



RAPPORT

Burundi Etude d'impact environnemental du modèle de maison « Maison Adobe Type Muyinga »

Novembre 2023

Contenu

1.	Définitions	3
2.	Informations générales.....	5
3.	Contexte.....	5
4.	Outcome and Outputs	7
5.	Méthodologie.....	7
6.	Contexte information	9
6.1.	Profil de la région.....	9
6.2.	Défis environnementaux au Burundi	10
6.3.	Modèle de maison burundaise	11
7.	Critères utilisés pour analyser l'impact sur l'environnement	12
7.1.	Critère 1: <i>Matériaux consommés</i>	12
7.2.	Critère 2: <i>Émissions de carbone</i>	13
7.3.	Critères 3 : <i>Impact sur l'environnement des ressources naturelles locales</i>	14
7.4.	Critère 4: <i>Gestion des déchets</i>	15
7.5.	Approche du tableau de bord, « <i>scorecard approach</i> »	15
8.	Impact environnemental du modèle de maison	17
8.1.	Critère 1: <i>Matériaux consommés</i>	17
8.1.1.	Aperçu des matériaux utilisés et de leur impact général sur l'environnement	17
8.1.2.	Données et analyse des matériaux dans la maison.....	20
8.1.3.	Tableau de bord des <i>matériaux consommés</i>	22
8.2.	Critère 2: <i>émissions de carbone</i>	24
8.2.1.	<i>Émissions de carbone</i> du modèle de maison	24
8.2.2.	Tableau de bord des <i>émissions de carbone</i>	25
8.3.	Critère 3 : <i>Impact sur l'environnement des ressources naturelles locales</i>	27
8.3.1.	Vue d'ensemble de l' <i>impact environnemental des ressources naturelles locales</i>	27
8.3.2.	Aperçu des ressources naturelles locales utilisées dans le modèle de maison.....	29
8.3.3.	Quantité de <i>ressources naturelles locales</i> dans le modèle de maison	30
8.3.4.	Tableau de bord de l' <i>impact environnemental des ressources naturelles locales</i>	32
8.4.	Critère 4: <i>Gestion des déchets</i>	35
8.4.1.	Aperçu de la <i>gestion des déchets</i>	35
8.4.2.	Analyse des déchets générés par le modèle de maison.....	35
8.4.3.	Tableau de bord de la <i>gestion des déchets</i>	36
8.6.	Résumé des résultats.....	40
9.	Conclusion	41
10.	Recommandations.....	44
11.	Bibliographie.....	47
12.	Documents annexés.....	48

Remerciements

Cette étude a été commandée par l'Aide internationale de la Croix-Rouge luxembourgeoise et rédigée par Alicia Gimeno Blanco, consultante indépendante.

Nous tenons à remercier tout particulièrement l'équipe de l'aide internationale de la Croix-Rouge luxembourgeoise au Burundi.

Étude financée par le ministère luxembourgeois des Affaires étrangères et européennes (MAEE)

1. Définitions

L'**analyse du cycle de vie (ACV)** est une méthode d'évaluation de l'impact environnemental associé à toutes les étapes de la vie d'un produit, c'est-à-dire depuis l'extraction des matières premières, en passant par la transformation des matériaux, la fabrication, la distribution, l'utilisation, la réparation et l'entretien, jusqu'à l'élimination ou le recyclage.

Un **bilan carbone positif** signifie qu'une activité va au-delà de l'absence d'émissions de carbone et crée un avantage environnemental en éliminant du dioxyde de carbone supplémentaire de l'atmosphère¹.

Le **carbone incorporé** provient de l'énergie incorporée consommée pour extraire, raffiner, traiter, transporter et fabriquer un matériau ou un produit (y compris les bâtiments). Il est souvent mesuré du berceau à la porte (de l'usine), du berceau au site (d'utilisation) ou du berceau à la tombe (fin de vie). L'empreinte carbone intrinsèque est donc la quantité de carbone (émissions de CO₂ ou de CO₂) générée pour produire un matériau².

Le **changement climatique** est une modification à long terme des schémas météorologiques mondiaux ou régionaux. En général, le terme "changement climatique" fait spécifiquement référence à l'augmentation des températures mondiales entre le milieu du 20e siècle et aujourd'hui³.

La **compensation des émissions de carbone** est un moyen de réduire les émissions et de parvenir à la neutralité carbone en compensant les émissions produites dans un secteur par une réduction dans un autre secteur⁴.

Le **cycle de vie** désigne les étapes consécutives et interdépendantes d'un produit ou d'un service, depuis l'acquisition des matières premières ou la production à partir de ressources naturelles, jusqu'à la conception, la production, le transport/la livraison, l'utilisation, le traitement en fin de vie et l'élimination finale⁵.

Déchet tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou, plus généralement, tout bien meuble dont le détenteur se défait ou dont il a l'intention de se défaire⁶.

La **décomposition** est le processus par lequel les substances organiques mortes sont décomposées en matières organiques ou inorganiques plus simples telles que le dioxyde de carbone, l'eau, les sucres simples et les sels minéraux.⁷

Durabilité environnementale : Un état dans lequel les exigences imposées à l'environnement peuvent être satisfaites sans réduire sa capacité à permettre à toutes les personnes de bien vivre, aujourd'hui et à l'avenir. Si la durabilité environnementale est plus large que l'action climatique, la limitation des impacts climatiques et environnementaux peut à la fois contribuer à atténuer le changement climatique, par exemple en réduisant les émissions et en rendant les pratiques plus écologiques, et à renforcer la résilience des populations au changement climatique⁸.

L'**effet de serre** est un phénomène naturel qui provoque une augmentation de la température à la surface de notre planète.

¹ Fast Company

² Circular Ecology

³ National Geographic

⁴ Parlement européen

⁵ ISO

⁶ <https://assembly.coe.int>

⁷ Lynch, Michael D. J. ; Neufeld, Josh D. (2015). "Ecology and exploration of the rare biosphere"

⁸ IFRC

L'**empreinte carbone** est un terme couramment utilisé pour désigner l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre causées par un individu, un événement, une organisation, un service, un lieu ou un produit, exprimées en équivalent dioxyde de carbone (équivalent CO₂)⁹.

L'**environnement** désigne le milieu physique, chimique et biologique dans lequel les communautés vivent et développent leurs moyens de subsistance. Il fournit les ressources naturelles qui assurent la subsistance des individus et détermine la qualité de l'environnement dans lequel ils vivent¹⁰.

Équivalent CO₂ L'équivalent en dioxyde de carbone ou équivalent CO₂ (alias CO₂ eq.) est une mesure métrique utilisée pour comparer les émissions de divers gaz à effet de serre (GES) sur la base de leur potentiel de réchauffement planétaire (PRP), en convertissant les quantités d'autres gaz en quantité équivalente de dioxyde de carbone ayant le même PRP¹¹.

