



Bureau
international
du Travail

Migration, environnement et développement local

MATÉRIAUX LOCAUX ET ÉCO ARCHITECTURE AU SÉNÉGAL

ÉTAT DE LIEUX ET PERSPECTIVES DANS LE CADRE D'UNE TRANSITION VERTE



Photo Village Pilote



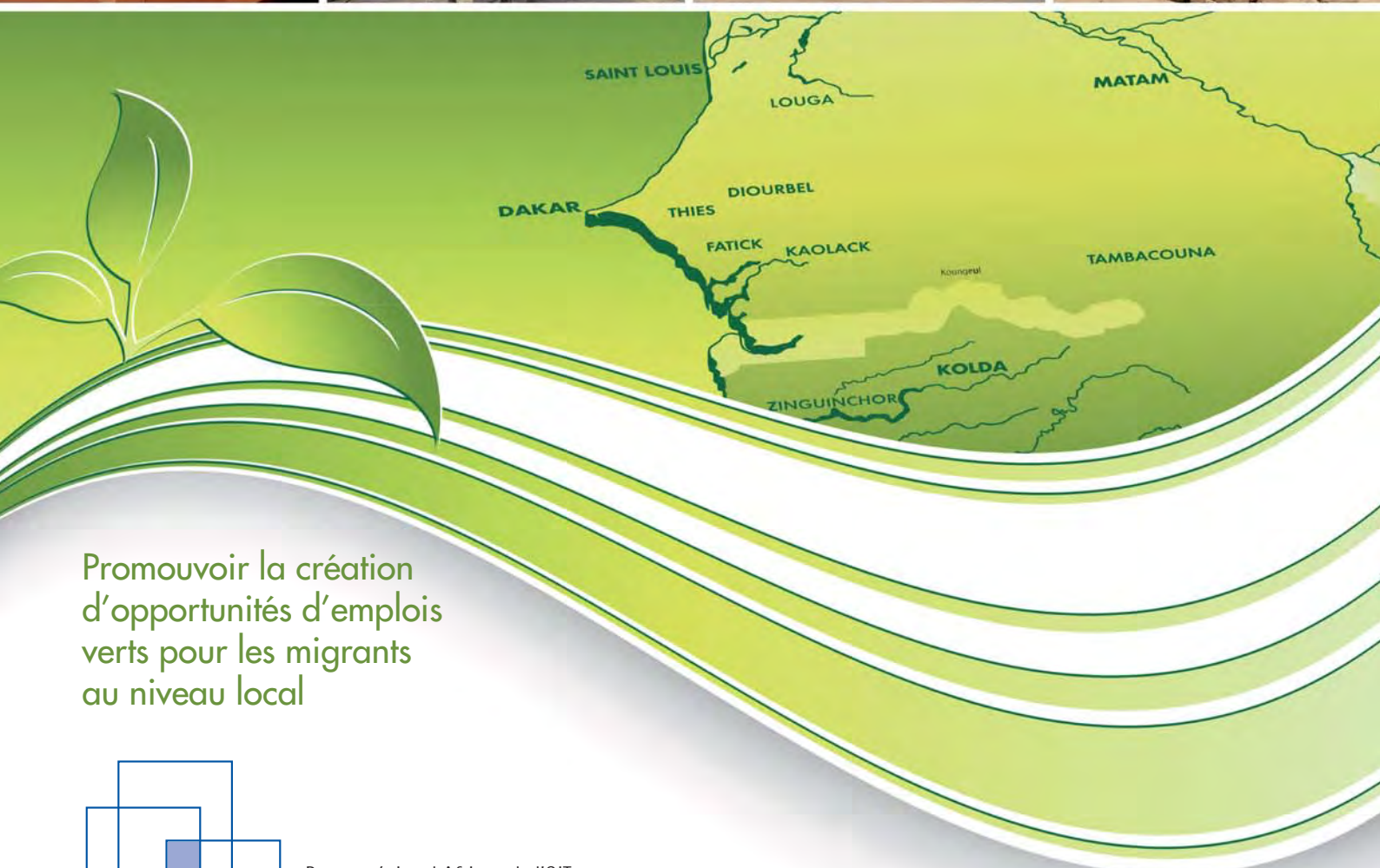
Photo Association Voie Nubienne



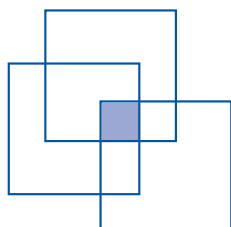
Photo Village Pilote



Photo Association Voie Nubienne



Promouvoir la création
d'opportunités d'emplois
verts pour les migrants
au niveau local



Bureau régional Afrique de l'OIT
Bonne gouvernance des migrations de main
d'œuvre et son lien avec le développement
au Mali, en Mauritanie et au Sénégal



Mars 2013

Copyright © Organisation internationale du Travail 2013
Première édition 2013

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: pubdroit@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.ifrro.org afin de trouver l'organisme responsable de la gestion des droits de reproduction dans votre pays.

OIT, 2013. Matériaux locaux et éco architecture au Sénégal, état de lieux et perspectives dans le cadre d'une transition verte. Migration, environnement et développement local.

ISBN : 978-92-2-227481-9 (print)
978-92-2-227482-6 (web pdf)

Auteur : Ahmed Berthome, Eric Silvestre, Claude Yao Kouame
Coordination : Federico Barroeta
Assistance technique : Yarci Acosta

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 électroniques du Bureau international du Travail peuvent être obtenus dans les principales librairies ou auprès des bureaux locaux du BIT. On peut aussi se les procurer directement, de même qu'un catalogue ou une liste des nouvelles publications, à l'adresse suivante: Publications du BIT, Bureau international du Travail, CH-1211 Genève 22, Suisse, ou par courriel : pubvente@ilo.org.

Visitez notre site Web: www.ilo.org/publns.

Conception graphique : 360
Éditer au Sénégal

Migration, environnement et développement local

MATÉRIAUX LOCAUX ET ÉCO ARCHITECTURE AU SÉNÉGAL

ÉTAT DE LIEUX ET PERSPECTIVES DANS LE CADRE D'UNE TRANSITION VERTE

Promouvoir la création d'opportunités d'emplois verts pour les migrants au niveau local



Bureau
international
du Travail



AVANT PROPOS

► M. Federico Barroeta, Coordinateur Régional du projet Bonne Gouvernance de la Migration et son lien avec le Développement de l'Organisation Internationale du Travail

« Migration et environnement, promouvoir le développement local et transformer les défis environnementaux en opportunités à travers la création d'emplois verts »

L'objectif de développement du projet Bonne Gouvernance des migrations de main-d'œuvre et son lien avec le développement au Sénégal, en Mauritanie et au Mali (dit Projet Bonne Gouvernance) est de contribuer à maximiser les bénéfices de la migration encadrée du travail, dans ces trois pays pour promouvoir le développement durable et la réduction de la pauvreté. La stratégie de ce projet repose sur l'expérience de l'Organisation Internationale du Travail (OIT) en la matière dans la sous-région et en particulier sur les leçons tirées du projet pilote « Assistance technique pour l'amélioration de la coordination des flux migratoires du Sénégal, de la Mauritanie, du Mali et de l'Espagne ». Ce projet a été financé par le Ministère de l'Emploi et la Sécurité Sociale du Gouvernement espagnol.

Le projet s'inscrit dans le cadre de l'agenda sur le travail décent de l'OIT dans la région du Sahel ainsi que dans celui des priorités de développement identifiées par les Plans nationaux de développements (PND) et les Documents et stratégies de réduction la pauvreté (DSRP) respectifs. Le projet propose la maximisation des bénéfices de la migration encadrée du travail à partir de trois objectifs spécifiques, axés sur le renforcement institutionnel, l'amélioration du système de formation professionnelle et le soutien à un système d'incitation au retour et de réinsertion dans le pays d'origine pour impulser la circularité de la migration.

Les liens entre la protection de l'environnement



et la migration sont évidents. Les catastrophes environnementales forcent les gens à quitter leur pays. L'épuisement des ressources naturelles, la dégradation de l'environnement, la pollution et les effets négatifs des changements climatiques ont un impact sur le développement et par conséquent, sur la décision de migrer. L'Afrique et plus particulièrement l'Afrique sub-saharienne sont concernées par cette question, les économies locales sont étroitement liées aux ressources naturelles, et fait du lien entre migration, environnement et développement une question d'une importance cruciale.

Le Projet Bonne Gouvernance, dans le cadre d'une démarche participative, a suscité un grand intérêt de la part des autorités locales, des acteurs de la société civile et du secteur privé ainsi que d'autres acteurs du développement. L'enjeu tourne autour du double bénéfice des « emplois verts », c'est-à-dire la création de travail et la réduction de l'impact anthropique sur l'environnement naturel tout en promouvant le développement.

Ce travail vise plus particulièrement à approfondir la relation entre la création d'emplois et la protection de l'environnement dans le domaine de l'architecture durable. Le choix du secteur découle de la recherche entamée au Sénégal autour des niches potentielles de création d'emplois dans des zones à forte propension migratoire ainsi que des échanges établis lors des différentes actions menées dans le cadre

REMERCIEMENTS

Mbaye Diop, Carlos Gallego, Moussa Diop, Lara Bretones, Carolina Bonache, Rafik Hamimi, Mamadou Ndiaye, Association Voute Nubienne, Village Pilote, Sergio Suárez.

du Projet Bonne Gouvernance. Ce travail inclut un outil technique (une guide de matériel local) qui vise à fournir aux acteurs qui travaillent déjà dans le secteur, ainsi qu'aux nouveaux clients potentiels et aux éventuelles parties prenantes, des éléments utiles pour promouvoir une façon de construire et de concevoir la ville africaine plus adaptée à son environnement naturel.

Le présent document est le troisième volet de la série «Migration, environnement et développement local». Il répond à la nécessité d'aborder la migration à partir d'une approche pluridisciplinaire et holistique en travaillant d'une manière participative avec les représentants des gouvernements, des employeurs et des travailleurs, pour promouvoir la réflexion autour de la création de travail décent pour tous.

J'espère sincèrement que les autorités et les autres acteurs du développement prendront le relais et établiront les mesures nécessaires pour promouvoir le développement en harmonie avec les limites imposées par la nature. Le fait de transformer un défi en opportunité montre qu'il existe d'autres solutions plus «vertes» pour parvenir à l'éradication de la pauvreté et promouvoir le progrès social. Nous sommes convaincus que la création d'emplois verts dans le cadre d'une transition juste vers un modèle de développement plus cohérent du point de vue écologique, économique et social, est un moyen puissant pour atteindre les objectifs de durabilité du développement en Afrique sub-saharienne et, par extension, sur l'ensemble de la planète.

AVANT PROPOS

► **M. Claude Yao Kouame, spécialiste technique principal de l'Équipe Technique d'Appui au Travail Décent pour l'Afrique occidentale du Bureau International du Travail**

La nécessité de construire des bâtiments et des infrastructures écologiques est sans aucun doute à l'ordre du jour pour répondre aux défis auxquels sont confrontés des millions de personnes qui vivent dans des habitats précaires alors que le coût de l'énergie est en hausse. Avec le chômage des jeunes, la main-d'œuvre est disponible pour occuper de nouveaux types d'emplois, créés par des améliorations connexes liées à l'amélioration de l'efficacité énergétique. Dans ces conditions, il est nécessaire de rechercher des opportunités dans des sources d'approvisionnements plus écologiques, renouvelables comme l'énergie solaire et éolienne ; une meilleure efficacité énergétique dans les bâtiments et dans la réduction de la facture collective résultant de l'usage des équipements publics.

Cependant, beaucoup de ces travailleurs sans emploi peuvent ne pas avoir les compétences requises pour la modification (rapide) du secteur de l'immobilier et des infrastructures urbaines qui se déplacent pour épouser les concepts de durabilité, par le biais de solutions fondées sur les économies d'énergie.

L'écoconstruction est une opportunité pour promouvoir le respect des conditions de travail dans l'économie verte. Le secteur de la construction est en effet le premier qui a été abordé dans le cadre de l'initiative Emplois verts de l'OIT. Il est responsable de 25 à 40 % du total de la consommation d'énergie et de 30 à 40 % des émissions de gaz à effet de serre à l'échelle mondiale. Il est également gros pourvoyeur d'emplois.



Pour le BIT, les économies d'énergie sont la porte d'entrée de débats visant à encourager des approches novatrices dans la construction écologique. L'agenda du travail décent de l'OIT fait siennes les discussions sur le concept de l'écoconstruction. La promotion d'emplois verts et d'emplois décents dans la construction ou la construction écologique vise à prendre en compte les aspects des normes fondamentales de l'OIT. Il semble en effet urgent que les nouvelles possibilités offertes par les emplois verts assurent également que les emplois créés seront également décents tout en visant la réduction des consommations énergétiques et des niveaux élevés d'émission de carbone.

Ce travail incarne les efforts de l'OIT pour approfondir et donner des pistes sur le potentiel de croissance dans certains secteurs porteurs, comme ceux des « emplois verts » dans le secteur de la construction. En ce sens, c'est un honneur pour moi de présenter le fruit d'un travail méticuleux basé sur une expérience de terrain qui, j'en suis sûr, fournira des solutions viables et adaptées pour une transition vers un modèle de développement plus efficace du point de vue écologique, social et économique.

► Liste des principales abréviations

AARMN	Agence d’Architecture et de la Recherche Mbacké Niang
ACV	Analyse de la chaîne de valeur
AECID	Agence Espagnole pour la Coopération Internationale (et le) au Développement
AFECO	Africaine d’Étude et de Construction
AFD	Agence Française de Développement
ANEV	Agence Nationale des Éco Villages
APC	Approche par compétences
APIX	Agence de Promotion des Investissements et des Grands Travaux
ASN	Association sénégalaise de Normalisation
BHS	Banque de l’Habitat du Sénégal
BIT	Bureau International du Travail
BTC	Briques de terre compactée
BTP	Bâtiment et travaux publics
CDE	Entreprise générale de bâtiment et travaux publics
CEREC	Centre Expérimental de Recherche et d’Etude pour l’Équipement
CFBTP	Centre de formation aux métiers du BTP de Diamniadio
CICES	Centre International du Commerce Extérieur du Sénégal
CNUCED	Conférence des Nations Unies sur le Commerce et le Développement
COB	Coopérative des Ouvriers du Bâtiment
CSE	Compagnie Sahélienne d’Entreprises
ESAM	Enquête Sénégalaise auprès des Ménages
DSRP	Documents et stratégies de réduction de la pauvreté
IFAN	Institut Fondamental de l’Afrique Noire
IST	Institut des Sciences de la Terre
NTEC	Nouvelles Technologie de l’Eco Construction
OIT	Organisation Internationale du Travail
ONG	Organisation non gouvernementale
PND	Plans nationaux de développement
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
SCA	Stratégie de la Croissance Accélérée
SICAP SA	Ancienne Société Immobilière du Cap-Vert.
SNBTP	Syndicat National des entreprises du Bâtiment et des Travaux publics
SNHLM	Société Nationale d’Habitations à Loyers Modérés
SPEBTPS	Syndicat Professionnel des Entrepreneurs du Bâtiments Travaux Publics du Sénégal
UCAD	Université Cheikh Anta Diop de Dakar
UPM	Université Polytechnique de Madrid
URCCH	Union Régionale des Coopératives d’Habitat

SOMMAIRE

► Introduction 10

 Objet de l'étude 10

 Concepts 10

 • Architecture et Urbanisme Durable 10

 • Éco-construction et architecture respectueuse de l'environnement 11

 • Architecture et Urbanisme Vert 11

 Profil socio-économique du Sénégal 12

 • Résumé des principaux indicateurs sociaux et économiques 12

 • Le secteur de la construction et du Bâtiment et travaux publics (BTP), principaux indicateurs 13

► Partie 1 : L'urbanisme au service du développement durable
 et la réduction de la pauvreté 15

 Le rôle de l'urbanisme dans la transition vers un modèle économique vert pour réduire
 la pauvreté au Sahel 15

 • L'aménagement urbanistique au Sénégal 16

 • Migration et changement climatique, le potentiel de l'écoconstruction pour fixer la population
 dans le cadre d'une adaptation aux variations du climat 18

► Partie 2 : État de lieux de l'urbanisme et la construction durables au sénégal 21

 Cartographie des principaux acteurs et initiatives 21

 • Institutions Publiques 21

 • Programmes de logements sociaux 23

 • Secteur Privé 24

 • Matériaux de construction 24

 • Normalisation et certification 25

 • Formation 25

 Enjeux et Défis de l'architecture durable et des matériaux locaux 27

 • Analyse du cycle de vie 27

 Mesures pour la promotion du secteur 30

 • Recyclage des déchets plastiques pour la fabrication des pavés routiers 33

 • Répondre aux besoins en termes de formation 33

 • Thèmes à intégrer dans les modules de formation des entrepreneurs 34

 • Au regard des nouvelles technologies de l'écoconstruction 35

 • Thèmes à intégrer dans les modules de formation des décideurs 35

 Perspectives et opportunités 36

 • L'approche Haute Intensité de la Main-d'oeuvre (HIMO) et son lien avec l'architecture durable .. 36

 • Vers des routes écologiques 37

 Le bâtiment et les travaux publics 38

 Logement privé 39

 • Construction en milieu rural 39

 • Construction en milieu urbain 40

► Annexes 41

 Annexe i : guide des matériaux 41

 • Fiche I - Terre 41

 • Fiche II - Paille 46

 • Fiche III - Bois 49

 • Fiche IV - Textile 52

 • Fiche V – Pierre 54

 • Fiche VI - Chaux 58



INTRODUCTION

► Objet de l'étude

La croissance économique fondée sur l'orientation des capitaux vers des activités non durables n'a plus d'avenir; l'éradication de la pauvreté est inextricablement liée à la préservation et à la conservation des biens communs et du patrimoine environnemental. À cet égard, nous pouvons affirmer qu'il n'y a pas de réponses viables aux problèmes de développement si celles-ci ne prennent pas en compte la dimension environnementale. Il est donc urgent de mettre en place des initiatives concrètes pour un nouveau modèle économique et social favorisant le développement et qui conjugue progrès social et respect de la nature. Il faut « verdir » l'économie pour promouvoir un changement structurel et équitable et qui, au final, apportera de la rationalité à tous les processus économiques, politiques et sociaux.

