombreux cas.

*« La stabilisation n'est pas une obligation. On peut très bien s'en passer et construire en terre sans stabiliser. Pourtant, on relève une tendance actuelle qui préconise un recours trop systématique à la stabilisation, solution adaptée à tous les problèmes. »*

*Cette attitude est regrettable car la stabilisation peut être à l'origine de surcoût important : de 30 à 50% du prix de revient du matériau. D'autre part, la stabilisation complique la production du matériau : études préalables de comportement du matériau plus longue par exemple. »*

CRAterre dénombre trois procédés de stabilisation qui peuvent être préconisés, dans le but d'améliorer certaines caractéristiques d'une terre donnée, pour un usage donné :

- La stabilisation mécanique par compactage (BTC et pisé par exemple).
- La stabilisation physique par ajout de fibres ou de minéraux (paille par exemple).
- La stabilisation chimique par ajout de liants (à l'exemple du ciment et de la chaux) ou de produits hydrophobants (à l'exemple du bitume).

## 6.2.2 La filière terre cuite

La terre cuite est un matériau céramique obtenu par la cuisson d'argile. Son utilisation est très ancienne et est principalement appliquée à la poterie, à la sculpture et à la production de matériaux de construction : briques, tuiles et carreaux. En Europe la filière est bien développée.

En Mauritanie, le potentiel de développement de filières locales de matériaux en terre cuite se confronte à d'importants freins et en premier lieu à celui de la rareté des ressources ligneuses et de leur caractère « précieux ». L'utilisation de bois pour cuire les briques est donc a priori exclue, d'autant plus qu'il est estimé que la perte en énergie thermique sur les fours rudimentaires peut atteindre 40 à 50 %. Des solutions de fours à tirage bas, pouvant par exemple être alimenté par de la balle de riz, ont été testées par certains projets dans des pays en voie de développement, mais quelle que soit l'efficacité du rendement, elle ne supprimerait pas l'émission de gaz à effet de serre lors de la cuisson. Le recours à la balle de riz, au typha (voir filière végétale) ou à d'autres types de résidus végétaux pourrait être envisagé en Mauritanie, mais les enjeux et le potentiel d'utilisation de ces mêmes ressources végétales sur la filière terre crue apparaissent a priori nettement plus stratégiques.

L'ancien hôpital régional de Kaédi (construit dans les années 80 par ADAUA) avait été construit principalement en briques de terre cuite. Le four utilisé à l'époque existe toujours mais n'est plus en état de fonctionnement. Par ailleurs, une petite unité de production de poterie, gérée par des femmes, est active sur la vallée du fleuve Sénégal (groupement de femmes potières de Niabina dans le Brakna).

## FICHE 6 : LES BRIQUES CUITES AU FOUR

<b>Principes</b>	<p>Les briques cuites sont généralement de forme parallépipédique rectangle constituée de terre argileuse. Traditionnellement, leur façonnage est identique à celui des adobes : une terre à l'état « plastique » moulée dans des moules en bois.</p> <p>Après une phase de séchage à l'air libre permettant leur durcissement, les blocs sont ensuite empilés à l'intérieur d'un four pour cuisson à environ 900°C pendant 30 heures.</p> <p>Les blocs obtenus sont ensuite appareillés selon les règles classiques de maçonnerie dite d'appareil, à l'aide d'un mortier (plâtre, chaux ou ciment).</p>
<b>Type de terre</b>	Terre non organique, à l'état « plastique ».
<b>Compactage</b>	Néant.
<b>Usage dans les fondations</b>	Les briques cuites au four peuvent être utilisées dans les fondations.
<b>Avantages</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pas de sensibilité à l'eau.</li><li>• Comportement thermique.</li><li>• Solidité.</li><li>• Entièrement recyclable.</li><li>• Possibilité de réalisation d'arcs formant linteaux, de voûtes et de dômes.</li></ul>
<b>Inconvénients</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Complexité du cycle de production avec besoin d'une infrastructure fixe (le four).</li><li>• Possible distance entre zone de production et zones d'utilisation.</li><li>• Coût d'investissement du four.</li><li>• Utilisation d'un combustible et émission de gaz à effet de serre.</li><li>• Coût des blocs (pas de données en Mauritanie, mais il est possible de considérer qu'une brique de terre cuite reviendrait plus cher que les BTC, adobes et même agglos de ciment).</li></ul>

### 6.2.3 La filière pierre

En construction, la pierre désigne toute roche naturelle employée à l'état brut. En géologie, une roche est « *tout matériau, consolidé ou non, constitutif de la terre, à l'exclusion des sols et des êtres vivants, formé d'un agrégat de minéraux et présentant une homogénéité de composition.* (On classe

*les roches suivant leur mode de formation, leur composition chimique ou minéralogique, leurs propriétés mécaniques, etc.)<sup>73</sup> ». Les roches se répartissent en deux catégories : les roches dites endogènes (magmatiques, plutoniques, volcaniques et métamorphiques) et celles dites exogènes, ou sédimentaires (détritiques, physico-chimiques et biogènes).*

Les roches les plus couramment utilisées dans le secteur du bâtiment et des travaux publics (BTP) appartiennent à la famille dite métamorphique : grès, calcaires, marbres, ardoises, schistes, etc. Les granits, roche souvent mise à l'honneur et caractérisée notamment par sa dureté, appartient à la famille des roches magmatiques plutoniques.

Les modes d'utilisation de la pierre sont très diversifiés et sont généralement classés en trois catégories :

- **Le bâtiment** : maçonnerie murs et façades, revêtements de sol, décoration, couvertures.
- **L'aménagement urbain et paysager** : voirie, mobilier urbain, décoration, murs et murets.
- **Restauration du patrimoine, classé ou non, bâtiment ou aménagement.**

Il existe en Mauritanie une importante diversité de roches. L'Office Mauritanien de Recherche Géologique dénombre notamment : granits, grès, calcaires, schistes, marbres et gypses<sup>74</sup>.

Les carrières locales sont traditionnellement exploitées de façon artisanale. De plus en plus le sont maintenant à l'aide de petites unités industrielles, notamment celles ayant émergé sous l'impulsion de l'Établissement d'Exécution des Travaux Réalisés en Matériaux Locaux (ETR-ML). Granites et Marbres de Mauritanie (une filiale de la Société Nationale Industrielle et Minière – SNIM – basée à Nouadhibou) exploite de façon industrielle et exporte des granits et des marbres issus de carrières situées dans le nord du pays.

Les débouchés dans le secteur du BTP sont pour le moment relativement modestes, mais ils vont croissants. Les usages sont principalement concentrés sur des travaux d'aménagement urbain (pavage de voirie, trottoirs, etc.) et de décoration (revêtements de sol et de façades). Pour des usages en maçonnerie lourde, le marché reste très étroit mais l'ETR-ML annonce la réalisation de plusieurs ouvrages témoins<sup>75</sup> sur Nouakchott et à l'intérieur du pays.

Par ailleurs, le patrimoine classé des anciens ksour sahariens présente un fort potentiel pour le développement de la filière. Il a déjà fait l'objet de programmes de sauvegarde/restauration qui pourraient être avantageusement poursuivis si volonté politique et moyens devaient de nouveau converger.

73. Définition du Dictionnaire Larousse.

74. OMRG : Potentiel géologique et minier de la Mauritanie / <http://www.omrg.mr/fr/new/Potentiel%20Minier%20de%20la%20RIM%202015%20RR.pdf>

75. ETR-ML : <http://www.etr-ml.com/index.php/41-home/top-articles/183-solutions>

## FICHE 7 : LES PIERRES DE CARRIÈRES

<b>Principes</b>	<p>En Mauritanie, les pierres de carrières sont utilisées de trois façons :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• En maçonnerie, sous forme de moellons, selon des règles classiques d'appareillage des murs. Dans les anciens ksour sahariens, les murs porteurs sont bâtis soit par appareillage de moellons hourdés au mortier de terre, soit par appareillage de moellons équarris assisés.</li><li>• En pavage de voirie.</li><li>• En décoration, pour des revêtements de sols ou de murs.</li></ul>
<b>Type de terre</b>	<p>Exemples de trois zones d'exploitation et types de roches qui en sont extraites :</p> <p><b>Les pierres d'ATAR :</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Toueizikt (13km au nord d'Atar) : roche de type calcaire / strates de 10 à 40cm d'épaisseur / couleur gris noir.</li><li>• Oued Seguellil (8km au sud d'Atar) : roche de type grès quartzique / strates de 10 à 50cm d'épaisseur / couleur beige à jaune.</li></ul> <p><b>La pierre d'AÏOUN :</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Argour (3km au sud d'Aïoun) : Roche de type grès quartzique / strates de 10 à 40cm d'épaisseur / couleurs blanc (Argour) et rouge (un peu plus à l'ouest).</li></ul> <p><b>La pierre de NEMA :</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Lebreiche (1km à l'est de Nema) : roche de type détritique feuilletée peu résistante / strate de 15 à 20cm d'épaisseur / couleur gris noir.</li></ul> <p>De nombreuses autres carrières existent en Mauritanie, notamment à Chinguetti, Ouadane, Tichitt, Tidjikja et Kiffa où des GIE soutenus par ETR-ML sont actifs.</p>
<b>Usage dans les fondations</b>	<p>La pierre, sous forme de moellons, peut être utilisée dans les fondations et/ou dans les soubassements.</p>
<b>Avantages</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Inertie thermique.</li><li>• Solidité et durabilité.</li><li>• Entièrement recyclable.</li><li>• Ne craint pas l'eau.</li></ul>
<b>Inconvénients</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Coût de production élevé.</li><li>• Coût d'acheminement potentiellement élevé selon éloignement entre site de production et site d'utilisation.</li><li>• Complexité et temps de mise en œuvre élevés lorsque la pierre est utilisée en maçonnerie porteuse.</li></ul>