Gestion des déchets Ensemble d'opérations impliquant le tri, la pré-collecte, la collecte, le transport, le stockage, le recyclage et l'élimination des déchets, y compris la surveillance des sites d'élimination.

L'**indice de performance environnementale (IPE)** est une méthode de quantification et de notation numérique de la performance environnementale des politiques d'un État¹².

L'**indice de risque climatique (IRC)** indique un niveau d'exposition et de vulnérabilité aux événements extrêmes, que les pays devraient considérer comme des avertissements afin de se préparer à des événements plus fréquents et/ou plus graves à l'avenir¹³.

La **neutralité carbone** signifie que tout gaz à effet de serre (y compris, mais sans s'y limiter, le dioxyde de carbone) rejeté dans l'atmosphère est compensé par l'élimination d'une quantité équivalente de gaz à effet de serre.

L'**impact environnemental** est défini comme toute modification de l'environnement, qu'elle soit négative ou bénéfique¹⁴, causée par un projet, un processus, un (des) organisme(s) et un (des) produit(s), depuis sa conception jusqu'à sa fin de vie.

Le **réchauffement climatique** est l'augmentation anormalement rapide de la température moyenne à la surface de la Terre au cours du siècle dernier, principalement due à l'effet de serre. Le réchauffement climatique est souvent décrit comme l'exemple le plus récent de changement climatique¹⁵.

Une **personne déplacée à l'intérieur de son propre pays** est une personne qui a été forcée de quitter son domicile mais qui reste à l'intérieur des frontières de son pays¹⁶.

⁹ Carbon Trust

¹⁰ NSW Government

¹¹ Energy Manager Canada

¹² Yale Center for Environmental Law & Policy, and Center for International Earth Science Information Network at Columbia University.

¹³ Germanwatch

¹⁴ University of Calgary

¹⁵ NASA

¹⁶ UNHCR

2. Informations générales

Titre du projet/de la mission : Burundi Etude d'impact environnemental du modèle de maison « Maison Adobe Type Muyinga »

Pays : Burundi

Date du rapport : Novembre 2023

Type d'opération : Consultation à distance

Organisation requérante : Aide internationale de la Croix-Rouge luxembourgeoise



3. Contexte

L'Aide Internationale de la Croix-Rouge Luxembourgeoise (AICRL) travaille depuis plusieurs années dans le domaine des abris d'urgence et de l'habitat durable en Afrique. Elle s'appuie sur son Unité de Recherche sur les Abris (AICRL-SRU) pour développer des modèles de solutions architecturales humanitaires adaptées aux conditions climatiques et aux contextes culturels de chaque région. De nombreuses missions de recherche ont permis de développer des modèles d'abris qui tiennent compte des spécificités locales et de la disponibilité des matériaux. L'AICRL collabore étroitement et en partenariat avec les différentes sociétés nationales de chaque pays.

Depuis 2021, la Croix-Rouge luxembourgeoise a mené plusieurs études pour évaluer l'impact environnemental des constructions d'urgence dans les différents pays où elle collabore. A ce jour, ces études ont été réalisées pour leur modèle d'abris au Niger, au Burkina Faso, au Tchad et au Mali¹⁷. La même méthodologie que celle utilisée dans les études précédentes sera appliquée pour réaliser cette étude. En outre, les modèles de logement en RDC et à Madagascar seront également inclus dans cette recherche en cours.

Depuis 2009, l'AICRL travaille au Burundi, en partenariat avec la Croix-Rouge burundaise (CRB). Ils se sont particulièrement engagés à construire des maisons durables à Muyinga pour les réfugiés de retour de Tanzanie et du Rwanda. Ce projet, qui a permis d'accumuler des connaissances techniques considérables grâce à diverses missions de recherche et de formation, a abouti à la création de la « Maison Adobe Type Muyinga ». Développée avec la branche Muyinga du CRB depuis 2017. Au total, 965 maisons ont été construites à Gietrang et Gashoho. Chaque maison de 44,8m² est construite avec des briques d'adobe de fabrication familiale et du mortier de terre, dotée d'un toit métallique à deux pentes soutenu par du bois d'eucalyptus, le tout posé sur une fondation de briques d'adobe, de ciment, de sable et de pierres.

L'expérience sur le terrain et le retour d'information ont permis à l'AICRL d'affiner ses modèles de logement. Cependant, une analyse détaillée de l'impact environnemental de ces modèles est toujours en cours. Cette analyse est cruciale pour identifier le modèle le mieux adapté à chaque contexte local, en s'alignant sur les efforts mondiaux visant à améliorer la durabilité environnementale de l'aide humanitaire.

Le réchauffement de la planète a accéléré les changements climatiques au cours du siècle dernier, entraînant une augmentation des catastrophes naturelles telles que les inondations, les sécheresses, la désertification et les incendies. Ces événements liés au changement climatique contribuent à l'insécurité alimentaire, aux pertes économiques, aux déplacements de population et aux conflits. Entre 2000 et 2019, plus de 475 000 personnes ont perdu la vie dans le monde à cause de phénomènes météorologiques extrêmes, ce qui souligne l'urgence du changement climatique¹⁸. Au cours de la dernière décennie, les événements liés aux conditions météorologiques ont entraîné une moyenne annuelle de 21,5 millions de nouveaux déplacements, soit plus du double du nombre de

¹⁷ Chaque rapport par pays et un rapport de compilation pour la région du Sahel sont disponibles en anglais et en français sur le site web du Global Shelter Cluster, sous Environment Community of Practice - Documents | Shelter Cluster

¹⁸ Global Climate Risk Index 2021

déplacements causés par les conflits et les incidents violents¹⁹. L'indice de risque climatique 2021²⁰ indique qu'aucun continent ou région ne peut ignorer les signes croissants du changement climatique. Les pays pauvres sont les plus durement touchés car ils sont vulnérables, ont des capacités d'adaptation plus faibles et ont besoin de plus de temps pour se rétablir²¹.

Bien que l'Afrique ne contribue qu'à 4 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre, elle est fortement touchée par le changement climatique, qui a un impact sur les vies, les moyens de subsistance et les économies de tout le continent. Le Burundi, bien qu'il contribue à moins de 0,02 % des émissions mondiales²², est très vulnérable au changement climatique, se classant 169^{ème} sur 185 pays dans l'indice Notre Dame Global Adaptation (ND-GAIN) en 2021²³.

