



Un monde durable n'émergera pas sans vous  
Nous vous y aidons



**PEEB**  
PROGRAMME FOR  
ENERGY EFFICIENCY  
IN BUILDINGS



**AFD**  
AGENCE FRANÇAISE  
DE DÉVELOPPEMENT

## Eco-matériaux locaux au Niger – Etat des lieux et recommandations

15/05/2022

# Sommaire

RÉSUMÉ EXÉCUTIF .....	4
ACRONYMES .....	8
BIBLIOGRAPHIE .....	8
MÉTHODOLOGIE .....	9
ETAT DES LIEUX DES ECO-MATERIAUX AU NIGER .....	10
ENTRETIENS AVEC LES ACTEURS LOCAUX.....	10
REPARTITION DES ECO MATERIAUX EN FONCTION DE LA COMPOSITION DES SOLS.....	11
1. Le Banco.....	13
1.1. Le mode constructif en Banco	13
1.2. Les coûts associés	15
1.3. L'entretien et la maintenance	15
1.4. La durée de vie	15
1.5. La réglementation ou les tests techniques en vigueur	15
2. Les Blocs de Terre Comprimé (BTC) .....	16
2.1. Le mode constructif en BTC	16
2.2. Les coûts associés	18
2.3. L'entretien et la maintenance	18
2.4. La durée de vie	18
2.5. Les normes en vigueur	19
3. Les Blocs de Latérite Taillée (BLT) .....	20
3.1. Le mode constructif en BLT	20
3.2. Les coûts associés	21
3.3. L'entretien et la maintenance	21
3.4. La durée de vie	21
3.5. Les normes en vigueur	21
4. La toiture en Coupole.....	22
4.1. Le mode constructif	23
4.2. Les coûts associés	23
5. La Pierre de Pays .....	24
6. Autres informations pertinentes.....	25
LES MATERIAUX BIO-SOURCES.....	25
7. Les fibres végétales .....	25
IDENTIFICATION ET ANALYSES DES BARRIERES IDENTIFIEES.....	27

1.	Aspects culturels .....	27
2.	Réglementation et assurances .....	27
3.	Industrialisation des procédés de fabrication .....	28
4.	Ressources humaines .....	28
5.	Saisonnalité .....	29
	PRECONISATIONS ET PISTES D’ACTION .....	30
1.	Axe 1 : Labellisation et certification .....	30
2.	Axe 2 : Industrialisation des process .....	30
3.	Axe 3 : Formation .....	31
4.	Axe 4 : Sensibilisation .....	31
	ANNEXES .....	33
1.	Annexe 1 - Liste d’acteurs contactés et projets associés en précisant ceux qui ont répondu à notre sollicitation .....	33
2.	Annexe 2 – Focus sur des projets exemplaires .....	34
2.1.	Projet en Banco - Ecole Rurale de Karey Gorou, « Le Baobab », Niger	34
2.2.	Projet en BTC - Complexe culture HIKMA, Dandaji, Niger	36
2.3.	Projet en BLT - Collège Amadou Hampathe Bâ	38
3.	Annexe 3 - Liste de normes et guides de bonnes pratiques proposées par les acteurs pour les techniques de BTC	42
4.	Présentation de TERAO .....	43

# RÉSUMÉ EXÉCUTIF

Le présent rapport décrit le « Développement des éco-matériaux locaux au Niger » dans le cadre de la prestation « Analyse des normes et plans-types des établissements d'éducation et de formation et de leur amélioration du point de vue de leur adaptation aux conditions climatiques du Niger ».

L'étude a permis de relever des informations sur les différentes techniques constructives réalisées avec des matériaux géo-sourcés.

Le tableau ci-dessous présente les principales informations recueillies pour chaque éco-matériau identifié :

Système constructif	Epaisseurs de murs [cm]	Coût moyen [F CFA/m <sup>2</sup> ]		Temps de fabrication	Temps de séchage	Typologie de bâtiment	Entretien & Maintenance	Durée de vie	Aspect culturel	Formation requise	Normes / Réglementations	Assurances	Tests réalisés	Empreinte carbone
		éco -matériau	matériau classique équivalent											
Banco	40 à 120	Mur : 6 000 à 6 500 F CFA/m <sup>2</sup> Toiture : 9 500 à 15 400 F CFA/ m <sup>2</sup>	Aggloméré creux : 7500 à 9000	250 briques/jour	3 jours à 1 semaine au soleil	Logement	Entretien Annuel par des maçons : ajout de terre en toiture	>50-100 ans	"Matériaux du pauvre"	ANCS B en 2 mois – Attestation de formation	Néant, respect de bonnes pratiques et normes françaises	-	Test granulométriques	Faible car absence d'adjuvant dans le mélange
BTC	29,5	Brique : 300 F CFA HT/unité Mur : 15 000 à 21 500 F CFA/ m <sup>2</sup> Toiture : 17 000 F CFA/ m <sup>2</sup>	Aggloméré plein : 9500 à 12 000	600 à 1500 briques par jour	3 semaines sous hangar	Ecole/ Logement / Bâtiment communautaire (R+3)/ Marché R+1	Pas d'entretien	>50-100 ans	Bien perçu	ANCS B en 3 mois	Néant, respect de bonnes pratiques et normes françaises	Garantie de parfait achèvement Garantie décennale	Test granulométriques	Fort car présence d'adjuvant dans le mélange

BLT	31	22 500 F CFA /m <sup>2</sup>		450 briques par jour pour une équipe de 5 personnes	1 mois au soleil	Ecole			>50-100 ans	Matériau brut pas très bien perçu par la population, ajout d'enduit en étude pour les futurs projets	Formation sur le chantier, non certifiée	Néant, respect de bonnes pratiques de Burkina Fasso	Information non disponible	Test de résistance à la compression	Faible car absence d'adjuvant
Voûtes / coupes en Banco		9500 FCFA/m <sup>2</sup> de coupole  10000 FCFA/m <sup>2</sup> de voute	Toiture hourdis béton : 16 000 à 25 000  Bac Acier : 7 500 à 12 500 F CFA /m <sup>2</sup>  Charpente Bac Alu : 31 000 F CFA /m <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	Néant, respect de bonnes pratiques et normes françaises	-	Test granulométriques	Faible car absence d'adjuvant dans le mélange



Au Niger, il n’y pas de cadre assurantiel spécifique à la construction terre crue sauf pour le BTC, à priori assuré par les garanties de parfait achèvement et la garantie décennale. Il n’y a pas de normes locales encadrant la fabrication des éléments. Néanmoins, le respect des bonnes pratiques françaises de construction semble être une pratique courante. De plus, les entrepreneurs interviewés déclarent faire réaliser systématiquement des tests granulométriques par l’ANMC afin de valider la composition de la terre.

Une réflexion est actuellement menée conjointement entre l’ANCSB et le réseau Fact Sahel+ pour une mise en place de normes autour de l’usage de la BTC.

Afin de développer la filière et d’employer les matériaux géo-sourcés lors de la construction de projets scolaires, quatre axes prioritaires ont été identifiés :

- L’homologation de carrières,
- l’industrialisation du process,
- la formation de compagnons,
- la sensibilisation des occupants au matériau.

Le réseau de construction en terre crue FACT Sahel + a été créé afin de mettre en relation des porteurs de projet et des professionnels de la construction en terre et promouvoir la filière. Cette initiative contribuera certes à la structuration de la filière mais manque des moyens pour pouvoir la faire évoluer à grande échelle. Pour ce faire, des actions menées par l’Etat seraient nécessaires. Nous n’avons malheureusement pas pu établir des échanges avec les ministères concernés pour connaître leurs actions en cours pour développer la construction en terre sur l’ensemble du territoire.

La technique constructive BLT, bien que couteuse, elle pourrait être promue au Niger en suivant l’exemple de son développement au Burkina Fasso. Le cabinet d’architecture Article 25 réfléchit à des modifications de l’aspect des bâtiments pour les prochains ouvrages afin d’affranchir les barrières culturelles autour de ce type de technique constructive.

Quant aux matériaux bio-sourcés, les filières ne sont pas développées. Dans la pratique, des fibres végétales telle que la paille ou la balle de riz sont employées pour amender la terre de briques de banco mais leur exploitation reste informelle et est loin d’être industrialisée.

## ACRONYMES

ANCSB	Association Nigérienne de Construction Sans Bois
ANMC	Agence Nigérienne de Normalisation, de Métrologie et de Certification
AVN	Association la Voûte Nubienne
BLT	Blocs de Latérite Taillée
BTC	Blocs de Terre Comprimée
CISP	Comitato internazionale per lo sviluppo dei popoli ( Comité international pour le développement des peuples)
CRAterre	Centre de recherche et d'application en terre
CT	Construction traditionnelle

## BIBLIOGRAPHIE

- Bâtir en terre – Du grain de sable à l’architecture - Laetitia Fontaine et Romain Anger - 2009
- Construire en Terre au Sahel aujourd’hui – Odile Vandermeeren, réseau Fact Sahel – 2020
- Guide de bonnes pratiques de la construction en terre crue - Edition du 15 octobre 2020
- Les grands types de sols du Niger - Quatorzième réunion du Sous-Comité ouest et centre africain de corrélation des sols



## MÉTHODOLOGIE

Afin de comprendre le développement des éco-matériaux au Niger, la méthodologie suivante a été suivie :

- **Etat de l'art des techniques de terre crue existantes au Niger** réalisé à partir d'une recherche bibliographique (Construire en Terre au Sahel aujourd'hui d'Odile Vandermeeren- Réseau Fact Sahel +), puis par des recherches sur internet afin d'identifier clairement des projets en BTC, Banco, BLT et Pierre du Pays ;
- **Identification des acteurs sur les projets en Terre Crue au Niger** (architectes, des constructeurs et des associations) à travers l'identification et analyse des différents projets ;
- **Recueil des informations auprès des acteurs** via une prise de contact multiple et laborieuse, à travers l'envoi de mails et d'appels téléphoniques. 4 personnes contactées se sont montrées réceptives à l'étude étude et ont été destinataires des questionnaires types à remplir. Ces questionnaires étaient aussi envoyés en amont et en aval des échanges téléphoniques afin que les acteurs sachent les éléments sur lesquels ils allaient être interrogés et qu'ils puissent se préparer (1 fiche architecte, 1 fiche constructeur). Lors des appels en visioconférence ils ont été abordé des sujets autant techniques que sociaux ainsi que des problématiques rencontrées par les interlocuteurs. Ce type d'échange, en complément des mails, a permis de compléter les informations requises. Des questionnaires complémentaires ont été transmis à certains intervenants pour pousser dans le détail certains sujets abordés en entretien. En définitive, ces échanges ont permis d'aboutir à un état de l'art fourni et représentatif des techniques constructives en éco-matériaux locaux au Niger ainsi que d'identifier des axes d'action pour mieux promouvoir la filière ;
- **Identification et analyses de barrières et préconisations et pistes d'action** sur la base des éléments collectés.

