

ECO-HABITAT A HAUTE EFFICACITE ENERGETIQUE UTILISANT AU MIEUX LES RESSOURCES LOCALES ET ADAPTE AU CONTEXTE SAHELNIEN

Le secteur du bâtiment reste l'un des secteurs économiques qui contribue le plus aux impacts environnementaux. Selon le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (UNEP, 2009), il contribue à près de 30% des émissions de gaz à effet de serre mondial, principalement liées à l'utilisation de combustibles fossiles pour le fonctionnement des bâtiments (climatisation, ventilation, chauffage). En Afrique sahélienne, les impacts environnementaux sont principalement liés aux besoins grandissant en climatisation. Ces bâtiments ne sont pas systématiquement conçus selon les principes de l'architecture bioclimatique ; ce qui entraîne des consommations énergétiques très élevées. Ces constructions utilisent également des matériaux de construction importés entraînant une fuite des devises dommageable pour les économies locales. Le projet a pour objectif d'analyser le contexte de la construction et de proposer des concepts d'habitats écologiques, économiques et offrant un bon niveau de confort thermique. Pour mener à bien cette étude, trois principes méthodologiques ont été développés répondant chacun à un objectif spécifique :

- conception et simulation des éco-habitats
- construction et instrumentation des pilotes
- analyse de cycle de vie des matériaux

A- Conception et simulation des éco-habitats

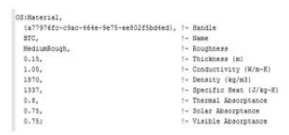
Le processus de simulation est synthétisé dans figure ci-contre. Cette méthodologie permet de concevoir des modèles numériques, de les simuler et d'exploiter les résultats de façon conviviale



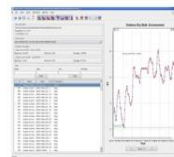
Modélisation et modification de la géométrie sur Sketchup



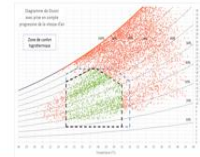
Définition des paramètres sur OpenStudio



Caractérisation des matériaux sur NotePad++



Extraction des résultats depuis xEsoView



Analyse du confort sur Excel

Caractéristiques thermo physiques

Données météorologiques de Ouagadougou

Les temps d'occupations

Définition de la zone thermique



Hypothèse de simulation

B- Construction et instrumentation des pilotes

Construction des pilotes

Dans ce projet, nous avons choisi de construire des bâtiments pilotes en BTC et en parpaings avec une couverture en tôle d'acier, les matériaux les plus disponibles. L'objectif est d'évaluer l'influence du matériau de construction sur le confort thermique, d'étudier certains paramètres architecturaux sur le niveau du confort et de calibrer l'outil de simulation d'aide à la conception mise en place. Nous avons construit deux pilotes (Figure 2) ayant les mêmes dimensions et le même plan architectural. Il s'agit d'une pièce de de type T1 (3,72m x 2,72m) pour représenter l'habitat individuel, avec une hauteur totale toiture finie de 5,08m. L'un des pilotes est en BTC stabilisée au ciment (8%) et l'autre avec des parpaings de ciment.

Figure: 2



Instrumentation des pilotes

Les capteurs de températures sont disposés dans les pilotes comme l'indique la (figure 3). Sur chacune des quatre murs intérieurs, est appliqué une thermo puce protégée par de la laine de verre. Au centre de la pièce, une thermo puce et un confortimètre (HD 32.3) sont placés pour l'enregistrement des de la température radiante et moyenne, la vitesse du vent, l'hygrométrie dans la pièce. Un capteur de température est également placé dans le comble afin d'enregistrer sa température.