## FICHE 8 : LES PIERRES « SAUVAGES »

<b>Principes</b>	<p>Le terme pierre « sauvage » n'est pas un terme scientifique. Il est communément employé dans la région sahélienne pour désigner les roches en amas ou dispersées pouvant être ramassées à même le sol.</p> <p>Elles sont présentées ici car elles sont fréquemment utilisées en fondations (béton cyclopéen) là où elles sont disponibles, avec des coûts généralement faibles tenant compte du fait qu'elles n'ont pas à être extraites (coûts de ramassage et de transport uniquement le cas échéant).</p>
<b>Type de terre</b>	Tous types de pierres selon disponibilité, en privilégiant les roches dures.
<b>Usage dans les fondations</b>	Usage privilégié.
<b>Avantages</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Solidité et durabilité.</li><li>• Entièrement recyclable.</li><li>• Ne craint pas l'eau.</li><li>• Faible coût.</li></ul>
<b>Inconvénients</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Néant.</li></ul>
<b>Recommandations</b>	La possibilité d'utiliser des pierres « sauvages » récoltées directement à proximité des sites de construction pourrait être étudiée attentivement pour un usage en fondations sous forme de béton cyclopéen, cette solution étant très économique comparativement à des fondations en béton armé.

### 6.2.4 Les filières plâtre, chaux et ciment

Plâtre, chaux et ciment sont des liants hydrauliques : « Liant minéral possédant des propriétés hydrauliques (prise et durcissement irréversible en présence d'eau). ». Ils permettent d'agglomérer des matières inertes (sables, graviers, granulats, etc.) pour donner naissance à un matériau solide, véritable roche artificielle. Ces matériaux sont obtenus par la combustion de roches à plus ou moins haute température : gypse pour le plâtre, calcaire pour la chaux et le ciment (un faible pourcentage de gypse participe aussi de la production de certains ciments pour réguler leur temps de prise et de durcissement). Dans le secteur de la construction ces filières sont devenues presque exclusivement industrielles.

Si la production de chacun de ces trois matériaux engendre des émissions de gaz à effets de serre (GES) contribuant à l'aggravation des changements climatiques, le ciment est le principal contributeur

sous l'effet combiné d'une température de cuisson particulièrement élevée (vers 1.550° contre 150° pour le plâtre et 900° pour la chaux) et d'une utilisation massive à l'échelle mondiale. Selon Lafarge<sup>76</sup>, la consommation mondiale de ciment est passée de 1,2 milliards de tonnes en 1992 à plus de 3,7 milliards de tonnes en 2012.

Malgré leur impact négatif sur l'environnement, ces matériaux jouent un rôle essentiel dans le secteur de la construction, ce qui les rend presque incontournables. Les enjeux résident donc principalement aujourd'hui tant dans la réduction des émissions des GES qu'ils génèrent (tout particulièrement l'industrie cimentière) que dans le développement de filières alternatives ou complémentaires (à l'exemple de la terre ou de la pierre) permettant de réduire les besoins.

En Mauritanie, ces trois filières existent, et comme partout la filière ciment domine largement. En 2008 sa consommation était estimée à 700.000 tonnes par an avec une croissance moyenne annuelle de l'ordre de 7% <sup>77</sup>. Selon ce taux de croissance, sa consommation aurait pu largement dépasser le million de tonnes en 2016, ce qui ne serait pas surprenant, tenant compte du rythme de la croissance urbaine et de l'engouement général pour ce produit. L'impact environnemental de cette filière est d'autant plus négatif que le clinker (matériau de base des ciments) est importé.

Il est difficile de trouver des chiffres sur la consommation du plâtre en Mauritanie, mais la Société Arabe des Industries Métallurgiques – SAMIA (filiale de la SNIM), principal producteur de plâtre du pays et d'Afrique de l'Ouest, dispose d'une capacité de production estimée à 100.000 tonnes par an.

Quant à la chaux, sa production en Mauritanie est récente. Elle est assurée par la société Carmeuse Trading & Service Sarl qui annonce une capacité de production de 2.000 tonnes par an. Mais pour le moment, la production n'alimente que le secteur minier.

## FICHE 9 : LE PLÂTRE

### Principes

Le plâtre est produit à partir du gypse, une roche saline cuite à cet effet. Ces principaux usages sont :

- Mortier
- Enduits intérieurs et extérieurs
- Éléments de maçonnerie de type agglos
- Éléments de maçonnerie de types carreaux (pour cloisons), hourdis, doublages (murs et plafonds)

### Type de terre

Gypse

### Usage dans les fondations

C'est une pratique peu courante, mais elle est possible sous forme de mortier et de béton. À Paris (France) les fondations de certains immeubles anciens toujours visibles (notamment dans le quartier du Marais) sont réalisées à base de plâtre et ont démontré leur longévité même en milieu humide.

76. Lafarge est un des quelques grands groupes industriels dominant le marché mondial du ciment.

77. Communiqué du groupe français VICAT au moment de l'annonce de son implantation en Mauritanie dans le cadre d'un partenariat avec la société mauritanienne BSA Ciment SA.

<b>Avantages</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Très bon isolant thermique et acoustique.</li> <li>• Entièrement recyclable.</li> <li>• Très bon régulateur hygrométrique.</li> <li>• Enduits adaptés aux supports terre.</li> <li>• Produit en Mauritanie (SAMIA et 2 autres sociétés / gisement situé à moins de 50km de Nouakchott).</li> </ul>
<b>Inconvénients</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Production polluante (émission de gaz à effet serre lors de la cuisson), mais moindre par rapport à la chaux et au ciment.</li> </ul>
<b>Recommandations</b>	<p>Tenant compte de la large disponibilité du produit sur le marché Mauritanien et de son moindre impact environnemental par rapport aux autres liants, son utilisation pour la réalisation d'enduits sur supports terre ou pierre, mais aussi de mortier et de béton en fondations, est potentiellement intéressante.</p>

## FICHE 10 : LA CHAUX

<b>Principes</b>	<p>La chaux est obtenue par cuisson de calcaire plus ou moins argileux. Elle est généralement utilisée sous forme :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• D'enduits intérieurs et extérieurs.</li> <li>• De badigeons et de peintures.</li> <li>• De mortier.</li> <li>• De béton.</li> </ul> <p>On distingue deux types de chaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La chaux aérienne (chaux hydratée, chaux éteinte, chaux grasse, chaux maigre) : obtenue par hydratation de chaux vive issue d'un calcaire très pur. On la désigne aussi sous l'appellation chaux éteinte. C'est elle qui sert depuis l'Antiquité dans la construction pour réaliser bétons, mortiers, enduits et badigeons.</li> <li>• La chaux hydraulique (chaux maigre) : obtenue à partir de calcaire argileux (10 à 20% d'argile), elle fait prise au contact de l'eau.</li> </ul> <p>Chaux aérienne et chaux hydraulique sont des chaux éteintes produites à partir de chaux vive (chaux simplement sortie du four à chaux).</p>
------------------	--



Type de terre	Calcaire
Usage dans les fondations	<p>La réalisation de fondations cyclopéennes liées au béton de chaux est une solution devenue peu courante mais très intéressante, le béton de chaux étant réputé pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Poursuivre son durcissement des années durant.</li> <li>• Bien supporter les mouvements sans casser (à la différence du ciment).</li> <li>• Être extrêmement durable.</li> </ul>
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nouvelle infrastructure de production de chaux en Mauritanie (2015 – Carmeuse) – capacité de 2.000 tonnes pour usage dans le secteur minier, mais aussi du bâtiment.</li> <li>• Très bon régulateur hygrométrique.</li> <li>• Antiseptique.</li> <li>• Enduits parfaitement adaptés aux supports terre.</li> </ul>
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Production polluante (émission de gaz à effet de serre lors de la cuisson).</li> <li>• Technicité de mise en œuvre élevée (manipulation dangereuse), hormis pour les usages de type badigeons et peintures.</li> </ul>
Recommandations	<p>La récente implantation de Carmeuse Trading &amp; Service Sarl en Mauritanie laisse entrevoir des perspectives d'application du matériau chaux dans le secteur du bâtiment, sur les filières terre et pierre, et notamment en mortier et béton de fondations.</p>

## FICHE 11 : LE CIMENT

### Principes

Le ciment est obtenu par cuisson à haute température (phase de clinkérisation) de calcaire plus ou moins argileux.

On distingue deux principaux types de ciments<sup>78</sup> :

- **Le ciment naturel (CN)** : « Il résulte de la mouture de roches clinkérisées, obtenues par la cuisson de calcaires marneux de composition très régulière, contenant de 25 à 40 % d'argile. La cuisson a lieu à haute température jusqu'à fusion partielle. »
- **Le ciment portland artificiel (CPA)** : « Il résulte, comme son nom l'indique, d'un mélange artificiel d'argile et de calcaire auquel on ajoute la quantité d'eau suffisante pour former une pâte épaisse que l'on moule en petits blocs. Dans ce procédé, dit par

78. Définitions : La technique du bâtiment tous corps d'état. p.193. Daniel Montharry, Michel Platzer, Éditions Le Moniteur, 2014.

