

**« Un matériau n'est pas intéressant pour ce qu'il est mais pour ce qu'il peut faire pour
la société »**

John Turner, ERES | « Espaces et sociétés » 2016/4 n° 167



**Pr. Mohamed
GIBIGAYE**



Mise en lumière des matériaux locaux dans la construction durable au Bénin :

Utilisation innovante du sable argileux (terre de barre) pour des infrastructures modernes, économiquement adaptées et climatiquement résilientes



19 avril 2024



Novotel Orisha,
Cotonou



18H30 - 21H30





Sommaire

Présentation du matériau	04
Contexte de la construction	15
Application innovantes	26
Avantages et challenges	33
Recommandations	38
Quelques constructions comtemporaines	41

LA TERRE DE BARRE

Présentation du matériau

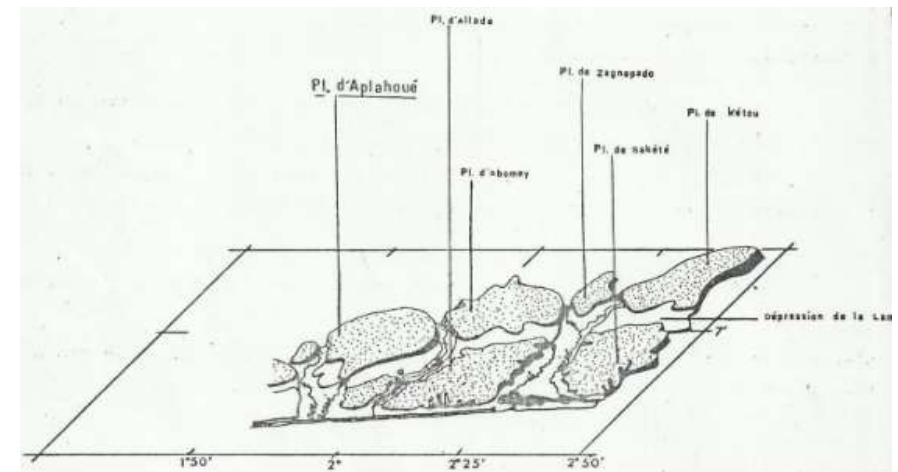
Progrès de la recherche sur les matériaux au Bénin

Etat des lieux des ressources en terre de barre et altérites



Figure-1: Location of the data collection sites on the map of Benin.

- Fort potentiel - terre de barre - bassin sédimentaire côtier et altérites - socle;



Slansky, 1962

<http://www.isca.in/IJES/Archive/v7/i10/3.ISCA-RJEngS-2018-027.pdf>

Progrès de la recherche sur les matériaux au Bénin



Terre de barre et altérite

Plusieurs études ont montré l'utilité de ces matériaux dans BTP (G. Victor *et al.*, 2013 et 2015)

- analyse granulométrique par tamisage
- analyse granulométrique par sédimentation
- limites d'Atterberg
- essai Proctor modifié



Progrès de la recherche sur les matériaux au Bénin



Communes explorées	Analyse Granulométrique			Limites de consistance			Proctor modifié	
	% de passants aux tamis:			W _l	W _p	I _p	W%	γ _d
	2	0,425	0,075					
SAKETE	100	74,5	63,5	56	33	23	14,61	1,918
IKPILE	100	89	71,5	54	29	25	16,775	1,825
ADJARRA	100	78,5	59	59	31	29	14,34	1,892
ZAGNANANDO	95	72	32	30	19	11	8,025	2,105
KETOU	99	74	52,5	40	20	21	18,245	1,940
COME	100	71	51	58	31	27	13,35	1,955
BOPA	100	84	58	53	26	27	11,83	2,033
HOUYOGBE	100	82	69	46	23	23	13,72	1,926
OUIDAH	100	75	53	51	31	20	13,5	1,88
ALLADA	100	80	59	59	26	33	16,92	1,82
ABOMEY-CALAVI	100	65	26	47	29	18	9,15	2,073
LOKOSSA	100	80	49	54	30	24	12,41	1,950
DOGBO	100	88	51	53	23	30	13,75	1,947
AZOVE	100	77	60	51	24	27	12,92	1,877
AGBANGNIZOUN	100	88	75	55	26	29	14,39	1,880
ABOMEY	100	75	56	53	27	26	9,04	2,080
BOHICON	98	86	75	40	19	21	14,74	1,880
ZAKPOTA	100	82	53	44	22	22	12,82	1,961