Figure 3: disposition des capteurs

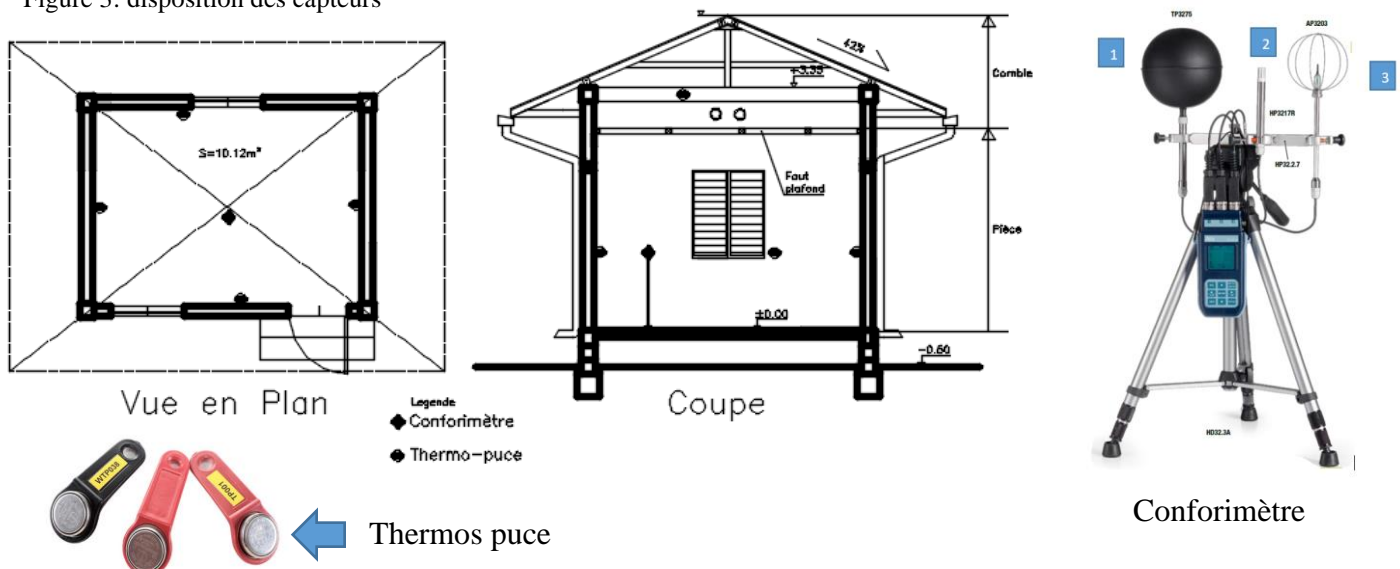


Figure 4: Représentation de la zone avec et sans comble.

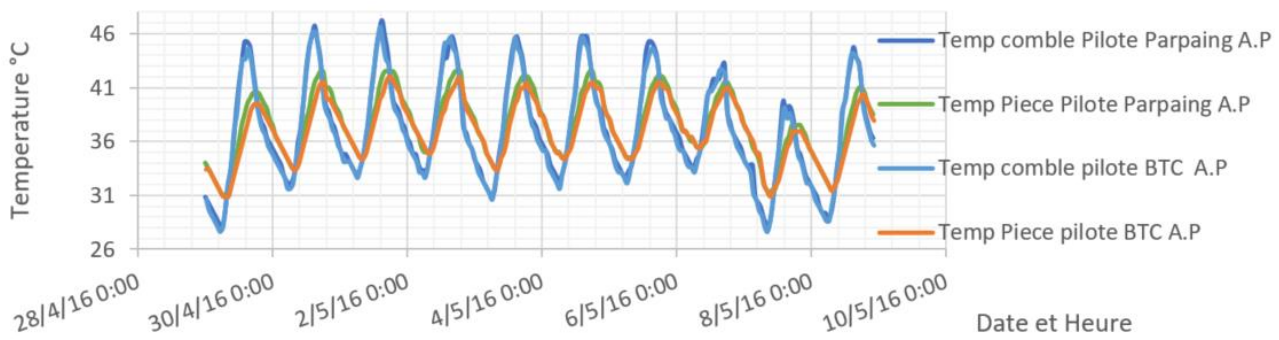
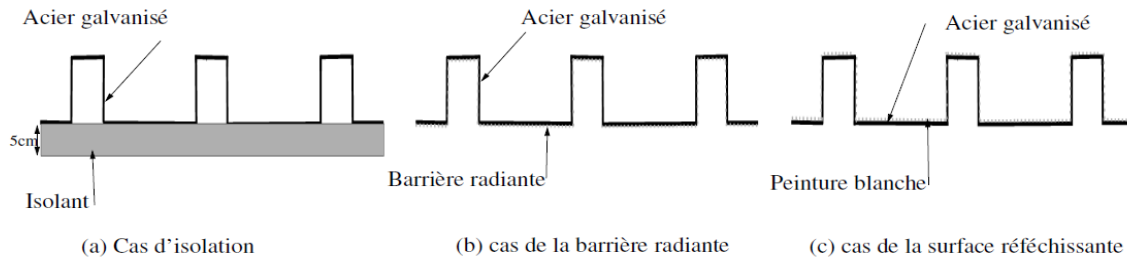