## ETAT DES LIEUX DES ECO-MATERIAUX AU NIGER

Dans le cadre de la présente étude, plusieurs types d'éco-matériaux ont été identifiés au Niger. Ils correspondent aux catégories suivantes : le banco, la BTC, la BLT, la pierre de pays pour les matériaux géosourcés et la paille (issue de différentes fibres végétales) et le riz pour les matériaux biosourcés. Chacun de ces matériaux sont localement présents et sont, aujourd'hui, mobilisés dans la construction, plus ou moins traditionnelle, par des projets d'envergure qui tentent de les promouvoir.



Figure 1 : Construction en BLT sur site Collège Hampaté Ba (gauche) et Prototype d'habitat en BTC (droite)

## ENTRETIENS AVEC LES ACTEURS LOCAUX

Durant cette étude trois types d'acteurs locaux ont été contactés en leur qualité respective de président d'association, d'entreprise de construction en BTC/banco et d'architecte.

Nous avons contacté M. Ali Souleymane, président de l'ANCSB et directeur du cabinet d'architecte Univers Consult. Familier aux techniques en terre depuis les années 2000, il réalise, grâce à son association, la formation des maçons à la réalisation de construction sans bois, soit en Banco ou en BTC, sur de nombreux projets à travers le territoire. Cet entretien a permis d'aborder les spécificités techniques liées aux matériaux BTC et Banco, de comprendre la formation de la main d'œuvre et les réglementations autour de ces sujets.

Nous avons également consulté M. Aboubakar Salou Alpha, directeur général de l'entreprise de construction Salou Alpha & Fils. Adeptes de la BTC depuis une dizaine d'années, en sa qualité de constructeur, il nous a précisé les éléments de main d'œuvre et les contraintes techniques associées à la mise en œuvre de la BTC.

Au cours de ces deux entretiens nous avons également pu échanger sur les sujets de l'emploi de fibres, et de pierre de pays sur le territoire, ainsi que de la perception sociale liée à ce type de construction.

Nous avons également pu échanger avec M. Omar Bembello, architecte nigérien, sur les différents projets tertiaires (école, aérogare, etc.) sur lesquels il a promu l'utilisation de la BTC et du Banco. Il nous a permis d'avoir une idée précise des caractéristiques techniques et financières associées à la réalisation de ce type de projets.

Le cabinet d'architecture anglais, Article 25, et plus précisément l'architecte Toby Pear ayant réalisé un projet de construction d'écoles à Niamey ont également accepté de collaborer avec nous, en nous détaillant notamment le déroulement de ce projet qui introduisait une technique méconnue jusque-là au Niger : les BLT.

Ces entretiens nous ont permis de consolider les informations obtenues tout au long de notre recherche.

# REPARTITION DES ECO MATERIAUX EN FONCTION DE LA COMPOSITION DES SOLS

L'état de l'art réalisé nous a permis d'identifier plusieurs localisations de projets en fonction de la technique mobilisée. Nos entretiens avec les acteurs locaux ont également permis d'aboutir à une cartographie des techniques sur le territoire nigérien.

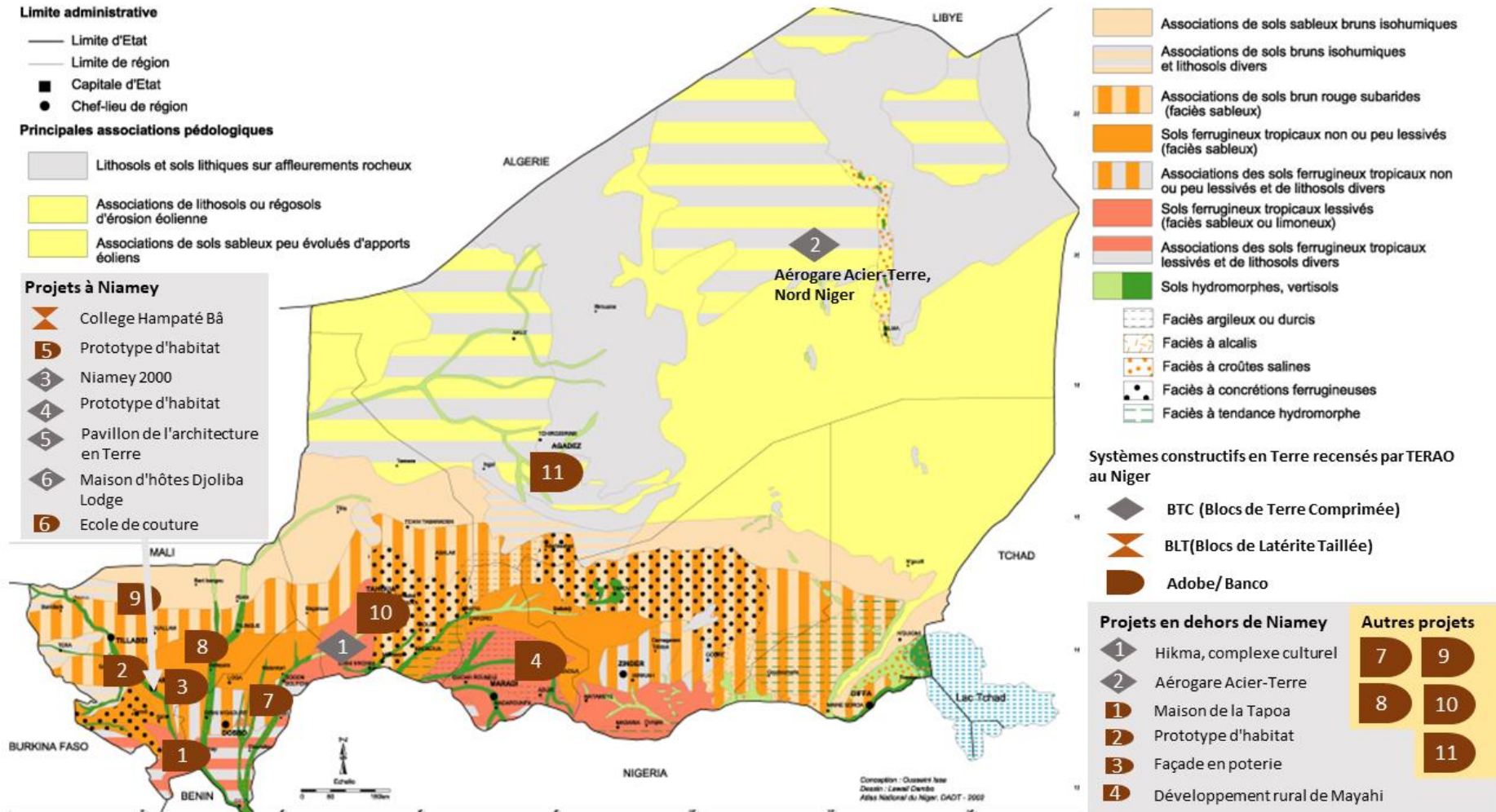


Figure 2 : Cartographie des sols avec localisation des projets recensés

La plupart de projets des projets et carrières se situent au sud du pays, là où se trouvent les villes les plus peuplées mais aussi des associations de sols brun rouge subarides ou ferrugineux tropicaux. Néanmoins, des projets de banco et BTC ont été réalisés plus au nord du pays, où des associations de sols sableux sont présents. Cela laisse sous-entendre que malgré la faible teneur en argile, cette composition locale de sols permet le développement des deux techniques constructives mentionnées. Il conviendra de confirmer lors d'un éventuel projet de construction au nord et nord-est du pays, si les terres à utiliser pour faire le banco ou les BTC nécessite d'être amendée afin d'obtenir une composition idoine.

Les caractéristiques des sols<sup>1</sup> mentionnés auparavant sont les suivantes :

### ***Les sols subarides tropicaux***

Les sols subarides tropicaux appartiennent à la classe des sols isohumiques steppiques ou pseudosteppiques, caractérisés par l'accumulation dans le profil d'une matière organique très évoluée à taux décroissant progressivement sur au moins la moitié du profil et sur plus de 50 cm, évolués sur sable, pauvres en argile et limon d'origine éolienne. Ils ont une faible capacité d'échange cationique, sont faiblement désaturés et ont une faible réserve hydrique. Les plus répandus sont les sols bruns sur matériaux argilo-sableux et les sols brun-rouge sur sables éoliens.

Distribution spatiale : Ils forment une bande d'ouest en est, traversant tout le pays, de la frontière du Mali au lac Tchad.

### ***Les sols ferrugineux tropicaux***

Ce sont des sols qui se caractérisent par une individualisation des oxydes de fer ou de magnésium leur conférant une couleur rouge, jaune, ocre ou noire. Ils ont une structure massive et un complexe argileux moyennement désaturé. Ils présentent dans les différents horizons des taux d'argile variant de 2 à 7 pour cent avec une différence de teneur en argile n'atteignant pas 5 pour cent en valeur absolue. On distingue les sols ferrugineux non ou peu lessivés sur sables, les ferrugineux lessivés à concrétions et des sols hydromorphes.

Distribution spatiale : Ils sont situés dans la partie méridionale du pays.

### ***Les sols minéraux bruts (y compris les sols sableux)***

Ils sont caractérisés par une texture très sableuse sur les pentes et les dunes, prennent une texture plus compacte dans les dépressions intermédiaires à cause de leur teneur en argile plus élevée et deviennent rocailleux ou caillouteux sur les plateaux latéritiques. On distingue les lithosols sur matériaux rocheux, les sols d'ablation sur roches diverses et les sols d'apport sur sables éoliens.

Distribution spatiale : Ils sont situés dans le nord et le nord-est du pays. Les conditions climatiques très rudes (faible pluviosité et forts écarts de température) limitent considérablement leur évolution. Les trois grandes unités (lithosols sur matériaux rocheux, sols d'ablation sur roches diverses et sols d'apport de sable éolien) occupent la partie nord du pays et couvrent presque la moitié du territoire. Les sols d'ablation occupent toute la partie septentrionale du Ténéré au Talak. Dans cette zone, on trouve sur des versants de certains massifs des reliques de paléosols formés sous des climats moins arides que l'actuel.

---

<sup>1</sup> Les grands types de sols du Niger, Quatorzième réunion du Sous-Comité ouest et centre africain de corrélation des sols.

