

Programme d'Efficacité Energétique du Bâtiment au Sénégal

Développement du marché des éco-matériaux locaux dans le bâtiment au Sénégal

Rapport final



TABLE DES MATIERES

Programme d'Efficacité Energétique du Bâtiment au Sénégal.....	1
INTRODUCTION.....	3
ETAT DES LIEUX DES ECO-MATERIAUX AU SENEGAL	4
1. Brique en terre crue et architecture en Voûte Nubienne	4
1.1. Le mode constructif en Voûte Nubienne (VN).....	4
1.2. La terre crue utilisée dans la Voûte Nubienne.....	5
1.2.1. Production de briques crues	5
1.2.2. La maitrise d'œuvre	5
1.2.3. La maitrise d'ouvrage	5
1.3. Coûts associés	6
2. Brique de terre comprimée	6
2.1. Cartographie des acteurs.....	7
2.1.1. Production de briques BTC.....	7
La maitrise d'œuvre	7
2.1.2. La maitrise d'ouvrage	7
2.2. Coûts associés	8
LES MATERIEUX BIOSOURCES	9
3. Le typha	9
3.1. Cartographie des acteurs.....	9
3.2. Coûts.....	9
4. La paille.....	10
5. Le bambou	10
IDENTIFICATION ET ANALYSES DES BARRIERES IDENTIFIEES	11
1. Aspects culturels	11
2. Réglementations et assurances	11
3. Industrialisation des procédés de fabrication	12
4. Ressources humaines.....	12
5. Saisonnalité.....	13
PRECONISATIONS ET PISTES D'ACTION.....	14
1. Axe 1 : Labélisation et certification	14
2. Axe 2 : Industrialisation des process	14
3. Axe 3 : Formation	15
4. Axe 4 : Sensibilisation	16



INTRODUCTION

Le présent rapport provisoire décrit le volet « Développement du marché des éco-matériaux locaux dans le Bâtiment au Sénégal » dans le cadre de la prestation d'appui du Programme d'Efficacité des Bâtiments (PEEB).

Selon les termes de référence, il s'agit de fournir un appui à l'ONG Le Partenariat pour identifier les étapes clefs, les besoins en assistance technique et en investissement pour la montée à l'échelle du marché de la « construction bioclimatique », de l'utilisation d'éco-matériaux locaux ainsi que de certains matériaux biosourcés au Sénégal.

ETAT DES LIEUX DES ECO-MATERIAUX AU SENEGAL

Il existe quatre grandes catégories d'éco-matériaux au Sénégal : la terre, le typha, la paille et le bambou. Chacun de ces matériaux sont localement présents et sont aujourd'hui mobilisés dans la construction traditionnelle (23% du parc de logements existant¹ au Sénégal en 2013 dont 43% en milieu rural) ou utilisés sur des projets pilote de construction (notamment le typha).

La latérite est un mélange sédimentaire, géographiquement bien réparti sur l'ensemble du territoire sénégalais. Elle est excavée dans des carrières à ciel ouvert (officielles² ou non-officielles) et tamisée afin de séparer la terre (argile/sable) des éléments ferreux qu'elle contient. La terre est utilisée comme matière première dans la fabrication de briques en terre crue, banco/adobe ou brique de terre comprimée (BTC). En 2013, environ 15% du parc de logement existant est construit en terre ou mélange terre-paille³ (banco ou adobe) dont 29% en milieu rural⁴.

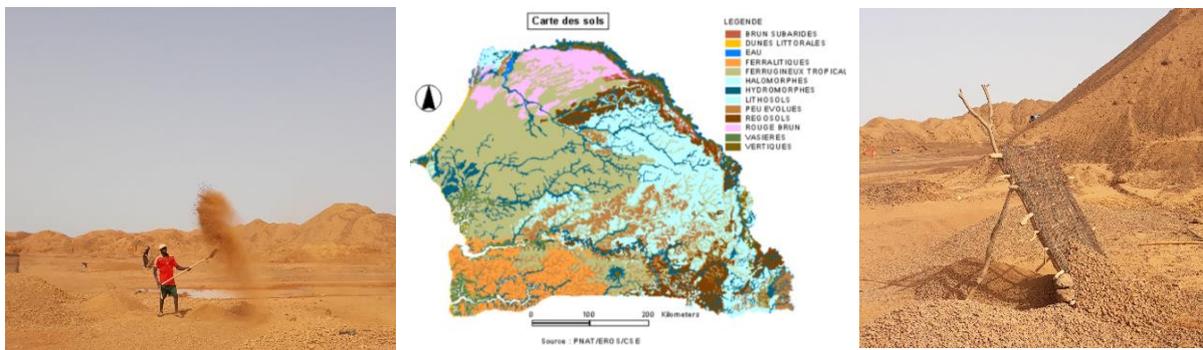


Figure 1- Carrière de latérite dans le département de Podor (gauche et droite) et cartographie Carte des sols (centre)

L'architecture en Voûte Nubienne

1.1. Le mode constructif en Voûte Nubienne (VN)

La technique de la Voûte Nubienne est un procédé architectural qui utilise exclusivement des matériaux locaux. Cette technique constructive, basée sur les méthodes de construction traditionnelles, permet d'éviter le recours à d'autres matériaux de construction tels que le bois (faible ressource locale disponible), le fer/acier ou encore le béton (énergie grise élevée, fort impact carbone et faible performance thermique) et d'assurer un bon niveau de confort thermique du fait de l'inertie thermique (permettant un écrêtage des températures).