Figure 5: Solution technique de refroidissement passif du comble.



Le faux plafond permet d'isoler la chaleur du comble (zone 1) par rapport à la chambre (zone 2) voir figure 3. Pendant le jour, la zone 1 présente des températures plus élevées que la zone 2, par contre au cours de la nuit la zone 1 présente des températures moins élevées que les températures de la zone 2. Après une analyse minutieuse du comportement de la température des deux zones (Comble et Pièce), on note de manière générale une température de l'air plus basse du comble que la température de l'air de la pièce. L'instrumentation (figure 4) et la simulation des solutions techniques (figure 5) ont permis d'étudier l'influence du faux plafond sur la température moyenne de la pièce. La réversibilité du faux plafond, et l'application des isolants sur le toit réduit considérablement la chaleur interne et améliore le confort dans le bâtiment

C- Analyse de cycle de vie des matériaux

Nous avons établi des écobilans simplifiés pour deux briques de terre compressée stabilisées au ciment (8% et 12%). Ces écobilans ont été calculés selon les indicateurs suivants : demande cumulée en énergie primaire non renouvelable (CEDNRE), demande cumulée en énergie primaire totale (CED total), potentiel de réchauffement climatique (GWP 2013). Les résultats montrent qu'en utilisant un taux de ciment de 12% au lieu de 8% pour la stabilisation, représente une hausse d'impact de 20% (indicateurs de consommation d'énergie primaire) à 30% (indicateur des émissions de CO₂) pour le matériau final. Ainsi, le dosage du ciment représente un critère important pour contrôler l'impact environnemental du matériau. Cela est confirmé par l'étude des contributions aux impacts qui révèle que le ciment représente la contribution principale aux impacts des matériaux (jusqu'à plus de 80%), suivi par la préparation de la terre pour le mélange (maximum 35%). Les hypothèses pour le calcul des impacts de la préparation de la terre proviennent d'une autre étude d'ACV de brique de terre compressée (réalisée en Suisse).

Ainsi, afin d'affiner les résultats, il convient de réaliser une étude complémentaire pour vérifier la conformité des hypothèses considérées pour l'extraction de la terre et envisager leur adaptation au contexte burkinabé. Les résultats de cette étude peuvent orienter Zi Matériaux, le fabricant ayant participé à l'étude, dans une démarche de réduction d'impacts environnementaux et de valorisation de ses matériaux selon des critères environnementaux. Cette étude sert par ailleurs d'exemple de base pour de prochaines études d'ACV simplifiée que pourra réaliser l'Institut 2iE.