# 1. Le Banco

En 2012, environ 53% du parc de logement existant est construit en terre (banco) avec une proportion de 55% en milieu urbain et environ 65% en milieu rural.<sup>2</sup>

## 1.1. Le mode constructif en Banco

Alors que le banco ou « banko » signifie précisément sable en langue mandingue, il s'agit en réalité d'un mélange d'argile et d'eau, moulé puis séché. Cette technique se confond avec l'adobe et fait parfois intervenir, selon la volonté de la maîtrise d'œuvre, des fibres dans sa composition. Ses fibres peuvent être de la balle de riz, très présente au bord du fleuve du Niger, ou encore de la paille répartie sur l'ensemble du territoire nigérien. C'est à partir de ce mélange que sont moulées des briques de 12 à 13 kilogrammes et empilées afin de construire les murs intérieurs et extérieurs.<sup>3</sup>

Il faut, cependant, retenir que pour de telles constructions, il est nécessaire que le soubassement et les fondations soient réalisées en matériaux résistants à l'eau (béton ou pierre) afin de parer à l'infiltration d'eau et qu'il y ait un grand débord de toiture afin de protéger suffisamment la partie basse des murs.

### 1.1.1. La localisation de projets

Aussi bien en milieu urbain qu'en milieu rural, le logement de type CT en Banco représente respectivement 54,7% et 64,5% du parc de logement existant.<sup>4</sup> Il est présent au niveau des régions de Dosso, Niamey, Tahoua, Agadez et Tillabéry.

### 1.1.2. La fabrication et la mise en œuvre

Les briques de banco sont fabriquées directement sur site par mélange de terre et d'eau. La terre pouvant être présente sur le site, ou dans certains cas, acheminée depuis une carrière de latérite à proximité. Le mélange est coulé dans des moules, les briques sont ensuite démoulées et séchées au soleil entre 3 jours et une semaine, ce qui en fait une des techniques les plus rapides en terre. Les presses ne sont pas utilisées pour la construction de ce type de brique, elles nécessitent donc un travail manuel, non mécanisable. Elles présentent, cependant, une très faible résistance à l'érosion et nécessitent une épaisseur de mur conséquente, allant de 40 à 120 cm. Cette technique se distingue par le fait qu'elle ne fait pas intervenir d'adjuvant de type ciment ou chaux et en cela contribue à une construction bas carbone. Il existe, cependant, certains cas où la terre est identifiée comme étant trop pauvre, la terre est alors amendée avec du ciment ou d'autres fibres végétales.

La terre utilisée pour le banco provient généralement du « bas fond », soit de zones facilement inondables. Il est donc difficile de construire en banco dans ces zones. On peut alors prévoir une fondation en pierre ou en ciment avec des élévations en banco.

---

<sup>2</sup> Recensement général de la population et de l'habitat 2012 par le Ministère de l'Economie et des Finances, le Conseil National de la Statistique et l'Institut National de la Statistique.

<sup>3</sup> Le « banko », la simplicité du matériau dans la construction. <https://www.au-senegal.com/le-banko-la-simplicité-du-matériau-dans-la-construction,12280.html>

<sup>4</sup> Recensement général de la population et de l'habitat 2012 par le Ministère de l'Economie et des Finances, le Conseil National de la Statistique et l'Institut National de la Statistique.

Les outils nécessaires à la fabrication des briques sont des moules en bois dans lesquels sont façonnées les briques, de dimensions : 40 x 20 x 12 cm (longueur x largeur x hauteur).

Les briques de banco ne sont, à ce jour, pas produites hors-site. Ainsi il n'existe pas d'entreprise dont l'activité serait exclusivement dédiée à la réalisation de briques de banco pour des projets d'envergure. Il faut cependant noter que dans certains projets, cette commande de briques est possible mais se fait sur demande. La production industrialisée de ces briques a pourtant connu une tentative dans la région d'Agadez, mais ne s'est pas révélée pérenne dans le temps.

Il est à noter que, selon le président de l'ANCSB, la construction en banco est considérablement plus rapide par rapport au BTC, pour une même épaisseur. Son expérience lui permet d'ailleurs d'estimer qu'une équipe composée d'un maçon et de deux ouvriers, produit 8 m<sup>2</sup> de maçonnerie de banco par jour et que la production moyenne est de 250 briques/jour pour cette même équipe.

A titre d'exemple, la construction d'un bâtiment de 63 m<sup>2</sup> en banco, réalisée par une équipe de 2 maçons et de 6 ouvriers, s'est faite en 3 mois, selon le président de l'ANCSB. La formation des compagnons

Le banco est une technique traditionnelle qui existe depuis longtemps au Niger. Ainsi, bien que les projets en banco fassent intervenir un certain nombre de maçons, pour la réalisation notamment des briques, et l'empilement, leur nombre dépend de la taille du projet. Les maçons peuvent être formés en amont au sein d'une association, telles que l'ANCSB, mais ils peuvent aussi apprendre directement sur le site de construction. Nos échanges nous ont permis d'établir la faisabilité d'une conversion des maçons formés au ciment à la technique du Banco. L'ANCSB prévoit une formation sur une durée de 2 mois pour des maçons ayant une expérience au préalable en construction avec des matériaux à base de ciment, et délivre une attestation de formation reconnue par l'état. L'ANCSB estime d'ailleurs avoir déjà formé près de 1000 maçons à travers le Niger, bien qu'ils indiquent pouvoir adapter leur offre de formation au besoin des différents projets.

### 1.1.3. La maîtrise d'ouvrage

Les constructions en banco sont majoritairement réalisées pour des logements visant un public à faibles revenus. Certains projets ont également été menés pour de la recherche, notamment dans le projet du Grenier du Sahel<sup>5</sup>, de conservation par le froid de denrées périssables par l'isolation thermique diurne notamment.

Il existe très peu de construction d'écoles en banco, elles sont d'ailleurs principalement réalisées en matériaux classiques (béton, parpaing, métal) ou en paille. Lorsque la terre est utilisée dans ces constructions, elle est employée généralement sous forme de BTC.

Au vu des informations obtenues, la demande est faible sur des projets scolaires ou autre que résidentiel. On peut cependant, notifier que les ouvrages en construction de banco sont plus sollicités que ceux en BTC au niveau de l'ANCSB, avec, malgré tout, une demande plus importante en matériaux classiques (parpaings).

### 1.1.4. Les aspects culturels

Malgré une répartition conséquente sur le territoire national, ce matériau souffre d'une perception populaire qui freine son émergence, la terre étant considérée comme le matériau du pauvre par une grande partie de la population.

---

<sup>5</sup> Projet Grenier du Sahel, par la fondation Prince Albert 2 de Monaco. <https://www.fpa2.org/fr/projets/les-greniers-du-sahel-00310> ; [https://www.sciencesetavenir.fr/nature-environnement/installer-des-greniers-au-sahel-en-captant-la-fraicheur-de-la-nuit\\_8561](https://www.sciencesetavenir.fr/nature-environnement/installer-des-greniers-au-sahel-en-captant-la-fraicheur-de-la-nuit_8561)

## 1.2. Les coûts associés

Malgré l'absence de chiffres exacts, de nombreux professionnels du bâtiment (Adam ABDYOU - urbaniste, Marta Abbado - CISP) s'accordent sur le fait que la construction en banco permet de diminuer notablement les coûts associés à la construction d'un bâtiment.<sup>6</sup>

Par rapport aux différents projets identifiés, nous en avons déduits les gammes de prix de fourniture et pose suivantes :

- Mur : 6 000 à 6 500 F CFA/ m<sup>2</sup>
- Toiture : 9 500 à 15 400 F CFA/ m<sup>2</sup> - (9 500 F CFA/m<sup>2</sup> coupole – 10 000 FCFA/m<sup>2</sup> voûte)

Pour les projets de l'ANCSB, la coordination se fait grâce aux partenariats à travers des contrats. Ainsi l'ANCSB fournit le personnel d'encadrement qualifié et, grâce à son expertise, le CISP met en œuvre les moyens techniques et financiers nécessaires.

## 1.3. L'entretien et la maintenance

Bien que de nombreuses habitations soient en banco, l'entretien qu'elles nécessitent ne facilite pas le développement de système constructif. En effet, cette technique nécessite un entretien annuel par un ajout d'une couche de terre, en sortie de la saison des pluies, surtout au niveau de la toiture lorsqu'elle n'est pas protégée par exemple par une sur toiture en bac alu.

## 1.4. La durée de vie

La durabilité de cette technique est estimée à plusieurs siècles avec un bon entretien, pour le président de l'association ANCSB.

## 1.5. La réglementation ou les tests techniques en vigueur

Lors de nos différents échanges il est revenu que l'existence d'une norme au sens stricte n'existe pas réellement et n'est pas appliquée sur les constructions en éco-matériaux locaux. Cependant il a été décrit des tests de granulométrie sur des échantillons de Terre envoyé au Laboratoire National des Travaux Publics et du Bâtiment nigérien<sup>7</sup> afin de confirmer la teneur en argile dans la composition de la terre selon les constructions que l'on souhaite en faire. Il n'existe pas à ce jour de carrières homologuées ; la qualité du banco est jugée par l'expérience du maçon ou du technicien, pour les projets de l'ANCSB. Aucun texte réglementaire obligeant à s'engager sur une garantie décennale et/ou une garantie de parfait achèvement n'est appliquée au Niger pour la construction en banco.

---

<sup>6</sup> Niger : le renouveau de l'architecture en terre – C'est pas du vent. <https://www.rfi.fr/fr/emission/20130302-2-niger-le-renouveau-architecture-terre>

<sup>7</sup> Site du Laboratoire National des Travaux Publics <http://lntpb-ne.com/>



Figure 3 : Malaxage et moulage des petites briques de banco pour la toiture (haut gauche), séchage des briques (haut droit), technique des voûtes et des coupoles (bas gauche et droite) <sup>8</sup>

## 2. Les Blocs de Terre Comprimé (BTC)

Les terres à BTC sont des terres humides et pulvérulentes contenant une proportion équilibrée de sable, limon et argile. En effet, pour les BTC 11% de présence d'eau dans la terre est nécessaire. L'ajout de sable permet d'atteindre ce niveau sans apport d'eau supplémentaire. Le plus souvent une adjonction de ciment ou chaux (stabilisation) est réalisée pour augmenter la résistance mécanique et à l'eau des blocs.

Au Niger, la terre choisie dépend de sa teneur en argile. Ainsi une terre composée à plus de 15% d'argile ne sera pas retenue pour la construction en BTC. Cette teneur indiquera également le taux de ciment à incorporer au mélange. Cette adjonction peut varier d'une construction à l'autre selon les techniques utilisées par les maîtres-maçons.