	<p>voie semi-humide (il en existe d'autres), les blocs sont réchauffés dans un élément fixe où ils subissent une décarbonation : déshydratation, dissociation du carbonate, décomposition de l'argile en silice et alumine. Les produits résultants pénètrent alors dans de larges cylindres rotatifs où ils sont soumis à une cuisson, vers 1.550°: c'est la phase de clinkérisation.» S'en suivent deux étapes : le refroidissement rapide, puis la pulvérisation des grains de clinker jusqu'à obtention de la poudre.</p> <p>Les ciments offrent un champ d'utilisation extrêmement large : fondations, élévations, dallages, scellements, travaux souterrains et en milieux chimiquement agressifs, travaux de la mer, maçonnerie, enduits. Les ciments portland représentent le gros de la consommation mondiale.</p>
<b>Type de terre</b>	Calcaire
<b>Usage dans les fondations</b>	Les fondations à base de ciment sont devenue la pratique la plus courante : béton armé, béton cyclopéen, éléments de maçonnerie hourdés.
<b>Avantages</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Large disponibilité du produit (plusieurs cimenteries en Mauritanie).</li> <li>• Facilité d'utilisation.</li> <li>• Coût relativement attractif.</li> <li>• Large champ des possibilités d'emploi.</li> <li>• Image très positive en Mauritanie (signe extérieur de richesse, résistance sans entretien).</li> </ul>
<b>Inconvénients</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Production polluante (émission de gaz à effet de serre lors de la cuisson).</li> <li>• Mauvais régulateur hygrométrique.</li> <li>• Mauvaises performances thermiques sur techniques courantes sans isolation rapportée.</li> </ul>
<b>Recommandations</b>	Tenant compte de la crise environnementale et climatique mondiale, la limitation de l'utilisation du ciment dans le secteur du bâtiment compte parmi les enjeux de réforme du secteur. Ses usages devraient donc être raisonnés, en tirant les meilleurs avantages du matériau là où il est incontournable.

### 6.2.5 La filière végétale

Pour appréhender la filière végétale, il faut commencer par distinguer les plantes ligneuses des plantes herbacées. À la différence d'une plante herbacée, une plante ligneuse ne fane pas quand elle sèche et ses parois sont durcies. Cette famille comprend donc tout particulièrement les arbres.

Au Sahel en général et en Mauritanie en particulier, les arbres et arbustes (donc les ressources ligneuses) sont traditionnellement utilisés de deux principales façons :

- Dans la construction, pour la confection de toitures terrasses (bois + terre) ou pointues (bois + paille) et de tentes et autres huttes.
- Dans la cuisine, sous forme de bois ou de charbon, permettant la cuisson des aliments (on parle de bois de chauffe).

Toutes les études réalisées au cours des 40 dernières années concluent sur l'importance qu'il y a à limiter au maximum la coupe des arbres et arbustes dans cette région du monde sujette à la désertification et à l'appauvrissement des sols. Dans le secteur du bâtiment, le non recours au bois fut et reste un des principaux arguments légitimant les programmes de promotions de techniques constructives permettant de se passer totalement de cette ressource (programme « Construction Sans Bois » de l'ONG Development Workshop et programme « un Toit, un Métier, un Marché » de l'Association la Voûte Nubienne).

Concernant le bois de chauffe, on ne dénombre plus les projets et programmes proposant des alternatives de type charbons « recyclés » ou autres foyers améliorés permettant un meilleur rendement.

Pour les plantes herbacées par contre, le développement de filières semble intéressant dans certains cas. En Mauritanie, le typha et la balle de riz offrent un potentiel intéressant d'application au secteur du bâtiment.

## FICHE 12 : LE TYPHA

### Principes

Le Typha (ou masette) est un roseau typique des bords des eaux calmes, des fossés, des lacs, des marais et plus généralement des milieux humides. Il possède un rhizome, une tige entourée de feuilles et une inflorescence dense en forme de quenouille. Il peut atteindre jusqu'à 4m de hauteur.

On trouve ses diverses variétés dans de très nombreuses régions du monde, tant en milieu tempéré qu'en milieu tropical. Dans la vallée du fleuve Sénégal, cette plante, de variété *Typha australis*, est devenue envahissante.

### Utilisation

On connaît un nombre très important d'emplois de cette plante : médicaux, alimentaires, technologiques (bâtiment, énergie, artisanat, industrie, ...).

Dans le secteur du bâtiment, les récentes études menées sur le Typha par les chercheurs de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar mettent en avant son caractère isolant, notamment

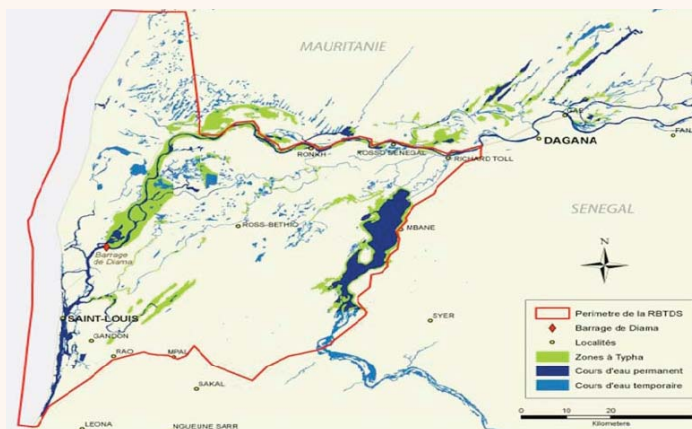
lorsqu'il est ajouté à des matériaux comme l'argile (blocs, mortiers ou enduits) et le béton. Lorsque l'on souhaite limiter l'affaiblissement des propriétés mécaniques des matériaux, le Typha peut aussi être aggloméré afin de l'utiliser comme panneaux d'isolation thermique. Il serait aussi possible de produire, à partir du Typha, des matériaux de construction comparables à ceux produits à partir du bois : poutres, éléments porteurs, plaques, menuiseries et meubles, appelant l'utilisation d'une colle adéquate.

CRAtterre, qui intervient actuellement dans le cadre du PNEEB<sup>79</sup> au Sénégal, évoque les principaux débouchés suivants : hourdis en Terre-Typha ou Typha seul pour les plancher / solutions de doublage telles que les blocs ou panneaux Terre-Typha / blocs de substitution aux blocs de ciment pour les murs non porteurs / panneaux de Typha seul s'inspirant des nattes traditionnelles / tuiles ou chaumes de Typha.

**Potentiel de biomasse**

Au niveau de la Vallée du Fleuve Sénégal (Lac de Guiers compris), la biomasse verte de Typha est estimée à plus de 3 millions de tonnes (Peracod 2012), ce qui donne environ 520.000 tonnes de matière sèche disponible par an. En Mauritanie, il est estimé que ce sont 150km du delta du fleuve Sénégal qui sont envahis par le Typha, ou 25.000Ha avec une croissance annuelle de 10 % (GRET : projet Typha).

*Carte : superficies envahies par le Typha dans le Delta du Fleuve Sénégal, réalisée par le Dr Touré, Laboratoire de Géomatique de UFR/LSH/ GEO/UGM le 01/08/2014.*



**Gestion durable / récolte / séchage / transport / stockage**

La fréquence de coupe admise est d'une coupe par cycle végétatif et par an (deux coupes si deux cycles végétatifs sont possibles). Pour des quantités importantes, il est jugé que la coupe manuelle est peu adaptée et qu'il faut envisager une récolte mécanique<sup>80</sup>.

79. PNEEB : Programme National de l'Efficacité Énergétique dans le Bâtiment (Sénégal).

80. « Capitalisation des recherches et expériences sur le Typha » - étude PNEEB/Typha, 2014

<b>Avantages</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grande disponibilité.</li> <li>• Nombreuses utilisations possibles dans le secteur du bâtiment et tout particulièrement avec le matériau terre.</li> </ul>
<b>Inconvénients</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pour le moment, pas de recherche ni de projet d'application au secteur du bâtiment mauritanien (le projet PNEEB ne porte que sur le Sénégal).</li> <li>• La ressource n'est présente que dans le Trarza.</li> </ul>
<b>Recommandations</b>	<p>L'utilisation du typha dans le secteur du bâtiment mauritanien pourrait s'avérer pertinente. Pour ce faire, des synergies avec le PNEEB en cours au Sénégal pourraient être recherchées, sans doute tout particulièrement avec CRAterre. A noter aussi que le GRET et l'Institut de Recherche ISET de Rosso travaillent depuis 2011 en Mauritanie sur un projet de valorisation du Typha en charbon, de façon artisanale puis industrielle.</p>

### FICHE 13 : LA BALLE DE RIZ

<b>Principes</b>	<p>La balle de riz est un coproduit dérivé du décorticage du riz, opération qui permet de transformer le riz récolté, ou riz paddy, en riz cargo. De couleur brun-beige et de consistance dure, ce produit léger et volumineux est pratiquement imputrescible et inattaquable par les insectes.</p>
<b>Utilisation</b>	<p>Dans le secteur de la construction et plus spécifiquement de la construction en terre, la balle de riz peut être utilisée :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comme stabilisant, dans les adobes.</li> <li>• Comme stabilisant, dans les enduits à base de terre.</li> <li>• Comme combustible pour la cuisson de briques ou de petits éléments de poterie.</li> </ul>
<b>Potentiel de biomasse</b>	<p>Lors de la saison 2013-2014, la Mauritanie a produit 293.000 tonnes de riz paddy et il est estimé que la proportion de balle résultant du décorticage du riz paddy fluctue entre 17 et 23% selon la variété. Le potentiel de biomasse est donc susceptible de se situer entre 50 et 67.000 tonnes par an.</p>
<b>Gestion durable / récolte / séchage / transport / stockage</b>	<p>Il y a deux campagnes de production de riz par an en Mauritanie et la balle de riz est disponible toute l'année. Elle ne nécessite aucun séchage ni de conditions de conservation particulières de part ses caractéristiques d'imputrescibilité et de résistance aux nuisibles.</p>