C'est dans ce contexte que l'Organisation Internationale du Travail s'interroge sur le potentiel et les opportunités qu'offre l'économie verte pour la transition vers un autre modèle de développement. Le but de cette étude est d'offrir une photographie du secteur de l'écoconstruction au Sénégal. Il s'agira d'identifier les initiatives existantes, les principaux acteurs, l'état des lieux du secteur et aux liens que ce dernier entretient avec l'emploi, la migration et plus généralement, le développement au Sénégal. Les potentialités et les limites ont été identifiées, ainsi que leurs modèles techniques et économiques. La mise en évidence de ce potentiel économique a permis de suggérer des recommandations adéquates pour optimiser l'éventuelle mise en action d'une initiative pilote et d'un programme pour la promotion de l'emploi vert dans la construction durable.



► Concepts

Architecture et Urbanisme Durable

A l'origine, la notion d'architecture durable puise ses racines dans celle de développement durable : « un processus à la fois économiquement efficace, socialement équitable et écologiquement soutenable. Il s'agit donc clairement de veiller à un développement harmonieux coïncidant avec les besoins de toute une société, tout en veillant à ne pas porter préjudice, par des pratiques non pertinentes, aux générations futures¹ ».

De nos jours, l'architecture et l'urbanisme durables tentent de concilier plusieurs préoccupations en s'appuyant sur quatre piliers : environnemental, social, économique et culturel. Pour y parvenir, elles doivent :

- préserver en premier lieu l'intégrité du patrimoine environnemental, en respectant les écosystèmes en place et en garantissant la mise en œuvre de dispositifs écologiquement sains,
- favoriser l'équité sociale entre les individus, les nations, les générations, tout en facilitant l'accès à l'éducation, à l'emploi, aux soins, au logement... en un mot, à la qualité de vie,
- améliorer l'éco efficacité par une saine gestion des ressources allouées pour la satisfaction des besoins des populations et en passant par la responsabilisation des entreprises et des

citoyens au regard des biens qu'ils produisent et qu'ils consomment,

- contribuer par leur créativité à enrichir l'expression culturelle des communautés humaines dans l'aménagement et la fabrication des territoires et des agglomérations qu'elles habitent².

Écoconstruction et architecture respectueuses de l'environnement

On observe dans les exemples de l'architecture traditionnelle au Sénégal une propension à tirer parti du climat et de l'environnement naturel. Il existe une relation entre le milieu et l'habitat pour construire son habitation en économisant de l'énergie tout en gagnant du confort. Ceci est rendu possible par la connaissance des matériaux locaux et leur utilisation rationnelle.

Si l'architecture moderne portée par le développement industriel s'est un temps affranchie des contraintes économiques, on peut situer aux années 1970 et à la crise énergétique consécutive aux chocs pétroliers l'origine des premières démarches architecturales privilégiant une approche écologique. Ce qui est au départ une attention essentiellement portée sur l'autonomie ou l'indépendance énergétique va s'enrichir de critères plus larges tels que la position du bâti sur le terrain, l'orientation, le travail de maîtrise des éléments dans une architecture bioclimatique.

Sans qu'il existe de recettes toutes faites pour une architecture respectueuse de l'environnement, on retiendra que l'écoconstruction s'appuie sur quelques grands principes :

- Des habitations plus petites,
- L'utilisation de matériaux recyclés et renouvelables,
- L'utilisation de matériaux à bas profil énergétique,

- L'utilisation de bois de récolte,
- Le recours à des systèmes de captage de l'eau,
- Un entretien peu exigeant,
- Le recyclage des bâtiments,
- Un moindre usage de produits chimiques nocifs à la couche d'ozone,
- La sauvegarde de l'environnement naturel,
- L'efficacité énergétique,
- L'orientation solaire,
- L'accès aux transports en communs³

Architecture et Urbanisme Vert

L'architecture verte fait référence à la notion d'écologie contenue, par exemple, dans le concept d'« emploi vert ». Une attention très forte est portée aux questions environnementales ainsi qu'aux enjeux d'adaptations et de lutte contre la dégradation du contexte climatique: « Éviter des changements climatiques dangereux et potentiellement ingérables et protéger le milieu naturel, garant de la vie sur Terre⁴ ».

La démarche durable réoriente les fondements de l'architecture vers une plus grande prise en compte de l'environnement et des incidences de toute construction sur la nature. Plus que des enjeux constructifs, économiques et de durabilité, qui restent parties prenantes, l'architecture développe une identité de société, pour apporter des réponses aux mutations de notre environnement.

Les champs de recherches sont dirigés vers :

- L'intégration de l'architecture dans le paysage, la fusion du bâtiment avec son milieu naturel,

2. *Développement durable et architecture responsable, Engagements et retours d'expériences, Ordre des architectes Français, 2007.*

3. *L'architecture verte, James Wines, 2000.*

4. *Emplois verts : Pour un travail décent dans un monde durable, à faibles émissions de carbone, PNUE, 2008.*

1. *Développement durable et architecture responsable, Engagements et retours d'expériences, Ordre des architectes Français, 2007.*

- La combinaison de l'habitat et de l'espace jardin, pensés comme des microcosmes,
- L'emploi du symbolisme lié à la nature,
- Une traduction esthétique de la technologie la plus avancée en matière d'environnement,
- Une recherche dans le domaine du design écologique et des innovations en matière de technologie environnementale,
- Des attitudes environnementales qui ont des répercussions sur l'ensemble du corps architectural,
- Des idées visionnaires et conceptuelles appliquées à l'architecture et à l'urbanisme et qui proposent des visions anticipatrices de l'avenir.

► Profil socio-économique du Sénégal

Résumé des principaux indicateurs sociaux et économiques

Avec une population estimée à 12 509 434 habitants en 2010, le Sénégal connaît un taux de croissance démographique d'environ 2,3 %. La répartition de celle-ci sur le territoire national est inégale, marquée par une forte concentration dans les régions de l'ouest et du centre du pays. Une inégalité marquée aussi par des fortes concentrations sur quelques zones urbaines, notamment avec la région capitale de Dakar dont le poids démographique était estimé à 2 592 191 habitants en 2010. La balance démographique reste tout de même en faveur des zones rurales (7 323 336 habitants en zones rurales pour 5 186 098 habitants en zone urbaine).

Les autres régions densément peuplées sont les régions de Diourbel (1 356 796 habitants) et de Thiès (1 658 445 habitants) autour des villes de Touba-Mbake et Thiès. D'autres villes ont un poids démographique important pour le pays : Kaolack, Mbour, Saint-Louis, Ziguinchor et Diourbel.

L'économie sénégalaise même si elle affiche une croissance régulière, présente un profil déficitaire de sa balance commerciale, avec un volume des importations plus de deux fois supérieur à ses exportations.

Les exportations reposent en grande partie sur un secteur primaire dominé par la culture de l'arachide, du coton dans une moindre mesure mais surtout les produits de la pêche et la récolte du sel.

Cependant, on observe que la contribution du secteur secondaire dans la formation du PIB est aujourd'hui dominante, particulièrement avec la production de ciment qui constitue aujourd'hui pour 99 700M de FCFA l'un des premiers poste à l'exportation. L'extraction des phosphates, l'acide phosphorique et la transformation des produits pétroliers à destination des pays de la sous-région complètent le tableau de l'exportation.

Les échanges commerciaux extérieurs du Sénégal sont principalement orientés vers les pays de l'Union européenne et en premier lieu la France, mais aussi pour une part importante vers le continent asiatique. La balance économique avec le continent africain reste quant à elle positive. Le pays pèse de plus en plus sur l'ensemble de sa région, autant pour la zone UEMOA que pour la zone CEDEAO.

Pour sa consommation et son équipement, le Sénégal importe davantage de produits à prix élevés qu'il n'exporte de produits transformés (huile d'arachide, tourteaux d'arachide, conserves de poisson, légumes verts) ou de matières premières (ciment, phosphates).

Ce bref aperçu montre que l'économie sénégalaise est largement dépendante de ses ressources naturelles. Par conséquent, leur préservation par une exploitation rationnelle est nécessaire pour assurer le bien-être des populations et des générations futures dans le cadre d'un développement durable.

Le secteur de la construction et du Bâtiment et travaux publics (BTP), principaux indicateurs

En 2010, la construction représentait 4,3 % du PIB réel et 22,3 % de la valeur ajoutée en volume du secteur secondaire.

Le secteur de la construction et des travaux publics, particulièrement dynamique au Sénégal, se partage entre les acteurs du secteur formel et ceux du secteur informel. Parmi ces entreprises, seule une dizaine ont véritablement les moyens matériels et économiques pour répondre aux appels d'offres des marchés publics. Parmi les principales sociétés on retrouve: Eiffage Sénégal, Entreprise générale de bâtiment et travaux publics (CDE), la Compagnie Sahélienne d'entreprises (CSE) et Jean Lefevre Sénégal.

Dans le secteur informel, les entreprises sont principalement actives dans la construction résidentielle et les postes secondaires : électricité, plomberie, menuiserie, etc. Elles représentent une grande partie du secteur.

L'activité est importante dans le domaine de la construction résidentielle, avec une demande provenant des ménages eux-mêmes (individuellement ou collectivement dans des coopératives d'habitat), des promoteurs immobilier et de l'État. Excepté 2009, année faible, la croissance de ce secteur reste continue.

L'activité est soutenue par ailleurs par les travaux de génie civil impulsés par l'État: travaux routiers avec en particulier la réalisation de l'autoroute Dakar-Diamniadio ; infrastructures tels que l'aéroport Blaise Diagne, actuellement en chantier, ou l'extension du port de Dakar ; et les ouvrages d'art dont le projet de la statue de la Renaissance africaine, l'hôtel Onomo ou le nouveau théâtre de Dakar.

Dans le logement social, l'État reste un acteur impliqué avec quelques 3677 parcelles viabilisées et 892 logements construits par la Société immobilière du Cap-Vert (SICAP), en charge de l'aire urbaine de Dakar, pour l'année 2010. La Société Nationale des Habitation à Loyers

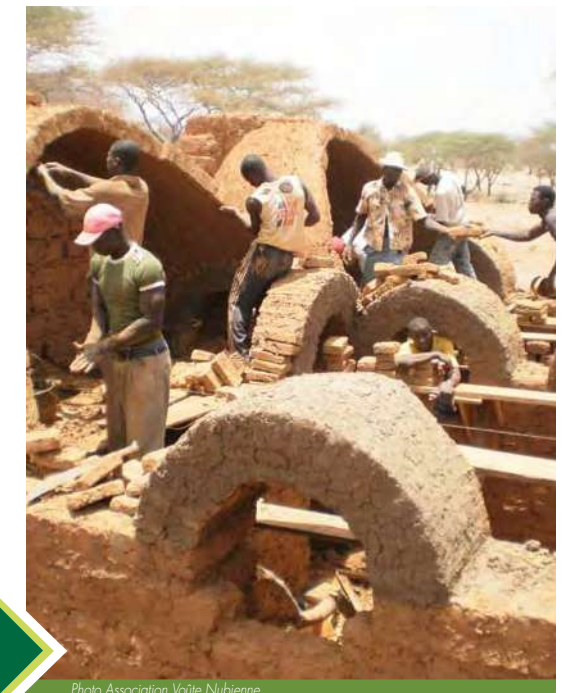


Photo Association Voûte Nubienne

Modérés (SNHLM) en charge du reste du territoire à également viabilisé sur la même période 1249 parcelles dans les régions de Tambacounda, Fatick, Saint-Louis et Kaolack.

L'autre indicateur important du secteur est la production de matériaux de construction, ici largement dominée par la production de ciment qui s'élevait pour l'année 2010 à 2,4 millions de tonnes.

La moitié de cette production est absorbée par le marché intérieur, mais la demande des pays de la région est en augmentation. La production de ciment affiche pour l'année 2010 un chiffre d'affaire de 198 milliards de CFA pour un bénéfice de 64 milliards.

Signe de la bonne santé de l'activité cimentière et de ses importantes perspectives, la Société Dangote a ouvert une nouvelle cimenterie dans la zone de Pout (ce qui monte à trois le nombre de cimenteries du Sénégal) et nombreux projets sont à l'étude pour doubler les capacités de production.

Partie 1

L'URBANISME AU SERVICE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET LA RÉDUCTION DE LA PAUVRETÉ

► Le rôle de l'urbanisme dans la transition vers un modèle économique vert pour réduire la pauvreté au Sahel :

L'adaptation de notre cadre de vie aux nouvelles réalités et aux enjeux environnementaux est une généralité qui touche tous les continents. Le secteur de la construction, parce qu'il absorbe une grande quantité des matières premières et de l'énergie et parce qu'il est générateur de déchets et de pollutions importantes, doit être restructuré autour de nouvelles valeurs. Ainsi, les villes les plus riches ont développé des compétences technologiques dans la construction passive et la relation de l'urbain au milieu naturel, mais ces technologies restent encore très éloignées des réalités de l'Afrique de l'ouest. Les pays du Sahel ont également connu une très forte urbanisation au cours de ces dernières décennies avec des conséquences sur la santé et la qualité de vie des populations ainsi que sur l'environnement.

L'étude et les expériences menées au Sénégal, mais aussi de nombreuses réalisations convaincantes développées à toutes les échelles au Burkina-Faso, au Niger, au Mali et en Mauritanie nous permettent d'envisager une voie durable plus recentrée sur des matériaux et des valeurs locales.

L'écoconstruction est une perspective technique ouverte qui donne des résultats. C'est une approche globale et pluridisciplinaire de la construction orientée vers l'innovation.

Les principaux indicateurs de pauvreté relevés au Sénégal montrent des difficultés contrastées entre les ménages urbains et ruraux. La situation des populations urbaines est fragile, elles ne jouissent pas d'une propriété foncière et sont également contraintes de vivre dans des espaces réduits. « Le taux de propriétaires baisse avec l'urbanisation. Presque tous les ménages ruraux, 95,2 %, sont propriétaires de leur logement. Dans les villes et à Dakar, les ménages propriétaires représentent respectivement 70,6 % et 60,2 %. (...) Les logements de trois pièces ou moins sont plus fréquents à Dakar (près de 57 %) et dans les autres villes (47 %) qu'en milieu rural (40 %) où les problèmes d'espace et de qualité du logement (matériau utilisé) se posent avec moins d'acuité.⁵ »

À l'inverse, les ménages ruraux manquent d'accès à l'eau potable et aux sources d'énergie : « L'accès à l'eau potable est loin d'être égalitaire au Sénégal. L'eau courante qui garantit de meilleures conditions de salubrité, est la principale source d'approvisionnement pour la presque totalité des ménages de Dakar (98,4 %) et pour 82 % des ménages des autres villes. En milieu

5. Enquête de suivi de la pauvreté au Sénégal, ANSD, 2007.

rural, cette proportion reste faible (45,5 %) où près de la moitié des ménages s'approvisionnent à partir d'une source non protégée. (...) Comme mode d'éclairage, l'électricité est loin d'être partagée équitablement entre zones de résidence. Seuls 14,9 % des ménages ruraux s'éclairent à l'électricité (...). L'écart entre ruraux et urbains demeure encore considérable. » L'éloignement aux services collectifs : éducation, santé, transport, marché fait également défaut. Enfin, l'inégalité du logement est fortement ressentie avec 77,3 % de ménages non satisfaits. (...) La gestion des déchets domestiques constitue un risque généralisé : « L'enquête montre que les niveaux d'accès à de bonnes conditions d'assainissement restent encore faibles. »

La poursuite des exigences d'amélioration de la qualité des logements doit trouver une cohérence avec le contexte écologique fragile, une économie locale à potentialiser et des habitudes culturelles à valoriser.

Les contraintes financières et énergétiques, l'urgence de logement et d'infrastructures poussent à envisager pour la zone du Sahel des solutions différentes des modèles occidentaux. Le développement des compétences sur des matériaux de construction naturels plus que high-tech, n'est pas une régression vers un modèle de construction pauvre. Ces matériaux correctement mis en œuvre deviennent parfaitement durables et offrent une alternative aux incidences de la construction en tout béton : déchets, consommation d'énergie et également sur la forte dépendance du secteur aux importations de matériaux.

► L'aménagement urbanistique au Sénégal

L'histoire architecturale et urbaine du Sénégal, comme celle des autres pays du Sahel est marquée par l'introduction d'un modèle d'aménagement et de construction moderne en rupture avec les organisations et l'art de bâtir traditionnel. Si certaines villes du pays, comme Saint-Louis, sont des villes modernes historiquement antérieures à Dakar, nous retiendront cependant l'exemple de Dakar comme illustration du développement

urbain du pays. Pressentie par l'Empire colonial français comme une position portuaire importante, Dakar compte à peine plus de 4000 habitants en 1878 et sa croissance reste très mesurée jusqu'au début du XXe siècle avec 8737 habitants en 1902. Le déplacement du siège de l'AOF depuis Saint-Louis vers Dakar, grâce aux aménagements modernes de la ville au tournant du siècle, attireront à partir de là une population sans cesse croissante avec 25 000 en 1909 pour atteindre aujourd'hui 2,5 millions d'habitants estimés.