Parfois une sur-toiture en bac alu est réalisée, un parement en béton ou encore une étanchéité par projection de BAX aluminium (produit d'étanchéité, matière bitumeuse chauffée se collant au BTC).

### 2.1. Le mode constructif en BTC

Les Briques (ou Blocs) de Terre Comprimée (BTC) sont constitués de terre qui, à l'état humide, est comprimée à au moins 1 MPa à l'aide d'une presse. Cette technique est apparue dans les années 50 et se rapproche du pisé. Les briques sont produites sur le chantier ou en atelier et sont séchées avant d'être mises en œuvre.

<sup>8</sup> L'architecture en terre : une solution pour le Sahel – RFI. <https://www.rfi.fr/fr/afrique/20130301-architecture-terre-une-solution-le-sahel>



Au Niger, la BTC a été introduite officiellement par un appel d'offre réalisé à l'occasion du Pavillon de l'architecture en terre mené par le Musée national du Niger. C'est à cette occasion que de nombreux constructeurs ont eu à mettre en œuvre les techniques de construction en terre.

### 2.1.1.1. La localisation de projets

Les constructions en briques BTC se concentrent sur la capitale de Niamey, bien que certains projets soient localisés en province.

Une carrière de latérite viable pour des projets en BTC a été repérée à Niamey, ce qui rend la construction dans cette ville plus simple pour le constructeur que nous avons pu contacter.

### 2.1.1.1. La fabrication et mise en œuvre

La plupart des constructeurs fabriquent les briques directement sur la zone du chantier pour des raisons pratiques. La terre est, cependant, importée depuis une carrière qui répond aux exigences précédemment décrites. Avant d'être transportée, elle est tamisée afin de remplir le camion avec une terre prête à l'emploi et optimiser ainsi les frais de transport. Par la suite, le mélange est réalisé sur le chantier par les maçons. Ce mélange fait intervenir l'ajout de ciment de 6% à 10% selon les constructeurs. Ce mélange est coulé dans les moules et compressé mécaniquement ou manuellement par des presses. Le séchage de ces briques se réalise sous hangar durant 21 jours, à l'abri du soleil afin d'éviter l'évaporation de l'eau, dans un cadre approprié.



Figure 4 : Presses mobiles de BTC : manuelle (gauche) et mécanique (droite)

La taille de ces briques est de 29,5 x 14,5 x 10 cm (longueur x largeur x hauteur). Les murs ont une épaisseur moyenne de 29,5 cm.

Sur site, la production peut aller de 320 à 1500 briques par jour selon la main d'œuvre et les outils disponibles.

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

### 2.1.1.2. La formation des compagnons

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 blocs de parpaing. 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.

L'ANCSB estime à 3 mois la durée de formation en BTC d'un maçon inexpérimenté sortant d'école. Il est donc possible de convertir facilement à la construction terre des maçons familiers aux techniques des matériaux

classiques. Cette formation durant laquelle, en moyenne, 40 maçons peuvent être recrutés en tant que stagiaire, a lieu généralement trois fois par an mais peut aussi être réalisée sur demande en fonction des projets. L'ANCSB estime d'ailleurs avoir déjà formé près de 1000 maçons à travers le Niger, le Mali et le Burkina Faso, bien qu'ils indiquent pouvoir adapter leur offre de formation au besoin des différents projets.

A titre d'exemple, pour le centre culturel HIKMA en BTC de 5 238 m<sup>2</sup>, le nombre de maçons par jour allait de 45 à 60 hommes/jour.

### 2.1.3. La maîtrise d'ouvrage et les porteurs de projets

Les projets de construction en BTC sont principalement des projets privés : maisons individuelles (Niamey 2000), hôtel, aéroport, etc. Ce type de construction s'adresse à des revenus moyens, soucieux de leur consommation énergétique et du confort thermique rendu possible par la BTC. L'ONG italienne CISP, porte d'ailleurs, des projets en faveur de l'inclusion de ce type de matériaux dans leurs constructions au Niger.

De nombreux architectes promeuvent également cette technique qui se répand de plus en plus sur le territoire nigérien. On peut notamment citer l'Atelier Masomi<sup>9</sup>, cabinet d'architecte reconnu pour ses multiples réalisations en BTC (Marché et Mosquée de Dandaji, International School of Niamey) et aussi l'architecte Omar Bembello qui se distingue avec ses réalisations intégrant du BTC ou du Banco.

A titre d'exemple, l'école américaine de Niamey en BTC pourrait être un projet pilote pour les futures écoles envisageables en BTC.

Au vue des informations obtenues, la demande est en hausse sur des projets scolaires.

### 2.1.4. Les aspects culturels

Nous n'avons pas relevé des retours négatifs concernant la perception de ce matériau par la population.

## 2.2. Les coûts associés

Par rapport aux différents projets identifiés, nous en avons déduits les gammes de prix de fourniture et pose suivantes :

- Brique : 300 FCFA HT/unité
- Mur : 15 000 à 21 500 F CFA/ m<sup>2</sup>
- Toiture : 17 000 F CFA/ m<sup>2</sup>
- SU : 183 000 F CFA/m<sup>2</sup>

## 2.3. L'entretien et la maintenance

Pas d'éléments.

## 2.4. La durée de vie

La durabilité de cette technique est estimée à plusieurs siècles avec un bon entretien, pour le président de l'association ANCSB.

---

<sup>9</sup> Projet en BTC du cabinet d'architecte Atelier Masomi.

## 2.5. Les normes en vigueur

Lors de nos différents échanges, il est revenu que l'existence d'une norme au sens stricte n'existe pas réellement et n'est pas appliquée sur les constructions en BTC. Cependant il a été décrit des tests de granulométrie sur des échantillons de Terre envoyé au Laboratoire National des Travaux Publics et du Bâtiment Nigérien<sup>10</sup> afin de confirmer la teneur d'argile dans la composition de la terre selon les constructions que l'on souhaite en faire. Une certaine résistance est attendue de la part du constructeur au regard de la Terre. Dans le guide de bonnes pratiques de la construction en terre crue, il est précisé que la résistance à la compression des briques de terre crue sèches varie couramment de 0,6 à 2,0 MPa<sup>11</sup>.

Le laboratoire après analyse fait un retour sur le contenu de la terre et le taux de ciment nécessaire pour la BTC. La prise en compte des DTU a également été mentionnée, généralement imposée par la Maîtrise d'Ouvrage.

De plus, les constructeurs se réfèrent aux bonnes pratiques de l'association CRAterre, afin d'avoir un repère de normalisation.

Une réflexion est également menée conjointement entre l'ANCSB et le réseau Fact Sahel+ pour une mise en place de normes autour de l'usage de la BTC.

Bien que nous ayons pu identifier deux institutions chargées de réaliser une vérification des constructions, en la qualité de l'ANMC<sup>12</sup> et que l'Etat discours sur ces sujets, dans les faits il n'y a pas de véritable suivi des conformités.

La garantie de parfait achèvement est couramment appliquée y compris sur les projets en terre crue. La garantie décennale est présente dans la clause de la consultation de la Maitrise d'ouvrage mais dans les faits, elle n'est pas respectée.



Figure 5 : Projet Niamey 2000 ; architecte Atelier Masomi ; constructeur Salou Alpha & Fils

---

<sup>10</sup> Site du Laboratoire National des Travaux Publics : <http://lntpb-ne.com/>

<sup>11</sup> Guide de bonnes pratiques de la construction en terre crue, Edition 15 octobre 2020

<sup>12</sup> Site de l'AVCN : <http://www.avcn.ne/>

## 3. Les Blocs de Latérite Taillée (BLT)

La construction en BLT est une technique issue du Burkina Faso. Popularisée par Francis Kéré. Cette technique a été importée au Niger à l'occasion d'un projet de construction d'école à Niamey, pour le Collège Hampathe Bâ.

### 3.1. Le mode constructif en BLT

La BLT est intéressante car elle ne nécessite pas de mélange particulier. La terre n'est pas altérée et est conservée dans son état naturel. « La couleur rouge de la terre, assez remarquable, provient du fer oxydé, qui résulte de l'altération de roches sous-jacente en climat tropical. Les latérites recouvrent 33% des continents. La latérite indurée peut être découpée en blocs. Selon des études comparatives, l'émission de CO2 est 6 fois moins élevée pour produire un BLT que pour produire un parpaing.

Ces blocs sont directement découpés dans la carapace rocheuse. Ce matériau permet de limiter l'entretien des façades en utilisant un matériau local présent en abondance. Des tests standard sont réalisés : trempage des briques dans de l'eau pendant quelques heures et analyse du poids avant et après et résistance à la compression. La carrière identifiée se trouvait à moins d'un km du chantier. »<sup>13</sup>

#### 3.1.1. La localisation de projets

Les projets que nous avons pu identifier au Niger et dans les pays alentours sont les suivants :

- Burkina Faso, Ouagadougou – Bibliothèque ICCV Nazemse – BTC et BLT
- Mali, Dioubeba – Ecole Villageoise – BLT
- Mali, Bolmo – Magasin à oignons – Voûtes nubiennes, BTC et BLT
- Burkina Faso, Bobo-Dioulasso – la Termitière – BLT : « *Les joints sont réalisés en mélange de terre et de chaux. Murs RDC : 80 cm épaisseur. Matériaux extraits à proximité du chantier. Latérite du Sud du BF : résistance à la compression entre 2,4 et 4 Mpa et sont coupés en format : 15\*15\*30 cm.* ».
- Niger, Niamey - Collège Hampathe Bâ – BLT

Ce dernier projet identifié à Niamey a été réalisé par le cabinet d'architecture humanitaire Article 25, situé en Angleterre.

#### 3.1.2. La fabrication et la mise en œuvre

Les blocs de latérite sont coupés à la main dans la carrière en raison de 50 blocs par jour, puis laissés au soleil pour sécher pendant au moins 1 mois. Il s'agissait de blocs « rugueux », qui nécessitaient encore quelques travaux de finition sur le site avant d'être posés. La latérite ayant une teneur en eau lors de l'excavation, cela permet de les sécher et d'améliorer la résistance des blocs. Ces blocs sont ensuite taillés pour en corriger la forme et les finitions sont réalisées par les maçons sur place.

Les outils de découpe et taille étaient uniquement manuels, tels que des pioches, des scies et des herminettes. Aucune machine n'a été utilisée pour extraire ou pour finir les blocs du projet, bien que cela peut être envisagé pour augmenter la production sur de plus grands projets (comme cela se produit dans les carrières commerciales de latérite en Inde).