Les bâtiments ainsi construits sont principalement composés de briques de terre crue séchées au soleil, utilisées pour les murs et la toiture. La technique présente de nombreux avantages économiques et écologiques. Elle permet la réalisation de maisons solides et durables, offrant confort thermique, acoustique et esthétique, pour un coût inférieur aux chantiers "classiques" de construction.

¹ Ce chiffre englobe les constructions dont le revêtement des murs du bâtiment principal est en banco avec enduit ciment et paille/tige (source : Recensement Général de la Population et de l'Habitat, de l'Agriculture et de l'Élevage (RGPHAE) 2013)

² Les carrières officielles sont contrôlées par le département des carrières. Une taxe est collectée sur les volumes vendus. La qualité de la terre des carrières officielle est contrôlée par échantillonnage par les bureaux de contrôles régionaux.

³ La paille permet une bonne cohésion physique de la matière

⁴ Source : Recensement Général de la Population et de l'Habitat, de l'Agriculture et de l'Élevage (RGPHAE) 2013

La technique de bioconstruction Voûte Nubienne est principalement utilisée dans la zone sahélienne du Sénégal (région nord de Saint-Louis et Matam) et de manière pilote dans le département de Thiès.

Les réalisations sont très diverses (maisons privées, maternités, salles de classe, magasins de stockage...) et particulièrement adaptées au contexte climatique sénégalais. Environ 145 bâtiments, principalement de logement résidentiel rural, ont été construits en Voûte Nubienne depuis 2010⁵.

1.2. La terre crue utilisée dans la Voûte Nubienne

Utilisée pour la fabrication d'adobe et de briques cures, la terre est utilisée pour produire une pâte ou boue contenant plus ou moins d'argile ou de limon. Le mélange est éventuellement dégraissé au sable et fibré de foin, de paille ou d'autres fibres végétales. Moulées et séchées au soleil, les briques d'adobe peuvent également être compressées et les mélanges enrichis en chaux ou ciment utilisées pour les structures extérieures et enduits des deux côtés.

Au Sénégal, les secteurs de la production de briques en terre crue et de la construction en Voûte Nubienne impliquent un grand nombre d'acteurs intervenant à différents stades : depuis la conception du matériel constructif (l'adobe), sa production, jusqu'à la réalisation des bâtiments.

1.2.1. Production de briques crues

La latérite est extraite de carrières à ciel ouvert, tamisée et transportée par camion benne (8 tonnes généralement) jusqu'au chantier de construction. Plus celle-ci est de qualité (teneur en bauxite élevée), plus les mélanges seront cohésifs, assurant une meilleure résistance à l'abrasion.

Les briques sont moulées sur place par une équipe de 3 personnes à raison de 400 briques par jour (35 francs CFA par brique produite).

1.2.2. La maîtrise d'œuvre

La construction du bâtiment en Voûte Nubienne nécessite une équipe de 7 à 8 personnes constitué d'un maçon chef expert en Voûte Nubienne (catégorie maçon C4), deux maçons confirmés (catégorie C3, formés au tirage de la voûte), 3 à 4 maçons en formation et apprentis (catégorie C1 et C2) et de la main d'œuvre locale.

Actuellement, quarante maçons sénégalais formés Voûte Nubienne sont en activité (sur un total de soixante en activités) et seulement deux maçons sont Catégorie 4. Trois nouveaux maçons devraient être certifiés Catégorie 4 dans les cinq prochaines années⁶.

Le rôle de l'Association Voûte Nubienne et Le Partenariat : Elles apportent une expertise technique en développant des documents techniques et assurent le développement et la mise en œuvre de formations professionnelles qualifiantes. L'association Voûte Nubienne étant visible (comparé aux maçons/entrepreneurs VN), elle assure la liaison entre la demande et les maçons.

La réalisation d'un bâtiment de 50m² de surface utile de gros œuvre se fait en moins d'un mois avec une équipe type de 7 à 8 personnes et les matériaux à pied d'œuvre⁷.

1.2.3. La maîtrise d'ouvrage

Les projets de construction en architecture Voûte Nubienne portent principalement sur des bâtiments communautaires (établissements scolaires en zone rurale, bâtiments administratifs, postes de santé) et des logements individuels pour des acteurs privés (classe moyenne,

⁵ Source : Association Voûte Nubienne, rapport d'activité 2019

⁶ Entretien avec l'association Le partenariat réalisé le 18 septembre 2019.

⁷ Entretien avec Emmanuel Bossenec (La Voûte Nubienne)

diaspora). La demande est forte avec une centaine de projets potentiels⁸. La Maison des Yvelines construite en architecture VN à Ourosogui et lauréate du Prix International Bâtiment Bas Carbone (décernée lors de la COP 23) a permis de médiatiser et sensibiliser fortement la population et notamment les élites sur l'aspect novateur et innovant de l'architecture VN. Les collectivités territoriales avec appui technique des Agences Régionales de Développement (ARD) sont des potentiels clients dans les années à venir. Certains projets sont d'ores et déjà en cours de réalisation tels que le Conseil Départemental de Matam.