<b>Avantages</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ressource disponible et gratuite là où elle est produite.</li><li>• Très bon stabilisant pour adobes et enduits à base de terre.</li><li>• Produit local pouvant être utilisé en cas de production de briques cuites (combustible).</li><li>• Ne craint ni l'humidité ni les insectes.</li></ul>
<b>Inconvénients</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Frais de transport si le site d'utilisation est éloigné du site de production (Trarza, Brakna, Gorgol, Guidimakha).</li></ul>



## Soixante ans d'expériences pilotes en Mauritanie sur les filières terre, pierre et plâtre : une voie à prolonger

Au cours des 60 dernières années, de nombreuses expériences pilotes sur les filières terre, pierre et plâtre ont eu lieu en Mauritanie et certaines se poursuivent. Malgré leur caractère très diffus, tant sur le territoire que dans le temps et la très faible part de marché qu'elles représentent sur le secteur du bâtiment national, elles témoignent de l'existence d'une dynamique et constituent une précieuse source de connaissances qu'il y a lieu de capitaliser : matériaux et modes d'utilisation, savoir-faire promu et acquis, acteurs impliqués et formés, réussites et difficultés, etc. Toutes ces expériences, sans exception, ont le mérite d'avoir su proposer des solutions constructives qui intègrent des caractéristiques fortes de durabilité ; elles montrent donc certainement des voies à questionner, suivre et prolonger.

### 7.1 Les expériences sur la filière terre

#### 7.1.1 Les logements de fonctionnaires de la ville de Nouakchott (1958)

C'est à la fin des années 50, lorsque la Mauritanie accède au statut de République Islamique autonome, que le gouvernement lance à Nouakchott un programme de construction de 12 logements destinés aux fonctionnaires. Le projet sera confié à l'architecte et doyen Tijani Diagana, qui proposera une solution constructive mixte, basée notamment sur l'utilisation du matériau terre sous forme de briques d'adobes : les fondations et soubassement sont réalisés en agglos pleins de ciment coiffés d'un chaînage en béton armé recouvert d'un film bitumeux pour empêcher les remontées capillaires ; les poteaux et chaînage haut sont en béton armé ; les murs sont en adobes protégés par des enduits ciment appliqués sur grillage ; les couvertures sont en bac acier avec faux plafond en bois.



Vue d'une des maisons « ministère » en 2017 / Source : Mathieu Hardy

Environ 60 ans après leur achèvement, ces bâtiments sont toujours habités. Certains ont subi des transformations, mais l'état de ceux ayant été conservés dans leur état initial est encore très bon, ce qui tend à démontrer que la terre crue, même utilisée sous sa forme la plus simple – adobes – est un matériau fiable, dès lors que les règles techniques et professionnelles sont connues et respectées.

## 7.1.2 Les projet de l'Association pour le Développement d'une Architecture et d'un Urbanisme Africains – ADAUA

### 7.1.2.1 Le projet « Satara » de Rosso <sup>81</sup>

En 1978, à travers un appel d'offre de la Société de Construction et de Gestion Immobilière en Mauritanie (SOCOGIM, actuelle ISKAN), l'Etat lance une commande de 1.400 logements devant être construits à Rosso. Le programme, intitulé « Etudes et réalisation d'un programme d'habitat populaire », est confié à l'ADAUA. Le but du projet était de rénover le taudis de Satara en y construisant des logements décents. Le projet a intégré une étude sociologique, économique, urbanistique et architecturale du milieu, afin de l'intégrer au mieux à son contexte. Il a également cherché à impliquer les habitants du taudis afin d'éviter le rejet du projet.

Le projet a misé sur l'utilisation de matériaux locaux pour réduire les coûts de réalisation et adapter l'architecture au climat. Des prototypes furent construits et habités, dans un premier temps, par l'équipe du projet pour convaincre progressivement les populations et permettre le lancement

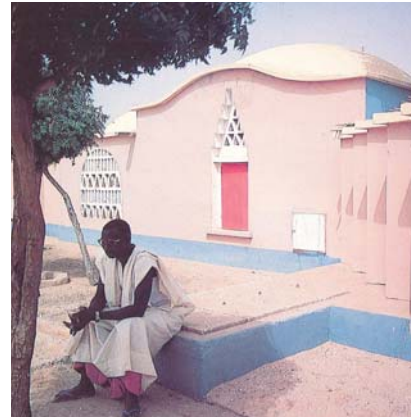
81. Voir la présentation du projet : <http://archnet.org/system/publications/contents/312/original/FLS0316.pdf?1384747448>



des activités de formation initiales nécessaires au déploiement de l'opération. Sur l'ensemble du projet, 80 maçons locaux furent formés et 500 habitants employés sur certains travaux.

Sur le plan technique, les modèles développés recevaient des systèmes de couverture en voûtes et coupoles et la structure dans son ensemble était réalisée en Blocs de Terre Compressée (BTC). Dans une seconde phase, et suite à des sinistres dus à des inondations, des briques cuites ont aussi été utilisées.

Certains bâtiments sont encore visibles et habités.



*Maisons construites dans le cadre du projet / Source : C. Little, photos tirées de l'article « Bulding toward community – ADAUA's Work in West Africa ».*

### 7.1.2.2 Le projet d'extension de l'hôpital régionale de Kaédi <sup>82</sup>

L'extension de l'hôpital régional de Kaedi a été achevée en 1989 et a été primée par le prix Aga Khan for Architecture en 1995. Conçue par l'architecte Fabrizio Carola pour l'ADAUA, elle consiste en une architecture de dômes, voûtes et arcs, certains espaces ayant reçu une double peau permettant une optimisation du comportement thermique.



*Vues extérieur/intérieur de l'Hôpital de Kaédi / Source : photo extraite du livre Architecture beyond Architecture présentant les projets soumis au prix Aga Khan for Architecture de 1995.*

82. Voir les présentations du projet : <http://archnet.org/system/publications/contents/376/original/FLS0381.pdf?1384747601> <http://archnet.org/system/publications/contents/2721/original/DPT0031.pdf?1384767036>

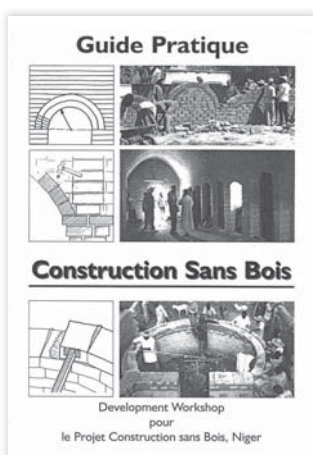
L'ensemble de la structure est réalisé en maçonnerie d'appareillage, à l'aide de briques cuites produites dans des fours implantés à proximité directe de la source de terre, non loin du chantier. Tous les ouvriers étaient des locaux qui furent formés sur le site.

En 2010, l'Etat mauritanien a fait démolir l'hôpital (cinq voûtes auraient été conservées) pour construire un nouvel hôpital en béton.

### 7.1.3 Le projet de construction du siège du Parc National du Diawling de Bou Hajra par Development Workshop

L'ONG Development Workshop fait depuis le début des années 80 la promotion de la technique de la Construction Sans Bois (CSB) en Afrique Sahélienne. C'est dans ce cadre que le siège du Parc National du Diawling à Bou Hajra a été construit, au début des années 90, en recourant à cette technique. Des sessions de formation ont été dispensées à l'occasion de ce chantier, mais il n'y avait semble-t-il pas d'ambition d'ouverture d'un programme dans le pays et l'expérience est donc restée orpheline.

Les bâtiments sont toujours visibles à Bou Hajra.



En 2017, le programme Construction Sans Bois est présent au Burkina Faso, dans la partie nord du pays. Au Niger, une association locale regroupant d'anciens acteurs et maçons du programme est active et des bâtiments en CSB sont toujours construits, même si de façon apparemment assez sporadique.

Au Mali, où le programme a été très actif dans la région de Mopti, de nombreux maçons avaient été formés et il est probable que certains soient toujours actifs.

Couverture du Guide Pratique - CSB

Sources : Development Workshop

### 7.1.4 Le projet d'appui aux sinistrés du Guidimakha par le GRDR<sup>84</sup>

Ce projet a été mis en œuvre en 2004, suite aux sinistres causés par les pluies diluviennes de 2003 dans le Guidimakha. Le programme prévoyait la reconstruction de 100 chambres, dans cinq quartiers de Sélibaby et 11 chambres dans chacune des neuf communes rurales touchées, soit 200 chambres au total. Une phase dite « extrême urgence » a permis la construction de trois chambres pilote et la formation de premiers maçons et toutes phases confondues ce sont finalement entre 20 et 30 chambres qui auraient été construites selon le système constructif suivant :

- Fondations et soubassement en ciment avec pose de feutre bitumeux pour empêcher les remontées capillaires.