Son histoire est très liée à son identité de ville moderne, selon un plan urbain rationnel et avec des immeubles en dur. Si au départ la maçonnerie de moellons et de briques de terre cuites constituait le modèle des villes coloniales, dès l'introduction du béton, celui-ci a pris une place dominante dans la construction sur Dakar. L'histoire entre la ville et ce matériau aux propriétés remarquables et très économique est d'autant plus forte que le pays s'avère être particulièrement bien disposé à la production de ciment.

Dans cette croissance urbaine, l'architecture vernaculaire est mise totalement de côté. Même dans les zones rurales, si la construction emploie jusqu'à aujourd'hui des matériaux naturels et locaux, ceux-ci sont dépréciés et utilisés faute de mieux. Les savoirs-faire de mise en œuvre et les caractéristiques spécifiques de l'architecture traditionnelle ont disparus.



Photo Village Pilote

Pourtant, l'amélioration des conditions de vies des populations urbaines est notable au travers de l'investissement des pouvoirs publics. Sur ce principe, de nombreuses initiatives réalisées à la suite des indépendances et durant les décennies 70 et 80 portaient une perspective d'émancipation, une recherche sur de nouveaux matériaux, des modes de construction adaptés au climat et à la culture des pays de la sous-région : au Sénégal bien sûr, mais également en Mauritanie et surtout le Burkina Faso.



Photo Association Voûte Nubienne

Le style soudano-sahélien a créé une véritable écriture architecturale inspirée des édifices traditionnels remarquables de la région, notamment avec les constructions de terre du Mali dont l'icône est la grande Mosquée de Djenné. Un style architectural pratiquant la fusion d'une architecture traditionnelle (pilastres verticaux) et d'éléments pris à l'architecture coloniale (murs en coursives sous arcades) réalisée dans des matériaux naturels et avec un langage formel lui aussi métisse, développé par les architectes français. Lors des indépendances, le président Senghor a soutenu cette démarche architecturale, renforcée par une pensée théorique, le parallélisme asymétrique. Ce style architectural sera défini comme le style national et plusieurs réalisations s'en sont inspiré. Le marché Sandaga, la maternité de l'hôpital Le Dantec ou le musée de l'Institut Fondamental de l'Afrique Noire (IFAN) à Dakar en sont les principaux exemples. Cependant, le béton est déjà le matériau de prédilection pour tous ces ouvrages.

Les années 1970 et 1980 sont une autre période riche de l'architecture et de l'aménagement urbain au Sénégal, d'une part avec la création de l'école d'architecture de Dakar et d'autre part avec l'apparition d'une génération d'architectes engagés vers l'utilisation de nouveaux matériaux et aspects de surfaces, une réflexion sur l'histoire du pays et de ses aspirations. De cette génération ressortent les réalisations de l'architecte Henri Chomette, qui a réalisé de nombreux édifices majeurs dans toute l'Afrique et pour le Sénégal : Auditorium de Dakar, le Centre de conférences de Dakar ou le SOS Children's Village de Dakar, tous réalisés vers la fin des années 1970. Les architectes Fernand Bonamy, Roland Depret, Thierry Melot, Chesneau et Verola, M'bake Niang ou Patrick Dujarric dont nombre sont également professeurs à l'école ont fait partie de ce mouvement. Cette période a produit plusieurs des grands bâtiments d'État au nombre desquels on peut citer : l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD), le Centre International du Commerce Extérieur du Sénégal (CICES) ou le théâtre Daniel Sorano. Dans tous ces bâtiments, le travail de la double peau, des hauteurs sous plafond, le soin des matériaux naturels choisis et mis en œuvre de façon moderne et originale (enduits coquillé, parement de marbre de Kédougou, de carreaux de latérite taillée, de coquillages, etc.) participe à une architecture nationale de qualité qui ne s'est pas altérée jusqu'à nos jours.



Photo Association Voûte Nubienne

- Avec la démocratisation des techniques de climatisation électrique et une foi dans les solutions technologiques, les bâtiments vont perdre beaucoup de leurs préoccupations climatiques et des solutions formelles qui permettaient d'y remédier naturellement.

Le nouvel élan est venu d'initiatives beaucoup plus larges, comme les expériences d'écovillages. Le concept d'Ecovillages vise une politique d'aménagement écologique de l'espace villageois pour une autosuffisance énergétique, d'accès à l'eau et alimentaire. Dans un périmètre écologique d'intégration agro-sylvo-pastorale enveloppant plusieurs espaces ou secteurs, le village devient un pôle autour duquel sont agencés notamment:

- un espace « eau, énergie propre » comprenant d'une part un forage ou un puits, un château d'eau et un bassin de rétention, d'autre part une production autonome d'énergie électrique propre par exemple via des batteries solaires, la force éolienne ou hydraulique, la promotion de l'énergie issue de la biomasse afin d'assurer l'autonomie énergétique du village;
- une forêt de culture bio avec des essences telles que *Jatropha curcas* dont les produits sont essentiellement destinés à la satisfaction locale de services énergétiques et à l'exportation;
- une forêt pérenne d'arbres fruitiers alternés de façon à fournir en toutes saisons des fruits pour



Photo Association Voûte Nubienne

la consommation locale et, éventuellement, pour les marchés voisins;

- une forêt de bois de chauffe pour la cuisine quotidienne protégera l'environnement de la coupe des arbres et des arbustes pour les besoins ménagers;
- une forêt de bois de services pour la production de poteaux et de perches et de bois d'œuvre pour la confection de meubles;
- un espace de jeux et d'épanouissement pour les enfants (cases des Tout-Petits) et pour les jeunes (terrains de jeu, Cyber Case)
- La composante « Production agricole » de l'Éco-village.

Sur ce principe, quelques villages ont aujourd'hui franchi le cap comme celui de Belvédère dans les abords de Sébicotane ou le village de Dar-salam.

► Migration et changement climatique, le potentiel de l'écoconstruction pour fixer la population dans le cadre d'une adaptation aux variations du climat

Les migrants sont des travailleurs issus de différents milieux, avec, chacun, une volonté de réussite, assortie, en bien des cas, d'une forte prise de risque. La question du retour, définitif ou saisonnier, selon le type de migration, le place en situation d'alternance entre travail salarié et auto emploi, avec une opportunité de bâtir son projet de vie sur une valorisation des acquis de cette double situation.

De fait, la préparation du migrant au départ, gagnerait à intégrer une composante verte pour éveiller sa curiosité sur ce qui s'y passe en matière d'écoconstruction, dans la perspective d'un emploi dans ce secteur, et d'une création d'activité au retour. Il gagnerait à apprécier le pourquoi et le comment des réalisations existantes ailleurs, (panneaux solaires, éoliennes, maisons écologiques) jusqu'à ce que germe en lui un

besoin/désir d'acquisition de compétences dans ce domaine. Et par la suite, un besoin de formation. L'incitation au retour et à la réinsertion pourra dès lors s'appuyer sur ce désir/besoin et la circularité de la migration et la maximisation de ses bénéfices seront consolidés.

Les changements climatiques et la détérioration de l'environnement (progression de la désertification et problèmes pluviométriques) entraînent une diminution des rendements agricoles. Cette situation a un impact majeur sur la mobilité humaine et entraîne un accroissement considérable des migrations et des déplacements.

Cela a poussé beaucoup d'adultes et de jeunes actifs à migrer vers les villes et l'étranger à la recherche d'un emploi et de revenus décents. Selon les données de l'Enquête Sénégalaise auprès des Ménages II (ESAM II) 1,5 million d'indi-

vidus soit 15 % de la population déclare avoir changé de milieu de résidence au moins une fois au cours des dernières années ayant précédé l'enquête. Les flux de mobilité interne est à dominance inter-rurale (44 %). Selon un rapport de la Banque Mondiale, 2010, plus d'un million de sénégalais sont établis à l'étranger. Ainsi, beaucoup de familles d'origine des migrants comptent désormais sur les transferts d'argent de ces derniers pour subvenir à leurs besoins.

Par conséquent, les migrations et les transferts d'argent sont devenus de nos jours une importante source de financement mais malheureusement à des fins de consommation et moins comme pilier du développement des économies locales des régions d'origine. Sur un volume de transfert estimé à 900 millions d'euros, seul 5 % sont destinés à l'investissement productif (rapport banque mondiale 2010).



Photo Village Pilote

Partie 2

ÉTAT DE LIEUX DE L'URBANISME ET LA CONSTRUCTION DURABLES AU SÉNÉGAL

► Cartographie des principaux acteurs et initiatives

► Institutions Publiques

Ministère de l'Urbanisme et de l'Habitat

Le ministère est en charge des agences de la Société Immobilière de Cap-Vert (SICAP SA) et de l'agence Sénégalaise des HLM (SN HLM) les deux structures nationales au service de l'État et des collectivités locales pour construire et commercialiser des logements sociaux.

Le ministère est également en charge du plan Jaxaay créé en mai 2006, avec comme objectif la construction de logements sociaux, de lutte contre les inondations et les bidonvilles. Il est aujourd'hui centré sur les principales villes en expansion : Dakar, Touba, Thiès, Diourbel et alentours.

Ministère de l'Environnement et du Développement durable

Le ministère est en charge de la gestion et de l'exploitation forestière, de l'application des réglementations afférentes, notamment concernant le bois d'œuvre ainsi que la gestion des plantations et de la lutte contre les feux de brousses. Il a également en service rattaché le Centre de Suivi Écologique (CSE) dont la mission générale est la collecte, la saisie, le traitement, l'analyse et la diffusion des données et des informations concernant les ressources naturelles sur le territoire du Sénégal pour une gestion durable des ressources.

Enfin, il est en charge de l'Agence Nationale des Écovillages (ANEV), créée en 2006 avec pour objectif de promouvoir ce nouveau type de village durable.

Ministère de l'Énergie et des Mines

Notamment au travers des différentes structures :

- Direction des Mines et de la Géologie ;
- Agence nationale des Énergies renouvelables

Également concernée : l'Agence pour l'Économie et la Maîtrise de l'Énergie.

Agence de Promotion des Investissements et des Grands Travaux

L'Agence de Promotion des Investissements et des Grands Travaux (APIX) est une agence nationale en charge de la promotion des investissements et des grands travaux. Elle a pour mission le développement de partenariats entre public et privé et la promotion de l'investissement au Sénégal. L'APIX supervise l'exécution des grands travaux de l'État.

Agence Nationale des Écovillages

L'ANEV, créée en 2008, doit servir à propulser et à mettre en application ce modèle novateur de développement écologique durable participatif, solidaire et citoyen. Elle fonde son action

sur le principe de l'écologie appliquée et de la conservation intégrée des écosystèmes sur la base de mécanismes de réduction des émissions de gaz à effets de serre (atténuation),

mais également de réduction des effets des changements climatiques sur le cadre biophysique et socioéconomique (adaptation). Son échelle d'intervention est le village.

Les écovillages au Sénégal

« L'Agence Nationale des Ecovillages (...) doit servir à propulser et à mettre en application effective, ce modèle novateur de développement écologique durable participatif, solidaire et citoyen fondé sur le principe de l'écologie appliquée ».

Les éco-villages en présentent une forme aboutie et cohérente adaptée au milieu rural et des programmes de construction d'infrastructures ou d'ensembles de logements permettraient un reverdissement du secteur du bâtiment en milieu urbain. Conscient de l'interpénétration des composantes environnementales, sociales, économiques et culturelles, pour une perspective durable, les écovillages proposent un modèle d'écosociété avec une perspective d'autosuffisance, de gestion des ressources et de qualité du cadre de vie.

Source : Agence Nationale des Ecovillages (ANEV), <http://www.ecovillages-sn.org>

Commune de Gorée

Inscrite sur la liste du patrimoine mondial par l'Unesco, l'ensemble des constructions de l'île sont soumises à une réglementation d'urbanisme contraignant avec l'obligation de recourir à un nombre limité de matériaux dont : les murs en pierre de basalte ou les menuiseries et charpentes en bois et tuiles de terre cuite.

Les Architectes

Ordre des Architectes du Sénégal
L'ordre des architectes est basé à Dakar, c'est une plateforme professionnelle avec pour but d'améliorer le cadre légal de la pratique architecturale, de développer la promotion de l'architecture dans la société sénégalaise.

Consacré par la loi 78-44 du 6 juillet 1978, l'Ordre des architectes est un Établissement Public à caractère professionnel, distinct des syndicats professionnels. Il est l'interlocuteur des architectes auprès des pouvoirs publics et donne son avis sur la législation et la réglementation architecturale ainsi que sur toutes les questions

intéressant l'architecture au sujet desquelles il est consulté par le gouvernement.

Agence d'Architecture et de la Recherche Mbacké Niang (AARMN)

L'Agence de l'Architecture et de la Recherche, basée à Dakar est dirigée par Mbaké Niang, architecte conseil de la ville de Dakar spécialisé dans l'efficacité énergétique. Ancien président de l'Ordre des Architectes Sénégalais, membre de l'ASN et promoteur actif pour la construction écologique, Mbacké Niang est aussi l'inventeur d'éléments de construction spécialement adaptés au contexte vernaculaire, en accord avec le climat et les traditions locales.

L'AARMN est spécialisée dans l'optimisation des matériaux de construction classiques, dans la rationalisation des techniques de constructions traditionnelles et l'expérimentation de matériaux composites.

DK.LAB Architectes

L'agence d'architecture DK.LAB, basée à Dakar

exploite les matériaux naturels avec des mises en œuvres spécifiques à chaque projet. La recherche est orientée vers des solutions locales pour une architecture intégrée à son environnement et une maîtrise des coûts de construction.

Cabinet d'architecture Terre Neuve

Le Cabinet d'Architecture Terre Neuve est une agence d'architectes français qui a récemment réalisé un nouveau bâtiment à faible consommation énergétique dans le complexe scolaire Jean Mermoz à Dakar. Elle développe de plus un projet dans la région de Saint-Louis en partenariat avec l'association sénégalaise Xarito (ou ASEM) à Dagana. Depuis 2005, le projet se concentre sur la construction d'une école respectant les principes bioclimatiques basiques, et plus précisément sur la réalisation d'un espace polyvalent de 200 m² construit à partir de matériaux traditionnels, ouvert tant à la population locale de Diamaguene qu'aux usagers de l'école. Le bâtiment fait l'objet d'un traitement thermique et acoustique.

Groupement Architecture Décoration Design (GA2D)

GA2D est une agence d'architecture basée à Dakar. Elle existe depuis 1996. Parmi ses domaines d'intervention on retrouve l'aménagement urbain mais aussi la décoration et l'aménagement urbain. GA2D met l'accent sur l'adaptation aux nouvelles technologies.

► Programmes de logements sociaux

Etimos France est une ONG française qui collabore avec SOCOVEDI (ONG canadienne spécialisée en microfinance), le CRÉDIT COOPÉRATIF (dont le directeur est le président pour la Fondation européenne d'éthique et des banques alternatives), et la MACIF (compagnie d'assurance). Elle dirige un projet initié par la SOCOVEDI en partenariat avec l'Union Régionale des Coopératives d'Habitat (URCCH), une coopérative de logement dans la région du Thiès dont l'objectif est de bâtir 2180 maisons individuelles en périphérie de Thiès.

Généralement, les coopératives de logement limitent leur rôle à la négociation de l'attribution des parcelles et des prêts à leurs membres. L'intérêt de ce projet est qu'il inclut la promotion du développement durable à travers la conception des bâtiments, la production d'énergies renouvelables, le recyclage des déchets, etc...

Ce programme, intitulé « Ker Garab », se définit comme étant « une opportunité unique d'adapter les savoir-faire en urbanisme et architecture durable au contexte africain. Une région durable est une région au rendement énergétique efficace, propre grâce à un système sanitaire et de traitement des déchets adapté, protégée de la rigueur climatique grâce à l'implantation d'espaces verts, et qui serait capable de s'adapter elle-même à l'évolution des comportements et besoins de ces habitants et de leur environnement ».

Le composant « design bioclimatique » fera la promotion de l'adaptation à l'environnement local, de la ventilation, de la protection solaire, du sable et du vent, et l'utilisation de matériaux de construction locaux.

SICAP SA – Ancienne Société Immobilière du Cap-Vert, SICAP SA est un bailleur social fondée en 1950, gérant des programmes de logement sociaux, et la fourniture de services associés. Elle a réalisé environ 13 300 logements depuis sa fondation.

Société Nationale d'Habitations à Loyers Modérés (SNHLM) est un bailleur social fondé en 1959, gérant des programmes de logements sociaux et la fourniture des services associés. Il a réalisé environ 15 600 logements depuis sa création.

Banque de l'Habitat du Sénégal (BHS). La BHS est la principale source financière du secteur de la construction. Elle a débuté ses activités en 1980 et a distribué depuis plus de 40 000 prêts privés, représentant environ 400 millions de dollars d'investissements dans le secteur du logement.

► Secteur Privé

MyAPllodge Sénégal est un promoteur immobilier privé dans le domaine de l'écoconstruction. MyAPllodge propose des solutions de constructions bioclimatiques dont le principal matériau de construction est la terre crue qui ne demande qu'une faible énergie grise. Ses maisons et villas intègrent une climatisation naturelle et sont autonomes en électricité. Un show-room de 2000m² présentant les différentes techniques est en cours de réalisation à Toubab-Dialow.

