

OFFRE DE STAGE

Évaluation et optimisation de la résistance mécanique et de la performance environnementale des Blocs de Terre Comprimée (BTC) au Bénin

1. Identification du stage

Structure d'accueil : Centre Terra Bénin

Lieu : Communes de Comé et Calavi. Bénin

Domaine : Éco-construction – Matériaux locaux – Construction durable – Recherche & Innovation

Type : Stage de recherche appliquée

Profils recherchés : Étudiants en génie civil, matériaux, génie énergétique, génie environnemental, architecture, construction durable, sciences de la terre ou disciplines connexes.

2. Contexte

Le Centre Terra Bénin, spécialisé dans la production et la promotion des Blocs de Terre Comprimée (BTC) et des solutions d'éco-construction, souhaite développer un véritable Pôle Recherche & Innovation consacré à l'amélioration continue de ses matériaux et procédés de construction.

L'objectif est de développer des BTC utilisant au maximum les ressources locales, présentant de bonnes performances mécaniques et thermiques, tout en réduisant leur empreinte carbone et environnementale.

Dans ce cadre, le Centre Terra Bénin recherche des étudiants motivés pour participer à un programme de recherche appliquée portant sur la caractérisation et l'optimisation des BTC produits localement.

3. Objectif général

Évaluer les performances mécaniques, thermiques, environnementales et de durabilité des BTC produits au Centre Terra Bénin afin de proposer des formulations optimisées, reproductibles et adaptées aux conditions climatiques et aux ressources locales du Bénin.

4. Objectifs spécifiques

Le/la stagiaire devra notamment :

- caractériser les terres utilisées pour la fabrication des BTC ;
- déterminer l'influence de différentes formulations sur la résistance mécanique des blocs ;
- analyser l'effet du pourcentage de matériaux locaux dans les formulations ;
- étudier l'influence de la quantité et qualité des liants utilisée comme stabilisant (ciment; chaux; ciment+chaux; ciment/chaux+fibres végétales; ciment/chaux+cendre de balle de riz);
- mesurer ou estimer l'énergie nécessaire à la production des BTC ;
- évaluer les émissions de CO₂ incorporées associées aux différentes formulations ;
- analyser l'impact de la distance de transport de la terre et des autres matériaux;
- étudier les performances thermiques, hydriques et phoniques/acoustiques des BTC et leur contribution au confort des bâtiments ;
- évaluer la production et la gestion des déchets issus de la fabrication et de la construction ;
- analyser la durée de vie potentielle des BTC ;
- étudier leur réparabilité en cas de dégradation ;
- analyser les possibilités de réemploi ou de valorisation en fin de vie ;

- identifier les formulations présentant le meilleur compromis entre performance et impact environnemental.

5. Axes de recherche

Axe 1 – Résistance mécanique

Les essais porteront notamment sur :

- résistance à la compression ;
- résistance après différents temps de cure ;
- influence du taux de stabilisation au ciment, chaux, ciment-chaux, fibre végétale, cendre de balle de riz ;
- influence de la granulométrie et de la composition de la terre ;
- influence de la teneur en eau ;
- influence de la pression de compactage ;
- comportement après exposition à l'humidité et aux cycles de vieillissement;
- Aspect physique des BTC après transport.

L'objectif sera d'établir une relation entre formulation → procédé de fabrication → résistance mécanique.

Axe 2 – Matériaux locaux

Le stagiaire analysera la proportion de ressources locales mobilisées dans chaque formulation :

- terre locale ;
- sable ;
- latérite ;
- fibres végétales ou autres matériaux biosourcés pertinents ;
- sous-produits agricoles ou industriels locaux, lorsque leur utilisation est techniquement pertinente.

Un indice de localité des matériaux pourra être proposé afin de comparer objectivement les différentes formulations.

Axe 3 – Empreinte carbone et performance environnementale

Pour chaque formulation, le stagiaire établira un bilan environnemental simplifié prenant en compte :

Paramètre	Donnée à collecter
Extraction	Quantité de matériaux
Matériaux	
Production	Quantité utilisée par BTC
acteur	Durée estimative par cycle
	Nbr d'acteur/cycle de production
Transport	Distance carrière/site de production
Ciment	kg de ciment/BTC ou % de stabilisation
Énergie	kWh ou énergie consommée pour la production
Eau	Quantité utilisée
Déchets	Quantité et type de déchets
CO ₂ incorporé	kg CO ₂ e/BTC ou kg CO ₂ e/m ³
Durée de vie	Durée estimative
Réparabilité	Possibilités et ressources nécessaires
Réemploi	Potentiel de réutilisation en fin de vie

L'étude cherchera à déterminer le niveau minimal de ciment permettant d'atteindre les performances mécaniques recherchées tout en minimisant l'empreinte carbone.