84. Groupe de Recherche et de réalisations pour le Développement Rural : ONG française intervenant en Mauritanie.

- Chainage horizontaux et verticaux en béton armé.
- Remplissage des murs en briques de terre crue (adobes) et enduits terre stabilisée.
- Couverture en voûtes de ferrociment de 4 cm d'épaisseur, légèrement armées et coulées.

Des bâtiments sont toujours visibles et utilisés à Sélibaby.



Module de chambre pendant chantier et juste après achèvement / Source : GRDR

### 7.1.5 Le projet de relogement de réfugiés originaires du Brakna par BDM, LP et AVN

Un projet de relogement de réfugiés originaires du Brakna<sup>85</sup> est actuellement en phase d'achèvement (2014-2017) à Diakré, village proche de Bogué. En 2013, Diakré était un village presque exclusivement constitué de logements très précaires.

Porté par l'association mauritanienne Banlieues du Monde (BDM) et mis en œuvre par l'ONG française basée au Sénégal Le Partenariat (LP) avec l'appui technique de l'Association la Voûte Nubienne (AVN), ce programme d'habitat décent et durable prévoit la construction de 51 maisons et 3 bâtiments communautaires, selon le concept technique Voûte Nubienne (dont AVN fait la promotion dans la sous-région sahélienne) et des activités de formation directement sur les chantiers réalisés.

À ce stade du projet, les principales difficultés rencontrées sont relatives d'une part, au manque d'implication des bénéficiaires sur les chantiers (très inférieure à ce qui était prévu) et d'autre part, au manque d'intérêt de la jeunesse locale pour l'opportunité de formation professionnelle offerte par l'opération<sup>86</sup>. L'ensemble des bâtiments déjà réalisés a ainsi été presque exclusivement construit par des maçons burkinabès, maliens et sénégalais, qui ont aussi bénéficié des actions de formation. Malgré ces difficultés, l'expérience a déjà bouleversé très positivement les conditions de vie des ménages bénéficiaires.

85. Il est estimé qu'environ 120.000 mauritaniens noirs, majoritairement d'ethnie Haalpulaar, se sont réfugiés au Sénégal et au Mali à la fin des années 80. Voir l'ouvrage de Marion FRESIA, Les mauritaniens réfugiés au Sénégal. Une anthropologie critique de l'asile et de l'aide humanitaire. Paris, L'Harmattan, 2009.

86. Des échanges avec divers acteurs locaux font ressortir les analyses suivantes : 1/ Les bénéficiaires, de part leur profil de réfugiés, ont tendance à « attendre » qu'on leur offre une assistance. Ils se mobilisent donc faiblement voir pas du tout. 2/ Les métiers de la maçonnerie sont des métiers éprouvant physiquement. Ce facteur couplé au fait que les éleveurs sont peu enclins au travaux physiques (comparativement aux agriculteurs) entraîne souvent un phénomène blocage.



*Vue générale et famille bénéficiaire – village de Diakré vers Bogué / Source : Mathieu Hardy*

### 7.1.6 Les PME et GIE de construction qui interviennent sur la filière BTC

Le marché du BTC en Mauritanie reste à ce stade d'évolution très peu développé. Les acteurs référencés ici (la liste est non exhaustive, il y en a probablement d'autres) cherchent à s'y insérer et leurs activités sont encore en phase pilote.

#### 7.1.6.1 L'entreprise SMIC

La SMIC est une entreprise basée à Nouakchott, qui intervient sur la construction en Blocs de Terre Compressée (BTC). Le principal objectif qu'elle affiche est la promotion de l'utilisation des matériaux locaux via la réalisation de projets immobiliers d'habitat de divers standing en Mauritanie. Créée il y a 6 ans, cette PME opère plutôt dans les zones urbaines et travaille aussi dans le domaine de la transformation de la biomasse (déchets verts) en briquettes à usage de combustible domestique ou énergétique.



*Maison BTC en cours de construction à 35km de Nouakchott / Source : Kebab Khawmany*

### 7.1.6.2 L'entreprise REX

L'entreprise REX (Rurale Express) est basée à Mbout et a été créée sous l'impulsion de l'ONG mauritanienne ECODEV<sup>87</sup>. Elle intervient sur la réalisation de bâtiments privés et communautaires en Blocs de Terre Compressée (BTC).



*Chantier BTC avec formation de jeunes / Source : ECODEV*

### 7.1.6.3 L'entreprise HABIDEM

HABIDEM (Habitat Durable en Mauritanie) est une entreprise qui se positionne à la fois sur la maîtrise d'œuvre et sur l'exécution de projets de construction à caractère écologique. Elle affiche une démarche de valorisation des techniques de construction traditionnelles mauritaniennes et des matériaux locaux, dans le but de contribuer à l'amélioration des conditions de vie locales et à l'accès à un habitat durable.



*Maison BTC réalisée en 2014 dans le quartier Samia de Nouakchott / Source : Omar Wele*

87. <http://www.ecodev.mr>

#### 7.1.6.4 Les nouveaux GIE

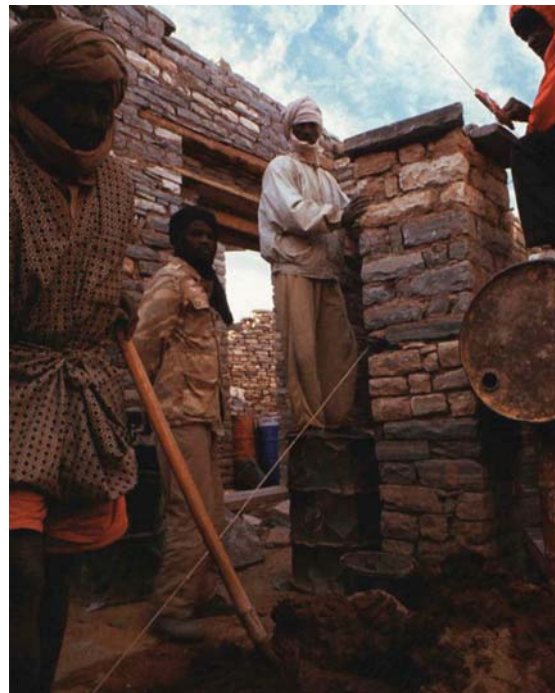
Il existe actuellement deux GIE positionnés sur la filière BTC en Mauritanie. Le premier est basé à Aftout, dans la wilaya de l'Assaba et s'est constitué sous l'impulsion de l'ONG ECODEV dans le cadre du projet SODA. Le second est basé à Kaédi, dans la wilaya du Gorgol et s'est constitué sous l'impulsion de l'Établissement pour l'Exécution des Travaux Réalisés en Matériaux Locaux (ETR-ML). Ces deux structures sont pour le moment peu actives faute de marchés.

Un premier grand chantier en BTC est par ailleurs en cours à Idini (site situé à 50km de Nouakchott). Il consiste en la réalisation d'un mur de clôture de 2m50 de hauteur couvrant les 16km du périmètre d'un futur parc. La terre utilisée est extraite d'une carrière située directement à proximité du site et les blocs sont produits par une équipe de 7 personnes à l'aide d'une presse semi-automatique ayant une capacité de production de 1.600 unités/jour. Actuellement en phase de production des blocs, le projet devrait employer entre 200 et 300 personnes durant sa phase d'exécution et permettre la création de GIE spécialisés dans les wilayas de Nouakchott et du Trarza.

## 7.2 Les expériences sur le filière pierre

### 7.2.1 La restauration de bâtiments des anciens Ksour sahariens dans le cadre du « Projet de sauvegarde et de développement des villes du patrimoine mondiale de Mauritanie »

Le Projet de sauvegarde et de développement des villes du patrimoine mondiale de Mauritanie a été lancé en 2000 et s'est achevé en 2005. Il était porté, à la demande du gouvernement mauritanien, par le Projet de sauvegarde et de valorisation du patrimoine culturel mauritanien (PSVPCM), l'UNESCO et la Banque Mondiale.



*Vue d'une chantier-école de restauration à Tichitt / Source : Livre Villes de mémoires, anciens ksour de Mauritanie. Photos de Philippe Caumes*

Une série de missions composées de spécialistes et d'experts s'est tenue entre 2001 et 2002, afin de définir les stratégies à adopter et d'élaborer les schémas directeurs. Dès 2003, les travaux ont été confiés à deux bureaux d'études, l'un mauritanien et l'autre français.

Pendant la période des travaux, « les techniciens municipaux ont été formés au suivi de travaux de réhabilitation et de construction à l'intérieur de centres historiques, à l'utilisation des techniques traditionnelles de construction et à l'application des recommandations issues des schémas directeurs. Afin d'assurer le suivi de ces actions et la transmission des savoir-faire, des antennes communales de conseil ont été installées dans les bâtiments restaurés au cours des chantiers-école »<sup>88</sup>.

### 7.2.2 Les projets de l'Établissement d'Exécution des Travaux Réalisés en Matériaux Locaux (ETR-ML)<sup>89</sup>

D'abord connu sous le nom Programme Pierre Taillée (créé en 2003 sous la tutelle du Ministère de l'Emploi, de la Formation Professionnelle et des Technologies de l'Information et de la Communication), le dit programme a été transformé en octobre 2012 (décret N°262-2012) en Établissement Public à caractère Industriel et Commercial (EPIC) sous la tutelle du Ministère de l'Équipement et des Transports.