Terre de barre et altérite

Seule TB Zagnanado

Éligible pour BTC

Catégorie du sol	% En masse passant le tamis de 0,075 (fraction de limon et d'argile)		Indice de plasticité maximum	Résistance du bloc après cure
	Min	Max		
A	10%	35%	15	4 Mpa
B	10%	25%	10	7 Mpa

Source : Certificat Agrément 96/237 : Système de construction Hydraform

Application dans le bâtiment

- Terre de barre - état naturel – BTC : **NON**
- Terre de barre + reconstruction granulaire : **OUI**

Application dans la **construction routière**



1- Quantité importante de fines (plus de 50%)

2 - Indice de plasticité élevé (supérieur à 20)



2- Mauvais matériau routier difficilement exploitable même en couche de forme des routes

Application dans la construction routière

- Terre de barre - état naturel – BTC : **NON**
- Terre de barre + reconstruction granulaire : **OUI**

Application dans la construction routière

- Terre de barre - état naturel - assise de chaussée **NON**
- Terre de barre + reconstruction granulaire **OUI**

Comment faire la reconstruction granulaire de la terre de barre ?



Techniques des Matériaux composites

Matériaux composites à partir des matériaux de proximité

Composite = **Matrice** + **Renforts**

- Cimentaire
- Argileuse
- Bitumineuse
- Polymérique



- Protection renforts
- Transmission efforts

- Fibres végétales
- Minéraux (sable, déchets)



- Ossature (squelette)
- Tenue mécanique

Progrès de la recherche sur les matériaux au Bénin



Matériaux composites à partir des matériaux de proximité

Présentation de quelques résultats de recherches en laboratoire
(se rapprocher de SDP)

Progrès de la recherche sur les matériaux au Bénin

Composites à matrice argileuse : optimisation de la terre de barre

Application dans le bâtiment - Composite Banco des greniers du Nord Bénin



Otamari barn (Takissari)



argileous soil used like clay

+



Vegetable flakes

+



Panicules de néré



Graines de néré



Décoction de néré

Composites à matrice argileuse : optimisation de la terre de barre

Application dans le bâtiment

- Mortier de terre = terre de barre , Renforts = fibres de tiges riz
- Bonne résistance en traction et en compression
- Faible conductivité thermique
- Utilisation pour **briques de murs de bâtiments**

Progrès de la recherche sur les matériaux au Bénin



Composites à matrice argileuse : terre de barre amaigrie pour couches d'assises des chaussées