Le Burundi, classé parmi les pays les moins avancés²⁴ et l'une des nations les plus densément peuplées d'Afrique, est confronté à d'importants défis. Il s'agit notamment de l'extrême pauvreté (qui touche environ 75 % de ses 11,6 millions d'habitants) et de la dépendance à l'égard de l'agriculture de subsistance (86 % de la population). L'économie du pays dépend fortement des ressources naturelles et des secteurs sensibles aux influences climatiques²⁵. Moins de 20 % de la population réside dans des zones urbaines, la majorité vivant dans des structures rurales traditionnelles. L'habitat est essentiellement dispersé, isolé sur les collines appelées « *collines* », dont chacune constitue une unité sociale et administrative traditionnelle.

Alors que le Burundi a connu des déplacements historiques dus aux conflits, les risques liés au climat, tels que les pluies torrentielles, les inondations et les glissements de terrain, sont désormais les principales raisons des déplacements internes²⁶, affectant les groupes vulnérables tels que les enfants, les femmes, les personnes âgées, les personnes déplacées à l'intérieur du pays (PDI), les réfugiés et les personnes handicapées. Selon l'Organisation internationale pour les migrations (OIM), en mai 2023, 89 % des personnes déplacées à l'intérieur de leur propre pays avaient fui à cause de catastrophes²⁷.

Les institutions burundaises ont du mal à gérer les nouveaux risques environnementaux et climatiques en raison des niveaux élevés de pauvreté et de la dépendance à l'égard de l'agriculture, ce qui rend le pays extrêmement vulnérable. Le changement climatique exacerbe les problèmes existants par l'augmentation des précipitations et des variations de température, la fréquence des inondations, des glissements de terrain et de l'érosion des sols devrait augmenter, ce qui entraînera des conséquences néfastes sur la vie des habitants et aggravera la pauvreté dans le pays²⁸.

Les agences humanitaires qui adoptent des pratiques environnementales responsables peuvent contribuer à protéger les écosystèmes locaux, à renforcer la résilience des communautés face aux catastrophes naturelles et à réduire la vulnérabilité tout en minimisant les contributions au changement climatique. Historiquement, certaines réponses humanitaires ont négligé les impacts environnementaux, ce qui a conduit à des problèmes tels que l'importation excessive d'articles de secours, la surexploitation des ressources locales et la production d'un nombre

19 *Displaced on the frontlines of the climate emergency (arcgis.com)*

20 *Global Climate Risk Index 2021, l'indice de risque climatique (IRC) est un outil utilisé pour évaluer et classer les pays ou les régions en fonction de leur vulnérabilité aux impacts du changement climatique. Indice mondial des risques climatiques 2021_1.pdf*

21 *Global Climate Risk Index 2021*

22 *Burundi | Climate Promise (undp.org)*

23 *ND-GAIN, ou Notre Dame Global Adaptation Initiative, est un projet de recherche et un indice développé par la Global Adaptation Initiative de l'Université de Notre Dame. Il est conçu pour évaluer et classer la vulnérabilité des pays au changement climatique ainsi que leur préparation et leur capacité à s'adapter à ses impacts. ND-GAIN fournit des données et des informations précieuses pour aider les décideurs politiques, les entreprises et les organisations à comprendre les risques climatiques auxquels sont confrontés les différents pays et à prendre des décisions éclairées sur les stratégies d'adaptation et les investissements. L'indice prend en compte différents facteurs, notamment des indicateurs environnementaux, sociaux et économiques, pour évaluer l'état de préparation et la vulnérabilité d'un pays face au climat. ND-GAIN vise à promouvoir la résilience climatique et les efforts d'adaptation dans le monde entier en fournissant une évaluation complète de l'état de préparation de chaque pays. Classements // Notre Dame Global Adaptation Initiative // Université de Notre Dame (nd.edu)*

24 *Human Development Index | Human Development Reports (undp.org)*

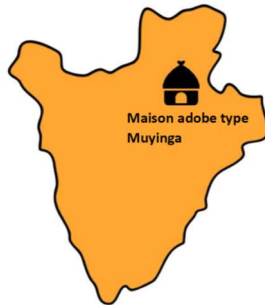
25 *Tackling Climate Change, Land Degradation and Fragility: Diagnosing Drivers of Climate and Environmental Fragility in Burundi's Colline Landscapes: Towards a Multi-Sector Investment Plan to Scale up Climate Resilience World Bank Advisory Services and Analytics (ASA) Final Report World Bank Document*

26 *Tackling Climate Change, Land Degradation and Fragility: Diagnosing Drivers of Climate and Environmental Fragility in Burundi's Colline Landscapes: Towards a Multi-Sector Investment Plan to Scale up Climate Resilience World Bank Advisory Services and Analytics (ASA) Final Report World Bank Document*

27 *IOM Burundi Internal Displacement Dashboard - May 2023*

28 *World Bank scales up climate change investments in Burundi | World Economic Forum (weforum.org)*

important de déchets non gérés. Pour éviter toute dégradation supplémentaire des ressources naturelles essentielles dont dépendent les communautés, les agences humanitaires doivent travailler activement à l'atténuation du changement climatique et adhérer à une approche « ne pas nuire » en matière d'environnement. Cette étude de l'impact environnemental du modèle de maison burundaise est une contribution au nombre croissant de travaux sur l'impact environnemental de l'aide humanitaire.



Carte montrant l'emplacement de la « Maison adobe type Muyinga » construite au Burundi, par l'AICRL en partenariat avec Croix-Rouge Burundi

4. Outcome and Outputs

Outcome

Avec le soutien de la SRU, l'AICRL cherche à améliorer la qualité de la réponse en matière d'abris au Burundi et à minimiser l'impact environnemental de ses opérations.

Outputs

- Etude de l'impact environnemental du modèle de maison « Maison Adobe Type Muyinga » au Burundi.
- Recommandations pour réduire l'impact environnemental des interventions de l'AICRL dans le domaine des abris.

Mise en garde sur la portée de cette étude

La portée de cette étude est limitée à l'impact environnemental du modèle de maison. Elle n'inclut pas les aspects liés à la préparation et à l'entretien des sites où les abris ont été construits, ni les facteurs liés au coût, à la fonctionnalité et à la satisfaction des populations ciblées, etc.