Le champ d'activités de l'ETR-ML est :

- La gestion et l'exploitation artisanale ou industrielle des carrières de production de matériaux locaux de construction.
- L'exécution de tous les travaux réalisés en matériaux locaux, notamment en pierre et en argile, ainsi que la commercialisation de ces matériaux.
- L'organisation et la mise en œuvre des actions de formation dans le domaine des matériaux locaux de construction ou des activités connexes.
- L'expertise, le contrôle de qualité et le suivi de travaux réalisés en pierre et en argile.
- Contribuer à l'émergence d'unités de production industrielle et artisanale.
- Favoriser l'éclosion de GIE en vue d'organiser la production et la commercialisation.
- Identifier et exécuter des projets de pavage ou de construction avec un coefficient élevé de main d'œuvre.

En 2017, une douzaine de GIE d'extraction et de pose de pierre de carrières sont actifs à Atar, Chinguetti, Ouadane, Tidjikja, kiffa, Aïoun et Nema, et deux GIE de pose sont actifs à Nouakchott. Un GIE gravier est actif à Akjoujt. Au total, 620 emplois ont été pérennisés et plusieurs milliers interviennent ponctuellement.

88. Page du site internet de l'UNESCO consacrée au projet : <http://whc.unesco.org/fr/activites/774>

89. Informations récoltées auprès de Mr Begnoug Ould Saleh, Responsable Commercial ETR-ML, et sur le site internet de l'établissement : [www.etr-ml.com](http://www.etr-ml.com)



*Extraction, taille, entreposage, transport, mise en œuvre de pierres de carrière par les GIE / Source : ETR-ML*

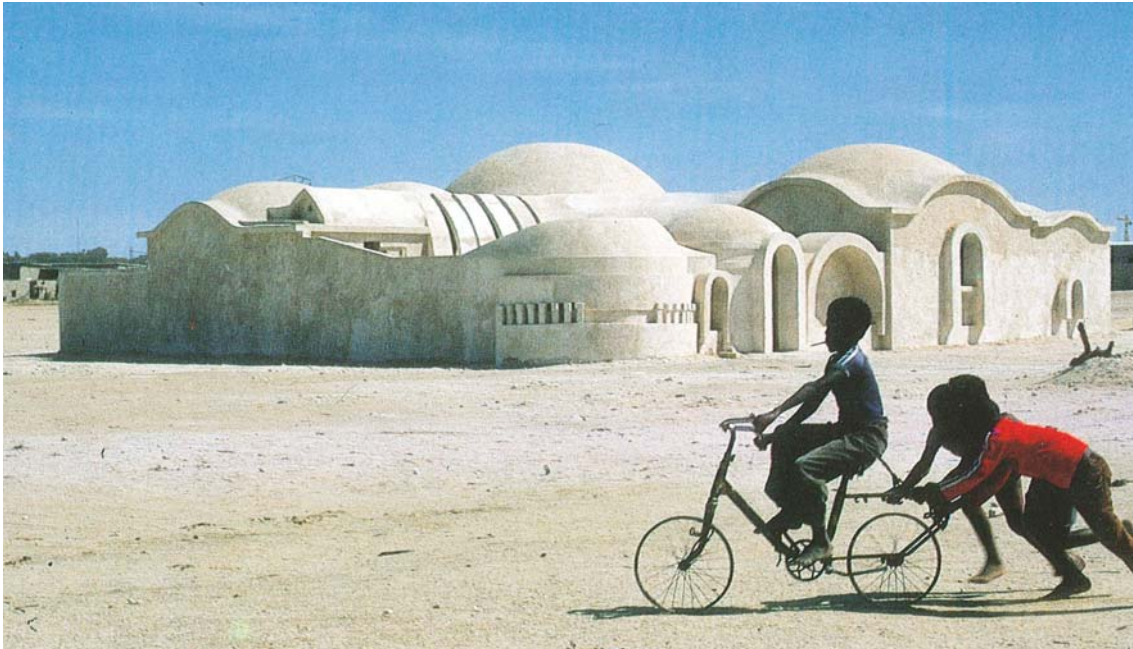
Actuellement, plusieurs grands projets de traitement de voirie en pierre de carrières sont en cours sur Nouakchott : 68.000m<sup>2</sup> de revêtements de chaussées, trottoirs et parking sur l'axe Est à partir du rond point de Madrid et 40.000m<sup>2</sup> dans le cadre du traitement de cinq bretelles au niveau du Ksar.



## 7.3 Une expérience sur la filière plâtre

### 7.3.1 Le projet « Plaster Housing » de Nouakchott par l'ADAUA<sup>90</sup>

Dans le prolongement du projet Satara de Rosso (voir expériences filière terre), ADAUA a développé sur Nouakchott au début des années 80 ce projet de plus petite envergure et de portée plus démonstrative. Selon les mêmes principes structurels qu'à Rosso (voûtes, coupoles, arcs), les modèles furent exclusivement construits en plâtre produit à partir de gypse local : blocs, mortier et enduits.



*Vue générale du prototype / Source : ADAUA. Photo tirée de l'article « Bulding toward community – ADAUA's Work in West Africa »*

90. Voir la présentation du projet (p.13 et 14) : <http://archnet.org/system/publications/contents/8531/original/DTP101030.pdf?1389257948>





# Recommandations stratégiques pour un secteur du bâtiment durable en Mauritanie

## 8.1 Construire les politiques publiques en faveur des architectures durables

L'engagement des institutions, à toutes les échelles territoriales, quant à la mise en œuvre ou au soutien de politiques publiques fortes en faveur des architectures durables est un besoin prioritaire. L'Accord de Paris sur le climat et les 17 objectifs pour le développement durable qui ont été ratifiés par 174 pays (dont la Mauritanie) et l'Union Européenne montrent que les enjeux liés au secteur du bâtiment sont désormais officiellement pris en compte et placés au rang des priorités mondiales. Cette situation nouvelle laisse entrevoir de nouvelles possibilités de financement pour les états, à l'exemple du Programme mondial d'Efficacité Énergétique dans le Bâtiment (PEEB) qui a été lancé à Marrakech lors de la COP22.

Mais pour le moment, aucun pays en développement n'est réellement avancé sur cette thématique et rares sont ceux qui ont commencé à poser les bases des politiques publiques devant y répondre. Il faut donc construire ces politiques qui permettront d'orienter et de soutenir les acteurs du secteur tout au long du processus de transition.

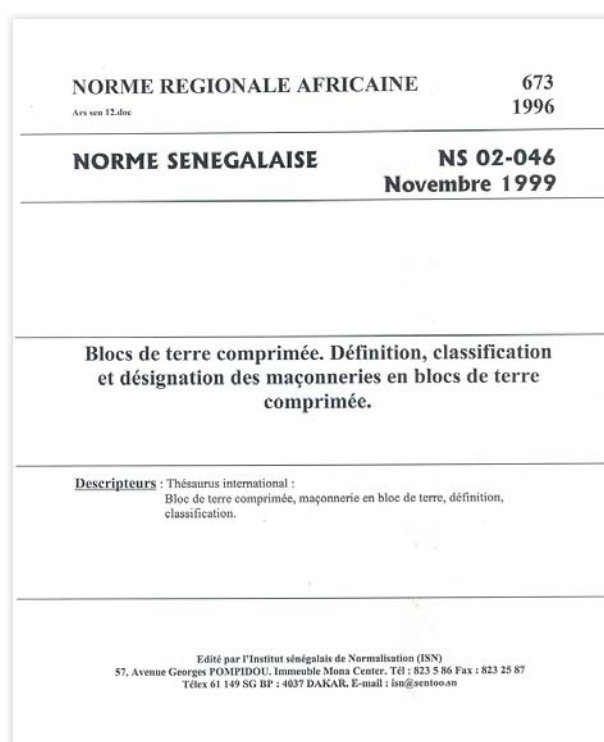
Des réformes du secteur du bâtiment basées sur les principes du développement durable sont maintenant bien engagées dans de nombreux pays du nord et montrent une voie. Les politiques publiques qui accompagnent ces réformes prennent notamment la forme de mesures incitatives : subventions, formations, labels, textes de lois, clauses, normes. Ces mesures permettent d'encourager les acteurs de la filière bâtiment à participer du processus et contribuent directement au développement de nouveaux marchés.

Le Passivhaus en Allemagne, le Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) en Amérique du Nord, le Bâtiment Basse Consommation (BBC) et la Haute Qualité Environnementale (HQE) en France, ou encore Minergie en Suisse sont parmi les labels sérieux qui témoignent de cette approche. En France par exemple, plusieurs textes officiels récents montrent l'engagement de l'État à soutenir les projets de construction durable :

*« Toutes les nouvelles constructions sous maîtrise d'ouvrage de l'État, de ses établissements publics ou*

des collectivités territoriales font preuve d'exemplarité énergétique et environnementale et sont, chaque fois que possible, à énergie positive et à haute performance environnementale<sup>91</sup>».

En Afrique Sahélienne, il n'existe pas à l'heure actuelle de labels d'architecture durable, mais la plateforme Construction 21<sup>92</sup> étudie actuellement un projet qui consisterait en la création, dans les pays « en développement », d'un label devant permettre de formaliser et de rendre explicite des pratiques informelles ou traditionnelles tout en s'insérant dans un processus de diffusion et de formation. Par ailleurs, de nouvelles normes régionales<sup>93</sup> ont d'ores et déjà été adoptées par certains pays et des États ont même commencé à se fixer des objectifs de promotions d'architectures durables, à l'exemple du Burkina Faso : « Promouvoir les structures architecturales qui utilisent les matériaux renouvelables, locaux et à bas coût en énergie, pour toute construction publique et, à travers les subventions ou les facilités fiscales, pour les résidences particulières<sup>94</sup> ».