1.3. Coûts associés

Le coût de construction d'un bâtiment en architecture Voûte Nubienne (situé à moins de 20 km d'une carrière de terre et incluant des acrotères couronnés de béton armé coffré, un enduit goudronné sur la toiture ainsi qu'une finition d'enduit ciment sur les façades extérieures) est en moyenne de 100.000 francs FCA par mètre carré (155 euros équivalent) soit environ 20% moins cher qu'une construction en béton traditionnelle du fait du prix très faible de la matière première (terre) comparée au béton. La construction Voûte Nubienne requiert une plus grande main d'œuvre (équipe de de 7 à 8 maçons contre 2 à 4 maçons en construction béton traditionnelle) du fait de l'épaisseur des murs (60 cm contre 15 cm en construction béton classique). Toutefois, un maçon Voûte Nubienne et plus généralement une équipe de maçon Voûte Nubienne (composée de 4 catégories) sera mieux payée qu'une équipe maçon béton (uniquement 2 catégories)⁹.

Différents facteurs influent sur le prix final d'une construction en architecture Voûte Nubienne :

- **La distance entre la zone d'extraction de la terre et le chantier** : Le camion benne de 8m³ de terre coute en moyenne 150,000 francs CFA en sortie de carrière pour une livraison sur une distance maximale de 10 km. Au-delà, le prix augmente de 10,000 francs CFA tous les 10km en moyenne¹⁰.
- **La quantité de béton utilisé dans la construction**
- **La finition des façades**



Figure 2 – Bâtiment en Voûte Nubienne (à gauche : école primaire, à droite: logement) dans le département de Podor

Brique de terre comprimée

⁸ Entretien avec Emmanuel Bossennec (La Voûte Nubienne)

⁹ Un maçon Voûte Nubienne C4 est payé 4.500 francs CFA (excluant nourriture et logement) contre 4.000 francs CFA tout compris pour un maçon béton confirmé.

¹⁰ Dans le cas de la construction du bâtiment Le Partenariat à Saint Louis, la terre a été transportée par camion benne de 16t sur une distance de 130/140 km depuis la carrière de Diagne et Ndombo (Richard Toll) pour un montant de 340,000 francs CFA.

La brique de terre comprimée (BTC) est constituée de latérite (environ 92%) et de ciment (environ 8%), mise en forme avec une presse (manuelle ou mécanique) et séchée au soleil pendant 3 semaines. Le ciment permet de stabiliser la matière et d'homogénéiser les qualités mécaniques et physiques du produit final (au regard de l'hétérogénéité de sa composition). La fabrication de briques ainsi que la réalisation de maçonneries en BTC et mortiers de terre sont normalisées¹¹ depuis 1999 au Sénégal par l'Agence Sénégalaise de Normalisation (ASN). La BTC peut être utilisée pour la conception de la maçonnerie structurale (murs porteurs/de refend) et/ou remplissage (cloison). Le nombre de bâtiments construits en BTC est estimé à 50¹² en 2019, principalement localisés à Dakar et sur la petite côte.

1.4. Cartographie des acteurs

Le secteur de la construction en BTC au Sénégal s'articule autour d'un nombre limité d'acteurs (un acteur privé contrôlant l'ensemble de la chaîne de production de la brique BTC et assurant la conception et la maîtrise d'œuvre) supposant une situation temporaire de monopole. En effet, la demande dynamique couplée à un système constructif simple et facile à mettre en œuvre et une ressource relativement bien répartie (carrières d'argiles dans les régions de Thiès, Dakar, Saint-Louis, Ziguinchor, Kaolack, nombreuses carrières de latérite) laisse présager l'émergence d'une concurrence forte dans les années à venir.

1.4.1. Production de briques BTC

La production de briques BTC se concentre sur la province de Thiès. Toutefois la plupart des acteurs produisent les briques directement sur la zone de chantier (utilisation de presses mobiles) afin de limiter les coûts de transports et l'emprise du chantier au sol (cas particulier de Dakar). La société ElemenTerre, principal acteur de la filière, dispose d'une unité de production intégrant 5 presses mécaniques d'une capacité unitaire de 1000 briques BTC par jour. La brique BTC est facturée 250 francs CFA (0,38 € équivalent) mais le prix est dégressif en fonction de la localisation et de la taille du chantier¹³.

Le GIE Presse Ta Terre dispose de 2 presses mécaniques (dont une presse mobile) avec une capacité totale de 1,200 briques BTC par jour. La brique BTC est facturée 225 francs CFA avec une marge de réduction en fonction de la localisation¹⁴, la taille du chantier et le volume de briques nécessaire (en moyenne 33 briques par m²)¹⁵.

1.4.2. La maîtrise d'œuvre

La construction d'un bâtiment en BTC mobilise généralement un chef de chantier et de la main d'œuvre locale / maçons locaux pour le moulage et pressage des briques et la réalisation des travaux de maçonnerie.