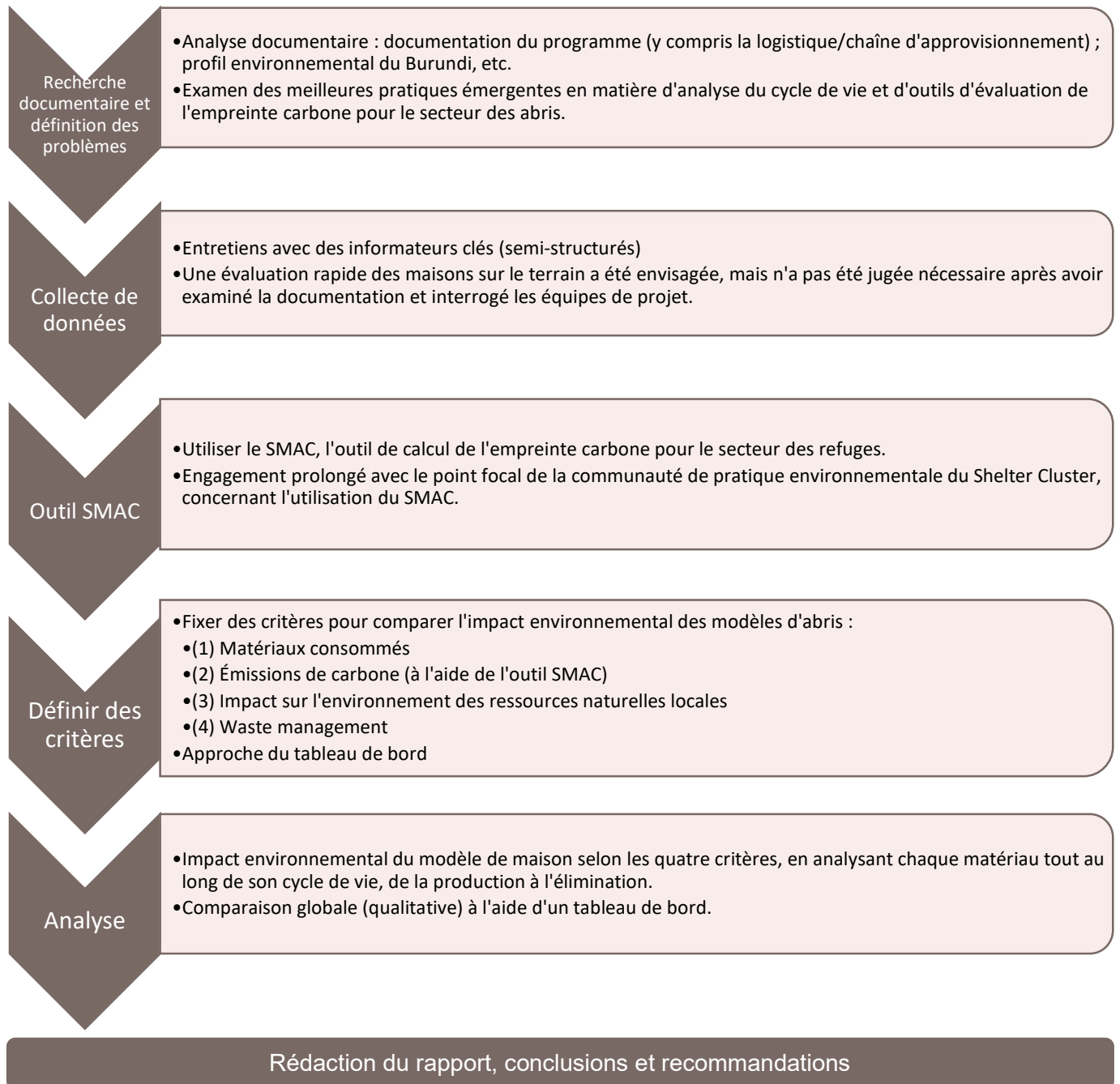
5. Méthodologie

Ces études ont été menées à distance, avec l'appui du personnel de terrain de l'AICRL, des experts environnementaux du secteur de l'hébergement. Une association locale, une organisation, etc. spécialisée dans le recyclage écologique et la récupération des déchets dans la région et une organisation environnementale spécialisée dans la protection des forêts et des écosystèmes au Burundi²⁹, ont été contactées pour cette étude, mais sans succès.

La méthodologie adoptée est résumée dans le graphique ci-dessous. Elle suit la même approche que les études précédentes menées pour les modèles d'abris du Sahel au Niger, au Burkina Faso, au Tchad et au Mali. En outre, cette recherche s'étendra aux modèles de logement en RDC et à Madagascar, qui font chacun l'objet d'un rapport national distinct³⁰.

²⁹ La liste des personnes et organisations contactées figure à l'annexe 1.


³⁰ Chaque rapport par pays et un rapport de compilation pour la région du Sahel sont disponibles en anglais et en français sur le site web du Global Shelter Cluster, sous. Communauté de pratique sur l'environnement - Documents | Shelter Cluster




6. Contexte information

6.1. Profil de la région


BURUNDI






Localisation

Pays enclavé d'Afrique de l'Est. Situé dans la région des Grands Lacs, il est entouré par le Rwanda au nord, la Tanzanie à l'est, la République démocratique du Congo à l'ouest, et bordé par le lac Tanganyika au sud-ouest³¹.




Population

La population du Burundi est estimée à 12,5 millions d'habitant³². C'est l'un des pays les plus densément peuplés du monde. Il connaît actuellement un taux de croissance de 2,87 % par an³³.




Situation économique et sociale

L'indice de développement humain du Burundi³⁴ (IDH) était de 0,426 en 2021, ce qui classe le pays comme ayant un faible niveau de développement humain. Il est classé 187^{ème} sur 191 pays³⁵.



Aperçu de la crise

Si la situation humanitaire au Burundi reste préoccupante, elle s'est légèrement améliorée au cours de l'année écoulée. Le nombre de personnes dans le besoin a diminué de 21 %, passant de 2,3 millions en 2021 à 1,8 million en 2022. Cependant, divers facteurs tels que les catastrophes naturelles, l'inflation et les impacts socio-économiques de la pandémie de COVID-19 continuent de rendre la population vulnérable. En outre, une grande partie des personnes déplacées et des citoyens qui rentrent chez eux n'ont pas accès aux services essentiels et ne reçoivent qu'une assistance limitée, ce qui les rend plus vulnérables à l'exploitation et à la violence sexiste. L'absence de solutions durables entrave également les efforts visant à prévenir les déplacements futurs. Depuis son accession à l'indépendance en 1962, le Burundi a connu des périodes d'instabilité et de conflit³⁶.



Climat

Le climat du Burundi est de type équatorial et se caractérise par des températures moyennes annuelles élevées, de faibles amplitudes thermiques et des précipitations tout au long de l'année. L'altitude généralement élevée du pays produit des températures relativement fraîches, qui ne sont en moyenne que d'environ 21°C tout au long de l'année dans la zone du plateau central et descendent généralement en dessous de 15°C la nuit. À plus basse altitude, la moyenne annuelle n'est que légèrement plus élevée. Les précipitations annuelles, qui atteignent en moyenne 1 500 à 1 800 mm dans les zones les plus élevées, ne sont que d'environ 1 000 mm sur les rives du lac Tanganyika. La saison sèche est courte, de mai à août³⁷.