Eiffage : Entreprise générale de construction et travaux publics, leader dans le secteur, capable de former ses équipes à de nouvelles mises en œuvre suivant les besoins des chantiers. Dispose en interne de personnes ressources maîtrisant la pose et la maçonnerie de pierre et de briques de terre cuite.

Sénégal Bois : Menuiserie et charpentes bois, basée à Dakar.

Africaine d'Étude et de Construction (AFECO) : Entreprise générale de construction disposant en interne d'une équipe de charpentiers bois, basée à Saly.

France Sénégal Bois : Fournisseur de bois, disposant d'une équipe de charpentiers bois, basé à Mbao.

Menuiserie Christian Thenance : Menuiserie et charpente bois, basée à Ngering Sérère.

Moussa Dione Maçon : Maçon traditionnel formé à la technique des enduits à la chaux, sur différents supports (ciment et naturels), basé à Sindia.

A cette liste il est bon de noter qu'un grand nombre d'acteurs, notamment dans la construction de briques en terre, crue ou stabilisée, existent. Les jardins de Tangor à Thiès en sont un exemple. De même, dans le domaine de la couverture paille, de la charpente traditionnelle ou du parement en pierre, **Vieux Dabo**, poseur

ayant réalisé l'ensemble du site de la réserve de Bandia.

Organisations professionnelles du secteur du bâtiment

Le Syndicat Professionnel des Entrepreneurs de Bâtiments Travaux Publics du Sénégal (SPEBTPS) est une association qui compte 44 membres et regroupant les principales entreprises du secteur de la construction et de l'ingénierie civile, la plupart concentrent leurs affaires sur l'Afrique.

Le Syndicat national des entreprises du bâtiment et des travaux publics (SNBTP) comprend 300 membres.

Coopérative des Ouvriers du Bâtiment (COB)
Créé depuis 1989, la COB est une structure qui participe activement à l'éducation et au renforcement des capacités des populations pour un changement vers des comportements durable face aux nombreux problèmes de développement auxquels elles sont confrontées. Elle est implantée dans 11 régions du Sénégal et compte 200 membres actifs. Elle a par ailleurs mis en œuvre une technique innovante de construction de briques de terre moulées et initie les populations à cette technique, dans des formations sous la forme de chantiers-écoles.

Ces formations reposent sur la mise en œuvre d'activités de construction d'équipements communautaires en milieu rural et forment les maçons locaux à ces technologies.

► Matériaux de construction

Briqueterie de Sébicotane

Briqueterie artisanale ayant une production en briques, briques réfractaires, tomates de sol et plinthes pour tomates.

Ateliers Maam Samba à Ndeme

Les ateliers sont implantés dans le village de Ndeme proche de Bambey, avec un atelier

textile, teinture (chimique et naturelle), tissage, broderie, filature manuelle de coton biologique qui emploie environ 120 personnes.

Aïsa Dione Ligne de création textile pour tissu d'ameublement de luxe.

SOA Bois : Fournisseur de bois, origine Côte d'Ivoire et International.

SAB : Fournisseur de bois, origine Côte d'Ivoire et International.

Plusieurs produits transformés de façon traditionnelle existent, notamment autour de la pierre calcaire ou de la latérite taillée par des tailleurs artisanaux, de la réalisation de produits céramiques, de produits en paille comme les Basangs, krintings, boudins sérère, etc.

► Normalisation et certification

Le Centre Expérimental de Recherche et d'Étude pour l'Équipement (CEREC) offre des services pour tester les matériaux de construction. Il agit comme laboratoire de référence nationale dans le domaine des travaux et bâtiments publics, assurant le suivi des bâtiments réalisés par le gouvernement et la certification des produits et techniques autorisées au Sénégal. La CEREC a exécuté ces trois dernières années des recherches portant sur l'efficacité du matériel géotechnique pour limiter le Typha.

Association Sénégalaise de Normalisation

Créée par décret n° 78 228 du 14 mars 1978, l'Association Sénégalaise de Normalisation (ASN) du Ministère de l'Industrie et de l'Artisanat. La mission de l'ASN consiste à mener des actions d'élaboration de normes nationales, d'information, de sensibilisation et de formation pour apporter aux agents économiques du Sénégal en particulier aux industriels, distributeurs, consommateurs, et agents de l'administration les connaissances en matière de démarche qualité, les méthodes et les procédures de leur mise en œuvre au niveau des entreprises et sociétés de

production et de services en vue d'aider à la définition d'une politique de la qualité des biens, services et de vie.

57 normes ont été élaborées et validées dans le domaine de la construction, 7 dans le domaine de l'énergie solaire, une dans le domaine de l'énergie domestique et 76 dans le domaine de l'environnement.

SCAT International

Organisme de contrôle technique agréé. SCAT International participe aux commissions de normalisation de l'ASN et aux projets de recherche nationaux dans des domaines spécifiques liés aux matériaux et au contrôle des ouvrages.

► Formation

Centre d'Études et de Recherche sur les Énergies Renouvelables (CERER)

Le centre de recherche pour les énergies renouvelables de l'Université de Dakar dispose d'un site expérimental comprenant un bâtiment témoin. Co-initiateur en 2011 d'un nouveau cycle de master sur les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique (« Maîtrise de l'Énergie et Technologies d'Énergies Renouvelables dans le Bâtiment-METERBAT »), le CERER se concentre actuellement sur l'ingénierie électrique.

Laboratoire des matériaux de la faculté des Sciences

Ce laboratoire de l'université de Dakar a longtemps effectué un travail de recherche sur la caractérisation des propriétés physiques et chimiques de divers matériaux végétaux sénégalais et leur application dans le secteur du logement.

Institut des Sciences de la Terre (IST)

L'IST est un institut de l'Université de Dakar qui met en application des travaux de recherches portant sur le béton, la terre, les briques à bas prix pour le logement et d'autres questions liées à la construction et à l'environnement.

Collège d'Architecture de Dakar

Le Collège d'Architecture de Dakar est une initiative d'architectes Sénégalais, il y a quelques années. Il comprend un département d'acoustique, de thermique et d'éclairage dirigé par Jean-Charles Tall, ancien président de l'Ordre des architectes du Sénégal. Le collège propose des cursus d'assistant architecte ou technicien supérieur dans le domaine de l'urbanisme et de l'architecture.

A défaut d'une école d'État permettant de former des architectes nationaux, cette initiative privée est la plus importante pour créer une conscience et une pratique de l'architecture sénégalaise.

Association La Voute Nubienne

L'association française la Voute Nubienne (AVN) fait la promotion des techniques de construction en terre en mettant en œuvre un programme régional intitulé "toits en terre pour le Sahel".

Au Sénégal, elle a noué un partenariat avec la région de Saint-Louis qui, par le jumelage avec la région Nord-Pas-de-Calais (France) et à travers ses engagements pour proposer une approche territoriale des changements climatiques (TACC), a la volonté de promouvoir le logement durable à l'échelle régionale.

Elle collabore avec l'entreprise Sénégalaise Makane, entreprise locale construisant selon la technique des voutes Nubiennes.

Village Pilote

Le Village Pilote est une ONG française qui aide les enfants de la rue à travers l'intégration durable. Le projet d'une formation des jeunes aux métiers de la construction et notamment au travers de chantiers école. Elle a aujourd'hui formé 17 garçons de la rue âgés de 16 à 25 ans, pour la construction d'un village pilote au Lac Rose.

Par ailleurs, au travers d'activités génératrices de revenus, le village pilote propose ses compétences dans la fourniture et pose de briques de terre adobe (BTC).

Centre de formation aux métiers du BTP de Diamniadio (CFBTP)

Établissement créé dans le cadre d'un partenariat entre le Ministère de l'Enseignement Technique et de la Formation Professionnelle et deux syndicats professionnels du secteur (le Syndicat Professionnel des Entrepreneurs du Bâtiment et des Travaux Publics au Sénégal (SPEBTPS) et le Syndicat National des entreprises du Bâtiment Travaux Publics (SNBTP)) avec le soutien de l'Agence Française de Développement (AFD).

Ce centre a pour vocation de répondre aux besoins importants du secteur en formation initiale et continue. Il est géré dans le cadre d'une démarche originale de partenariat public-privé par une association dont le conseil d'administration est composé de représentants des syndicats professionnels, de représentants des syndicats de travailleurs et des ministères concernés.

L'objectif prioritaire du centre est de permettre aux entreprises du secteur d'accroître leur compétitivité vis-à-vis des marchés régionaux et internationaux en leur proposant des formations qui tiennent compte des besoins et de l'évolution du secteur BTP. Plus concrètement il s'agit de leur proposer :

- Une offre de formation initiale de personnel qualifié pour occuper les emplois d'ouvriers professionnels qualifiés, de chefs d'équipe et de chefs de chantier.
- Une offre de formation continue flexible, modulaire, adaptée aux besoins de modernisation du secteur dans les principales techniques des formations qualifiantes « métier » (carreleur, étanchéiste, plombier, constructeur VRD, maçon, ...). Mais aussi de répondre aux besoins de compétences complémentaires identifiées par les entreprises partenaires du centre.
- Des informations, des ressources et des conseils dans les différents domaines relatifs au secteur et à son environnement.

Nebeday

L'objectif principal de l'association Nébédéday est la gestion participative des ressources naturelles par et pour les populations locales. Il s'agit de protéger les ressources naturelles mais aussi de les valoriser avec des activités qui s'articulent autour d'aires protégées (forêts communautaires, ...).

La mise en place de différentes filières de valorisation des ressources naturelles (notamment la paille) permet de sensibiliser les populations à la nécessité d'une gestion durable des ressources et de développer l'économie locale.

► Enjeux et Défis de l'architecture durable et des matériaux locaux.

L'observation du secteur de la construction au Sénégal montre que de nombreuses réalisations utilisent des matériaux naturels locaux (habitat rural, résidences secondaires, structures touristiques, etc.). En revanche, ces matériaux et leurs techniques restent au niveau de pratiques empiriques sans recherches d'amélioration des produits ou des mises en œuvre. Ces produits locaux bénéficient aujourd'hui d'une image dépréciée en raison de leurs supposées faible durabilité et fragilité, conséquence d'une méconnaissance des caractéristiques de ces matériaux et des bénéfices de leur utilisation. Les limites à leur utilisation dans la construction résident principalement dans le manque de recherches et de compétences. En outre, l'absence d'un environnement incitateur et de stratégies politiques concrètes pour la promotion du secteur sont un frein indéniable. Sans cela, toutes les techniques issues de la construction traditionnelle pourraient bénéficier d'une attention et d'une exploitation par les professionnels du bâtiment et les acteurs du développement.

La construction et le domaine du BTP constitue une niche d'emplois verts qui peut être appréhendée à diverses étapes des projets : la démolition, la réparation, le ramassage des gravats

et la construction, l'entretien, la fabrication de matériaux locaux, la recherche sur des matériaux techniques, l'installation d'équipements et de mise en œuvre de matériaux spécifiques, ainsi que les services de certification. Pour évaluer la pertinence de ces nouvelles pratiques de construction, il faut en étudier les incidences écologiques, sociales et économiques sur l'ensemble de leur cycle de vie. La maison peut constituer l'unité fonctionnelle sur la base de laquelle l'architecture durable se distinguerait de l'architecture moderne.

Pour mieux déterminer le potentiel de création d'emplois verts dans la chaîne de valeur une analyse du cycle de vie a été menée, soit l'analyse des matériaux locaux identifiés comme porteurs pour la construction au long des diverses étapes d'un processus constructif, en partant de la maison comme unité d'analyse.

► Analyse du cycle de vie

Conception

Proposer un cadre de vie le mieux adapté à l'environnement et aux habitants suppose une plus-value de la qualité de la construction. Ainsi, avec une meilleure résistance au climat, des espaces plus lumineux et bien ventilés, une intégration paysagère soignée, la maison augmente le confort de ses habitants.

La maison moderne en béton, offre solidité et résistance à l'environnement et peut être adaptée aux besoins selon de multiples usages et conditions du terrain. Mais cette maîtrise de l'environnement entraîne aussi d'autres dépenses selon le niveau de confort de la maison avec des options qui peuvent coûter cher. Déjà, la maîtrise d'un environnement difficile entraîne des efforts sur la structure pour permettre par exemple la fondation sur des sols inadaptés ou pour répondre à des éléments de grandes portées que permet les propriétés mécaniques du béton. Ensuite, pour bénéficier d'un bon confort intérieur, il faut envisager l'installation d'options supplémentaires. Ainsi, la pose d'une climatisation mécanique

ou d'une structure doublée pour un confort thermique. Pour une vue dégagée, il faut poser de larges baies vitrées. En définitive, le coût financier de la maison en béton pour une bonne maîtrise de l'environnement engendre un surcoût par rapport au prix de la maison sans finitions.

Alternative à l'approche tout béton, la construction mixte intègre des matériaux naturels et moins chers qui remplissent plus efficacement leur fonction pour créer par exemple, une architecture respirante. L'environnement intérieur n'est pas étanche à l'extérieur, il s'adapte avec un décalage à la situation extérieure. Dans cette logique, les matériaux utilisés sont des ressources locales, plus accessibles, à faible taux de transformation et souvent plus économiques. Ainsi, à coût équivalent le confort apporté au cadre de vie peut être augmenté.

Construction

L'ensemble des matériaux identifiés dans le cadre de ce travail (terre, paille, bois, pierre, chaux ou textile) sont déjà employés dans la construction traditionnelle. La qualité de la paille est connue, les qualités du bois et de la terre sont détaillées par des règles qui tiennent compte des propriétés de chaque essence, du dosage et des techniques de mises en œuvre (règles de construction pour le bois ou la terre). Les connaissances sur chaque matériau sont aussi bien maîtrisées que celles du béton.

La construction en béton permet de s'affranchir en partie des contraintes de l'environnement, comme une orientation moyenne ou la présence importante d'habitations mitoyennes. Mais une construction durable joue elle sur les caractéristiques intrinsèques de la localisation pour en minimiser les impacts négatifs. Dans cette mesure, le rapport énergétique est plus facilement positif dans une maison qui s'adapte à l'environnement que dans une maison étanche.

Plusieurs principes constructifs régissent une architecture bioclimatique :

- l'orientation du bâtiment ;
- la capacité à capter les sources de fraîcheur : tellurique, humidité ou courants d'airs ;
- l'exploitation de matériaux isolants propres : fibres naturelles, terre, etc. ;
- un bon rapport de la maison à son environnement : enterrement, doubles peaux, vides ventilés, surélévation de la construction, etc.

Pour la production d'une maison bioclimatique, les matériaux naturels ne nécessitent souvent qu'une transformation simple : découpage, trépage, mélange, séchage. La qualité finale des produits ne nécessite pas de phase de transformation mécanique. Des outils simples et une bonne connaissance du métier assurent une production de qualité.

Ainsi, une diversification des produits et de leurs mises en œuvre engendre un élargissement des compétences requises. De ce fait, de nombreux acteurs deviennent nécessaires pour l'élaboration d'une maison durable, à un coût abordable pour l'habitant du fait de la relative simplicité des actions à réaliser.

Avec une telle démarche, la rémunération des travailleurs s'en trouve améliorée dans la mesure où le matériau source est très économique.

Pour qu'une maison durable réponde à des contextes variés, elle devra mettre en œuvre une diversité de solutions constructives. Le besoin en compétences et en adaptation du travail à la spécificité de chaque maison est bien plus valorisé que dans une construction où l'élément déterminant est une unité modulaire employée en toutes circonstances.

Le coût social dans la construction d'une maison passive est positif :

- par la mise en place de programmes à haute intensité de main-d'œuvre,

- par des produits de qualité, adaptés au contexte et facilement disponibles,
- par des produits de construction économiques.
- Par une mise en œuvre maîtrisée qui permet d'augmenter la durée de vie de l'ouvrage.

Utilisation

L'élaboration d'une maison durable vise une émancipation maximum des besoins en énergie pour son fonctionnement. Outre les techniques passives, l'objectif d'indépendance énergétique peut être atteint par le recours à des sources d'alimentation renouvelables (énergie éolienne, solaire thermique et solaire photovoltaïque). Les programmes d'électrification rurale par des unités autonomes montrent qu'un apport important de la qualité de vie peut être apporté par de telles techniques.

Les maisons modernes également bénéficier de ces équipements, leur apport est équivalent pour les deux modèles.

Maintenance

La notion d'entretien et de maintenance est intrinsèquement liée à l'écoconstruction. La mise en œuvre est essentiellement tournée vers une protection de matériaux biodégradables pour en augmenter la durée de vie. Les malfaçons lors de la construction ou les fragilisations dues à l'usage des habitants sont autant de risques de dégradation rapide.

Dans la construction moderne, les risques d'un manque d'entretien sont moindres grâce aux propriétés du béton. Pourtant ils ne sont pas nuls et les réparations souvent plus lourdes.

De fait, dans une maison écoconçue, l'attention des habitants doit être plus importante et nécessite un suivi et un entretien régulier et cyclique :

- Jointer et reprendre les enduits de protection,
- Peindre ou nourrir le bois, traitement contre les termites,

- Couvrir la paille lors de l'hivernage,

L'écoconstruction n'est durable qu'avec un entretien régulier qui permet de maintenir les performances : mécaniques, thermiques, acoustiques, lumineuses ou de surface. Elles restent très dépendantes de la gestion que l'on en fait.