La maçonnerie en BTC est relativement « simple » et facilement maîtrisable par un maçon béton. Les techniques de construction en BTC s'apparentent aux techniques de construction en béton. Elle ne requiert pas une formation particulière et peut donc être réalisée par une main d'œuvre locale (agriculteur et ouvrier maçon durant la période de faible activité agricole) sous surveillance d'un chef de chantier expérimenté. Certaines grandes entreprises comme la société française Eiffage ont d'ores et déjà expérimenté et participé à la réalisation de bâtiments pilotes en BTC.

1.4.3. La maîtrise d'ouvrage

Les projets de construction en BTC sont principalement des projets privés : logement individuel, hôtel, restaurant, bureau etc. La demande du secteur privé est très dynamique : cette demande permet notamment à une entreprise comme ElemenTerre d'avoir une

¹¹ Au total 14 normes (NS 02-043 à 02-056)

¹² Source : Entretien avec Mr. Deme (Société ElemenTerre)

¹³ Entretien avec Mr. Deme (Société ElemenTerre)

¹⁴ Un camion de 24m³ transportant de la terre sur une distance de 40km (permettant de produire 3,000 à 4,000 briques) coûte environ 320,000 francs CFA (soit 500 euros).

¹⁵ Entretien avec Mr. Didier Hubert (GIE Presse Ta Terre)

importante clientèle sans effort de prospection commerciale grâce au « bouche à oreille ». La clientèle se compose principalement de classes socio-professionnelles supérieures, sensibles à la problématique de confort thermique et/ou sensibilisées aux qualités thermiques de la BTC.

Le secteur public apparaît comme une cible commerciale. Toutefois, les garanties financières et humaines définies dans les cahiers des charges et/ou demandées dissuadent une PME comme ElemenTerre de répondre aux appels d'offre publics et/ou de proposer des bâtiments en BTC.

1.5. Coûts associés

Le coût de construction d'un bâtiment en BTC est semblable au coût d'un bâtiment en maçonnerie béton classique. Le choix de la construction de la toiture ainsi que l'épaisseur des murs (15 cm ou 33cm) vont impacter le coût final de la construction : une toiture en voûte en terre avec adobe assurera un coût sensiblement équivalent à une toiture en béton (un ouvrier maçon ciment est payé en moyenne environ 4,000 francs CFA et la main d'œuvre non-qualifiée environ 2,000 francs CFA¹⁶) alors qu'une toiture typha sur hourdis en terre/typha et une chape en béton surpassera le coût d'une toiture béton.

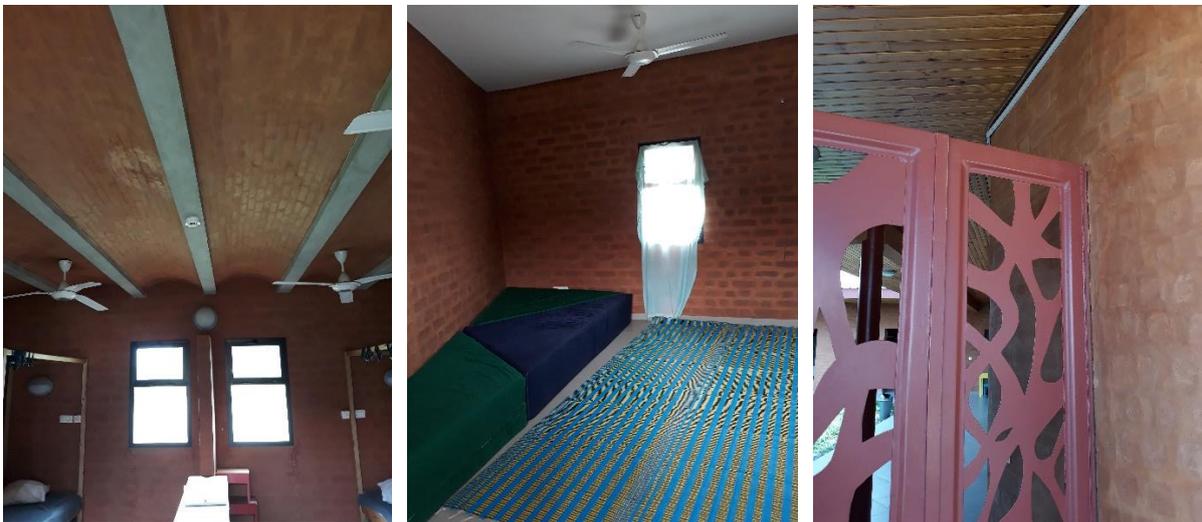


Figure 3 – Bâtiment en BTC (Centre pour enfant de Fann) dans la ville de Dakar

¹⁶ Le prix varie en fonction de la zone concernée et l'offre existante (entretien Presse Ta Terre)

QUELQUES MATERIEUX BIOSOURCES RETROUVES AU SENEGAL

Le typha

Le typha (*typha australis*) est une plante aquatique et rustique. Elle se développe de manière exponentielle depuis la construction du barrage anti-sel de Diama en 1986 dans les différents plans d'eau du Delta du fleuve Sénégal, du Lac de Guiers ainsi que les canaux d'irrigation. Le typha est aujourd'hui une menace majeure pour la biodiversité et les systèmes de production irriguée : il s'étend sur plus de 130 km en amont de l'embouchure. Le coût lié à la lutte contre l'expansion du typha est estimé à plus d'1 milliard de francs CFA par an¹⁷. La ressource étant abondante, la capacité d'extraction est estimée à 520.000 tonnes de matière sèche par an en 2016¹⁸. Ces chiffres devraient être confirmés au cours de l'année 2020 par le programme Tyccao. Une norme pour la récolte, le transport, le séchage et le stockage du Typha est en cours d'élaboration¹⁹.