Application dans la construction routière



Terre de barre



Sable



Concassé

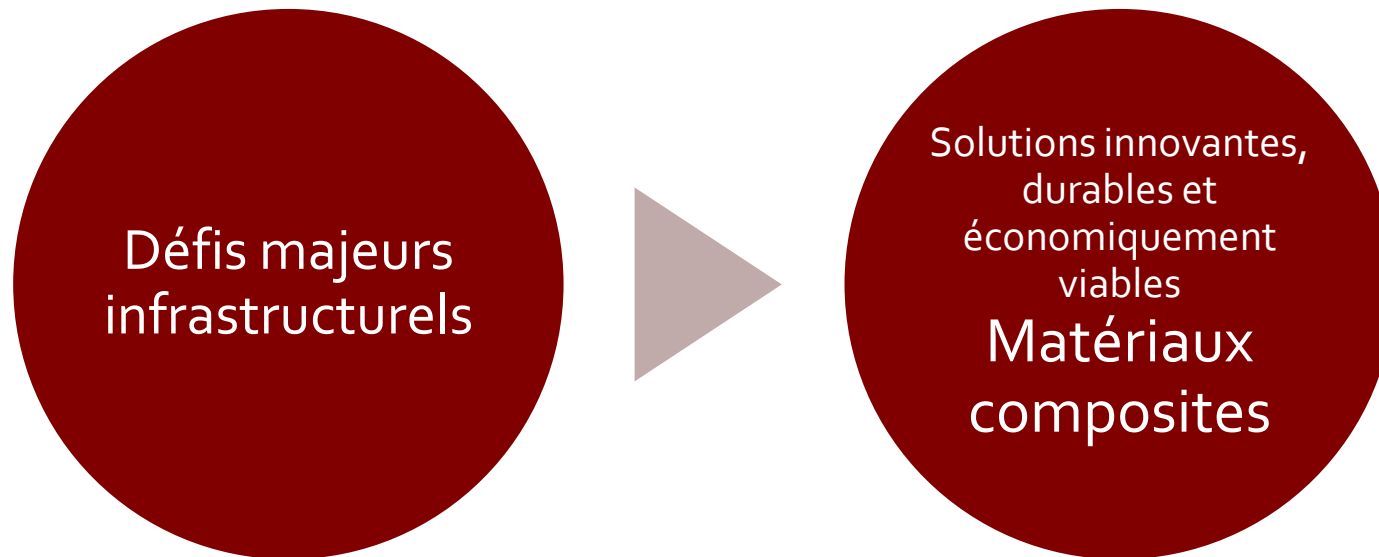
CONTEXTE DE LA CONSTRUCTION

Au Bénin

Problèmes rencontrés dans le secteur de la construction



Pays en voie de développement



Problématiques du secteur de la construction

Situation actuelle des infrastructures : le logement au Bénin



En milieu rural (>60%)



En milieu péri-urbain (>40%)



**Exode rural
Immigration**

Bidonvillisation

Situation actuelle des infrastructures : coût élevé des constructions au Bénin

Années 1990 – 2000 : 125 000 à 175 000 f le m²

Années 200 – 2020 > 300 000 f le m²

Gros œuvre (structure et enveloppe du bâtiment) = environ 70%

Conséquences : Offre < Demande, coût vie, frustration, exode rural, extrémisme, immigration

Problématiques du secteur de la construction

Situation actuelle des infrastructures : les routes au Bénin

Besoin accru de routes



Routes interurbaines

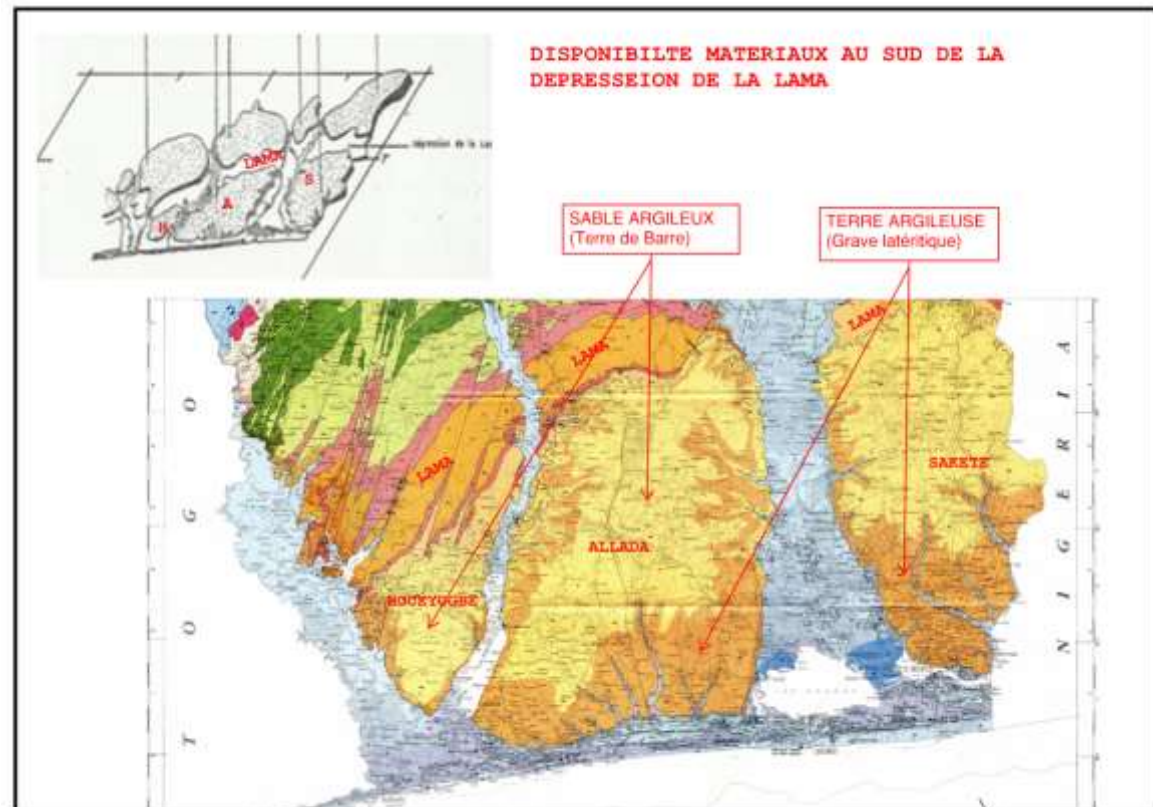


En milieu urbain

Problématiques du secteur de la construction

Situation actuelle des infrastructures : les routes au Bénin

Rareté des matériaux latéritiques:
Sud LAMA



Problématiques du secteur de la construction

Situation actuelle des infrastructures : les routes au Bénin

Rareté des matériaux latéritiques

- Coût financier considérable
- Nécessité du recours aux matériaux alternatifs surtout au Sud du Bénin