L'information des habitants sur les pratiques de nettoyage, notamment l'usage de l'eau, peut éviter des incohérences. Ce qui induit une professionnalisation de l'entretien.

Démantèlement

La fragilité relative des matériaux naturels dans toute la durée de leur utilisation en produits de construction leur procurent un indéniable avantage en fin de vie. Le démantèlement produit essentiellement des déchets biodégradables très facilement assimilables par la nature.

À l'inverse, la construction en béton, outre les gravats qu'elle génère, produit beaucoup d'autres déchets inertes : carrelage, aluminium, fer, peinture, complexes d'étanchéité (goudron, laine de verre...). Des solutions de recyclage de ces matériaux existent mais comme pour la grande majorité des déchets solides, leur capacité de traitement est encore très faible. D'autre part, leur potentiel de recyclage est faible à l'exception des métaux et du verre et dans la mesure d'un traitement lourd.

Ces considérations sont vérifiables également sur les chantiers dans la phase de construction.

Contrôle

L'art de la construction procède par la normalisation des produits utilisés et le respect des règles de leur bonne mise en œuvre. Un matériau ne faisant pas l'objet d'une normalisation de sa production (critères de qualité et standards des produits) sera désavantagé sur le marché de la construction, à l'exception notable de la maison individuelle.

Les matériaux naturels étant employés traditionnellement, ils disposent pour la plupart de règles

de bonne mise en œuvre. Si elles sont satisfaisantes pour les utiliser, elles ne garantissent cependant pas la durabilité de la construction. La pénétration du marché par des produits d'éco-construction est liée à un processus de validation de leurs qualités et limites.

Plusieurs organismes possèdent les compétences pour une normalisation des produits, outre l'Association Sénégalaise de Normalisation, organe délégué par l'État pour normaliser les produits de construction, les bureaux de contrôles possèdent des compétences et des moyens d'évaluer la durabilité.

Cette garantie de qualité permet d'évaluer le coût réel. La chaîne de valeur est ainsi débloquée :

- Les assureurs peuvent s'appuyer sur une valeur réelle de la construction
- Les banques et financeurs y trouvent une sécurité lors du préfinancement

Plusieurs produits naturels remplissent ces garan-

ties : la terre cuite ou compactée, la pierre, le bois. Cependant, les matériaux les plus porteurs au Sénégal ne bénéficient pas encore d'un cadre réglementaire favorable. Ainsi la terre crue, la paille ou la chaux pourraient bénéficier d'un programme de tests et d'une réglementation sur leurs usages.

► Mesures pour la promotion du secteur

Certaines mesures pratiques peuvent constituer un environnement favorable à une architecture plus durable, comme suit :

- Informer les populations sur les qualités de ces nouveaux matériaux produits : moins chers, plus rapides à se procurer, durables et sûrs, avec des campagnes d'information sur la démarche et des publicités sur les produits.
- Favoriser de l'émergence des investissements dans les secteurs avec la mise en place d'un cadre institutionnel et régulateur incitateur pour les entrepreneurs.



Photo Association Voûte Nubienne

Promouvoir le dialogue social

Recommandations pour le développement du secteur de l'urbanisme et de la construction durables

Afin de promouvoir les échanges, sensibiliser les acteurs du développement, saisir les synergies et recueillir l'avis des partenaires, l'atelier « emplois vert dans le domaine de la construction durable : promouvoir la création d'opportunités dans les bassins migratoires », a été organisé par le BIT, à Dakar, le 17 juillet 2012. Les recommandations ci-dessous font partie des résultats des discussions issues lors de ces rencontres.

- Mettre en place un cadre institutionnel approprié.
- Approfondir la recherche scientifique et technique ainsi que la compilation des données existantes à partir de la création d'une Agence pour le développement du secteur de l'écoconstruction.
- Promouvoir la mobilisation des acteurs et le partage de connaissances endogènes pour pouvoir valoriser et sensibiliser aux problématiques de l'éco construction
- Mise en place de formations sous forme de chantiers-écoles à partir d'une approche pragmatique centrée sur la formation professionnelle.
- Promouvoir l'intégration de la construction durable au sein des cycles de formation.
- Renforcer la capacité des acteurs du secteur de l'écoconstruction.
- Renforcer la coopération bilatérale et multilatérale dans le domaine.
- Sensibiliser les ministères concernés en faveur du développement du secteur de la construction durable comme une option de développement clé. À cet effet, les travaux publics offrent d'énormes opportunités pour la promotion de la durabilité au sein du secteur de la construction. L'engagement des pouvoirs publics est indispensable pour en élargir l'échelle et le spectre de la écoconstruction et générer ainsi des économies d'échelle.
- Promouvoir l'implication des acteurs à tous les niveaux de la chaîne de valeur du secteur.
- Prendre en compte l'importance d'élargir l'échelle des travaux pour inclure les acteurs étrangers dans le domaine de la construction
- Promouvoir la recherche sur les possibilités d'investissement autour la construction, l'urbanisme et l'architecture durables.
- Promouvoir le développement des petites et moyennes entreprises dans le domaine de la construction avec des matériaux locaux.
- Mettre en place une politique sur les emplois verts et la construction durable.
- Promouvoir l'écoconstruction.
- Promouvoir le partage d'expériences, des techniques et des connaissances.
- Promouvoir l'intégration de technologies telles que les énergies renouvelables dans la réflexion autour du secteur de la construction.
- Élaborer et mettre en œuvre une stratégie de communication pour la promotion de l'écoconstruction.
- Mettre en place des mécanismes financiers appropriés et adaptés.

- Promouvoir la gestion durable des ressources naturelles, à travers des mesures comme la limitation de la coupe de bois-d ’œuvre à des essences spécifiques provenant de plantations gérées ainsi que la promotion des plus hautes exigences de traçabilité sur les

ressources provenant des pays producteurs de la zone de l’Union Économique et Monétaire Ouest-Africaine (UEMOA) et la localisation des zones de récolte de paille (pare-feu autour des forêts) pour la gestion durable des carrières artisanales.

Potentiel des certaines essences locales pour l’écoarchitecture	
Espèce végétale	Possibilités d’utilisation
Combretum glutinosum	Construction de cases, fabrication d’outils, de clôtures, bois de chauffe et charbon, systèmes agroforestiers.
Pterocarpus erinaceus	Construction et ébénisterie.
Afrormosia laxiflora	Construction, bois de chauffe et charbon.
Anogeissus leiocarpus	Bois de chauffe et charbon.
Bombax costatum	Construction et menuiserie.
Cordyla pinnata	Élaboration de charpentes, de meubles, d’ustensiles de cuisine, etc.

Source : Arbonnier, M. 2000. Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d’Afrique de l’Ouest. Cirad-MNHN-UICN, Montpellier et Paris.

- Appuyer la validation ainsi que la normalisation des produits finis mis en œuvre pour libérer la chaîne d’accession aux financements (contrôle et certification, assurance et financement).
- La mise en place d’initiatives publiques de plans d’aménagement intégrant dans leurs cahiers des charges des exigences spécifiques en faveurs de matériaux locaux.
- La lutte contre l’exclusion sociale et la pauvreté avec deux zones spécifiquement localisées :
 - L’habitat rural et la formation à des techniques plus durables.
 - Les périphéries des grandes villes à croissance rapide comme Dakar ou Touba avec une attention spécifique portée sur l’aménagement des quartiers construits dans des zones inappropriées.

- Sensibiliser à chaque étape du processus. Chaque acteur peut trouver un intérêt au développement de l’écoconstruction au Sénégal : l’État valorise des produits locaux ; les investisseurs trouvent un marché porteur et générateur d’emplois ; les professionnels du bâtiment sont par essence favorables à une économie plus rationnelle de la construction et à l’introduction de matériaux plus performants si ceux-ci offrent des garanties de qualité et de durabilité ; et les usagers sont sensibles aux économies générées lors de la construction et par la qualité esthétique des réalisations.

Si une sensibilisation de masse sous forme de campagnes d’information peut promouvoir les valeurs de l’architecture durable dans les consciences, l’acteur déterminant reste l’État et sa volonté d’orientation de ses efforts en matière d’aménagement du territoire, d’investissement dans l’économie et de projet de société. Dans le contexte peu favorable qui prévaut, tant du

point de vue des consommateurs que des pouvoirs publics, la sensibilisation constituera le fer de lance. Elle devra prendre corps au niveau des constructeurs potentiels de maisons d’habitation, en termes de valorisation de l’existant ; des écoles spécialisées, pour améliorer l’adéquation formation terrain; des architectes, amenés à jouer un rôle essentiel; des décideurs publics et privés; des ministères, pour intégrer l’écoconstruction dans les priorités nationales; des élus qui décident des constructions de logements sociaux; des investisseurs partenaires dont la Coopération décentralisée. Il sera intéressant d’organiser des visites dans les pays les plus avancés en matière d’écoconstruction.

- Une recherche devra être menée pour augmenter les performances ou diversifier les usages. Pour beaucoup de matériaux locaux pressentis, l’exploitation de leurs multiples capacités reste à explorer. La normalisation nécessite une recherche pour en définir les capacités mécaniques, leurs propriétés dans la construction, et un mise en œuvre adaptée. A cet égard, les matériaux naturels ne bénéficient encore que très peu de formes préfabriquées. Un développement de la recherche pour une plus grande technicité renforcerait la pérennité des filières.

► **Recyclage des déchets plastiques pour la fabrication des pavés routiers**

Les déchets plastiques envahissent les champs, les rivières, les caniveaux, les rues de Bamako alors que la totale dégradation d’un sachet dans la nature prend 300 ans.

Pour rentabiliser et réutiliser les déchets plastiques, certains particuliers se sont spécialisés dans le domaine du recyclage et de la transformation. Ils ont créé des centres de recyclage et de transformation des déchets plastiques en objets d’art ou objets à usage domestique comme des éventails, paniers, vans, sous-plats etc. Pour le secteur de la construction, ces centres recrutent

et forment des jeunes à la technique de transformation des déchets plastiques en pavés.

Soungalo Sanogo dirige une unité artisanale de confection de pavés à partir des déchets plastiques. L’activité consiste à fondre le plastique de récupération. La pâte issue de cette récupération est mélangée à du sable fin. Il en résulte une sorte de goudron qui sera versé à chaud dans un moule. Refroidi, le mélange donne un pavé. Ces pavés sont vendus sous toutes les formes et toutes les tailles.

Toutefois, la productivité reste faible, 4 à 6 personnes ne peuvent fabriquer que 300 à 600 pavés par jour, soit environ 6 à 12 m². L’usage de ces pavés est plutôt destiné aux espaces de passages et au pavage des allées et des trottoirs. Les tests de résistance aux incidences climatiques (soleil, humidité, etc.) et de durabilité dans le temps ont été positifs.

Le prix du mètre carré de pavés plastique est de 7,09 euros ; et bénéficie par conséquent d’un avantage concurrentiel par rapport au prix HT d’un mètre carré de pavés béton, qui est de 10,52 euros.

L’opération contribue avec une équipe de 6 personnes à réutiliser, en une année 35 tonnes de sachets plastiques et de générer un bénéfice de quelques 220 000 euros, à un prix de vente compétitif par rapport à son équivalent béton.

► **Répondre aux besoins en termes de formation**

Les matériaux locaux et les techniques architecturales durables restent sous exploités. Pourtant, l’écoconstruction ou les filières locales de matériaux de construction naturels offrent des perspectives d’une forte intensité de main-d’œuvre pour leur élaboration. Le besoin de main-d’œuvre s’exprime à différentes étapes du processus, depuis la récolte des produits sources, la mise en forme et jusqu’à la pose sur les chantiers de construction. Elle génère aussi un besoin de compétences spécifiques : techniciens, bureaux de

contrôles pour l'accompagnement et la garantie de qualité des constructions. Ces filières favorisent l'émergence de compétences nouvelles et spécialisées : maçons en terre crue avec un savoir-faire pointu comme par exemple la réalisation de voutes nubiennes, charpentiers, artisans enduits à la chaux, maçons de pierres naturelles ou de briques en terre cuite, poseurs de paille. Les techniques issues d'une pratique traditionnelle de la construction pourraient connaître un engouement des professionnels du bâtiment à travers le développement des compétences.

Il s'agirait donc de former et/ou de spécialiser des artisans dans les technologies d'écoconstruction, en termes de connaissance des principes, fabrication des matériaux, et de mise en œuvre. Il en va de même pour les Nouvelles Technologies de l'Éco Construction (NTEC) avec la commercialisation des produits et le conseil sur leur utilisation et leur mise en œuvre.

Les thèmes à développer dans les modules et leur traduction en objectifs spécifiques, sont de trois ordres :

- Philosophie, tradition et actualité de l'écoconstruction, et place de la filière étudiée dans le panel des technologies développées au titre de l'écoconstruction ;
- Théorie sur les matériaux et des techniques de fabrication ;



La construction sans bois est très développée dans la sous-région.

Elle nécessite une maîtrise particulière de la fabrication et de l'utilisation des coffrages en bois utilisés lors de la pose des briques.

- Techniques proprement dites de fabrication de matériaux, de construction, de conseil, de pose, d'aménagement, de planification, réalisation de plans d'architecture, etc.

► Thèmes à intégrer dans les modules de formation des entrepreneurs

- Planifier une construction ou une rénovation : analyse de l'état des lieux, discussion avec les clients, montage de projet, élaboration de plans, conduite de travaux, etc.
- Au regard des technologies
 - **Filière terre** : Historique de l'architecture traditionnelle, spécificités, raisons du déclin, avantages comparatifs, modernisation, les matériaux utilisés (terres, eau, intrants), choix de la granulométrie, fonctions, avantages des nouvelles technologies, préfabrication de matériaux (briques de banco, briques de terre crue, accessoires de

Les décharges publiques regorgent de matériaux combustibles qui pourraient être utilisés pour la fabrication de briques de terre cuite, sans aucun recours à l'usage de bois sain. Il existe des fours ouverts très simples (au Nord Mali, notamment), qui fonctionnent avec des combustibles semblables.

La voûte nubienne est également en vogue dans la sous-région et pourrait être développée en zone rurale. Elle ne nécessite pas de bois de coffrage des voutes mais une technique particulière pour la pose des briques.

construction, briques de terre cuite - sous réserve de les cuire sans contribuer à la déforestation), utilisation et entretien du matériel (presses), (3-3) constructions traditionnelle (briques de banco, bauge, adobe, torchis, enduits et dalles de sols), et moderne (BTC, sans bois, voûte nubienne)

- **Filière paille** : choix des pailles, préparation des gerbes, pose des toitures et plafonds en pailles tressées.
- **Filière bois** : principes des charpentes en bois, pose.
- **Filière pierre** : principe de l'utilisation de la pierre dans les fondations, dalles, tranchées absorbantes, fosses, fabrication de dalles, pavés, pierres de parements, construction de murs.
- **Filières connexes** : principes et techniques de mise en œuvre de la chaux hydraulique et chaux aérienne, en peinture, fabrication d'accessoires en terre cuite (dalles, gargouilles, ventilations hautes, etc.), en poterie, fabrication et utilisation de coffrages liés à des technologies spécifiques (construction sans bois), en coffrage menuiserie, etc.

► Au regard des nouvelles technologies de l'écoconstruction :

- Les nouvelles technologies proprement dites : la récupération des eaux de pluie et des eaux grises, la construction de puits canadiens, la création et l'amélioration des systèmes



de ventilation (y compris de l'habitat urbain spontané existant), les enduits résistants, etc.

- Les nouveaux types et éléments de construction : connaissance des principes et maîtrise des techniques de construction de fosses septiques, latrines sèches ou à doubles fosses, puits de lumière, auvents générateurs d'ombre, associés à des systèmes de ventilation, etc.
- Les nouveaux produits et services : connaissance des principes, capacité à monter des projets calibrés, et maîtrise des savoir-faire en matière de conseil, commercialisation, vente, pose et entretien de matériels écologiques : installations solaires, éolienne, fabrication de certains matériels solaires (chauffe-eau, citernes, etc.).

► Thèmes à intégrer dans les modules de formation des décideurs

- **Historique** de l'écoconstruction, réalisations passées et contemporaines, principes, avantages, inconvénients, raisons du rejet, pourquoi ce retour aux technologies vertes, avantages comparatifs, coûts, confort, importations, substitution,
- **Types d'écoconstructions** à promouvoir dans l'habitat individuel ou collectif, et dans les équipements sociaux, avantages comparatifs, principe d'une architecture évolutive.

► Perspectives et opportunités

Les avantages des produits locaux sont nombreux : pourvoyeurs d'emplois, prix de revient, ressources importantes et accessibles, qualités esthétiques et culturelles de même qu'une chaîne de valeur très positive avec très peu de déchets inertes.

Au travers l'écoconstruction, de nouvelles filières de productions de matériaux se créent. Et en conséquence, émerge un besoin de compétences et d'emplois sur ce nouveau secteur de la production, la transformation, la pose et jusqu'à la conception et la certification. L'avantage de ces filières est pluriel :

- elles réduisent la part des importations de produits finis,
- elles se prêtent très bien à une gestion artisanale et une forte intensité de main-d'œuvre même non qualifiée, (les techniques et étapes de transformations des matières premières sont souvent simples et ne nécessitent pas de grandes infrastructures),
- elles ne produisent qu'une très faible quantité de déchets,
- elles permettent de valoriser à l'échelle nationale des produits sous-exploités (terre, paille, textile) et de soulager la pression sur d'autres (calcaire, basalte, bois).