La tige de typha, étant une matière fibreuse et très alvéolée/poreuse, dispose de propriétés physiques isolantes valorisables sous forme de panneaux préfabriqués (typha ligaturé et compacté, mélange terre allégé), adobe ou hourdis. Les récents travaux menés dans le cadre du projet PNEEB/Typha mené par CRAterre ont mis en évidence les qualités thermiques et isolantes du typha seul (panneau de typha comprimé) pour l'isolation des toitures et du mélange typha – terre (panneau de terre-typha, adobe, BTC, hourdis) pour l'isolation des parois opaques (cloison ou doublage de murs). A ce jour, seul quelques bâtiments pilotes (Ecole Celestin Freinet à Dagana, Ecopavillon démonstrateur des produits terre-typha de Diamniadio) ont été construits avec du typha.

1.6. Cartographie des acteurs

La filière typha dans le secteur du bâtiment est encore balbutiante. Bien que des travaux de recherche et développement furent menés dans le cadre du projet PNEEB/Typha pour identifier les moyens de valoriser le typha comme matériel isolant dans le secteur de la construction, la filière typha peine à se structurer du fait du manque d'entrepreneur dans le secteur et du manque d'investissement dans des machines-outils pour la fabrication de panneaux de terres/typha et panneaux de typha comprimé. Enfin, les seules entreprises (GIE) assurant la récolte et le transport du typha séché en botte sont basées dans la région de Saint-Louis²⁰.

La société ElemenTerre fabrique de manière artisanale un nombre limité de panneaux terre-typha (environ 150 panneaux de terre-typha de 60x40cm produits par jour) pour répondre à ses projets.

1.7. Coûts

Le typha est relativement bon marché : il est vendu environ 5,000 francs CFA par tonne sèche (7,6€)²¹ à Saint-Louis.

La société ElemenTerre produit dans son unité de production basée dans la région de Thiès des panneaux 60x40 cm de terre-typha (200 kg/m³) de manière artisanale ou directement sur les chantiers (lorsque le coût de transport risque et/ou dégrade fortement la compétitivité prix) et les facture environ 1,000 francs CFA/unité (1,52 €).

¹⁷ Source : Rapport d'évaluation projet Typha, estimation de la SAED.

¹⁸ Source : Projet PNEEB/Typha « Coproduction de savoirs : Projet de production de matériaux d'isolation thermique à base de Typha », Janvier 2017

¹⁹ Projet de Norme Sénégalais 02-076

²⁰ Il n'existe pas de GIE sur la région de Dakar.

²¹ Source : Projet PNEEB/Typha « Coproduction de savoirs : Projet de production de matériaux d'isolation thermique à base de Typha », Janvier 2017. Chiffre de l'équipe Le Partenariat : charrette de 1,2x2x0,8m coûte environ 7.000 francs CFA).

La paille

La paille est un sous-produit agricole (riz, maïs, mil). Elle est traditionnellement utilisée localement pour la confection de toiture chaume/paille, la conception des parois et la fabrication du banco ou adobe. La ressource est relativement importante : 1,5 million de tonnes de céréales (riz, maïs et mil) ont été produites en 2017²². La paille est principalement utilisée comme matériau de construction dans les zones rurales : 36,9% des logements en milieu rural ont une toiture en chaume/paille en 2013 (61,9% dans la région du Diourbel) et 14,4% des logements ont des murs en paille en 2013 (33% dans la région du Louga et 21 % dans la région du Diourbel).

Le bambou

Le bambou est principalement utilisé comme matériel constructif (panneaux tressés appelé « crintings ») dans la province de Casamance. La ressource semble limitée : un quota de 25,000 panneaux tressés a été fixé depuis 2015 par le département régional des eaux et forêts afin de réduire la pression et les impacts sur la ressource²³.

²² Source : Statistiques du FAO pour l'année 2017 : 568,939 tonnes de mil, 264,342 tonnes de maïs et 714,354 tonnes de riz paddy.

²³ Source : Article publié sur le site VivAfrik en 2015.

IDENTIFICATION ET ANALYSES DES BARRIERES IDENTIFIEES

Le développement de filières d'éco-matériaux au Sénégal fait face aujourd'hui à des barrières de différentes natures : culturelles, réglementaires, techniques ou encore humaines. Ces barrières proviennent tant de l'offre que de la demande. Le diagnostic et l'analyse des différentes barrières visent à identifier les actions remédiantes possibles ou les mesures d'atténuation.