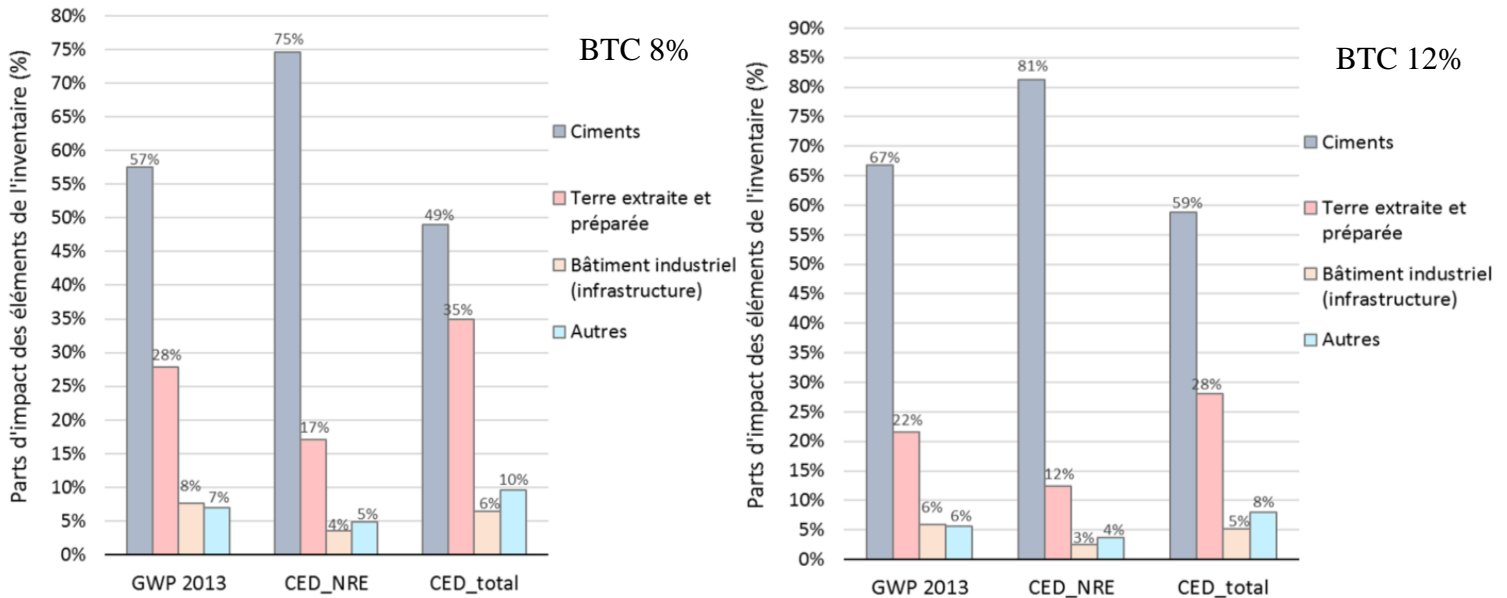


Figure 6: Contribution relative aux impacts des principaux flux pour la fabrication des Briques de terre.

Conclusion

Ce projet a permis de développer un modèle de simulation dynamique qui a été calibré. IL ressort que les paramètres optiques des matériaux, le taux d'infiltration d'air et la couverture du ciel ont une grande influence sur les résultats du modèle. Ce modèle a permis entre autres d'étudier l'influence du matériau de construction (enveloppe du bâtiment) sur les heures d'inconfort. Aussi les paramètres de la toiture ont été étudiés. Cette dernière étude a montré que la toiture doit être isolée (barrière anti- rayonnement) avec une ventilation nocturne adaptée dans l'habitation, ou enduite d'un revêtement blanc (réfléchissant), cela minimise les apports de chaleur. A la suite de la simulation numérique, l'instrumentation des pilotes a permis d'avoir des mesures pour calibrer le modèle et montrer l'importance que pourra avoir la solution alternée de faux plafond sur le confort thermique dans le bâtiment. En fin, une étude simplifiée de l'analyse de cycle de vie a montré que plus on augmente le taux de stabilisant dans les BTC plus la production du BTC impacte négativement l'environnement.