---

<sup>13</sup> Construire en Terre au Sahel Aujourd'hui, p.62 - Odile Vandermeeren, réseau Fact sahel + (2020)

Afin de pallier aux contraintes liées à la saison des pluies, il est possible de prévoir une zone d'entreposage.

### 3.1.3. La formation des compagnons

Il n'existe pas de formation qualifiante au Niger pour ce technique constructive. Lors de la construction du Collège Hampate Bâ à Niamey, les maçons ont été spécifiquement formés pour ce chantier.

### 3.1.4. La maîtrise d'ouvrage

Il s'agit d'une institution privée.

### 3.1.5. Les aspects culturels

L'esthétique de la latérite ne fait pas l'unanimité à Niamey. Une partie de la population considère la latérite comme "villageoise" et préféreraient une finition enduite ou plâtrée.

## 3.2. Les coûts associés

Pour donner une idée approximative du coût de la latérite, un prix pour une paroi en latérite à double vantail (31 cm d'épaisseur) est estimé à environ 22 500 francs CFA/m<sup>2</sup>. Cela comprend l'extraction, la préparation et l'installation de latérite, ainsi que le mortier de ciment.

## 3.3. L'entretien et la maintenance

Néant.

## 3.4. La durée de vie

Comme pour les autres techniques recensées, la durée de vie est estimée à plus de cent ans si les règles de l'art de ce type de construction sont bien respectées.

## 3.5. Les normes en vigueur

Néant au Niger.

## 4. La toiture en Coupole

« Des techniques de construction de voûtes et de coupoles en terre crue sans coffrage furent introduites au Niger en 1980 , à Chikal, au sud de Filingue. Il s'agit de techniques d'origine nubienne, du sud de l'Egypte, où l'on les pratique depuis plusieurs siècles, à cause de la pénurie de bois dans cette région sèche de la vallée du Nil. Ces conditions de sécheresse ressemblent, aujourd'hui, à celles du Niger et d'une bonne partie du Sahel. [...] Les formes nubiennes de voûtes et de coupoles sont parfaitement adaptées à la construction en briques de terre crue non stabilisée. »

La voûte en forme de parabole est constituée de rangées verticales inclinées vers un mur d'appui. Sa forme parabolique lui confère une forte résistance malgré sa faible épaisseur.

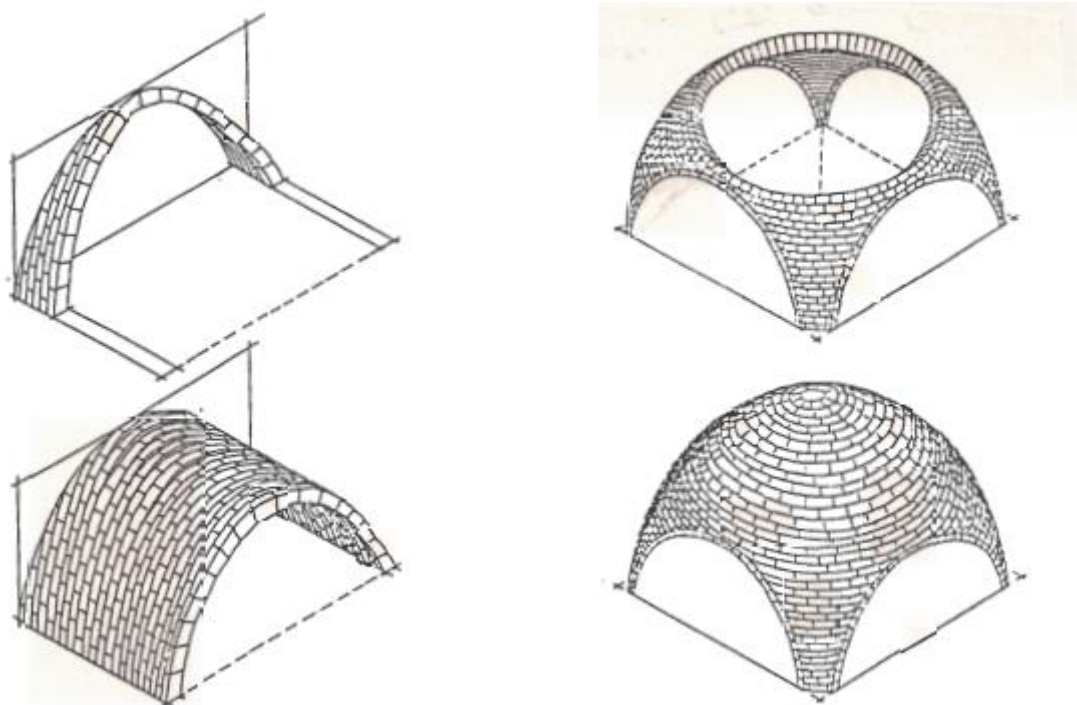


Figure 6 : La voûte nubienne (gauche) et la coupole nubienne (droite)<sup>14</sup>

Le terme coupole permet de distinguer les « voûtes nubiennes », popularisées par l'AVN, des coupoles. Bien que les deux techniques soient maîtrisées sur le territoire, un de nos interlocuteurs nous a confié que la voûte présente certains inconvénients qui sont évités par la coupole. Ainsi, cette dernière technique qui consiste à l'empilement des briques en rangées horizontales concentriques inclinées vers le centre et guidées par un fil de fer ou bras radial autour d'un point au centre de la structure. Cette technique plus moderne allie une forme particulière et des distances différentes entre les poutres supportant l'édifice.

<sup>14</sup> Vulgarisation de la construction de voûtes et coupoles au sahel – Development Workshop (1990) <https://dwarchive.com/sites/default/files/resources/dwfnig040001.pdf>

## 4.1. Le mode constructif

### 4.1.1. La fabrication et mise en œuvre

La toiture en coupole a été imaginé pour répondre aux problématiques recensées par l'usage de la voute nubienne. Cette coupole peut aussi bien être réalisée en BTC et en Banco. Elle est généralement en forme ovoïde, avec un sommet plus haut, offrant un meilleur confort thermique.

### 4.1.2. La formation des compagnons

L'ANCSB forme les maçons à ce type de construction sur les projets qu'ils ont pu mener.

### 4.1.3. La maîtrise d'ouvrage

Le public visé par ce type de construction est très large, les constructions allant des palais, aux mosquées en passant par des maisons privées ainsi que de cases et de greniers.<sup>15</sup>

Le Ministère des Travaux publics a d'ailleurs eu l'occasion de solliciter ce type de construction dans des réalisations d'édifices publics.

## 4.2. Les coûts associés

A titre d'exemple pour un projet de 150 m<sup>2</sup> les coûts de fourniture et pose sont les suivants :

- 17 500 F CFA/m<sup>2</sup> pour la coupole en BTC
- 35 700 F CFA / m<sup>2</sup> pour le voûtain



Figure 7 : Construction d'une voûte en banco (gauche), construction de coupole (droite)<sup>16</sup>

<sup>15</sup> Vulgarisation de la construction de voûtes et coupoles au sahel – Development Workshop (1990) <https://dwarchive.com/sites/default/files/resources/dwfnig040001.pdf>

<sup>16</sup> ANCSB : Formation des maçons à N'guigmi - <https://ancsb.org/nproject/formation-des-macons-a-nguigmi/>

## 5. La Pierre de Pays

Le matériau Pierre de Pays ou encore Moellons est également utilisé dans la construction en matériaux locaux. La mise en œuvre est réalisée par des entreprises nationales de construction.

Le coût de fourniture et pose estimatif de cette technique constructive est le suivant :

- Pierre de pays : 4 500 FCFA/m<sup>2</sup>, 6,86 €/m<sup>2</sup> (épaisseur 45 cm)

Par son épaisseur de 45 cm, la maçonnerie en pierre de pays freine l'entrée de la chaleur à l'intérieur du bâtiment.<sup>17</sup>



Figure 8 : Vue des maçonneries en construction Pierre de pays

Nous n'avons pas pu contacter les acteurs impliqués dans la mise en œuvre de cette technique constructive, la main d'œuvre et autres ressources nécessaires n'étant pas présentes en très grand nombre.

Le manque d'informations disponibles laisse sous-entendre que les constructions en pierre de pays ne représentent qu'une très faible proportion des constructions au Niger.

<sup>17</sup> Constructions bioclimatiques au Niger par l'Agence Luxembourgeoise pour la Coopération au Développement. [https://luxdev.lu/files/documents/ConstructionsBio\\_NIG\\_v.f\\_.pdf](https://luxdev.lu/files/documents/ConstructionsBio_NIG_v.f_.pdf)



## 6. Autres informations pertinentes

La terre étant généralement importée depuis une carrière, les coûts correspondants suivant nous ont été communiqués :

- Pour une distance à la carrière dans un rayon de 5 km: 8 à 10 000 F CFA (taxe comprise) ;
- Pour une distance à la carrière dans un rayon de 20 km : 40 à 50 000 F CFA (taxe comprise).

A titre comparatif, les fourchettes de prix suivantes ont pu être répertoriées :

- Aggloméré creux (épaisseur 15 cm) : 7500 à 9000 F CFA /m<sup>2</sup>
- Aggloméré plein (épaisseur 20 cm) : 9500 à 12 000 F CFA /m<sup>2</sup>
- Toiture hourdis béton : 16 000 à 25 000 F CFA /m<sup>2</sup>
- Bac Acier : 7 500 à 12 500 F CFA /m<sup>2</sup>
- Charpente Bac Alu : 31 000 F CFA /m<sup>2</sup>

La main d'œuvre de pose de maçonnerie d'élévation est de 3 500 F CFA/m<sup>2</sup>.

Les coûts associés à la main d'œuvre pour l'ANCSB, s'élèvent en moyenne à 5000 F CFA/maçon et à 2 500 F CFA/ouvrier, coûts variables en fonction du client.

Les tests de granulométrie s'élèvent à environ 500 000 FCFA/ test.

## LES MATERIAUX BIO-SOURCES

### 7. Les fibres végétales

Dans le parc des CT, on retrouve celles considérées comme étant « précaires », dont le type n'a généralement pas été déclaré et qui ont les murs ou les toits en paille, peau ou natte. Ce type de construction représente notamment 28,8 % des logements.<sup>18</sup> De plus, une grande partie des classes, également appelées « classe paillotte », sont réalisées dans ce matériau. Ces habitats sommaires en paillotte très inflammables, menacent la vie de leurs occupants, surtout pendant les périodes froides lorsque les habitants doivent y allumer du feu pour se chauffer.