Aspects culturels

La terre est le matériel le plus confronté aux barrières culturelles. Synonyme de sous-développement dans l'imaginaire collectif, la terre et les matériaux de construction inhérents (brique de terre crue et BTC) ont des difficultés à séduire la population sénégalaise.

L'architecture en terre, souvent associée à la pauvreté monétaire²⁴, est considérée dans l'imaginaire collectif comme fragile face aux aléas climatiques extrêmes et dangereux (risque d'érosion des murs en cas d'évènement pluvieux intense voire d'effondrement²⁵). Nombreux sont les maçons qui déconsidèrent l'architecture en terre car elle est salissante et épuisante.

A l'inverse, le béton et l'ossature acier sont synonymes de développement et de réussite. Dans les zones rurales, le sentiment de réussite et la nécessité de construire en béton sont exacerbés par la pression familiale et l'entourage²⁶. Toutefois, les personnes âgées vivant dans les zones rurales du Podor et de Matam préfèrent et continuent de dormir dans les maisons traditionnelles en terre, plus confortables thermiquement.

Comparé à la construction en terre, la construction en béton est connue et maîtrisée par les différents acteurs de la chaîne de valeur du secteur de la construction (architectes, techniciens, ingénieurs etc.). Cela influence directement la rédaction des cahiers des charges (priviliégiant le béton) et le choix final.

La paille et la toiture chaume sont victimes des mêmes préjugés : le sentiment de pauvreté et de retour à la maison traditionnelle « case ». Les maisons en paille et/ou toiture chaume/paille restent néanmoins largement utilisées (lorsqu'elles sont toujours présentes et en bon état) par les personnes âgées dans les zones rurales.

Enfin la problématique du confort thermique n'est intégrée dans la décision finale du choix du système de construction que si le maître d'ouvrage est sensibilisé et a eu l'occasion d'essayer et de comparer un bâtiment « confortable » à un bâtiment « non-confortable ».

Réglementations et assurances

En parallèle des barrières culturelles, les barrières réglementaires et assurantielles ont été identifiées comme un enjeu prépondérant dans le développement de l'architecture en terre, notamment en terre crue. En effet, l'architecture en terre crue n'est pas « officiellement » normalisée²⁷ et n'est donc pas assurable (i.e. assurance décennale). Or, les marchés publics sénégalais fixent des obligations d'assurance et de normes de construction (DTU) tels que définis dans le code de construction national.

Le code des marchés²⁸ autorise cependant l'expérimentation et le développement de projets pilotes. Ce qui permet le développement d'un nombre limité de projets en architecture terre de bâtiments publics au Sénégal.

²⁴ Argument confirmé lors de tous les entretiens réalisés

²⁵ Entretien avec l'Agence Régionale de Développement de Saint-Louis

²⁶ Entretien avec les habitants locaux lors de la mission de terrain dans la région du Podor.

²⁷ L'association Voûte Nubienne a développé des livrets codifiant le système de fabrication des briques et de construction en terre.

²⁸ Article 73. B Code des Marchés

Le typha et la paille font aussi face au manque de normalisation du matériel constructif en tant que tel mais aussi des techniques de construction (i.e. DTU).

Finalement, la réglementation thermique (RT) sénégalaise, identifiée comme une opportunité pour favoriser la normalisation et le développement de la filière des éco-matériaux et de l'éco-construction, est toujours en cours de préparation.

Industrialisation des procédés de fabrication

L'industrialisation de la production est aujourd'hui identifiée comme une barrière au développement et la structuration des filières typha, paille et briques BTC.

De ces filières de matériaux, ce sont les filières du typha et de la BTC qui disposent du plus grand potentiel d'industrialisation. La filière de la brique compressée étant la plus avancée.

Les acteurs de la filière disposent généralement des outils de production²⁹ permettant la fabrication de briques BTC³⁰ et du savoir-faire assurant un produit final de qualité (ajout de ciment pour stabiliser, séchage avec arrosage régulier). Toutefois, les capacités de production restent limitées à ce jour du fait d'un nombre limité d'entreprises spécialisées dans la production et d'outils de production (presse mobile mécanique et/ou manuelle). De plus, la production de briques BTC, tout comme l'architecture en terre, est une activité tributaire des conditions météorologiques saisonnières (s'étalant du mois de novembre au mois de mars)³¹.

La filière typha est encore au stade de lancement : les coûts de production des panneaux isolants terre-typha et panneaux de typha comprimés sont élevés, les volumes de vente restent très faibles et le prix de vente élevé.

La sous-filière d'extraction de la matière première (récolte, séchage, emballage et transport) se concentre autour de Saint-Louis avec un nombre réduit d'acteurs. La récolte du typha est réalisée manuellement dans des conditions difficiles (zones boueuses, coupe à minimum 20 cm sous le niveau de l'eau). La mécanisation de la récolte est possible mais nécessite des investissements lourds (i.e. faucardeuse) que les acteurs ne peuvent pas se permettre aujourd'hui, faute de ligne de financement appropriée et de larges débouchés³². Toutefois, le développement de nouvelles filières de valorisation du typha (charbon de bois notamment) devrait accroître la demande en matière première et par conséquent attirer de nouveaux acteurs dans la filière. Le prix de la matière première devrait mécaniquement décroître³³.