³¹ Banque mondiale

³² Population, total - Burundi | Data (worldbank.org)

³³ Burundi Population 2023 (Live) (worldpopulationreview.com)

³⁴ L'indice de développement humain (IDH) est une mesure composite utilisée pour évaluer le développement humain global d'un pays, en tenant compte de facteurs tels que l'espérance de vie, l'éducation et le revenu par habitant. Il est calculé et publié par le Programme des Nations unies pour le développement (PNUD).

³⁵ Specific country data | Human Development Reports (undp.org)

³⁶ Commission européenne. Burundi (europa.eu)

³⁷ Burundi | History, Geography, & Culture | Britannica

6.2. Défis environnementaux au Burundi

Défis environnementaux



Changement climatique

Le Burundi est confronté à de graves conséquences du changement climatique, notamment la hausse des températures, la modification du régime des précipitations et la fréquence des phénomènes météorologiques extrêmes. Ces effets entraînent des déplacements de population et aggravent l'insécurité alimentaire en raison de la forte densité de population.



Augmentation de la température

Entre 1979 et 2018, la température moyenne du Burundi a augmenté de 0,31°C par décennie. Les journées chaudes sont devenues plus intenses et les nuits froides se sont atténuées. Les projections climatiques futures suggèrent que le Burundi pourrait être plus chaud de 0,5 à 1,0°C, en moyenne, entre 2040 et 2060³⁸. Cela correspond aux tendances globales du changement climatique.



Inondations

Le Burundi a des précipitations naturellement variables, mais les précipitations extrêmes semblent se produire plus fréquemment selon des recherches récentes. Les risques importants d'inondation, attribués aux précipitations intenses et au débordement des lacs et des rivières, entraînent des conséquences profondes pour les individus, les infrastructures et l'érosion des terres³⁹.



Dégradation et érosion des sols

Le Burundi subit une perte annuelle de sol de près de 38 millions de tonnes. Entre 2017 et 2020, plus de 33 000 hectares de terres, soit environ 1,2 % de la superficie totale du pays, ont subi une dégradation sévère, dont 10 800 hectares de terres productives (1 % de la superficie totale). L'érosion des sols s'aggrave et, si les tendances actuelles se poursuivent, la perte de sédiments pourrait augmenter de 69 % d'ici à 2030 et potentiellement doubler d'ici à 2050 par rapport aux niveaux de 2020⁴⁰.



La déforestation

Le Burundi a connu une déforestation importante pendant les années de conflit, et la transformation continue des terres à des fins agricoles, la demande de bois de chauffage et la pression démographique ont fait que moins de 10 % des terres du pays sont couvertes de forêts⁴¹.



Déchets solides

Le Burundi est confronté à des problèmes de gestion des déchets solides en raison de services de collecte limités, d'installations d'élimination inadéquates et d'un manque de programmes de recyclage. Cela entraîne des déchets sauvages, une pollution de l'environnement et des risques pour la santé.



Approvisionnement en eau

La pollution des sources d'eau douce est une préoccupation majeure. Elle résulte du ruissellement agricole, d'installations sanitaires inadéquates et d'activités industrielles. Cette pollution a des effets néfastes sur les écosystèmes aquatiques et la santé publique.

³⁸ Tackling Climate Change, Land Degradation and Fragility: Diagnosing Drivers of Climate and Environmental Fragility in Burundi's Colline Landscapes: Towards a Multi-Sector Investment Plan to Scale up Climate Resilience World Bank Advisory Services and Analytics (ASA) Final Report World Bank Document

³⁹ Tackling Climate Change, Land Degradation and Fragility: Diagnosing Drivers of Climate and Environmental Fragility in Burundi's Colline Landscapes: Towards a Multi-Sector Investment Plan to Scale up Climate Resilience World Bank Advisory Services and Analytics (ASA) Final Report World Bank Document

⁴⁰ Tackling Climate Change, Land Degradation and Fragility: Diagnosing Drivers of Climate and Environmental Fragility in Burundi's Colline Landscapes: Towards a Multi-Sector Investment Plan to Scale up Climate Resilience World Bank Advisory Services and Analytics (ASA) Final Report World Bank Document

⁴¹ Tackling Climate Change, Land Degradation and Fragility: Diagnosing Drivers of Climate and Environmental Fragility in Burundi's Colline Landscapes: Towards a Multi-Sector Investment Plan to Scale up Climate Resilience World Bank Advisory Services and Analytics (ASA) Final Report World Bank Document



Pollution de l'air

Conformément aux lignes directrices de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), la qualité de l'air au Burundi est considérée comme dangereuse. Les données les plus récentes indiquent que la concentration moyenne annuelle de PM_{2,5} dans le pays dépasse le maximum recommandé de 10 µg/m³⁴². Les facteurs qui contribuent à la mauvaise qualité de l'air au Burundi sont notamment l'utilisation de la biomasse (bois, récoltes, paille) comme source d'énergie dans les ménages, la pollution industrielle et l'incinération des déchets ménagers et agricoles.

6.3. Modèle de maison burundaise

Pour plus de détails techniques sur le modèle de maison, voir l'annexe 2.

MAISON ADOBE TYPE MUYINGA



La « Maison Adobe Type Muyinga » est conçue comme une solution de logement durable, avec l'aide de la branche Muyinga de la Croix-Rouge burundaise. Construite depuis 2017 dans la région de Muyinga.

Ce modèle a une surface totale de 44,8 m² et est construit en briques d'adobe fabriquées par les familles. Le mortier est fabriqué à partir de terre. Le toit à deux pentes est recouvert d'une couverture métallique et sa structure est en bois d'eucalyptus. Les fondations sont composées de briques d'adobe et d'un soubassement fait de ciment, de sable et de pierres.