Les fibres peuvent être de la balle de riz, très présente aux abords du fleuve Niger traversant le Sud du Niger ou de la paille, présente sur l'ensemble du territoire nigérien. Les fibres de bois, présente au Nord du Niger sont aussi à prendre en compte dans ce type de construction.

Les fibres peuvent être mélangées au banco afin d'augmenter sa résistance. Elles peuvent aussi être utilisé en toiture de chaume dans certaines constructions situés au Nord du Niger, les greniers du sahel.

---

<sup>18</sup> Recensement général de la population et de l'habitat 2012 par le Ministère de l'Economie et des Finances, le Conseil National de la Statistique et l'Institut National de la Statistique.



Figure 9 : Salles de classe construites à partir de paille facilement disponible mais hautement inflammable<sup>19</sup> (haut) et Greniers africains traditionnels (bas)

---

<sup>19</sup> Niger : plus de 36.000 classes en paillote à travers tout le pays (UNICEF).  
<https://news.un.org/fr/story/2022/04/1118392>

# IDENTIFICATION ET ANALYSES DES BARRIERES IDENTIFIEES

Le développement de filières d'éco-matériaux au Niger fait face à des barrières de différentes natures : culturelles, techniques ou encore humaines, qui 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.

## 1. Aspects culturels

La terre est le matériel le plus confronté aux barrières culturelles. Synonyme de sous-développement dans l'imaginaire collectif, la terre a des difficultés à séduire la population nigérienne.

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

La paille et la toiture chaume sont victimes des mêmes préjugés, pour des raisons factuelles : l'aspect de pauvreté et d'insalubrité ainsi que le risque mortel d'incendie qu'elles représentent pour les occupants. Les écoles paillotes bien qu'elles restent néanmoins très répandues actuellement ne semblent pas représenter une alternative de développement durable au vu du passif de ces constructions.

Les matériaux de construction inhérents, tels que la BTC n'ont pas la même perception populaire, et arrive peu à peu à se frayer un chemin dans le domaine de la construction, grâce aux édifices communautaires réalisés par les architectes, guidés par leurs volontés propres de revenir à des constructions plus écologiques.

Bien que coûteuse, la technique constructive BLT pourrait être promue au Niger en suivant l'exemple de son développement au Burkina Fasso. Article 25 réfléchit à des modifications de l'aspect des bâtiments pour les prochains ouvrages afin d'affranchir les barrières culturelles autour de ce type de technique constructive.

## 2. Réglementation et assurances

En parallèle des barrières culturelles, les barrières réglementaires et assurantielles n'ont pas à ce jour été identifiées comme un enjeu prépondérant dans le développement global de la construction. Il conviendrait néanmoins d'établir des échanges avec les MOA concernés.

L'architecture en terre crue n'est pas normalisée et n'est donc pas réellement assurable (i.e. assurance décennale). Les garanties de parfait achèvement et les garanties décennales sont à priori prévues dans les documents contractuels. Cependant, pour ces dernières le suivi de leur respect n'est, dans les faits, pas réalisé.

Le Plan D'action nationale d'efficacité énergétique (PANEE) mené par le Ministère de l'Energie et du Pétrole nigérien, est identifié comme une opportunité pour favoriser la normalisation et le développement de la filière des éco-matériaux et de l'écoconstruction, à travers les mesures d'efficacité énergétique qu'il tend à entendre à un grand nombre de bâtiments neufs et rénovés, bien qu'aucun document ne prouve le déploiement des mesures sur le terrain en la matière.

Le laboratoire national ANMC est l'acteur effectif local sur le plan de la vérification de la composition de la terre. Elle guide les constructeurs dans la démarche à suivre selon la composition de la Terre, notamment pour l'ajout de ciment dans le cas de la BTC, de la résistance de la terre, ou encore de sa teneur en argile.

L'ANMC nous a été décrite comme étant l'organisme créé dans l'objectif de normaliser la construction en matériaux locaux, mais il n'existe pas de textes décrivant une norme de ce type.

L'absence d'homologation de carrières, bien que n'est relevée à ce jour comme un frein pour le développement de filières, pourrait le devenir lors d'une production massive de ces éléments. A cela s'ajoute l'impact écologique non maîtrisé à ce jour d'exploitation de carrières non officielles.

En annexe, des éléments sur les normes appliquées en France ainsi que les bonnes pratiques suivies par les acteurs de la construction en terre au Niger sont disponibles.

### 3. Industrialisation des procédés de fabrication

L'industrialisation de la production n'est aujourd'hui identifiée comme une barrière au développement et la structuration des filières du BTC.

A titre d'exemple, en France dans l'usine Cycle Terre, il faut 3-4 min pour fabriquer 3 BTC. Tout est fait par les machines, y compris l'entreposage des blocs. Au Niger, 600 à 1500 briques par jour sur un seul chantier. Certes, cela nécessite d'une main d'œuvre assez conséquente. Cependant, au vu du coût de la main d'œuvre, une industrialisation ne garantirait pas forcément une diminution de coût de production (130/180 EUR par m<sup>2</sup> de mur en France contre 23 EUR par m<sup>2</sup> au Niger). De plus, la nécessité de main d'œuvre permet de mieux maîtriser le taux de chômage des ouvriers pendant la saison sèche.

En revanche, lorsqu'il s'agit de projets d'envergure ou situés en zone dense, il conviendrait une production de BTC ou Banco hors site. Cela permettrait notamment de raccourcir la durée de travaux et donc surement le coût associé à la mise en œuvre de ces techniques constructives.

Les acteurs des filières disposent généralement des outils de production permettant la fabrication de briques Banco et BTC, ainsi que du savoir-faire assurant un produit final de qualité. Toutefois, les capacités de production restent limitées à ce jour du fait de l'absence d'entreprises spécialisées dans la production en masse. 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).

Pour la production de BLT, aucune machine n'a été utilisée pour extraire ou pour finir les blocs du projet, bien que cela peut être envisagé pour augmenter la production sur de plus grands projets (comme cela se produit dans les carrières commerciales de latérite en Inde).

Parmi ces filières de matériaux, ce sont les filières du Banco et de la BTC qui disposent du plus grand potentiel d'industrialisation. La filière du banco est la plus avancée, car plus traditionnelle et répandue sur le territoire.

La filière paille et balle de riz n'est pas développée. Ces matériaux sont aujourd'hui au stade de production artisanale pour des abris de fortune ou bien utilisés pour amender la terre des briques de banco avec des fibres végétales.

### 4. Ressources humaines

Les ressources en main d'œuvre pour la construction en banco et en BTC sont présentes au Niger, avec la possibilité de convertir les maçons, assez rapidement, aux techniques de terre crue ; l'ANCSB propose d'obtenir ce diplôme en 2 à 3 mois selon l'expérience du maçon. Les toitures en coupole sont également rendues accessibles aux maçons par le biais de cette même formation. Cependant, les ressources humaines de l'association restent limitées pour penser promouvoir ces techniques à une grande échelle. Il conviendrait d'envisager une offre de formation par d'autres associations et/ou centres de formation afin de promouvoir le savoir-faire de ces techniques constructives sur la totalité du territoire et sur des projets de plus grande

envergure. Cela s'appliquerait également à la technique BLT si jamais elle est bien accueillie par la population nigérienne.

## 5. Saisonnalité

Les saisons sont de trois types : chaude (40°C) entre mars et mai, pluvieuse entre juin et septembre, et un peu plus fraîche (30°C) entre novembre et février. Cependant, on remarque depuis quelques années une importante augmentation des inondations durant la saison des pluies, de juin à septembre, principalement dans les régions situées au Sud.<sup>20</sup>

La construction en terre crue ne semble pas être saisonnières au Nord du fait du climat relativement constant durant l'année. Cependant la région Sud connaît une saison des pluies, il devient alors plus intéressant de réaliser les constructions en dehors de cette période.

---

<sup>20</sup> Niger : une saison des pluies parmi les plus meurtrières de l'histoire du pays- TV5 Monde – <https://information.tv5monde.com/afrique/niger-une-saison-des-pluies-parmi-les-plus-meurtrieres-de-l-histoire-du-pays-471969>

# PRECONISATIONS ET PISTES D’ACTION

## 1. Axe 1 : Labellisation et certification

### Enjeu identifié :

La fabrication et l’utilisation des éco-matériaux dans les processus de construction ne sont pas normalisées par les instances de normalisation nigérienne. De plus, les carrières ne sont pas homologuées. Cela représente un frein pour le développement des filières lors d’une production à grande échelle.

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

Quelques gisements non-officiels de terre/latérite - sont connus, testés et largement utilisés par les villageois pour la construction en bâtiment en terre crue – mais ne sont, à notre connaissance, pas cartographiés.

La cartographie et l’homologation des carrières non-officielles pourrait permettre d’asseoir l’utilisation des carrières locales et de maintenir des prix compétitifs tout en assurant une qualité des éco-matériaux développés (Banco, BTC, BLT).

- Identifier et cartographier les différentes carrières de terre/latérite utilisées/exploitées
- Echantillonner et tester la matière (test physico-chimiques) de façon à repérer les carrières favorables à la BTC ou au Banco et éviter de faire des tests pour chaque nouveau projet

## 2. 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 nombre limité d’acteurs ayant une claire compréhension du potentiel de substitution des éco-matériaux au système constructif usuel de type béton. De plus, la production hors site de BTC et Banco n’est pas relevée. La production sur site nécessite donc des grands espaces d’entreposage et des durées de chantier conséquentes.

- **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 (Banco et BTC notamment) pour accroître l’offre et répondre aux besoins présents à venir.

- Analyser les outils de production et les besoins en financement pour accroître la production de matériaux de construction

- **Identifier les possibilités d’une production hors site**

L’objectif est d’analyser la demande et d’envisager le cas échéant l’implantation des centrales de production permettant de mieux maîtriser les coûts (de production et ceux associés à la durée de travaux) et la qualité d’éléments produits.

- Définir des produits clés répondant aux besoins définis

- Investir au niveau de l'Etat dans des centres de production
- **Vulgariser l'information technique sur les nouveaux éco-matériaux et l'éco-construction**

De nombreux maitres d'œuvre ne proposent pas de projets en éco-matériaux ou écoconstruction 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, services techniques)
- Soutenir le réseau FACT Sahel +

### 3. 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 mais elle permet aujourd'hui à un maçon béton de se reconvertir aux méthodes d'éco-construction en terre.

- Créer des partenariats avec les centres de formations pour inclure (i) des modules de formation à l'utilisation et la pose des éco-matériaux (Banco, BTC et BLT), (ii) créer une filière de formation diplômante à l'éco-construction en terre au sein de centres de formation aux métiers du bâtiment
- Développer un programme de revalidation des acquis (tous les 3 ans) pour ceux qui ont participé à des chantiers en construction terre.