Norme BTC sénégalaise. Page de couverture

Si la généralisation des principes de l'architecture durable en Afrique Sahélienne est une perspective encore lointaine, le processus semble engagé et devrait s'accompagner, de plus en plus, de politiques publiques et de mesures incitatives orientées vers les acteurs du secteur.

91. Article 8.I de la loi n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte.

92. Construction21 est à la fois une plateforme collaborative et un portail d'information à la disposition des professionnels de la construction et de la ville durable. Elle a été conçue pour aider à développer de nouvelles façons de construire et de rénover, accélérant ainsi la transition vers une économie verte du bâtiment. Lancée dans 6 pays en mars 2012 par 9 partenaires européens, elle vise à couvrir 50 pays dans le monde d'ici 2020. Deux pays du Maghreb, le Maroc et l'Algérie, en sont déjà membres. <http://www.construction21.org/>

93. Une série de normes BTC (Blocs de Terre Compressée) a été adoptée au Sénégal dès 1999.

94. Contributions Prévue Déterminées au Niveau National (CPDN) du Burkina Faso présentées lors de la COP21. Section 8. Engagements/recommandations p.43.

## 8.2 Garantir la compétitivité des nouvelles solutions constructives durables

Dans le secteur du bâtiment, l'adoption pérenne de nouvelles solutions constructives est très étroitement liée à la compétitivité des dites solutions sur le marché existant et à la mise en place de mesures incitatives (subventions, labels, réglementations, etc.).

En Mauritanie, les besoins de nouvelles constructions durables sont considérables et urgents, tout particulièrement en termes de logements décents et d'infrastructures de base, à destination des populations les plus vulnérables, qui sont celles qui ont le moins de capacités d'adaptation (en 2014, 36% des ménages mauritaniens vivaient dans des habitats précaires<sup>95</sup>). Au vu des récentes avancées internationales sur le climat et le développement durable, des mesures incitatives pourraient prochainement émerger, mais elles sont pour le moment pratiquement inexistantes.

Dans ce contexte fragile, la compétitivité des nouveaux produits d'habitat durable est un enjeu majeur et il est essentiel que leur développement passe par des études de marchés, qui participeront de leur bon positionnement et de leur large adoption.

## 8.3 Rechercher prioritairement des solutions techniques simples

En Mauritanie, la fragilité structurelle d'une part importante de la société fait que les besoins constructifs les plus urgents portent sur des bâtiments de conception simple, impliquant des chaînes d'acteurs généralement réduites à l'essentiel : clients, maçons et apprentis, manœuvres et fournisseurs<sup>96</sup>. Sur ce secteur de marché, la simplicité des nouvelles solutions constructives constitue un enjeu essentiel.

Effectivement, des solutions trop complexes rendent généralement indispensable l'implication de compétences de Maîtrise d'Œuvre spécialisées, tant sur les phases de conception que sur les phases de suivi/contrôle des réalisations et la mobilisation d'entrepreneurs et de maçons très qualifiés. Le coût des ouvrages s'en voit impacté et, de fait, clientèle et main d'œuvre populaires se voient excluent.

La promotion de solutions constructives durables simples à concevoir et à mettre en œuvre, de ce fait adaptées aux cibles populaires et vulnérables, et si possibles « socialement transversales », doit donc être considérée comme une priorité. En plus d'apporter des réponses aux problèmes de logement des ménages les plus vulnérables, cette approche « par le bas » peut permettre de toucher de larges marchés, tout en facilitant les processus de formation professionnelle de base.

95. Profil de la pauvreté en Mauritanie (ONS, 2014).

96. L'entraide communautaire et familiale est très pratiquée en Afrique Sahélienne, notamment dans le domaine de la construction. Elle a beaucoup diminué ces dernières décennies, et par endroit disparu, mais là où elle reste pratiquée, la main d'œuvre non qualifiée est souvent fournie par le client qui participe ainsi directement au chantier : production et acheminement des matériaux de construction, manœuvrage.

## 8.4 Agir sur l'offre et sur la demande

Le secteur du bâtiment repose sur des logiques de marché : produits, offre et demande. La promotion de nouveaux produits d'habitat ne peut donc se faire qu'en agissant simultanément, tant sur l'offre que sur la demande. Professionnels et clients forment les deux cibles prioritaires auxquelles doivent être adressées des actions de communication, de promotion et de formation qui participeront de leur adhésion et de leur bon positionnement.

Un des plus grand défi à relever pour une large diffusion de nouveaux modèles d'habitat durable réside dans la combinaison de deux facteurs : l'attractivité des nouveaux produits (compétitivité, accessibilité, solidité, confort, etc.) d'une part et le changement des mentalités d'autre part, notamment concernant les filières alternatives comme la terre crue. Car en face, la concurrence est rude. Les solutions constructives courantes (ciment + fer + tôle / ciment + fer + dalle) dont l'usage ne cesse de croître en Mauritanie comme dans l'ensemble de la sous-région présentent des atouts indéniables pour une large part de la population : conditionnement, disponibilité, relative facilité de mise en œuvre, image moderne et solide, etc. Malgré leur coût élevé qui les rend inaccessibles à une part importante de la population mauritanienne, cela n'empêche pas de rêver et les ménages vulnérables aspirent bien souvent, eux aussi, à une maison en ciment.

## 8.5 Prendre en compte le secteur « informel »

En 2005, le secteur du Bâtiment et des Travaux Publics (BTP) mauritanien était largement dominé par l'informel (82,5%)<sup>97</sup>. Son marché est très majoritairement fait d'opérations privées réalisées par des entreprises informelles dans des économies informelles. L'adoption de nouvelles solutions constructives durables dépend dès lors grandement de la capacité que l'on aura à intégrer cette composante et à s'y adapter, tout en cherchant à participer de l'amélioration des conditions et du cadre de vie des acteurs de la construction qui interviennent sur le secteur informel.

La transition des pratiques constructives courantes vers des pratiques durables dépend très fortement de l'information, de la formation et de l'accompagnement des acteurs qui sont appelés à les porter. Le caractère largement informel du secteur invite donc tout particulièrement à adapter à cette réalité les moyens et les actions déployés et donc à rechercher et développer des outils, méthodes et pédagogies capables de répondre à ces besoins.

Dans le domaine de l'habitat, ce sujet reste peu exploré. L'Association la Voûte Nubienne (AVN) est l'un des rares acteurs qui s'y emploie en apportant des réponses nouvelles et innovantes qui ont commencé à démontrer leur efficacité : supports pédagogiques adaptés aux cibles populaires, formations de base dispensées sur le tas, de maîtres à apprentis, sur des marchés privés populaires et largement informels, méthodes d'amorce et de densification du marché<sup>98</sup>.

97. BTP et perspectives de croissance économique. Centre Mauritanien d'Analyses et de Politiques (CMAP), 2005.

98. Pour plus de détails sur les méthodes développées par AVN, voir le dernier rapport d'activité consultable en ligne : [http://www.lavoutenubienne.org/depot/Documents/Associatif/Rapports\\_Activites/2015-2016/17\\_AVN-Rapport-activites\\_15-16\\_FR\\_light.pdf](http://www.lavoutenubienne.org/depot/Documents/Associatif/Rapports_Activites/2015-2016/17_AVN-Rapport-activites_15-16_FR_light.pdf)

## 8.6 Développer des modèles et des supports pédagogiques adaptés aux réalités du secteur du bâtiment mauritanien

### Les métiers du secteur du bâtiment :

- Les métiers de maîtrise d'ouvrages, tant publics (collectivités, états, etc.) que privés (promoteurs, bailleurs sociaux, etc.).
- Les métiers de maîtrise d'œuvre (architectes, ingénieurs, techniciens).
- Les métiers d'entreprises de travaux (entreprises, artisans, maçons, apprentis, sur tous les corps d'état).
- Les métiers de fournisseurs de matériels (matériaux, outillages, etc.).
- Les métiers de fournisseurs de services (exploitation, maintenance, etc.).

En Mauritanie, l'offre publique de formation professionnelle reste structurellement fragile : manque d'infrastructures et de moyens ; projets pédagogiques souvent inadaptés. Les modes de transmission traditionnels des savoir-faire intervenant à l'intérieur de systèmes informels sont donc toujours largement dominant.

Face à cette problématique, le questionnement profond des modèles pédagogiques, qui seront développés à l'avenir, est indispensable. Ils devront pouvoir s'adapter à cette situation complexe, tant à l'intérieur du système public qu'en dehors, en proposant des approches innovantes à l'exemple de la formation en alternance et des chantier-écoles qui permettent notamment de réduire la pression et les charges sur les centres de formation professionnelle, tout en étant plus adaptés aux réalités de marché<sup>99</sup>.

Les supports pédagogiques qui fixent les règles professionnelles et leurs modes de transmission doivent faire l'objet des mêmes questionnements. Leurs contenus devront souvent prendre plusieurs formes afin de répondre aux besoins d'acteurs ayant des profils divers, sans exclure les profils peu instruits qui dominent le secteur. Effectivement, un support pédagogique conçu pour des entrepreneurs répondant à des appels d'offres ou pour des architectes ne sera généralement pas accessible à un maçon paysan.