Pour l'exploitation des matériaux sources, certaines filières se prêteront mieux à l'industrialisation pour une démocratisation du produit, c'est le cas pour la chaux et, dans une certaine mesure, de la brique de terre cuite, qui nécessitent des fours et des chaînes de production maîtrisées. Pour les autres filières telles que la terre crue, la paille, le bois et la pierre, la récolte ou l'extraction et la transformation en produit prêt à l'emploi restent plus adaptées à une exploitation manuelle.

Ce chapitre a pour but de faire une brève analyse des possibilités offertes par le développement du secteur.

L'approche Haute Intensité de la Main-d'œuvre (HIMO) et son lien avec l'architecture durable

L'approche dite à haute intensité de main-d'œuvre du Bureau International du Travail (BIT) se définit comme une démarche qui utilise de façon optimale la main-d'œuvre et les ressources locales pour la réalisation des travaux d'investissement notamment dans le secteur des travaux publics et de la construction. De ce point de vue, cette approche promeut des pratiques qui respectent l'environnement et la santé des personnes vivant à proximité des chantiers. Elle encourage l'utilisation de méthodes plus sobres en énergie que les autres méthodes « classiques » de construction.

Afin de créer des emplois par l'exploitation des ressources locales et pour générer des économies d'énergies, l'écoconstruction suppose la mise en place de mesures simples d'efficacité énergétique : installation de plafonds d'isolation, de chauffe-eau solaires et d'un éclairage à basse consommation mais également de matériaux appropriés. L'économie estimée atteint jusqu'à 40 % des dépenses d'électricité et dégage en retour des revenus supplémentaires pour les ménages.

Sachant que la demande de matériaux de construction écologiques est en augmentation (panneaux solaires, éoliennes, etc.), il ne fait aucun doute que le Sénégal peut bénéficier fortement de transferts de technologie, s'il parvient produire localement les matériaux de construction écologiques dont il a besoin.

Les études montrent que la promotion des matériaux locaux et alternatifs de construction est un facteur important de création d'Emplois Verts: les exemples sont multiples et de nombreuses expériences pilotes sont en cours dans les pays de la sous-région aussi bien dans la construction individuelle que dans les travaux publics. L'utilisation



des tuiles en fibrociment et en argile, le géo-béton (les briques faites de mortier de ciment et d'argile), les géo-pavés (pavés à base d'argile et de ciment), pavés de roche, adobe, chaussées revêtues par un mortier de ciment et de coquilles en Mauritanie en sont des illustrations.

Par ailleurs, l'adaptation au changement climatique est une opportunité de créer des emplois verts à travers des travaux basés sur des matériaux locaux, faciles d'accès pour les populations. Ce, notamment à l'occasion de travaux d'irrigation, de conservation de sol, de plantation d'arbres et de reboisement, de protection des bassins versants ou de la construction de digues et de remblais routiers. La valorisation des déchets constituent également une opportunité de création d'emplois et de protection de l'environnement.

Ces travaux verts à forte intensité d'emplois constituent une opportunité d'aborder à la fois les problèmes de changements climatique et de réduction de la pauvreté dans une approche intégrée.

Plusieurs filières de recyclage de matières générant des produits qui correspondent à un besoin concret pour les consommateurs, se développent souvent en substitution de produits importés (voir encadré x) Certains emplois verts existent déjà dans le do-

main de la construction verte, il faut maintenir ces emplois existants et en créer de nouveaux. Il convient pour ce faire d'organiser de nouvelles campagnes de sensibilisation, des formations et des sessions d'information, ainsi que des incitations fiscales et financières.

Le Sénégal peut bénéficier fortement de transferts de technologie, s'il s'engage à valoriser les savoirs-faire locaux et à valoriser les ressources locales et les matériaux de construction écologiques par des moyens innovants.

La demande de matériaux de construction écologiques est en augmentation (panneaux solaires, éoliennes, etc.). Cependant beaucoup de travailleurs sans emploi peuvent ne pas avoir les compétences requises pour la modification (rapide) du secteur.

Vers des routes écologiques

Il y a une nécessité de développer et promouvoir de nouveaux liants pour la construction, le revêtement et l'entretien des chaussées / trottoirs car l'utilisation des liants basés sur les carburants fossiles (bitume / asphalte) ou à base de ciment présentent des inconvénients pour les pays en développements. Ceux-ci impliquent notamment un recours intensif aux énergies fossiles. De plus, ces produits sont généralement importés à des coûts prohibitifs et doivent souvent être transportés sur de longues distances sur des routes de mauvaise qualité.

On estime qu'une proportion importante de matières premières importées pourrait être remplacée par des matériaux alternatifs d'origine locale en encourageant l'émergence de nouvelles technologies pour fournir des matériaux de construction appropriés. Cette démarche pourrait engendrer des améliorations durables à faible coût, et permettre le développement de routes avec revêtement et par ricochet la réduction de la pauvreté dans les communautés rurales. Les innovations en la matière pourraient provenir de l'agriculture, sans compromettre la production vivrière. Une telle innovation pourrait

stimuler les économies locales, l'emploi local et réduire l'empreinte carbone des activités de construction de routes.

Les échanges sont en général fortement tributaires de la production agricole dans les pays en développement. La production agricole reste essentielle pour nourrir leurs populations et constitue la base de leur activité économique. Développer leurs réseaux routiers d'une manière abordable et durable est donc un défi.

Actuellement, il existe peu d'interactions entre les secteurs agricoles et celui de la construction de routes et de revêtements alors que le potentiel de développement de substituts d'origine végétale à partir de produits agricoles primaires ou de déchets pour le bitume, le ciment et les liants.

Quelques exemples de produits et déchets agricoles utilisés dans le secteur existent comme l'utilisation de mélasse en saison sèche pour limiter la production de la poussière ou la cuisson des briques en terre cuite en utilisant des balles de riz.

Mais ceci suppose une utilisation efficace des ressources humaines des ressources matérielles locales alternatives, de l'équipement disponible et de faibles coûts intermédiaires autant que possible. Dans le cas de ressources financières limitées, il faut appliquer des normes abordables et adopter des techniques appropriées pour une utilisation par le secteur privé local (en particulier les petites entreprises de construction) et les collectivités locales. L'application de bonnes pratiques de gestion associées à des apports techniques adéquats sont également à encourager.

► Le bâtiment et les travaux publics

Dans la promotion des matériaux locaux dans la construction, le secteur public peut assurer la publicité de la qualité des nouveaux produits. Une volonté politique forte sera la garante d'une production réelle de nouveaux matériaux de construction, grâce à :

- La définition de normes de qualité définissant les matériaux et le suivi de leur production.
- Un suivi des bonnes pratiques de gestion des ressources.
- La promotion de ces produits sur les chantiers d'État.

La réglementation sur l'isolation thermique au Sénégal a ainsi ouvert la voie à une amélioration des pratiques de la construction et une meilleure qualité de vie des populations. Plusieurs matériaux, notamment la paille et le typha, pourraient ainsi trouver des usages dans l'isolation des constructions.

L'essor de la BTC, déjà bien intégrée dans la réglementation sénégalaise, est aujourd'hui limitée par son coût de revient en compétition avec la brique de ciment. Une attention des travaux publics pour ce matériau en zones rurales et à coût équivalent peut favoriser un produit avec un bon bilan environnemental.

L'un des axes pressenti par l'État sénégalais comme économiquement viable serait une relance de la production de la terre cuite (briques, carrelages et tuiles), par un encouragement des investisseurs privés. La production en grande quantité d'un produit de construction de très bonne qualité, aux qualités d'isolation thermique supérieures au béton pourrait être promue dans les édifices publics.

Enfin, considérant la surexploitation à laquelle les ressources sont soumises, la gestion des forêts est aujourd'hui un enjeu critique pour le Sénégal. La réglementation autorisant la coupe pour le bois d'œuvre de certaines essences partiellement protégées devrait être suspendue (aujourd'hui régie par le Décret n°96-572 du 9 juillet 1996 fixant les taxes et redevances en matière d'exploitation forestière, modifié par le décret n° 2001 – 217 du 13 mars 2001). Mais une alternative doit être soutenue pour développer des plantations de bois de construction. Certaines essences particulièrement adaptées au

pays donneraient à l'horizon de 10 à 20 ans des productions régulières de bois d'œuvre sans affecter les massifs forestiers.

Au Sénégal, producteur de coton, la question du textile est une autre problématique à envisager comme par exemple par la mise en production locale d'une gamme de produits spécialisés (toiles enduites) qui concurrencerait les actuelles bâches importées. Un marché national ou régional de tentes, parasols, tonnelles, voilures rétractables couvrant les besoins courants ouvrirait des perspectives architecturales intéressantes.

La très faible quantité de déchets solides que les chantiers d'écoconstruction produisent peut être l'un des points déterminant de leur adoption dans les chantiers publics.

► Logement privé

L'écoconstruction a deux avantages, celui de la disponibilité des matériaux et celui de leurs coûts qui les rendent compétitifs par rapport à la construction en béton. Bien que ne remplaçant pas le béton armé pour ses qualités structurelles et de résistance, l'un des enjeux de la construction est de considérer quels sont les postes sur lesquels les matériaux naturels peuvent être exploités et sous quelle forme.

Construction en milieu rural

Dans la construction en milieu rural, pour les foyers les plus modestes, le prix de revient n'existe presque pas : les matériaux utilisés sont ceux disponibles à proximité. La main-d'œuvre s'établit souvent sur une base solidaire ou au moins pour partie.

L'amélioration des produits de construction naturels est une voie répondant aux besoins des plus modestes ainsi que la formation à de meilleures pratiques de construction : le suivi de qualité des matériaux utilisés, l'apprentissage des bons gestes. Ainsi, des recettes performantes pour un

bon dosage de la terre adaptée à la construction (argile, limon, sable), la formation pour assurer une pose correcte de toitures en paille, le renforcement des soubassements des constructions pour une mise hors d'eau sont autant de gestes et de savoirs permettant d'augmenter considérablement le confort des logements et leur durabilité.

L'amélioration des logements ruraux est un véritable défi car le culte de la construction en béton pour ne plus subir les faiblesses d'une maison en banco ou en paille est très enraciné. L'écoconstruction doit convaincre de ses qualités supérieures : confort thermique, accessibilité des produits et qualité esthétique tout en réfutant sa réputation de fragilité.

Certains segments du marché tels que les maisons secondaires de familles citadines ou des migrants, l'architecture balnéaire, peuvent constituer un marché de niche particulièrement intéressante pour promouvoir l'habitat durable, aujourd'hui encore économiquement peu abordable par le plus grand nombre.

Dans les réalisations en milieu rural, la part des postes qui peuvent être réalisés en écoconstruction est importante (tel que repris dans l'exemple ci-dessus, tableau habitat rural). Dans l'exemple présenté, les trois-quarts du coût global de la construction sont directement liés au recours à des matériaux locaux, transformés pour les besoins du chantier et selon des techniques spécifiques.

Ainsi les charpentes en bois correctement dimensionnées, un remplissage terre ou paille, ou une surélévation autorisent des volumes à moindre coût que le béton avec une bonne rapidité d'exécution. La résistance aux charges est intéressante et s'il est traité contre les insectes, la durée de vie du bois est garantie.

Par ailleurs, des expérimentations d'habitations de standing en briques de terre sont engagées. La terre revêtue d'enduits de terre, de chaux ou de plâtre donne aux murs une finition soignée et assure leur protection.

Partie 3

ANNEXES

ANNEXE I : GUIDE DES MATÉRIAUX

Le processus d'identification des matériaux locaux est construit selon une approche par filière (chaîne de valeur) en se basant sur les initiatives en cours en termes de projets et de programmes

afin de mieux valoriser l'existant, de pouvoir analyser la sensibilité des produits naturels aux effets du climat pour réduire ses impacts et d'en déterminer les opportunités induites.

TERRE Guide des matériaux

FICHE 1

► Type de matériaux localisés

Argile : Les minéraux argileux disponibles sont classés en plusieurs groupes, deux seulement contiennent les principaux constituants des argiles utilisés dans l'industrie céramique (briques d'argiles, tuilerie et poterie). Ce sont les groupes de la kaolinite et des illites. Ces produits sont largement répandus au Sénégal.

Latérite : qu'il s'agisse de graveleux latéritiques, d'argiles latéritiques, de carapaces ou de cuirasses latéritiques, leur répartition est importante sur le territoire sénégalais. L'étude des échantillons montrent que tous les degrés d'induration sont observables depuis des produits presque meubles jusqu'aux blocs les plus durs qui se résistent au marteau.

► Répartition géographique

Argile :

Régions de Thiès et de Dakar

- Argiles de Thicky, zone fortement sollicitée
- Argiles du Cape de Naze situé sur la plage de Popenguine
- Argiles de Yenne DE
- Argiles de Sébikotane
- Argiles de Pout, exploitées à tour de rôle par la briqueterie GRAZIANNI et par la CERASEN

Construction en milieu urbain

La construction urbaine est un bon indicateur de la capacité de pénétration des pratiques de l'écoconstruction dans le domaine du bâtiment car la professionnalisation du secteur est beaucoup plus avancée en ville.

Le béton s'y est imposé comme le matériau de référence pour la construction, par sa disponibilité importante, son coût réduit et l'idée préconçue que les surfaces bétonnées sont le seul rempart aux désordres de l'aléatoire et de la saleté. Pourtant certains postes facilement identifiables peuvent être reconsidérés.

La terre de par ses très grandes qualités de stabilité dans le temps et face aux agressions naturelles, de par la maîtrise des techniques actuelles de mise en œuvre peut être introduite en milieu urbain. Des cloisons de remplissage sur des structures porteuses béton (poteaux et dalles de plancher) donne par exemple de très bons résultats. La terre répond à des exigences élevées de qualité thermique et phonique pour un coût équivalent à une construction en béton.

En complémentarité à la terre en milieu urbain, les enduits à la chaux ont des propriétés d'étanchéité à l'eau équivalentes à celles des enduits ciment. Les enduits à la chaux par leurs capacités de recouvrement sont adaptés autant aux matériaux inertes que vivants et s'intègrent parfaitement dans des constructions mixtes. La finition, teintée dans la masse permet de sauter les étapes de finition et de peinture.

Dans les pratiques de construction actuelles au Sénégal, le poids de l'éco construction en milieu urbain représente encore une faible part du volume global de la construction, même en y intégrant l'ensemble du poste électricité solaire (chauffe-eau solaire, panneaux solaires). Par contre, à prestations égales, le coût de la construction devient sensiblement moins cher que dans une filière classique en gros œuvre tout béton.

La ventilation naturelle par des tours à vent, des patios, des puits canadiens sont autant de solutions allant dans la même dynamique d'exploiter au mieux les qualités du milieu tout en se protégeant de ses désavantages. Non pas de façon étanche mais en travaillant sur la qualité des transitions.



Photo Association Voûte Nubienne

Zone de Thiès :

- Argiles de Taïba,
- Argiles de Lam-lam,

Région de Saint-Louis

- Importantes cuvettes argileuses : le long du fleuve en aval de Bakel.
- Argile de Bothior
- Argile de Mbakhane
- Argile de Ndiawdun à 16 km de Saint-Louis
- Argile de Rao Peul
- Argile de NDiaw
- Argiles de Diagne et Ndombo, Richard Toll.

Région de Ziguinchor

- Argiles de Soukouta,
- Argiles de Sefa, Oussouye, vallée de Djimakakor,

Région de Kaolack

- Argile de Kaolack
- Argile de Toubacouta

Latérite : Une grande partie du territoire est couverte par des sols ferrallitiques, ainsi qu'on peut le constater sur les cartes des sols ou les cartes pédo-morphologiques réalisées par la CSE.

Les carrières les plus importantes sont localisées dans le Sénégal oriental.

Les grands chantiers d'infrastructures très consommateurs ouvrent de nombreuses demandes d'exploitation comme les zones d'extraction à Dougar ou Sébikotane pour les besoins de l'autoroute Dakar-Diamniadio.

► Le marché

Prix : modérés

► Disponibilité

Argile : Le sous-sol renferme un potentiel d'argiles important qui ne demande qu'à être exploitée. Les zones d'exploitation les plus prometteuses se trouvent au niveau de :

Sébikotane : Les gisements affleurent entre la route nationale et la voie ferrée ainsi qu'à Gandoul.

Pout : Exploitées à tour de rôle par la briqueterie GRAZIANNI et par la CERASEN avec 25-28 % en volume d'attapulgite de Fouloum comme dégraissant.

Les gisements des carrières d'argiles transformables en briques d'argiles crues ou cuites existent dans les autres parties du pays. Pour en permettre une exploitation judicieuse, le tableau reprend l'ensemble des sites relevés.

Latérite : Au Sénégal, la demande actuelle en matériaux latéritiques de bonne qualité est plus importante que les capacités de production, notamment en raison de la très forte demande dans le domaine de la construction routière.

► Taux de production

Argile : Au début des indépendances il existait des tuileries-briqueteries installées entre Saint-Louis, Dagana, Podor, Kaolack et Sefa à Ziguinchor qui n'ont pas survécues à la concurrence des briques en ciment devenues moins chères. Seules, la briqueterie CERASEN de Pout (propriété de SOCOICIM après l'avoir rachetée à SIBA), équipée d'un four Hoffman avec une capacité de production de 12 000 tonnes annuelles et la tuilerie artisanale de Sébikotane subsistent encore.

Les importations en produits de terre cuite atteignaient en 2010 un volume de 1 248 tonnes, principalement importées par des grands groupes de BTP implantées pour la plupart à Dakar pour les besoins de leurs chantiers de BTP.