### 4. Axe 4 : Sensibilisation

#### Enjeu identifié :

Les éco-matériaux (ainsi que l'éco-construction) sont déconsidérés par la population du fait d'une dépréciation collective et 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, l'empreinte écologique 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)
  
- **Sensibiliser aux techniques constructives en terre auprès des professionnels, maitres d'œuvre en activités et des maitres d'ouvrage**

De nombreux maitres d'œuvre, constructeurs et maitres d'ouvrages ne proposent pas de projets en éco-matériaux ou bioconstruction 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 régulier sur les évolutions réglementaires, les nouveaux éco-matériaux (audience cible : entrepreneurs locaux, services techniques)
- Soutenir le réseau FACT Sahel +



## ANNEXES

### 1. Annexe 1 - Liste d'acteurs contactés et projets associés en précisant ceux qui ont répondu à notre sollicitation

	Type d'acteur	Type de prise de contact	Avancement	Tel	Mail
Omar Bembello	Architecte	Mail/ Tel	Réponse Mail		<a href="mailto:adobenig@yahoo.fr">adobenig@yahoo.fr</a>
Salou Alpha & Fils	Constructeur	Linked In/ Mail	Google Meet + Réponse Mail		aboubakar salou alpha <saloualpha@yahoo.fr>
ANCSB - Président Ali Souleymane	Association/ Architecte	Tel	Rdv téléphonique + Réponse Mail	00227 96976921	<a href="mailto:ali.souleymane@yahoo.fr">ali.souleymane@yahoo.fr</a>
Article 25	Toby Pear	Architecte	Linked In/ Mail/ Tel	+44 (0)20 3197 9800	
	Bea Sennewald		Linked In/ Mail/ Tel		

## 2. Annexe 2 – Focus sur des projets exemplaires

### 2.1. Projet en Banco - Ecole Rurale de Karey Gorou, « Le Baobab », Niger <sup>21</sup>

Initié en 2012, le projet de construction de salles de classe en Adobe/ Banco voit le jour. C'est l'ANCSB accompagné par Emmanuelle Vandermeersch et Odile Vandermeeren (Architecte) qui en appui au Village de Karey Gorou et de l'ASBL, confient au Maître-maçon Saadou Ibrahim, le chantier. Ce chantier d'une superficie de 96m<sup>2</sup> allie éco-matériaux locaux à travers l'utilisation de la terre et mise en œuvre d'une technique bien connue : la voûte nubienne.

La première école construite en 2013, connaît des liées à une saison des pluies menaçantes ; des préconisations sont prises : recouvrements métalliques des voûtes et ajout d'enduits au niveau des fissures. Une deuxième classe est construite en 2016 puis une troisième en 2019.

D'un point de vue technique, ce chantier en banco aura nécessité le transport de la terre depuis une carrière et des temps de séchage de 3 à 4 jours au soleil. La main d'œuvre mobilisait 4 maçons par jour ayant à disposition 2 moules.



2013 : Construction de la plateforme



2013 : Construction en voûte Nubienne, Juillet 2013 fin de la construction du bâti (droite)

<sup>21</sup> <https://kareygorou.blogspot.com/p/karey-gorou-niger.html>



Sept 2013 : Pose des enduits en gomme arabique



Décembre 2013 : Inauguration de l'école

## 2.2. Projet en BTC - Complexe culture HIKMA, Dandaji, Niger

Le projet de construction du complexe communautaire Hikma situé à Dandaji au Niger a été réalisée en 2018. Le site s'étend sur 5238 m<sup>2</sup> et est composé de deux mosquées, de deux salles d'ablutions, d'un minaret, d'un logement d'imam. Une phase d'aménagement, de transformation de l'ancienne mosquée en bibliothèque et de la construction de 2 salles de cours s'ajoutent à ce même projet.

Réalisée en BTC stabilisés, cette structure s'étend sur 3 étages.

### Main d'œuvre

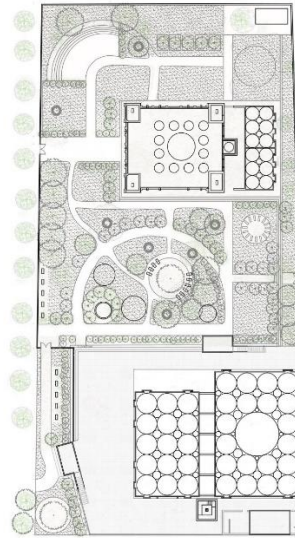
Bien que l'entreprise emploie jusqu'à 25 maçons, selon les projets elle s'autorise à faire appel à de la main d'œuvre extérieure. Ainsi, pour ce projet, jusqu'à 85 maçons par jour ont été mobilisés sur ce chantier, qui a duré 1 an et 2 mois.

En termes d'outils, l'entreprise possède une presse mécanique et deux presses manuelles, qui peuvent produire entre 600 et 1500 briques/ jour.

### Maîtrise d'œuvre

La conception a été pensée par les architectes : Mariam Issoufou Kamara de l'Atelier Masōmī et Yasaman Esmaili du Studio Chahar. Ce lieu se veut un lieu « centre culturel et éducatif où les laïcs et les religieux coexistent pacifiquement pour cultiver les esprits et renforcer la communauté ».

En 2017, ce projet a remporté un prix Gold LafargeHolcim pour le Moyen-Orient et l'Afrique et en 2018, un prix mondial Silver LafargeHolcim.



Complexe Hikma à Dandaji, Niger<sup>22</sup>

<sup>22</sup> Complexe Hikma Dandaji - <https://arquitecturaviva.com/works/atelier-masomi-studio-chahar-complejo-hikma-en-dandaji-niger-64vix-8#lg=1&slide=2>

## 2.3. Projet en BLT - Collège Amadou Hampathe Bâ

Le projet de construction du collège Amadou Hampathe Bâ, situé à Niamey, est un chantier privé d'une superficie de 800m<sup>2</sup> d'école construite. Il reste une école primaire, dont la construction devrait commencer en 2023 et comprendra 3 blocs de classe, une salle de réunion, un laboratoire et une salle à manger.

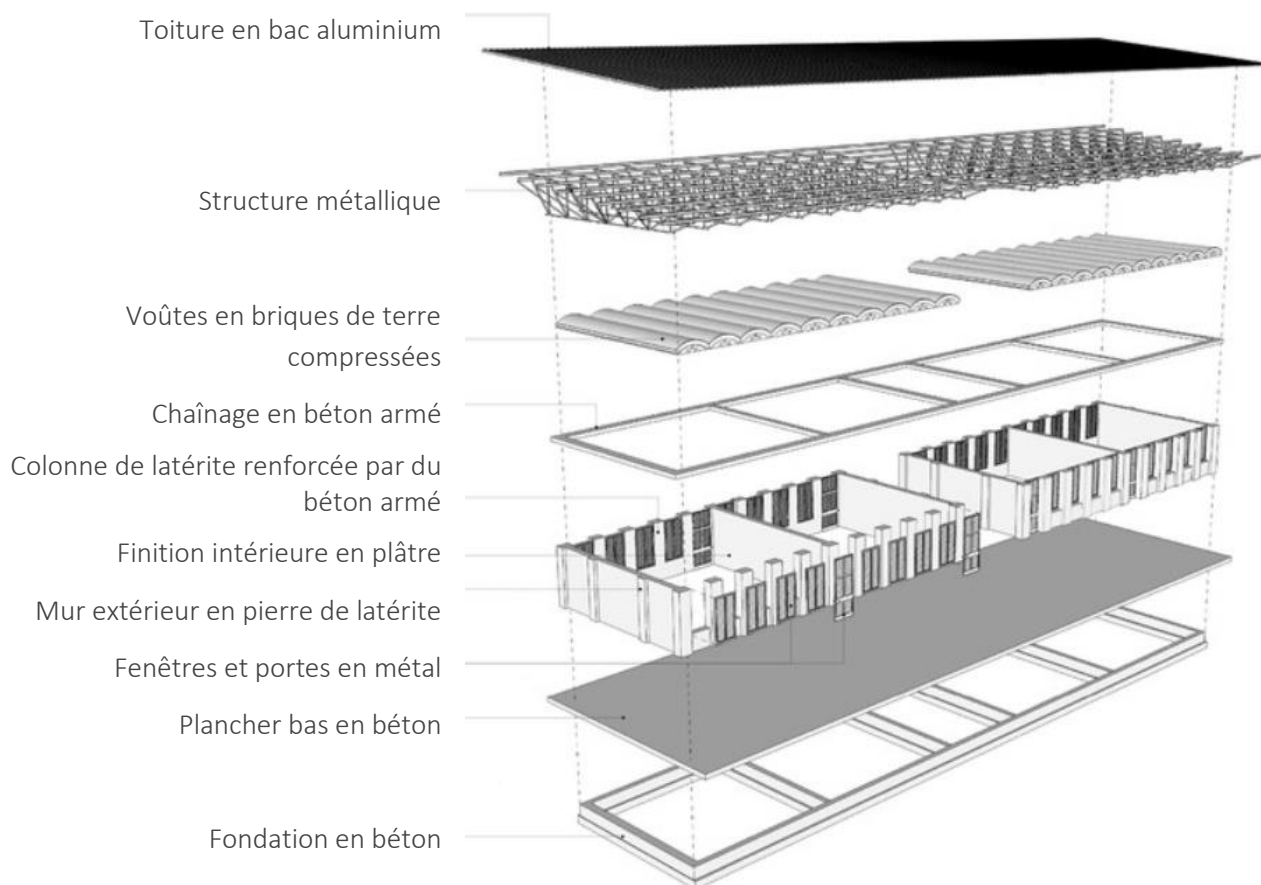
Ce premier chantier a duré environ 2 ans.

### Éléments techniques du bâti

La terre a été extraite d'une carrière située à 10 km en dehors de Niamey, qui a été identifiée par l'entrepreneur et employée par des travailleurs expérimentés.

Les murs de 31 cm d'épaisseur, ont des maçonneries en latérite, avec des poteaux en béton armé de 17x30cm coulés dans les piliers de latérite et des briques de dimensions 31x15x20 cm. Le toit en voûte, est réalisé en BTC stabilisés constitués de 5 à 6% de ciment pour des dimensions de blocs de 22x10x5 cm.

Il présente des avantages en termes de longévité, de robustesse et de respect environnemental par rapport au BTC et au Banco.



Le toit en acier a été proposé pour permettre la stratégie de refroidissement passif. Le bois n'étant pas une option viable (disponibilité, déforestation, termites) pour les travées de classe au Niger, l'acier est donc nécessaire pour toute solution de charpente / poutrelles.