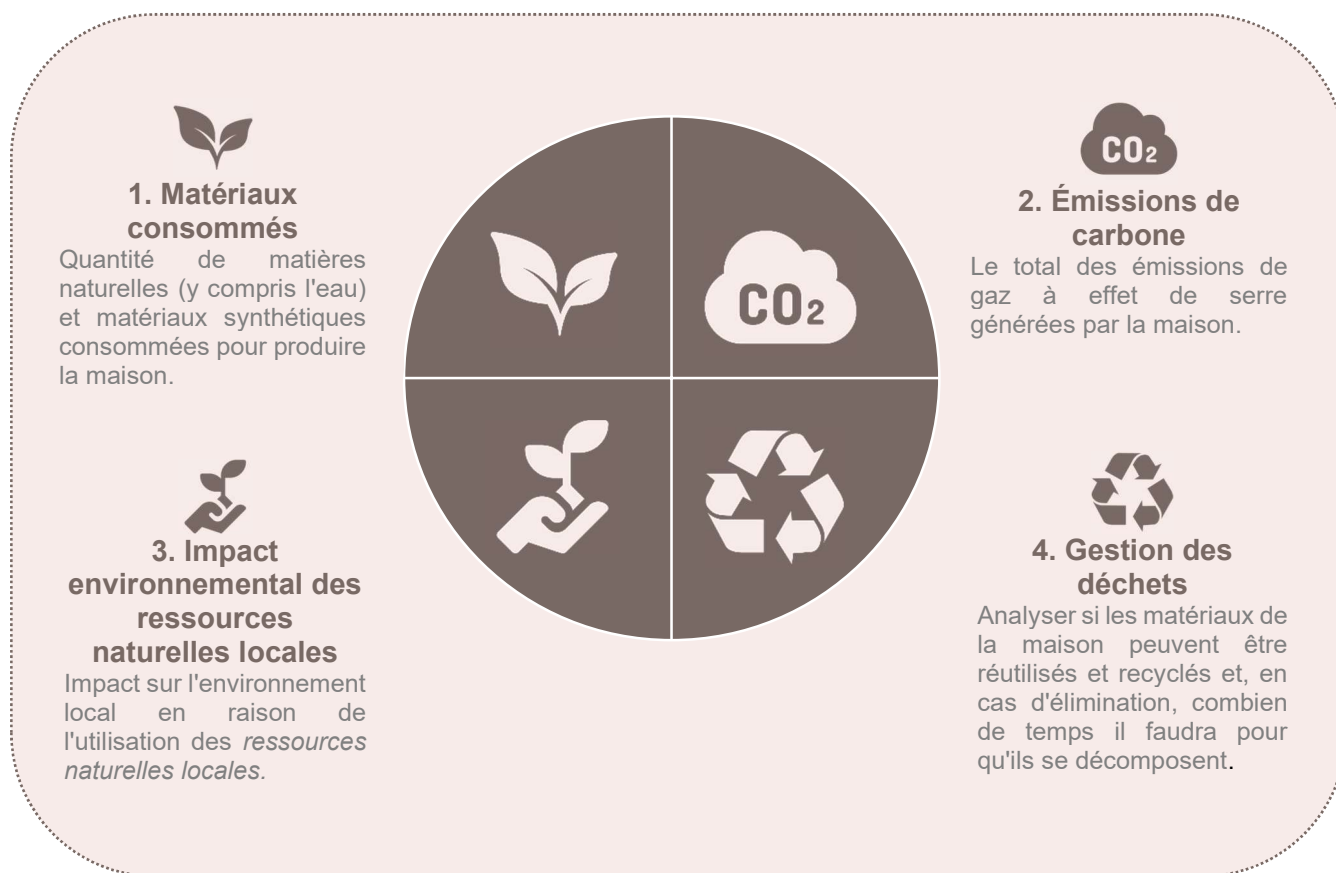
⁴² Base de données de l'OMS sur la qualité de l'air ambiant, mise à jour 2022 : rapport de situation

7. Critères utilisés pour analyser l'impact sur l'environnement

Pour réaliser une étude comparative de l'impact environnemental du modèle de maison, chaque matériau doit être analysé sur l'ensemble de son cycle de vie, de la production à la fin de vie et à l'élimination. Les critères suivants ont été retenus pour structurer cette analyse :

1. *Matériaux consommés*
2. *Émissions de carbone*
3. *Ressources naturelles locales impact sur l'environnement*
4. *Gestion des déchets*

Chacun d'entre eux est expliqué en détail ci-dessous.



7.1. Critère 1: Matériaux consommés

La consommation de matériaux est calculée en prenant en considération les matières premières et les ressources nécessaires à la construction d'une maison. Elle ne tient pas compte des matériaux/ressources utilisés pour la préparation et l'entretien des sites où les maisons ont été construites. Cela inclut deux groupes principaux de matériaux :

- Matières naturelles utilisées (en kilogrammes ou en litres) : tout produit ou matière physique d'origine naturelle (eau, bois, etc.).
- Matériaux synthétiques (en kilogrammes) : tout produit ou matière physique qui subit une transformation rigoureuse (acier, plastique, etc.).

La consommation d'eau est calculée pour tous les matériaux utilisés pour construire une maison. Pour calculer la consommation d'eau en litres, l'outil de référence du HCR pour les abris et la durabilité⁴³ a été utilisé.

Toutes les autres matières premières entrant dans la production des matériaux synthétiques ne sont pas prises en compte, en raison de la complexité de cette analyse et du fait que les données ne sont pas facilement disponibles.

7.2. Critère 2: Émissions de carbone

Les émissions de gaz à effet de serre (GES), communément appelées émissions de carbone (elles sont mesurées en équivalent CO₂) dans l'atmosphère réchauffent la planète et sont le principal moteur du changement climatique mondial. Les activités humaines ont augmenté la teneur en dioxyde de carbone de l'atmosphère de 50 pour cent en moins de 200 ans⁴⁴. Il est largement reconnu que pour éviter les pires conséquences du changement climatique, le monde doit réduire ses émissions de toute urgence.

Il est donc important d'évaluer l'empreinte carbone⁴⁵ générée par les maisons et d'identifier des solutions pour réduire ces émissions. Pour ce faire, il est nécessaire d'effectuer une analyse du cycle de vie (ACV)⁴⁶.

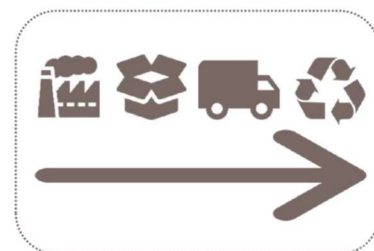
Outil de calcul du carbone - Outil SMAC

L'outil de calcul du carbone utilisé dans l'étude est le SMAC⁴⁷ (*Shelter Methodology for the Assessment of Carbon*). Il calcule l'équivalent CO₂ pour la plupart des modèles d'abris et permet de comparer les différentes solutions d'abris humanitaires en termes d'impact environnemental sur l'ensemble de leur cycle de vie.

L'utilisation de l'équivalent CO₂ ne couvre pas la totalité de la question complexe de l'impact environnemental, car il peut y avoir d'autres impacts plus locaux liés aux pratiques en matière d'abris et d'installations humanitaires, mais elle fournit une mesure utile qui peut éclairer la prise de décision.