La sous-filière de transformation du typha en matériau de construction (panneau de typha comprimé, panneau de terre-typha) est constituée d'un nombre restreint d'acteurs (3 à 4 acteurs). Le sous-investissement en R&D et outils de production est le principal frein au développement de la sous-filière. De plus, le typha séché ne se présente que sous forme de botte/fagot ; réduisant le volume transporté (augmentant de ce fait les coûts liés au transport) et nécessitant une étape supplémentaire de transformation (broyage et tamisage) lorsqu'il est utilisé pour la fabrication de panneaux terre-typha³⁴.

La filière paille (construction de toiture en chaume) est aujourd'hui au stade de production artisanale.

Ressources humaines

Le secteur de la construction en terre pâtit d'un manque de main d'œuvre qualifiée. A l'inverse de la maçonnerie traditionnelle béton ou dans une moindre mesure de la maçonnerie BTC, la

²⁹ Presse mécaniques transportable d'une capacité de 500 briques par jours maximum

³⁰ La fabrication des briques est généralement réalisée sur place afin de réduire les coûts et une manutention excessive qui abîmerait les briques (Source : Entretien avec le GIE Presse ta Terre)

³¹ Période correspondant à la saison sèche.

³² Valorisation du typha comme combustibles et comme matériau de construction en Afrique de l'Ouest, programme TyCCAO, Octobre 2018

³³ Principe d'économie d'échelles

³⁴ Source : Entretien avec ElemenTerre

construction en terre crue nécessite une main d'œuvre formée capable de maîtriser la réalisation des fondations, l'élévation des murs porteurs, le tirage des voûtes et la réalisation des finitions. En effet, l'apprentissage des techniques de construction Voûte Nubienne est long : environ 2 ans de formation auprès d'un maçon confirmé. Actuellement soixante maçons sont en activité au Sénégal (dont vingt maçons sont non-sénégalais) et seulement deux sont de catégorie C4 c'est-à-dire maîtrisant parfaitement les techniques de construction et capable de conduire l'ensemble des travaux.

Le Sénégal étant le pays le plus riche de la sous-région, de nombreux maçons des pays voisins viennent travailler sur les projets de construction du fait des salaires attractifs et du volume de chantiers en cours. Dans le cas particulier de la construction en terre, l'art de la construction en terre est encore fortement ancré dans les pays voisins de la région du Sahel (Mali, Mauritanie etc.) en comparaison de ce qui existe au Sénégal.

De plus, la maçonnerie en terre crue est plus difficile et complexe que la maçonnerie béton, ce qui tend à désinciter les candidats et les nouveaux apprentis. Enfin, un maçon béton confirmé (capable de conduire un chantier) voulant se reconvertir dans la construction en terre sera au démarrage moins payé car en apprentissage (C3 voir C4). Ce problème de niveau de salaire par rapport à l'ancienneté freine les projets de reconversion.

Saisonnalité

La construction en terre crue et la réalisation de toiture en chaume (typha et/ou paille) sont saisonnières. Durant la période d'hivernage, la fabrication d'éco-matériaux à base de terre et de typha ou paille est limitée, la main d'œuvre est rare (les maçons terre sont la plupart du temps des agriculteurs).

PRECONISATIONS ET PISTES D'ACTION

Axe 1 : Labélisation et certification

Enjeu identifié :

La fabrication et l'utilisation des éco-matériaux (excepté la brique BTC) dans les processus de construction ne sont pas normalisées par les instances de normalisation sénégalaise ; freinant leur utilisation dans les marchés publics.

- **Cartographier et homologuer les carrières de terre/latérites.**

Les gisements non-officiels de terre/latérite - connus et largement utilisés par les villageois pour la construction en bâtiment en terre crue - ne sont pas identifiés, cartographiés ni testés. La cartographie et l'homologation des carrières non-officielles permettra d'asseoir l'utilisation des carrières locales et ainsi maintenir des prix compétitifs tout en assurant une qualité des éco-matériaux développés (briques de terre crue, BTC).

- *Identifier et cartographier les différentes carrières de terre/latérite utilisées/exploitées*
- *Echantillonner et tester la matière (test physico-chimiques)*
- *Publier les rapports sur une plateforme dédiée en libre accès*

- **Redynamiser les différents groupes de travail sur la normalisation des éco-matériaux et techniques d'éco-construction**

Différents groupes de travail de normalisation des éco-matériaux (typha notamment) et techniques d'éco-construction ont été mis en place. Ces groupes de travail n'ont pas permis à ce jour de finaliser le processus de normalisation du typha (panneau terre-typha, panneau typha comprimé) et de valider la construction en terre (Voûte Nubienne). Différents travaux de R&D ont été menés et des documents techniques ont été produits. Ces derniers devraient permettre d'alimenter les travaux des différents groupes de travail.