Latérite : les plus importantes carrières d'extraction se trouvent dans le Sénégal oriental. L'induration est très variée selon les zones et ne permet pas tous les usages.

► Mise en œuvre et façonnage

Argile : L'argile est mise en œuvre soit cuite pour donner des produits finis particulièrement résistants et durables avec un aspect fini de très belle qualité ou crue avec plusieurs mises en œuvre possibles. Pour la terre cuite, on retiendra trois principaux usages : les briques pour le dressage de murs, qu'elles soient pleines (dimensions standards de 22x10.5x6.5 cm) ou creuses avec des capacités isolantes augmentées.

La terre cuite nécessite une cuisson progressive et maîtrisée jusqu'à des températures de 900 à 1100° et nécessite un savoir-faire important et des infrastructures adéquates.

Pour la terre crue, différentes mises en œuvre selon la variété des mélanges existent :

- **l'adobe ou banco :** briques de terre crue moulées et séchées au soleil (des liants fibres ou agrégats peuvent être adjoints).
- **Le pisé :** On le met en œuvre dans des coffrages, traditionnellement appelés banches. Un mur de soubassement sert à protéger le pisé de l'humidité des sols. Le débord de toiture et les enduits servent également à protéger les murs en pisé des intempéries. La bauge est une technique proche mais qui n'utilise pas de banches.
- **Le torchis :** composé de terre et de fibres pour obtenir un mortier de remplissage appliqué sur des structures porteuses du type charpentes en bois.
- **Les briques de terre compactée :** la terre tamisée très légèrement humide est fortement comprimée à l'aide d'une presse. Une fois pressées, les briques sont stockées et mises à sécher en phase humide, sous bâche, durant une à trois semaines. Des additifs tels que du ciment ou de la chaux peuvent être ajoutés pour en augmenter la résistance.

Tableau comparatif des trois principaux éléments constructifs en terre avec le bloc de béton léger

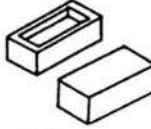
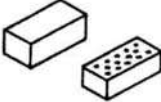
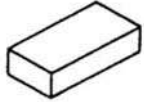
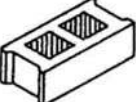
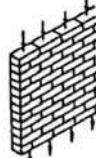
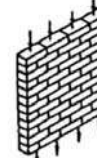
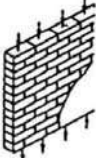
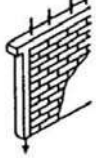
Caractéristiques		BTC	Briques cuites	Adobes	Blocs de béton léger
Forme et taille					
Type					
L x l x h	cm	29,5 x 14 x 9	22 x 10,5 x 6,5	40 x 20 x 10	40 x 20 x 15
Aspect					
• Surface		Lisse	Rugueuse à lisse	Irrégulière	Rugueuse
• Intérêt esthétique		Moyen à bon	Bon à excellent	Pauvre	Moyen
Performances					
• Résistance en compression humide	Mpa	1 à 4	0,5 à 6	0 à 5	0,7 à 5
• Dilatation thermique réversible	%	0,02 à 0,2	0 à 0,2	-	0,02 à 0,05
• Isolation thermique	W/m°C	0,81 à 1,04	0,7 à 1,3	0,4 à 0,8	1,0 à 1,7
• Masse volumique apparente	Kg/m³	1700 à 2200	1400 à 2400	1200 à 1700	1700 à 2200
• Durabilité		Faible à très bonne	Faible à excellente	Faible	Faible à très bonne
Emploi en maçonnerie		Porteur  Sans enduit	Porteur  Sans enduit	Porteur  Avec enduit	Remplissage  Avec enduit

Tableau comparatif pour différentes caractéristiques, performances et quelques aspects d'utilisation en maçonnerie
Source : Élaboration propre à partir de données du Bloc de terre comprimée, manuel de fabrication et de construction, GATE & CRATerre-EAG, 1995.

► De nombreuses normes définissent les briques de BTC au Sénégal

- NS 02-043 - Blocs de terre comprimée. Vocabulaire -1999
- NS 02-044 - Blocs de terre comprimée. Définition, classification et désignation des blocs de terre comprimée -1999
- NS 02-045 - Blocs de terre comprimée. Définition, classification et désignation des mortiers de terre -1999
- NS 02-046 - Blocs de terre comprimée. Définition, classification et désignation des maçonneries en blocs de terre comprimée -1999

- NS 02-047 - Blocs de terre comprimée. Spécifications techniques pour les blocs de terre comprimée -1999
- NS 02-048 - Blocs de terre comprimée. Spécifications techniques pour les blocs de terre comprimée de parement -1999
- NS 02-049 - Blocs de terre comprimée. Spécifications techniques pour les mortiers de terre ordinaire -1999
- NS 02-050 - Blocs de terre comprimée. Spécifications techniques pour les mortiers de terre de parement -1999
- NS 02-051 - Blocs de terre comprimée. Spécifications techniques pour les maçonneries ordinaires en blocs de terre comprimée -1999
- NS 02-052 - Blocs de terre comprimée. Spécifications techniques pour les maçonneries de parement en blocs de terre comprimée -1999
- NS 02-053 - Blocs de terre comprimée. Code de bonne pratique pour la production des blocs de terre comprimée -1999
- NS 02-054 - Blocs de terre comprimée. Code de bonne pratique pour la préparation des mortiers de terre -1999
- NS 02-055 - Blocs de terre comprimée. Code de bonne pratique pour la mise en œuvre des maçonneries en blocs de terre comprimée -1999
- NS 02-056 - Blocs de terre comprimée. Classification des essais d'identification des matériaux et essais mécaniques -1999.

Latérite : principalement utilisée comme couche de stabilisation dans la construction de routes, en couches compactées successives.
Les parties les plus dures de la latérite peuvent être taillées à l'exemple de la pierre pour obtenir des blocs de construction ou des pièces de parement.

► Préservation

- Type d'agressions** : L'eau pour la terre crue. Aucune agression pour la terre cuite.
- Type d'entretien** : Pour la terre cuite, matériau poreux, une saturation à l'huile de lin peut être appliquée surtout sur des pièces dont la température de cuisson n'est pas parfaitement maîtrisée.
- Pour la terre crue on retiendra les principes de protection à base d'enduits qui permettent une mise hors d'eau (muret ou pilotis) et des débords de toiture importants.
- Dans sa forme de briques de terre compactée, la terre est plus résistante au contact direct de l'eau.
- Durabilité** : Dans sa forme cuite, la terre est un matériau parfaitement stable, presque comme la pierre naturelle.
- Dans son usage cru, la terre peut être très durable si elle est correctement mise en œuvre et protégée.

Principaux emplois

- Terre cuite : Briques pleines ou creuses, tuiles de couverture, carreaux de sol.
- Terre crue : Briques pleines ou creuses, murs pleins, enduits.
- Latérite : blocs taillés, couche de stabilisation de route, remblais.

PAILLE FICHE 2
Guide des matériaux

Type de matériaux localisés

- Paille : (nom générique dans la construction) regroupe des herbes graminées de la famille des Poaceae principalement l’antropogon, plante annuelle d’une hauteur de environ 80 cm à terme.
- Bambou : l’Oxytenanthera abyssinica présente au Sénégal.
- Typhas : Plante invasive de l’embouchure du fleuve Sénégal, elle fait aujourd’hui l’objet de plans d’arrachage et un projet d’exploitation dans la construction est engagé.

Répartition géographique

- Paille : elle se récolte principalement dans la zone du Sénégal Oriental, couverte en majorité par une végétation de Savane.

Les savanes sont caractérisées par une strate herbacée continue (au moins 80 centimètres de haut) et une strate arborée ou arbustive. Elles occupent la plus grande partie du Sénégal et couvrent une superficie de 5 077 000 hectares (MEPN, 1982). Elles présentent quatre types : la savane herbeuse, la savane arbustive, la savane arborée et la savane boisée.

Ces territoires sont annuellement la proie des incendies en saison sèche.
- Bambou : Se retrouve au Sénégal Oriental et en Casamance.
- Typhas : La zone de concentration la plus importante se retrouve à l’embouchure du fleuve Sénégal.

Le marché

Prix : modérés

Disponibilité

Importante

Taux de production

Paille : La couverture en paille au Sénégal s’étend sur une superficie de 5 077 000 hectares, sa

pousse est annuelle et indépendante de toute stratégie agricole. On peut considérer que la matière première disponible est importante. Une sélection des essences les plus adaptées et des meilleures zones de coupe est à réaliser.

Aujourd’hui, la paille constitue un risque pour la nature particulièrement pour les espèces ligneuses, par le risque des feux de forêts. Une stratégie d’exploitation de zones en coupe-feu autour des forêts serait une symbiose gagnant/gagnant.

Nombre de cas de feux et superficies brûlées (2000-2006)

Campagne	Nombre de cas	Surfaces brûlées (ha)
2000/2001	265	248143
2001/2002	336	272146
2002/2003	167	110261
2003/2004	319	161200
2004/2005	364	167861
2005/2006	598	251117

Source : Rapports annuels DEFCCS

- Bambou : 47 021 pièces de crinting (cloisons traditionnelles réalisées en bambous) se sont vendues entre 1989-1993
- Typhas : Le Typhas représente à terme une masse de 200 000 t/an de matière première.

Mise en œuvre et façonnage

- La paille séchée est utilisée entière :
- Tressées pour le revêtement de toitures,
 - En panneaux ou bottes destinés à la construction des cloisons et des murs. Ceux-ci peuvent être enduits avec de la chaux ou de la terre ou insérés dans des panneaux de bois, panneaux de particules ou panneaux de plâtre.
- La paille peut être découpée et incorporée à la terre en torchis ou briques moulées.
- Le typha peut être utilisé sous la forme de brique-typhas. Un procédé artisanal a été réalisé à Ross-Bethio. Le mélange du typhas avec du ciment est envisagé pour certains produits préfabriqués de type dalle de plancher/toiture ou comme produits d’isolation, en panneaux compressés ou en particules.
- Le bambou est traditionnellement utilisé pour le tressage des canisses (krinting), avec des formats standards de 3X1.50m. Ses longueurs plus importantes et sa bonne résistance à la flexion en font un élément léger dans le voligeage des toitures en paille.

Préservation

Type d’agressions : Insectes, eau et feu.

Type d'entretien : Traitements insecticides, hydrofuges ou ignifuges.
Traitement au sel de bore contre les insectes.

La protection par bâchage des toitures en période hivernale ou par pose d'un enduit couvrant donnent de bons résultats.

Durabilité : Produit nu fragile, demande un entretien annuel et un renouvellement tous les 10 ans lorsqu'il est directement exposé.

Enduits, ils font preuve d'une bonne tenue dans le temps.

Les bottes de paille compressées sont encore plus stables.

Un test au feu a été réalisé en France par le CSTB en 2009, qui satisfait le règlement de sécurité contre l'incendie, relatif aux établissements recevant du public.

Euroclasse feu de la paille enduite de 8 mm de terre : B-s1, d0
B : Produit combustible dont la contribution au «flashover» est très limitée
s1 : Faible production de fumées
d0 : Absence de gouttelettes et de débris enflammés

► **Principaux emplois**

Couverture, construction de cloisons, faux plafonds, murs, blocs préconstruits compressés ou composites, Isolation phonique et thermique.

La paille présente des qualités thermiques certaines, sans toutefois se distinguer par son excellence. Son coefficient de conductivité est en effet compris entre 0,050 et 0,075 W/mK selon le conditionnement.

C'est de plus un matériau thermorégulateur et hygrorégulateur avec de bonnes performances phoniques.

BOIS
Guide des matériaux

FICHE 3

► **Type de matériaux localisés**

Eucalyptus : L'eucalyptus est un arbre originaire d'Australie, dont l'introduction scientifiquement contrôlée remonte aux années 1970. C'est un arbre à croissance rapide, capable de résister à des terrains très pauvres en eau. Il est bien adapté à la zone Sahélienne.

Filao : Le filao est un arbre originaire d'Australie, implanté au Sénégal. Essence pionnière, il est capable de coloniser des sols très pauvres en éléments minéraux.

Margousier ou Neem : Originaire d'Asie tropicale, le Neem est un arbre pionnier, particulièrement résistant et bien acclimaté à la zone Sahélienne.

Bois d'importation : Essences localisées parmi celles exportées par la Côte-d'Ivoire (principal pays exportateur dans la zone UEMOA) pour leurs qualités en bois d'œuvre, leur coût abordable et leur disponibilité : Wengé, Azobé, Iroko, Padouk, Fraké, Framiré, Kosipo, Tola.

Le marché local du bois d'œuvre s'approvisionne à deux sources : la production locale (surtout les régions de Kolda, Tambacounda) et l'importation de grumes ou de bois avivés. La plus grande partie de la production locale provient de trois espèces : cailcédrat (*Khaya senegalensis*), Dimb (*Cordia pinnata*) et Linké (*Azela africana*). Bombax costatum ou Kapokier est surexploité.

La production locale reste inférieure à la demande. On estime que la production locale ne couvre que 5 % des besoins même si les estimations des disponibilités nationales en bois de service indiquent un potentiel de 49 millions de m³ dont 1, 225 millions de m³ annuellement accessible à l'exploitation. Mais au final, la demande reste supérieure à la production.

État des forêts entre 1965 et 1994

■ Excellent ■ Peu dégradé ■ Assez dégradé ■ Très dégradé

Source : Centre de Suivi Écologique (CSE), Eros Data Center.

► Le marché

Prix : moyen à élevé.

► Disponibilité

Eucalyptus : L’usage de l’eucalyptus en foresterie intensive suscite des polémiques. Cependant, au nord comme au sud la transformation en bois d’œuvre des eucalyptus, de façon artisanale ou par des procédés industriels, constitue une activité génératrice d’emplois et créatrice de ressources, avec une valeur ajoutée supérieure à celle engendrée par la fabrication de pâte à papier, débouché principal de cette essence. Compte tenu de la volonté générale et de la nécessité de limiter la pression de l’exploitation sur les formations forestières naturelles, la production de bois d’œuvre à partir des plantations d’eucalyptus ne peut qu’augmenter à court ou à moyen terme. Les contraintes techniques liées à la transformation de cette essence au moment de l’abattage et durant le séchage peuvent être palliées en utilisant des procédés mis au point le plus souvent de façon empiriques mais qui ont fait leurs preuves.

Filao : Les filaos sont régulièrement plantés, pour un recyclage des peuplements trop vieux, sur une superficie de 11 000 ha.

Neem : Les pépinières publiques mises en place pour les plantations urbaines peuvent facilement multiplier leurs productions.

Par ailleurs, l’ensemble de ces essences pourraient attirer des entrepreneurs privés, considérant l’intérêt économique que représente l’utilisation du bois d’œuvre pour la construction.

Bois d’importation : Importante.

► Taux de production

Eucalyptus, Filao et Neem : Le taux de production de ces essences dépend très largement de la plantation et de la gestion, avec des durées relativement courtes de pousse pour des sujets arrivés à une taille intéressante pour la construction : de 6 à 10 ans pour l’eucalyptus et 25 ans pour le filao, âge fixé par le programme de gestion du peuplement de la zone des Niayes.

Bois d’importation : Les volumes en bois d’importations ont été compris entre 70 000 et 100 000 tonnes par an entre 2005 à 2009.

► Mise en œuvre et façonnage

Aspects réglementaires et institutionnels :

La nomenclature codifiée par l’UEMOA classe les produits issus du bois selon leur nature :

Code produit	Libellé produit
44 01.21.00	Bois en plaquettes ou en particules
44.08 00.00	Feuilles de placage et feuilles pour contreplaqués (même jointées) et autres bois sciés longitudinalement, d’une épaisseur n’excédant pas 6 mm
44 11.99.00	Bois contre-plaqués, bois plaqués et bois stratifiés similaires

Code produit	Libellé produit
44.18 00.00	Ouvrages de menuiserie et pièces de charpente pour construction, y compris les panneaux cellulaires, les panneaux pour parquets et les bardeaux (« shingles » et « shakes »)
4418.10.00	Fenêtres, portes fenêtres et leurs cadres et chambranles

On notera la mise en œuvre par lamellés collés, non reprise dans cette nomenclature, permettant d’augmenter de façon très importante les portées.

Le séchage parfait du bois, difficile à obtenir sur le marché et particulièrement important pour les pièces de charpente. Le sens de sciage, la qualité du bois, la position de la pièce débitée dans la grume, constituent les principales exigences de qualité.

► Préservation

Type d’agressions : Insectes xylophages (surtout les termites en Afrique de l’ouest, mais aussi vrillettes et capricornes), champignons, eau, feu.

Type d’entretien : De façon générale le bois profite d’un traitement xylophène soit à cœur, soit de surface.

Si le bois n’est pas verni ou vitrifié, un enrichissement annuel à l’huile de lin est nécessaire. Une teinture de masse est possible.

Le bois peut également être peint avec des peintures adaptées.

Durabilité : La durabilité des essences mises en œuvre est très variable selon les essences mais globalement importante, (avec plusieurs siècles pour le chêne et quelques décennies pour les résineux).

Les charpentes ont une propension naturelle à travailler dans le temps sous les efforts qui leurs sont appliqués.

► Principaux emplois

Charpentes de toitures, structures porteuses murales, habillages muraux, menuiseries portes et fenêtres, planchers intérieurs et decks extérieurs.

TEXTILE

Guide des matériaux

FICHE 4

► Type de matériaux localisés

Coton : Le cotonnier (genre *Gossypium*, famille des *Malvaceae*) est un arbuste originaire d'Inde, cultivé dans de nombreux pays chauds pour les fibres qui entourent les graines à maturité du fruit. On dénombre une trentaine d'espèces sauvages et quatre espèces cultivées.