Le SMAC permet de comparer jusqu'à quatre types d'abris différents, en termes d'émissions d'équivalent CO₂ incorporées, à partir des facteurs suivants, ou "étapes du cycle de vie" :

1. "Production des matériaux constitutifs"
2. "Emballage"
3. "Transport"
4. "Fin de vie"⁴⁸



⁴³ UNHCR-TSS (epfl.ch)

⁴⁴ NASA

⁴⁵ L'empreinte carbone est le total des émissions de gaz à effet de serre causées par un individu, un événement, une organisation, un service, un lieu ou un produit, exprimé en équivalent dioxyde de carbone (équivalent CO₂).

⁴⁶ L'ACV est une méthodologie couramment adoptée pour quantifier les émissions de carbone et peut être utilisée pour comparer les différentes options en matière d'abris. Cette évaluation "du berceau à la tombe" évalue les émissions de carbone, exprimées en équivalent dioxyde de carbone (équivalent CO₂), de l'abri depuis l'extraction des matières premières jusqu'à la fin de sa vie. Il s'agit d'un bon point de départ pour une approche quantitative de la mesure de l'empreinte environnementale des différentes options d'abris.

⁴⁷ SMAC Il s'agit d'une méthodologie ACV simplifiée, développée par BRE Trust, le Global Shelter Cluster Environment Community of Practice et le WWF, basée sur les composants des options d'abris qui utilisent les émissions d'équivalent CO₂ comme mesure d'évaluation. Des informations sur la méthode SMAC sont disponibles à l'adresse suivante : <https://www.sheltercluster.org/community-of-practice/environment>

Cette étude est l'une des deuxièmes à utiliser l'outil SMAC, et les commentaires ont été partagés avec les développeurs afin de l'améliorer.

⁴⁸ Le SMAC utilise des hypothèses sur le niveau de recyclage et les émissions de CO₂ en fin de vie, c'est-à-dire lorsque le matériau a atteint la fin de sa durée de vie utile, en se basant sur les pratiques de construction standard pour chaque matériau. Cependant, la part réelle de chaque matériau recyclé en fin de vie peut être surestimée dans le calcul de l'équivalent CO₂, selon les développeurs du SMAC. Cela signifie que les émissions de carbone calculées à partir de la "fin de vie" sont probablement sous-estimées.

Données nécessaires à l'utilisation du SMAC

Afin d'utiliser l'outil et de calculer un chiffre équivalent CO₂ pour les options de logement, les données suivantes ont été compilées :

- Une liste des composants et des matériaux de la maison
- La quantité de chaque matériau utilisé (en kg) pour chaque maison⁴⁹
- Le type d'emballage utilisé pour les matériaux⁵⁰ et la quantité de chaque matériau d'emballage utilisé (en kg) pour chaque maison.
- Les distances et les modes de transport entre le point d'origine des matériaux et le point d'utilisation et d'élimination (l'outil SMAC fournit d'autres indications à ce sujet si les distances exactes ne sont pas connues)⁵¹.

Pour ces modèles, les données sur les emballages n'étaient pas disponibles, et cette source d'émissions a donc été exclue de l'étude.

Limites de l'outil de calcul du carbone du SMAC

L'une des limites du SMAC concerne les types de matériaux inclus dans la base de données⁵² utilisée par l'outil. Il n'a pas été possible de trouver des déclarations environnementales de produits (EPD) pour tous les matériaux d'abris possibles utilisés dans les opérations humanitaires. Par conséquent, l'utilisateur doit choisir un matériau similaire lorsque le matériau précis ne figure pas dans les listes déroulantes du SMAC. De même, le SMAC émet des hypothèses concernant la "fin de vie" (options de recyclage et niveau de CO₂ rejeté lors de l'élimination), pour lesquelles les meilleures données publiques disponibles ont été utilisées. Toutefois, les concepteurs du SMAC considèrent que ces deux limitations sont acceptables et conformes à ce qu'ils appellent une "approche suffisante" "good enough approach".

7.3. Critères 3 : Impact sur l'environnement des ressources naturelles locales

Au-delà des *émissions de carbone* mesurées par l'équivalent CO₂, qui n'est qu'une mesure de l'impact environnemental, cette section examine les impacts sur l'environnement local dus à l'utilisation des *ressources naturelles locales*. Il est important d'analyser si la production, l'extraction ou la récolte des ressources naturelles peuvent causer des dommages à l'environnement.

Par exemple, si l'analyse des *émissions de carbone* peut indiquer que l'importation de bois génère plus d'émissions que l'achat de bois disponible localement, cet achat local pourrait entraîner un abattage excessif d'arbres et une dégradation de l'environnement. Autre exemple, l'utilisation de terre locale pour fabriquer des briques d'adobe pour une seule maison peut ne pas poser de problème environnemental. Cependant, la production de 300 000 briques pour la construction de 150 maisons pourrait exercer une pression importante sur l'écosystème local et causer des problèmes majeurs dans la région.

Les facteurs suivants sont pris en compte : La déforestation et l'élimination de la végétation, l'érosion des sols et la dégradation de la qualité de l'eau.

49 Se référer à l'annexe 3 pour trouver les informations concernant le matériau de la maison et la quantité en kilogrammes.

50 Se référer à l'annexe 3 pour trouver les informations concernant le matériau d'emballage de la maison et la quantité en kilogrammes. Étant donné que pour certains modèles, ces données sur les emballages n'étaient pas disponibles, elles ont également été exclues de cette étude, afin d'assurer la cohérence et de comparer les résultats.

51 Les distances moyennes de transport ont été estimées et figurent à l'annexe 4.

52 Les données de l'outil proviennent de l'inventaire du carbone et de l'énergie (base de données ICE), ainsi que de diverses déclarations environnementales de produits (EPD), comme celles que l'on trouve dans Eco Platform et Greenbooklive). La base de données ICE est une collation d'agrégats et de DEP. Lorsque les données n'existaient pas dans la CIE et qu'une DEP était disponible, c'est ce point de données qui a été utilisé. Lorsque plusieurs EPD étaient disponibles, une moyenne a été utilisée. Toutes les sources de données ont été référencées dans l'outil. Les données relatives à l'emballage, à la fin de vie et au contenu recyclé proviennent de BRE.

Une organisation environnementale spécialisée dans la protection des forêts et des écosystèmes au Burundi a été contactée pour cette étude, mais sans succès.⁵³ L'analyse de la littérature⁵⁴ et le retour d'information de l'équipe de projet ont constitué la base de cette analyse.