De nombreuses écoles publiques au Niger ont des toits en dalles de béton, certaines ont des toits doubles mais avec un écart beaucoup plus petit entre le toit et le plafond. Un double toit apporte d'énormes avantages

thermiques, et cette approche devrait être envisagée pour le programme scolaire. Il serait certainement possible, selon le cabinet d'architecture de concevoir un double toit plus économique que l'exemple du collège Hampate Ba, même si cela sacrifierait une partie de l'efficacité thermique et de la valeur architecturale.

### **La fabrication et mise en œuvre**

Les blocs de latérite sont coupés à la main dans la carrière en raison de 50 blocs par jour, puis laissés au soleil pour sécher pendant au moins 1 mois. Il s'agissait de blocs « rugueux », qui nécessitaient encore quelques travaux de finition sur le site avant d'être posés. La latérite ayant une teneur en eau lors de l'excavation, cela permet de les sécher et d'améliorer la résistance des blocs. Ces blocs sont ensuite taillés pour en corriger la forme et les finitions sont réalisées par les maçons sur place.

Les outils de découpe et taille étaient uniquement manuels, tels que des pioches, des scies et des herminettes. Aucune machine n'a été utilisée pour extraire ou pour finir les blocs du projet, bien que cela aurait pu être envisagé pour augmenter la production sur de plus grands projets (comme cela se produit dans les carrières commerciales de latérite en Inde).

Afin de pallier aux contraintes liées à la saison des pluies, l'entrepreneur avait prévu une zone d'entreposage couverte lorsque cela posait problème.

La carrière a été identifiée par l'entrepreneur (Afrique Univers) et est donc informelle. Elle est située à environ 10 km du centre-ville de Niamey. Le propriétaire foncier n'a commencé à le facturer que lorsqu'il est devenu évident que des matériaux de construction étaient extraits! Il semble probable, pour le cabinet d'architecte, qu'il existe de nombreuses zones où la latérite appropriée pour la construction pourrait être extraite près de Niamey.

En ce qui concerne les BTC, un sous-traitant local a apporté sa propre presse à main et son équipe de maçons pour produire tous les BTCS pour les voûtes du toit. Ils produisaient 450 briques par jour. Article 25 avait un chef de projet sur place tout au long du processus. L'entrepreneur avait une équipe de 2 à 35 maçons environ à différentes étapes du projet. Il s'agissait généralement d'une équipe de 5 personnes composée d'un superviseur et de 4 maçons (2 travaillant directement avec la presse).

### **La formation de compagnons**

Le nombre de maçons travaillant au sein de l'entreprise varie selon les besoins du projet. Des maçons qualifiés en latérite venant du Burkina Faso étaient nécessaires, car il y avait peu d'expérience de la latérite au Niger. Les maçons burkinabè ont ensuite enseigné aux maçons locaux comment réaliser cette technique.

La plupart des maçons ont appris la technique rapidement, en quelques jours en travaillant avec des maçons expérimentés. Il n'y avait pas de processus de formation officiel avec une certification à la fin.

### **Maîtrise d'ouvrage**

Le client avait visité un projet, du même cabinet d'architecture, au Burkina Faso<sup>23</sup> qui utilisait de la latérite et souhaitait faire quelque chose de similaire au Niger. Plaider en faveur de l'utilisation de la latérite en créant un bâtiment exemplaire et le mettre en évidence comme une option viable et un matériau sous-utilisé au Niger, était l'objectif de la maîtrise d'œuvre.

---

<sup>23</sup> Bethel Secondary School - <https://www.article-25.org/bethel-secondary-school>

## Réglementations et tests

La latérite a été testée en laboratoire, comme le montre le test ci-après. Le matériau ne présente pas une résistance à la compression très élevée (1,16 MPa), c'est la raison pour laquelle les murs ont été conçus avec de fins poteaux en béton armé à l'intérieur des piles.

Un constat intéressant est que la latérite semble devenir plus forte avec le temps à mesure qu'elle se dessèche. Elle a été envoyée pour des tests de laboratoire après 1 semaine, 1 mois et 6 mois et à chaque fois la résistance à la compression s'est améliorée. En comparaison, les briques de BTC qui ont été utilisées pour la voûte du toit avaient une résistance à la compression de 2,74 MPa.

La résistance à la compression requise dépend de la façon dont le bâtiment est conçu. L'utilisation des poteaux en béton armé intégrés, mentionnée plus haut, devrait fournir une résistance latérale suffisante aux murs en latérite. La force du BTC et du Banco dépend entièrement de leur composition. Le BTC a une résistance à la compression plus élevée que la latérite, mais il contient entre 5 et 10% de ciment, ce qui augmente considérablement l'empreinte carbone.

## Contraintes rencontrées

Certaines difficultés à garder les travailleurs sur le site pendant les périodes de récolte. Le Covid-19 a également ralenti le programme de construction, car les matériaux étaient difficiles à se procurer.

Aucun entretien n'a été nécessaire jusqu'à présent. Les BLT ayant été introduit pour la première fois à Niamey par ce projet relativement récent, le cabinet d'architecture s'attend à ce que la construction résiste bien.

Le mode constructif en BLT est le fait de tailler la terre et d'assembler les blocs ensemble à l'aide du mortier. La sur toiture, les fondations et le plancher béton sont des solutions architecturales applicables autant au banco qu'au BTC.

*« La ventilation passive maintient les salles de classe au frais – Les bâtiments utilisent des principes de conception passive pour atténuer les températures élevées et créer des espaces confortables pour l'enseignement et l'apprentissage. La climatisation est coûteuse et peu fiable, et une stratégie de conception passive a été employée pour réduire son utilisation autant que possible. [...]. Les salles de classe ont été conçues avec un système de double toit popularisé par Francis Kéré. Voûtes en briques de terre du plafond de la salle de classe, avec un toit métallique volant léger au-dessus. L'angle du toit et l'orientation du bâtiment aident à aspirer l'air à travers la cavité du toit, ce qui signifie que la chaleur du soleil ne peut pas rayonner dans les pièces. La stratégie de conception passive s'est avérée un grand succès. En mesurant les données de température sur plusieurs mois, nous avons observé que même lorsqu'elles sont remplies jusqu'à 40 élèves, les salles de classe restent nettement plus fraîches qu'à l'extérieur, avec des températures généralement inférieures de 7 à 8 degrés centigrades en milieu d'après-midi. »<sup>24</sup>*

---

<sup>24</sup> Collège Amadou Hampaté Bâ / Article 25 par decor Design. <https://decor.design/fr/college-amadou-hampate-ba-article-25/#:~:text=Article%2025%20r%C3%A9am%C3%A9nage%20une%20C3%A9cole,en%20ont%20le%20plus%20besoin.>





Bâtiment en latérite (Collège Hampaté Bâ) dans la ville de Niamey

### 3. Annexe 3 - Liste de normes et guides de bonnes pratiques proposées par les acteurs pour les techniques de BTC

- Guide de bonnes pratiques :
  - Traité de Construction en Terre, CRATerre.
  
- Normes fixées par la France
  - NF DTU 20.1 P1-1 (octobre 2008) : Travaux de bâtiment - Ouvrages en maçonnerie de petits éléments - Parois et murs<sup>25</sup>
  - Règles Professionnelles : enduits sur supports composés de terre crue (2013)
  - Norme Française XP P13-901. Cette norme sur les briques de terre crue est en cours de révision et les références renvoient à la future version, en cours de finalisation au moment de la rédaction du présent guide

---

<sup>25</sup> Guide de bonnes pratiques de la construction en terre crue - Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire - 2020.

# Notre identité

TERAO, bureau d'études pionnier de l'environnement appliqué au bâtiment, participe au développement de bâtiments et de quartiers durables, en conjuguant innovations technologiques, environnementales, et sociétales.



**Société de Conseil et d'Ingénierie**  
Pionnière depuis 28 ans



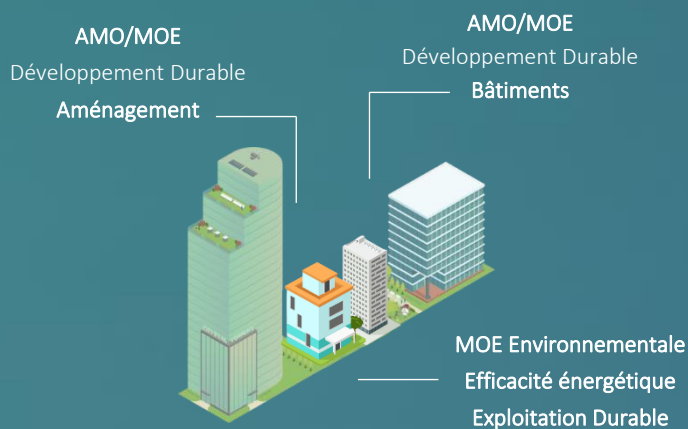
**50 personnes**  
Paris, Lyon, Asie, Amériques



**Solutions pluridisciplinaires**  
Pour le bâtiment et la ville durables

# Nos métiers

TERAO intervient sur l'ensemble du cycle de vie du bâtiment, et déploie ses compétences en ingénierie, du bâtiment à la ville en passant par les éco-quartiers grâce à des experts de rang international, intervenants sur les 5 continents :



- Ecoquartiers, projets de requalification urbaine, îlots mixtes, zones d'activité : TERAO contribue pour des stratégies et des actions de neutralité carbone, nature en ville, efficacité et mutualisation énergétique, santé et bien-être, résilience au changement climatique et lutte contre l'effet d'îlot de chaleur urbain.
- TERAO intervient en tant que conseil expert et indépendant sur la performance énergétique et environnementale des bâtiments. Nous accompagnons les acteurs dans le positionnement de leurs projets, l'établissement d'un Programme Environnemental et son suivi de la conception à la mise en exploitation, le cas échéant – mais pas uniquement – par le biais de labels et certifications environnementaux. Neutralité Carbone, Qualité d'Usage, Résilience climatique... sont au cœur de nos expertises.
- TERAO fait partie des équipes de conception afin de garantir la traduction opérationnelle d'objectifs de hautes qualités et performances énergétiques et environnementales dans les Projets, en marchés privés, en Loi MOP, ou encore en MGP.



[contact@terao.fr](mailto:contact@terao.fr)

Siège social - 10 Cité de Trévis, 75009 – Paris  
01 42 46 06 63



[lyon@terao.fr](mailto:lyon@terao.fr)

Agence - 100 crs Lafayette – 69003 - Lyon  
04 81 68 01 05