Axe 4 – Performance thermique, hydrique, phonique/acoustique et confort

Le stagiaire étudiera la contribution des BTC au confort thermique des bâtiments, notamment :

- conductivité thermique et phonique;
- inertie thermique et hydrique ;
- imperméabilité;
- comportement physique et mécanique des murs en BTC en période de forte chaleur, de forte fraîcheur et en saison pluvieuse ;
- régulation thermique des pièces ;
- comparaison avec des matériaux de construction conventionnels utilisés au Bénin.

L'objectif est de déterminer dans quelle mesure les BTC peuvent contribuer à réduire les besoins de refroidissement et améliorer le confort intérieur.

Axe 5 – Déchets, durabilité et économie circulaire

L'étude devra également intégrer l'ensemble du cycle de vie du matériau : Extraction → Transport → Production → Construction → Utilisation → Réparation → Déconstruction → Réemploi/Recyclage.

Le stagiaire recherchera notamment :

- les possibilités de réduction des pertes de terre et d'autres matériaux ;
- la réutilisation des chutes de BTC ;
- le recyclage des blocs défectueux ;
- la transformation des déchets en nouveaux matériaux ;
- les possibilités de démontage des ouvrages ;
- le potentiel de réemploi des BTC après déconstruction.

6. Approche expérimentale proposée

Plusieurs formulations de BTC seront produites et comparées.

À titre indicatif, le programme pourra tester différents dosages en ciment, par exemple : 0 % – 4 % – 6 % – 8 % – 10 % – 12 %

selon les caractéristiques de la terre disponible et les objectifs de performance.

Pour chaque formulation, le stagiaire constituera une fiche complète : Formulation → matières premières → distance de transport → énergie → fabrication → résistance → thermique → CO₂ → déchets → durabilité → réemploi.

Les résultats permettront de construire une matrice de comparaison multicritère.

7. Résultat attendu

Le stage devra aboutir à l'identification d'une ou plusieurs formulations optimisées de BTC répondant aux critères suivants :

- forte utilisation de matériaux locaux ;
- résistance mécanique adaptée aux usages ciblés ;
- quantité de liant optimisée ;
- faible consommation énergétique ;
- faible empreinte carbone ;
- bonnes performances thermiques ;
- faible production de déchets ;
- bonne durabilité ;
- facilité de réparation ;
- potentiel de réemploi élevé.

L'ambition est de pouvoir à terme définir un « BTC Terra Bénin – Low Carbon », accompagné d'une fiche technique et environnementale permettant de documenter objectivement ses performances.

8. Livrables du stage

Le/la stagiaire devra produire :

1. Une base de données des matières premières et formulations BTC ;
2. Un protocole expérimental reproductible ;
3. Les résultats des essais mécaniques ;
4. Une analyse des performances thermiques hydriques et phoniques/acoustiques ;

5. Un bilan carbone simplifié des différentes formulations ;
6. Une analyse du cycle de vie simplifiée ;
7. Une analyse des déchets et possibilités de réemploi ;
8. Une matrice multicritère de performance des BTC ;
9. Une proposition de formulation optimisée ;
10. Un rapport scientifique de stage ;
11. Une présentation des résultats au Pôle Recherche & Innovation du Centre Terra Bénin.

9. Profil recherché

Le stage est ouvert aux étudiants en fin de cycle de licence professionnelle, master 1/2 ou plus ou équivalent en Génie civil ; Génie des matériaux ; Génie énergétique ; Génie environnemental ; Architecture ; Sciences de la terre ; Construction durable ; Physique du bâtiment ; Énergies renouvelables ; ou disciplines scientifiques connexes.

Compétences souhaitées

- intérêt pour les matériaux de construction durables ;
- capacité à réaliser des mesures et essais expérimentaux ;
- intérêt pour l'analyse de données ;
- notions de résistance des matériaux ;
- notions de bilan carbone ou d'analyse du cycle de vie appréciées ;
- maîtrise d'Excel ou d'un outil d'analyse de données ;
- rigueur scientifique ;
- capacité à travailler en laboratoire et sur chantier.

10. Ce que le stage offre

Le/la stagiaire aura l'opportunité de :

- travailler sur un matériau de construction local à fort potentiel ;
- participer à la création du Pôle Recherche & Innovation du Centre Terra Bénin ;
- travailler sur des données expérimentales réelles ;
- contribuer à l'amélioration d'un produit développé au Bénin ;
- acquérir une expérience pratique en laboratoire et sur le terrain ;
- contribuer à une démarche d'éco-construction et de construction bas carbone ;
- participer à la production de résultats pouvant faire l'objet de communications scientifiques ou techniques.

Les meilleurs résultats pourront être approfondis dans le cadre de projets de fin d'études, mémoires de Master, collaborations universitaires ou programmes de recherche appliquée.

Candidature

Les étudiants intéressés sont invités à transmettre :

- un CV ;
- une lettre de motivation ;
- leur niveau d'études ;
- leur domaine de spécialisation ;
- leurs disponibilités ;
- et, le cas échéant, une proposition de problématique de recherche.

À l'adresse électronique terrasolutionsbenin@gmail.com