Par ailleurs, si la création de nouveaux emplois est un objectif essentiel de toute entreprise formative, la formation des professionnels déjà actifs est tout aussi importante et les projets pédagogiques devront aussi bien entendu les intégrer. Ils sont les premiers acteurs du marché de la construction et la transition du secteur du bâtiment vers la durabilité dépend très étroitement de leur engagement et de leur bonne maîtrise des nouvelles pratiques.

Enfin, si les besoins prioritaires de formation portent sur les entreprises de travaux, les autres métiers du secteur – maîtres d'ouvrages et maîtres d'œuvre en tête – ont aussi besoin d'être formés

99. Voir sur la question de la formation en alternance et des chantier-écoles l'« Étude diagnostique sur la formation et l'insertion professionnelle dans l'entretien routier en Mauritanie. Recommandations pour une meilleure adéquation emploi/formation à travers la mise en place d'un chantier école ». Organisation Internationale du Travail, 2016.

et accompagnés. Nouveaux montages des marchés et maîtrise des règles de conception, de suivi et de contrôle des ouvrages réalisés, sont parmi les besoins les plus prégnants. Des modèles pédagogiques spécifiques devront pouvoir y répondre.





## Conclusion

Rapidement après l'accès à l'indépendance de la Mauritanie en 1960, l'ensemble de la société a connu de profondes transformations. L'avènement des villes modernes et les sécheresses chroniques entraînerent le déclin des modes de vie nomade qui dominaient jusqu'alors et le phénomène d'urbanisation prit son essor.

En 2014, pratiquement 50% des mauritaniens étaient des urbains et Nouakchott abritait à elle seule 27 % de la population nationale. Couplé avec une croissance démographique très rapide (environ 3,5 millions en 2013 contre environ 1,9 millions en 1988), ce phénomène d'urbanisation galopante, que peu d'États jeunes auraient été en capacité de maîtriser, s'est accompagné des mêmes problématiques que connaissent actuellement nombre de pays en voie de développement dans le monde : habitat inadapté au contexte environnemental et climatique, recrudescence des habitats précaires, pression sur les infrastructures de base, chômage, prédominance de l'informel, pression sur les écosystèmes, paupérisation de groupes sociaux de plus en plus importants.

Si les villes sont durement affectées, les campagnes ne le sont pas moins. Elles subissent plus durement la dégradation des écosystèmes et les effets des changements climatiques, tout en ayant moins de capacités d'adaptation. Le niveau de précarité des logements y est plus important qu'en ville, notamment du fait de la disparition des ressources ligneuses traditionnellement utilisées pour la réalisation des toitures d'une part, de la cherté des matériaux importés actuellement susceptibles d'offrir des alternatives d'autre part.

Ces constats mettent en exergue les principaux enjeux de réforme du secteur du bâtiment mauritanien : adapter l'habitat aux réalités environnementales et climatiques du pays, permettre à tous d'accéder à des logements décents et aux infrastructures de base, réduire la pression sur les écosystèmes.

Les défis à relever sont considérables, mais la Mauritanie n'est pas seule ni isolée face à ces problèmes. Les enjeux relatifs au secteur du bâtiment sont aujourd'hui des enjeux universels et la communauté internationale a récemment adopté 17 objectifs de développement durable à atteindre d'ici 2030, certains concernant directement le secteur du bâtiment.

La direction est donnée. La réforme du secteur du bâtiment sera d'abord celle de la durabilité. Les modes de construction et leurs modes d'apprentissage et de transmission sont appelés à évoluer en les adaptant de la meilleure façon possible tant aux nouveaux enjeux environnementaux et climatiques qu'aux spécificités sociaux-économiques et culturelles des marchés sur lesquels ils devront se positionner.

Les concepts d'architectures et de matériaux durables, de formations adaptées et d'emplois durables tracent ensemble la voie à suivre et les acteurs du secteur du bâtiment mauritanien vont pouvoir tirer profit des atouts patrimoniaux culturel et naturel du pays. Les architectures vernaculaires sont de remarquables exemples d'adaptation aux milieux et de durabilité qu'il y a lieu de méditer et de poursuivre. Elles témoignent qui plus est des importantes ressources en matériaux locaux du pays qui sont exploitées depuis des siècles et continuent de l'être aujourd'hui dans le cadre de filières généralement locales.

Un autre atout fort de la Mauritanie réside dans les nombreuses expériences pilotes menées depuis 60 ans sur les filières terre, pierre et plâtre. Elles témoignent d'une dynamique endogène continue et ont permis des avancées importantes en termes de possibilités d'utilisation des matériaux, de modes constructifs à promouvoir et de compréhension des facteurs de réussite et de blocage prévisibles. Elles ont aussi contribué à l'émergence d'un début de tissu d'acteurs spécialisés.

Pour obtenir des résultats significatifs sur la transition du secteur du bâtiment mauritanien vers des pratiques durables, les efforts doivent être poursuivis et amplifiés. Les expériences ponctuelles et diffusées ne sauraient contribuer seules à la transformation du secteur et à la résolution des problèmes environnementaux et sociaux majeurs que la société mauritanienne connaît. Des politiques publiques fortes doivent être construites par les institutions du pays. Elles pourront s'appuyer sur de nouveaux mécanismes financiers internationaux, mais elles devront surtout savoir s'adapter aux réalités structurelles particulières d'une société en voie de développement et d'un secteur fragile caractérisé par une part très importante d'habitats précaires, par le recul des bonnes pratiques constructives et par la prédominance de l'informel. Face à cette réalité, l'innovation méthodologique et pédagogique sera certainement une clé de réussite essentielle.



## Références bibliographiques

- *Rapport annuel 2015*. Banque Centrale Mauritanienne
- *Rapport Mondial sur le Développement Humain*. PNUD, 2014
- *Profil de la pauvreté en Mauritanie*. Office National de la Statistique, 2014
- *Rapport National sur le Développement Humain*. République Islamique de Mauritanie – PNUD, 2015
- *Recensement général de la population et de l'habitat*. Office National de la Statistique, Mauritanie, 2013
- *Rapport Mondial 2011 sur les établissements humains – Les villes et le changement climatique : orientations générales*. Programme des Nations Unies pour le développement des établissements humains.
- *Sustainable housing for sustainable cities : a policy framework for developing countries*. UN-Habitat, 2012.
- *Étude préliminaire d'adaptation aux changements climatiques en Afrique – Bâtiments. Contribution au projet négociation climat pour toute l'Afrique réussie (NECTAR)*. GRET - Organisation Internationale de la Francophonie, avec l'appui du PNUE, 2009.
- *BTP et perspectives de croissance économique*. Centre Mauritanien d'Analyses et de Politiques (CMAP), 2005.
- *Nouakchott. Au carrefour de la Mauritanie et du monde*. Armelle Choplin, Éditions Karthala et Prodig, 2009.
- *La Mauritanie*. Muriel Devey, Éditions Karthala, 2005.
- *Étude socio-économique du bassin du fleuve Sénégal. Partie B – Le milieu rural traditionnel*. Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (OMVS), 1984.
- *Our Common Future*. Rapport Brundtland, 1987.
- *Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques*. 1992.
- *Accord de Paris sur le Climat*. 2015.
- *L'Architecture écologique*. Dominique Gauzin-Müller, Éditions du Moniteur, 2001.
- *Construire avec le peuple*, Hassan Fathy, Éditions Sinbad, 1985.
- *VerSus – Heritage for tomorrow – Vernacular knowledge for Sustainable Architecture*. Edited by Mariana Correia, Letizia Dipasquale, Saverio Mecca, Firenze University Press 2014.

- *Développement des filières locales pour la construction durable*. Maisons Paysannes de France, 2013.
- *Structuration et développement des filières de matériaux de construction biosourcés – Plan d'actions n°2, avancées et perspectives*. Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, Ministère du Logement et de l'Habitat Durable, France, 2016.
- *Analyse du potentiel de création d'emplois verts dans les bassins migratoires mauritaniens*. Nouakchott – Gorgol – Trarza. BIT, 2013.
- *Villes de mémoire, anciens ksour de Mauritanie*. Livre édité dans le cadre du projet « Sauvegarde et valorisation du patrimoine culturel mauritanien – PSVPCM » (Gouvernement mauritanien, UNESCO, Banque Mondiale).
- *Maisons sénégalaises – habitat rural 1*. Patrick Dujarric, UNESCO Établissements humains et environnement socio-culturel, 1986.
- *Traité de construction en terre*. CRAterre, Éditions Parenthèses, 2006.
- *Bâtir en terre : du grain de sable à l'architecture*. Romain Angier et Laetitia Fontaine, Éditions Belin, 2009.
- *Argiles & biopolymères, les stabilisants naturels pour la construction en terre*. Ouvrage collectif, Éditions CRAterre, 2016.
- *La technique du bâtiment tous corps d'état*. Daniel Montharry, Michel Platzer, Éditions Le Moniteur, 2014.
- *Capitalisation des recherches et expériences sur le Typha*. Étude PNEEB/Typha, 2014.
- *Étude diagnostique sur la formation et l'insertion professionnelle dans l'entretien routier en Mauritanie*. Recommandations pour une meilleure adéquation emploi/formation à travers la mise en place d'un chantier école ». OIT, 2016.



Ce document a été réalisé dans le cadre du projet PECOBAT du Bureau International du travail financé par l'Union Européenne à travers les Fonds fiduciaire d'urgence pour l'Afrique