Décisions prises par les gouvernements



Logements sociaux



Matériaux locaux (Décret
2005-482 25% ML)



Efficacité énergétique

APPLICATIONS INNOVANTES

De la terre de barre dans le secteur de la construction au Bénin

Applications innovantes du sable argileux pour le bâtiment

Plans architecturaux type en cours de validation par le CVIT



Logement enseignant



	ADAPTION DES PLANS TYPES D'OUVRAGES AU MODE DE CONSTRUCTION EN BRIQUE DE TERRE COMPRESSE (BTC)	INFRASTRUCTURES SCOLAIRES LOGEMENT ENSEIGNANTS TYPE 1 FACADE PRINCIPALE	DJAOULEY INGENIEURS CONSEILS (S.L.C. - S.T.P.) CONCEPTION, ETUDES TECHNIQUES, ETUDES ECONOMIQUES, BÂTIMENT D'OUVRAGES, LOGEMENTS, CONSTRUCTION CIVILE, INDUSTRIELLES, AGRICULTURE RUE EL KHAYMA, BOULEVARD EL KHAYMA 20110 EL KHAYMA, CASABLANCA Téléphone: 05 37 71 19 21 Fax: 05 37 71 19 22 Site Web: www.djaouley.com E-mail: info@djaouley.com	Date: MARS 2023 Format: A3 ECHELLE: 1:40	03
--	---	--	---	--	-----------

Applications innovantes du sable argileux pour le bâtiment

Plans architecturaux type en cours de validation par le CVIT



Maternité



Applications innovantes du sable argileux pour le bâtiment

Plans architecturaux type en cours de validation par le CVIT



Hangar de marché





Cliché POIEM / SNV

Magasin construit à Sinandé



Marché public à Malanville

Applications innovantes du sable argileux pour la route

Dédoublement route Calavi-Allada

Dédoublement route Sèmè Porto-Novo



Couches de forme

AVANTAGES ET CHALLENGES

D'une utilisation accrue de la terre de barre dans le secteur de la
construction au Bénin

Avantages écologiques du sable argileux dans la construction durable



Résistance effets conditions climatiques changeantes et extrêmes



Bonne capacité d'isolation thermique + régulation humidité



Grande flexibilité de dilatation et de contraction



Réduction de l'impact carbone lié au ciment

Avantages économiques du sable argileux dans la construction durable



Evitement des frais de transport



Savoirs faire locaux



Création d'emplois



Valorisation de l'identité culturelle

Challenges et solutions pour promouvoir l'utilisation des matériaux locaux dans la construction durable



Volonté du premier client, l'Etat



Les normes et leur diffusion



La barrière des assurances

Challenges et solutions pour promouvoir l'utilisation des matériaux locaux dans la construction durable



Quantification des gisements



Formation des professionnels y compris les artisans



Production de matériaux prêts à l'emploi

RECOMMANDATIONS

Pour une utilisation accrue de la terre de barre dans le secteur de la construction au Bénin

Quelques recommandations pour une construction plus durable et respectueuse de l'environnement au Bénin



Construire des bâtiments publics emblématiques en terre



Construire systématiquement écoles et centres de santé en terre



Faire une cartographie des gisements de terre de barre et la mettre en ligne



Organiser la filière terre (approvisionnement, mise en œuvre)

Recommandations pour une construction plus durable et respectueuse de l'environnement au Bénin



Mettre en place des centres de formation spécialement dédiés aux techniques de construction en terre



Favoriser le développement d'unités semi industrielles de fabrication de briques en terre et de carreaux en terre



Faire des campagnes d'information (radio, télévision, vidéos sur whatsapp...) du grand public sur les atouts de la construction en terre