Répartition géographique

La zone productrice de coton au Sénégal se localise dans les régions de Nioro, de Tambacounda, de Kédougou, Velingara et Kolda.

SODEFITEX

Le Sénégal

ZONE D'INTERVENTION DE LA SODEFITEX

ACTIVITÉS AGRO INDUSTRIELLES COTONNIÈRES

Source : Sodefitex

Le marché

Prix : moyen.

Disponibilité :

Les volumes produits au Sénégal et dans la sous-régionales sont importantes et font de ces pays des acteurs incontournables sur le marché mondial. Mais une industrie textile à même de valoriser

localement la fibre produite fait toujours défaut. Leurs exportations égrenées pesaient en 2005 plus de 10 % du marché mondial, plaçant la sous-région au deuxième rang des producteurs.

Source : OCDE, 2010.

► **Taux de production**

La production en 2011 a dépassé les 24 000 tonnes, les productions annuelles oscillent entre 50 000 tonnes (record de l'année 2003) et un plancher de 20 000 tonnes. Une fois le coton égrené, environ 12 500 tonnes ont été exportées en 2010.

► **Mise en œuvre et façonnage**

Le coton est égrené dans les zones de production, il est ensuite filé, les dernières unités réalisant cette action pour la Sodefitex (société sénégalaise de développement et des fibres textiles) sont aujourd'hui fermées.

Suit une activité de tissage, avec de grandes variétés, dont seules quelques unités artisanales subsistent encore au Sénégal. Dans la sous-région, le Mali et le Burkina Faso conservent d'importantes unités de filage et de tissage, de bonne qualité globale.

Les textiles destinés à la construction doivent offrir de bonnes qualités de solidité comme le malicane national, un coton brut très résistant. Il est utilisé dans la fabrication des tentes mauritaniennes faites de toile doublée. Le malicane a prouvé son efficacité aux besoins et sa résistance au milieu.

Des textiles enduits, notamment de PVC, permettent une adaptation plus large à l'architecture en augmentant ses propriétés de résistance, d'étanchéité, d'imputrescibilité et de résistance aux UV.

52

MATÉRIAUX LOCAUX ET ÉCO ARCHITECTURE AU SÉNÉGAL
ÉTAT DE LIEUX ET PERSPECTIVES DANS LE CADRE D'UNE TRANSITION VERTE

MATÉRIAUX LOCAUX ET ÉCO ARCHITECTURE AU SÉNÉGAL
ÉTAT DE LIEUX ET PERSPECTIVES DANS LE CADRE D'UNE TRANSITION VERTE

53

► Préservation

Type d'agressions : Le textile est sensible aux insectes et rongeurs, aux moisissures, à l'eau, au soleil et au feu.

Type d'entretien : Très sensible, le textile s'utilisera particulièrement dans les intérieurs ainsi que pour des éléments amovibles en extérieur.

Seul des textiles spécifiques, traités pour des usages en extérieur, auront une très bonne résistance aux efforts (exemple des voiles de bateaux), aux UV et à l'abrasion de la poussière et du sable.

Durabilité : Certains textiles spéciaux, enduits PVC, PU et autres polymères sont couramment employés et donnent de très bons résultats de résistance dans le temps, avec une garantie de non déformabilité. L'expérimentation est à promouvoir dans ce secteur pour l'adapter aux besoins spécifiques du Sénégal.

► Principaux emplois

Tentes et parasols, brises soleils, toitures textiles, rideaux, tapisserie.

► Répartition géographique

Calcaire : Les gisements se localisent sur deux zones :

La région de Dakar avec les calcaires de Bargny et Rufisque.

La région de Thiès avec des calcaires affleurant sur une bande d'une largeur d'environ 10 km qui part du lac Tamna au nord jusqu'au sud-ouest de M'bour. Cette bande inclue les zones de Bandia, Popéguine, Déyane, Mbour, Panthior.

Basalte : Carrière de Diack située à 37 km au sud-est de Thiès dans la communauté rurale de Ngoudiane, les réserves sont presque épuisées.

Les autres gisements sont :

Sène Sérère à 3 km au nord de Pout (région de Thiès) en exploitation et avec des réserves prouvées de 1 millions de mètres cube.

Indices du Ravin des Voleurs (10 km de Thiès sur la route nationale Dakar - Thiès) ;

Indices de Keur mamour, Thiè, Bandia, Toubaba Dialao, Mbourouk, Keur Khazabé à 8 km de Thiès au milieu d'une forêt classée.

Socle Birrimien (Sénégal Oriental), Dolérites des monts Bassaries (ouest Kédougou), Dolérites de Niéménik.

Marbre :

Dans la région de Kédougou :

Ndébou : marbres blanc cassé, blanc rosé et rosé,

Bandafassi : bleu rubané,

Ibel : noir fini uni, noir chiné et festonné.

Également du marbre dit Cipolin à Ylimalo, à Yérogéto, Thiokoye-walidiala De la Serpentinite de Gabou- Diabal, dans la région de Bakel.

Grès : Les grès du Maastrichtien sont exploités dans le massif de Diass (Paki, Toglou, Ndayane et Mbang-Dougar).

D'autres gisements sont présents à Balé (Tambacounda), Dialé, Ségou, Madina kouta

Granite : Super groupe de Mako et super groupe de Dialé-daléma (Région de Kédougou)
3 types de granites existent au Sénégal :

- les granites syntectoniques(batholites de Saraya et de kakadian)
- les granites tardi-tectoniques (granites de Madina-bafé, Satadougou, Daorola-djidian-Kéniéba, Diambaloye)
- les granites post-tectoniques (granite de badon, Soukouta Mamakono, sambarabougou, Makana)

PIERRE

Guide des matériaux

FICHE 5

► Type de matériaux localisés

Calcaire : deux types de gisements principaux au Sénégal : le calcaire du Lutétien et le calcaire du Paléocène. Le calcaire est une roche d'origine sédimentaire.

Basalte : Le basalte est une roche d'origine volcanique utilisée surtout dans les travaux publics. Depuis 1972, date du décret présidentiel 072/662, l'exploitation de basalte dans la région de Dakar est totalement interdite et la production est aujourd'hui localisée essentiellement sur Diack.

Marbre : Le marbre est une pierre calcaire de haute densité, bien cristallisée. Ses couleurs proviennent souvent de la présence d'oxydes métalliques. Couleur et dureté sont diverses le marbre se prête parfaitement au polissage. On retrouve au Sénégal plusieurs types de grande qualité et d'une large variété de couleurs : beige, rose, vert, noir...

De manière isolée on retrouve la serpentinite : roche métamorphique assez tendre de couleur jaune-vert à vert foncé. Avec certaines composantes naturelles sensibles : magnétite (qui explique son magnétisme) et chrysotile (amiante).

Grès : Le grès est une roche issue de l'agrégation et la cimentation de grains de sable. C'est une roche cohérente et dure qui se taille facilement. Les grès ont des coloris variés selon leurs teneurs en métaux.

Granite : Le granite est une roche magmatique profonde présente en affleurements après érosion. Très courante dans les couches profondes du sol elle n'est pas toujours exploitable. Roche cristalline très résistante, ses coloris dominants sont le beige, le gris et le rose.

► Le marché

Prix : moyen à très élevé.

► Disponibilité

Calcaire : Les disponibilités sont importantes sur les sites exploités pour la production de granulats ou de ciment (avec une production annuelle supérieure à 3 millions de tonnes).

Les pierres dures destinées à la taille représentent un volume moins important.

Pour les sites non encore exploités, les disponibilités sont aussi importantes.

Basalte : La Direction des Mines et de la Géologie a programmé dans le cadre du BCI une mission d'identification et de certification de tous les sites non encore exploités.

Marbre :

Réserves prouvées : 348 545 tonnes

Réserves possibles : 167 048 tonnes

Pour les régions de Tambacounda et Kedougou situés respectivement 480 km et 750 km de Dakar

Grès :

Massif de Ndiass : grès du Maastrichtien, subaffleurant,

Paki Toglo : grès rosâtre à ciment siliceux et à grains fins. Gisement hétérogène (alternance de bancs durs et de bancs tendres).

Ndoyane : grès dur à ciment siliceux, recouverts de calcaires marneux daniens. Déval standard : 10,5

Mbang-dougar : grès quartziques gris clairs à ciment siliceux, très dur,

Résistance à la compression : 1266 kg/cm².

Mbalé (à 170 km sur la route Tamba-kiira) : grès quartzique

Dialé (secteur de Landiéné, Sénégal oriental) : grès arkosiques

Ségou Madina Kouta

Granite :

Si les réserves sont peu importantes en grès et granites, la Mauritanie voisine, bien reliée au Sénégal, recèle des gisements très importants et exploite plusieurs grandes carrières.

► Taux de production

Calcaire : Les disponibilités sont importantes, sur les sites exploités pour la production de granulats ou de ciment (avec une production annuelle supérieure à 3 millions de tonnes aujourd'hui et des perspectives envisagées pour les années à venir d'une production amenée à 5 millions de tonnes). Pour les gisements non exploités, les quantités sont aussi importantes.

Marbre : une concession minière pour l'exploitation de marbre à Ibel et Ndébou dans la Région de Tambacounda a été ouverte en 2005 pour un volume disponible évalué à 200 000 m² de dalles et de plaques par an.

Une autre concession exploite les gisements de marbres (cipolins) de Ndébou, situés dans le Département de Kédougou. Région de Tambacounda pour un volume de production évalué à 85 000 m² de dalles et de plaques par an.

Grès : Les principales ressources estimées regroupent :

Paki : 300 000 tonnes

Toglou : 150 000 tonnes

Mbang : 3 000 000 tonnes

Granite : les quantités de granite accessibles sont réduites. Le choix de l'importation depuis la Mauritanie peut s'avérer judicieux : très bonne qualité des produits, coûts intéressants, infrastructures de transport existantes.

► Mise en œuvre et façonnage

Calcaire : Production de ciment, concassage en granulats, taille en blocs de dimensions standards pour pose en dalles (régulières ou non), en pavés lourd, en briquettes, en carreaux de faible épaisseur. Les pierres taillées ou non de calcaire peuvent également être maçonnées. Pour ses aspects de surface la pierre peut être taillée, sciée ou polie.

Basalte : concassage en granulats, taille en blocs de dimensions standards pour pose en dalles. Les pierres taillées ou non de basalte peuvent également être montées en élévation, maçonnées ou non. Pour ses aspects de surface la pierre peut être taillée ou polie.

Marbre : Pris dans le cœur de la pierre, et généralement débité en tables (plaques de faibles épaisseurs), les plaques sont ensuite polies pour donner au marbre toute sa nature.

La serpentinite a des caractéristiques similaires à l'amiante et ne doit pas être inhalée lors de l'extraction notamment.

Grès : concassage en granulats, taille en blocs de dimensions standards pour pose en dalles (régulières ou non), en pavés lourd, en briquettes, en carreaux de faible épaisseur. Les pierres taillées ou non de grès peuvent également être montées en élévation, maçonnées ou non. Pour ses aspects de surface la pierre peut être clivée soit sciée.

Granite : Broyage en poudre pour pierres reconstituées, concassage en granulats, taille en blocs de dimensions standards pour pose en dalles (régulières ou non), en pavés lourd, en briquettes, en carreaux de faible épaisseur. Les pierres taillées ou non de granit peuvent également être montées en élévation, maçonnées ou non.

► Préservation

Type d'agressions : Aucune.

Type d'entretien : Certaines pierres d'ornement comme les marbres peuvent nécessiter un polissage de surface après des années d'usage. De même, les fissures existantes et bouchées lors du polissage peuvent réparaître avec le temps.

La serpentinite aillant des caractéristiques similaires à l'amiante, elle ne doit pas être inhalée lors de son extraction notamment.

Durabilité : Même si la durabilité des pierres est variable, elles restent durables au-delà de plusieurs siècles.

► Principaux emplois

Calcaire : Ciment, granulats pour les ciments, blocs de pierre pour la construction. Maçonnerie en élévation, revêtement intérieur et extérieur, plaquettes de parement destinées à être collées sur des maçonneries.

Basalte : Actuellement la demande en basalte au Sénégal est très forte dans certains secteurs : granulats de haute performance, granulats convenables pour le béton de sable, couche de roulement de chaussées, ballast de chemin de fer.

Une exploitation en pierre taillée ou en pierre reconstituée pourrait être envisagée mais la demande sur ce matériau reste trop forte pour la composition de bétons à haute performance.

Pierres d'ornement : Revêtement muraux, revêtements de sol, pièces spéciales tels que plans de cuisine, de salle de bains, pièces sculptées... Poudre pour pierres reconstituées.

Grès : En sable ou granulats dans les réseaux divers, le drainage, la fabrication des bétons. En pierre d'ornement : moellons taillés ou pavés lourd (L 20-30 cm x l 20-30 cm x h 8-10 cm ou 15-20 cm), pierre de parement avec des dimensions variables mais des épaisseurs de 8-12 cm ou plaquettes destinées à être collées sur des maçonneries, faible épaisseur de environ 2 cm.

Granite : Revêtements de sol intérieurs et extérieurs, murs maçonnés, pièces spéciales : linteaux, escaliers, vasques de lavabos, etc.

CHAUX

Guide des matériaux

FICHE 6

► Répartition géographique

Bandia et Pout - Un conflit avec des réserves naturelles doit être évalué.

D'autres gisements :

Localisation : Kébémér, Sagata et Mbeuleukhé

Calcaires lacustres ou grès calcaireux affleurant ou à faible profondeur

Teneurs en SiO₂ 4 à 70 %, en CaCO₃ 10 à 50 %

Localisation : Kérékounda et Daléma

Calcaire dolomitique

Liants hydrauliques

Le marché

Prix : modéré.

Disponibilité :

Formation supérieure du gisement évalué à 84 millions de m³ de calcaire titré à 96,6 % CaCO₃. Les calcaires paléocènes de Bandia, Thiès et Pout, hautement titrés dans leur horizon supérieur (+95 % CaCO₃), sont très adaptés à la production de chaux.

► Taux de production :

Aucune production significative.

Une demande nationale et sous-régionale en pleine expansion, notamment en réponse à la demande des industries SOBOA et Mines d'or, pourrait accélérer l'exploitation minière des carrières.

► Mise en œuvre et façonnage

On distingue deux types de chaux naturelles qui sont toutes deux obtenues par la cuisson d'une composition calcaire et argile aux alentours de 900 °C. A cette étape, la chaux est dite « vive » (CaO) et très réactive à l'eau ou à l'humidité, c'est pourquoi, pour des raisons pratiques et de sécurité, les chauffourniers font subir à cette chaux vive une étape d'extinction par hydratation. Le matériau est alors dit « éteint » et est prêt à être travaillé (CaO+H₂O = Ca (OH)₂). Les avantages de la chaux tiennent à son cycle de vie presque neutre en CO₂ et à ses qualités respirantes qui apporte un confort économique aux habitants d'une maison.

Chaux aérienne : Constituée presque uniquement de calcaire, la chaux aérienne réagit en absorbant l'humidité de l'air d'où son usage en intérieur pour les badigeons, enduits et mortiers.

Chaux Hydraulique : Caractérisé par la présence d'argile (jusqu'à 20%) et de calcaire (au moins 80 %), la chaux hydraulique réagit en présence d'eau mais également à l'humidité de l'air. Très dure, imperméable à l'eau mais pas à l'humidité, elle est utilisée comme mortier et en enduits extérieurs.

Les produits de chaux peuvent être qualifiés sur une base de la normalisation : NF EN 459 : chaux de construction. Ces normes contiennent toutes les spécifications relatives au produit pour l'usage considéré.

La chaux est employée en liant pour les maçonneries ou en liant pour des enduits de surfaces. La prise de la chaux hydraulique est plus rapide.

L'onctuosité et la souplesse de l'enduit à la chaux en font un produit facile à l'emploi, applicable aussi bien mécaniquement que manuellement. La lenteur du durcissement de l'enduit à la chaux lui permet d'être maniable plus longtemps, sans perte des résistances finales.

La pigmentation de la chaux dans la masse est une particularité esthétique remarquable.

La norme Afnor NF EN 459-1, Chaux de construction partie 1 : définitions spécifications et critères de conformité.

► Préservation

Type d'agressions : Aucune.

Type d'entretien : Des fissures peuvent apparaître sur les surfaces d'enduits tirés, à reprendre localement. Ses qualités d'agent purifiant en font un produit d'entretien dans la construction.

Durabilité : Grâce à sa souplesse, la chaux tolère les mouvements du bâti, inhérents à toute construction, ancienne ou moderne.

L'enduit à la chaux respecte les matériaux existants et peut être remplacé sans conséquence pour les autres parties d'un ouvrage. Cette qualité de réversibilité de la chaux en fait un produit durable.

Perméable à l'air, l'enduit de chaux est aussi imperméable à l'eau. Il laisse respirer les murs, en favorisant les échanges hygrométriques. La chaux capte et rejette la vapeur d'eau, permettant d'éviter les remontées d'humidité. Elle s'oppose dans le même temps à la pénétration des eaux de ruissellement.

► **Principaux emplois**

Liant de maçonnerie, enduits de surfaces, badigeons et peintures.
Les propriétés de la chaux, ont conduit les fabricants à l'introduire dans les matériaux de construction moderne telle que le béton cellulaire ou les briques silico-calcaires.



Bureau
international
du Travail