- *Organiser une réunion avec les différentes institutions concernées par la normalisation des éco-matériaux (objectif : état des lieux et avancement des différents GT, rappel des enjeux de la construction et le rôle des éco-matériaux et éco-construction pour y répondre, présentation et discussion des résultats des différents travaux de R&D et documents développés, définition d'une feuille de route concertée) ;*
- *Organiser et animer les différents GT comme défini dans la feuille de route ;*
- *Publier les travaux du GT sur une plateforme dédiée en libre accès.*

Axe 2 : Industrialisation des process

Enjeu identifié :

Le marché des éco-matériaux et de l'éco-construction pâtit d'une offre limitée. En effet, l'offre d'éco-matériaux est réduite du fait d'un sous-investissement en outils de production et d'un nombre limité d'acteurs ayant une claire compréhension du potentiel de substitution des éco-matériaux au système constructif usuel de type béton.

- **Analyser l'offre et les besoins en investissements productifs**

L'objectif est d'analyser les besoins en investissements productifs (i.e outils-machines) des différents producteurs de matériaux d'éco-construction (panneau de typha, brique BTC notamment) pour accroître l'offre et répondre aux besoins présents à venir.

- *Répertorier les acteurs des différentes filières*
- *Analyser les outils de production et les besoins en financement pour accroître la production de matériaux de construction*

- **Identifier les systèmes constructifs répondant à la demande actuelle**

Le système éco-constructif en terre (Voûte Nubienne) ne répond pas parfaitement à la demande et aux attentes actuelles (i.e. risque d'effondrement, manque de matière première locale) ; notamment sur les marchés publics. Certaines solutions alternatives (poteau poutre en béton par exemple) ont déjà été testées et montrent des résultats probants.

- *Interviewer les services techniques des différentes collectivités territoriales et Agences Régionales de Développement (ARD) afin de comprendre le besoin*
- *Définir des produits clés répondant aux besoins définis*
- *Présenter aux services techniques et ARDs les solutions alternatives existantes*

- **Vulgariser l'information technique sur les nouveaux éco-matériaux et l'éco-construction**

De nombreux maîtres d'œuvre ne proposent pas de projets en éco-matériaux ou éco-construction du fait d'un manque d'information et/ou de connaissances.

- *Réaliser des plaquettes d'information techniques sur les nouveaux éco-matériaux et l'éco-construction (incluant données techniques, coûts, disponibilité de matière première, sites réalisés etc.)*
- *Organiser et animer des séminaires de présentation (audience cible : entrepreneurs locaux, ARDs, services techniques)*

Axe 3 : Formation

Enjeu identifié :

Le nombre d'acteurs maîtrisant les systèmes éco-constructifs en terre crue ou alliant différents éco-matériaux est limité et ne permet pas de répondre à la demande croissante.

- **Développer des curriculums de formation à l'éco-construction et utilisation des éco-matériaux**

L'offre de formation à l'éco-construction est limitée et ne permet pas aujourd'hui à un maçon béton de se reconverter aux méthodes d'éco-construction en terre du fait de la durée de formation et surtout de la grille de salaire proposée.

- *Développer un GT avec le Ministère de l'Education et les services compétents pour certifier (formation diplômante reconnue) les formations existantes sur l'éco-construction en terre et la pose d'éco-matériaux*
- *Créer des partenariats avec les centres de formations pour inclure (i) des modules de formation à l'utilisation et la pose des éco-matériaux (panneau typha, BTC), (ii) créer une filière de formation diplômante à l'éco-construction en terre*
- *Développer un programme de revalidation des acquis (tous les 3 ans).*
- *Développer une nouvelle grille salariale en fonction de l'âge et de l'expérience permettant d'attirer les maçons traditionnels en souhait de reconversion*

- **Sensibiliser sur les nouvelles normes et certificat des matériaux d'éco-construction auprès des maîtres d'œuvre en activités et services techniques des collectivités territoriales**

De nombreux maitres d'œuvre ne proposent pas de projets en éco-matériaux ou bio-construction du fait d'un manque d'information et/ou de connaissances.

- *Organiser et animer des séminaires de présentation régulier sur les évolutions réglementaires, les nouveaux éco-matériaux (audience cible : entrepreneurs locaux, ARDs, services techniques)*

Axe 4 : Sensibilisation

Enjeu identifié :

Les éco-matériaux (ainsi que l'éco-construction) sont déconsidérés par la population du fait d'un manque de communication adéquate.

- **Améliorer la visibilité des bâtiments pilotes auprès des décideurs publiques et services techniques**

Les bâtiments pilotes sont souvent peu visibles pour le grand public, les décideurs publiques et services techniques.

- *Recenser et cartographier les sites pilotes*
- *Réaliser une plateforme web de communication sur les sites pilotes avec relais sur les réseaux sociaux*

- **Communiquer auprès de la population sur la modernité, la solidité et l'aspect confort des éco-constructions**

Comme tout produit de consommation arrivant sur le marché, une communication appropriée est nécessaire avec des mots clés : modernité, solidité, confort.

- *Elaborer un plan de communication*
- *Réaliser une campagne de communication (audience cible selon le plan de communication défini)*

- **Communiquer auprès des professionnels sur les éco-matériaux.**

- *Réaliser des plaquettes d'information techniques sur les nouveaux éco-matériaux et l'éco-construction (incluant données techniques, coûts, disponibilité de matière première, sites réalisés etc.)*
- *Organiser et animer des séminaires de présentation (audience cible : entrepreneurs locaux, ARDs, services techniques)*