QUELQUES CONSTRUCTIONS CONTEMPORAINES

EN TERRE CRUE EN AFRIQUE DE L'OUEST

Agonssoudja, Bénin



Dakar, Sénégal



Hotel Djollof, Dakar – Elementerre

Dandadji, Niger



Restauration mosquée de Dandadji et centre communautaire – Atelier Masoni

Mopti, Mali

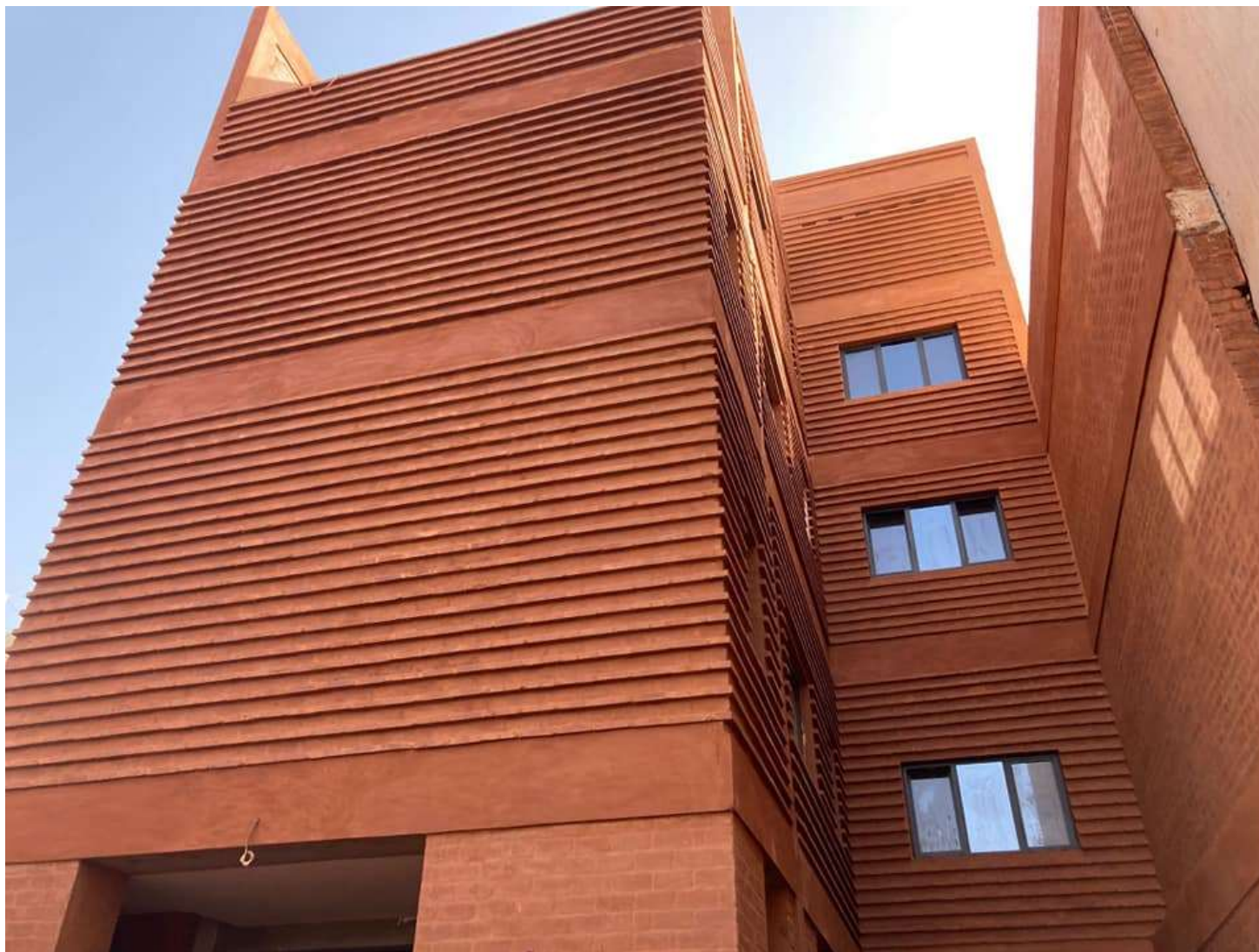


Centre de l'architecture en terre – Francis Kéré

Bamako, Mali



Dakar, Sénégal



Immeuble privé à Ngor, Dakar – Collectif Worofila/ Elementerre



**OPTEZ POUR LA TERRE DE BARRE DANS
VOS CONSTRUCTIONS DURABLES**

MERCI

De votre aimable attention