7.4. Critère 4: Gestion des déchets

L'un des défis de l'action humanitaire est que la réflexion globale sur la gestion des déchets n'est pas courante dans la réalité largement axée sur la logistique de l'aide humanitaire, souvent qualifiée de « tout charger et décharger ». Tout au long du cycle du projet, toute organisation qui importe, produit, transporte ou génère des déchets d'une manière ou d'une autre doit penser aux implications de la *gestion des déchets*. L'objectif ultime doit être de générer le moins de déchets possible et d'extraire le maximum de bénéfices des produits, en les conservant le plus longtemps possible.

Cette section étudie si le cycle de vie des matériaux de la maison peut être prolongé par la réutilisation et le recyclage et, en cas d'élimination, combien de temps il faudra pour qu'ils se décomposent.

Hiérarchie des déchets

Réduire, réutiliser, recycler : Communément appelés les « 3 R » de la hiérarchie des déchets. Réduire signifie minimiser la quantité de déchets produits. Réutiliser signifie utiliser des articles plus d'une fois. Recycler signifie donner un nouvel usage à un produit au lieu de le jeter. La hiérarchie des déchets est généralement caractérisée comme suit : Réduire/Prévenir ; Réutiliser ; Recycler ; Récupérer ; Éliminer⁵⁵. Les différentes options (par ordre de préférence) sont présentées dans l'illustration.

Les niveaux indiquent l'ordre progressif des mesures à prendre pour réduire les déchets. Il convient de consacrer davantage d'efforts aux couches les plus importantes situées en haut du tableau, telles que la reconception, la réduction et la réutilisation. Et minimiser les activités du bas, comme la gestion résiduelle ou la mise en décharge.



Les efforts pour contacter des entreprises privées locales spécialisées dans le recyclage écologique et la récupération des déchets dans le pays⁵⁶, n'ont pas été couronnés de succès. L'analyse de la littérature⁵⁷, les commentaires des équipes de projet et des experts environnementaux du secteur de l'hébergement⁵⁸ ont été pris en compte pour cette analyse.

7.5. Approche du tableau de bord, « scorecard approach »

Une simple « approche du tableau de bord » est utilisée pour comparer le modèle de maison en fonction des quatre critères.

La nature équilibrée d'un tableau de bord signifie qu'aucune considération environnementale n'a la priorité sur les autres considérations jugées importantes. Cela permet de reconnaître que *les émissions de carbone*, bien qu'essentielles, ne sont pas le seul facteur environnemental. Bien qu'un tel tableau de bord environnemental humanitaire ne soit pas une évaluation de l'impact environnemental, il s'agit au moins d'un processus transparent qui va au-delà de la prise en compte d'une seule considération environnementale pour prendre des décisions sur la manière de fournir une aide humanitaire.

⁵³ La liste des personnes contactées figure à l'annexe 1.

⁵⁴ Se référer à la biographie

⁵⁵ Commission européenne, 2014

⁵⁶ La liste des personnes contactées figure à l'annexe 1.

⁵⁷ Se référer à la biographie

⁵⁸ La liste des personnes contactées figure à l'annexe 1.

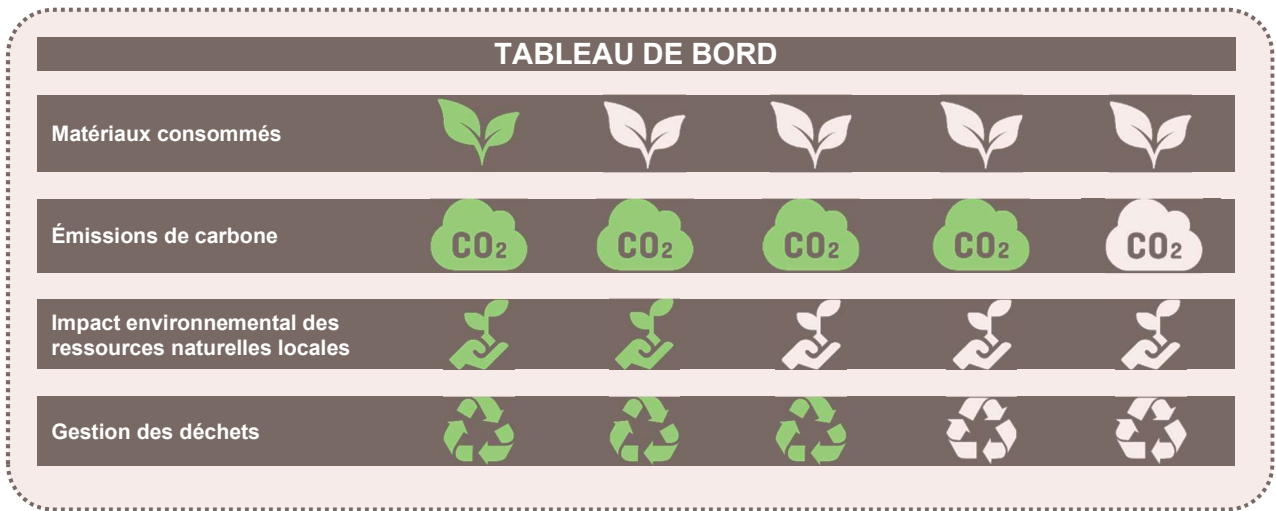
À la base, un tableau de bord équilibré identifie les considérations environnementales des actions proposées (par exemple, un ensemble de mesures d'aide au logement), évalue les impacts environnementaux possibles de l'action proposée et combine ensuite ces évaluations en un score unique.

Un tableau de bord simple reconnaît également qu'il est difficile d'appliquer une quelconque pondération numérique aux quatre critères afin d'obtenir un score calculé par logement. Cela nécessiterait trop d'hypothèses sur le poids relatif de chaque critère. Au lieu de cela, une conclusion qualitative peut être tirée sur la base du tableau de bord.

Tout en reconnaissant les limites méthodologiques de cette approche, il s'agit de la seule option possible dans le cadre et le temps limités alloués à cette étude. Un tableau de bord met en évidence de manière simple les principaux problèmes environnementaux de chaque maison, ce qui permet d'identifier les solutions d'atténuation qui pourraient contribuer à améliorer l'impact environnemental global du modèle de maison.

Le modèle de maison est noté de 1 à 5 pour chacun des critères, afin de permettre une comparaison.

Un exemple du tableau de bord (à noter qu'une note plus élevée est meilleure, ce qui signifie un impact environnemental plus faible) :



1 mauvais, 2 moyen, 3 bon, 4 très bon, 5 excellent

8. Impact environnemental du modèle de maison

8.1. Critère 1: Matériaux consommés

8.1.1. Aperçu des matériaux utilisés et de leur impact général sur l'environnement

MATIÈRES NATURELLES



L'eucalyptus

est un arbre à feuilles persistantes originaire d'Australie. Il est largement planté dans différentes parties du monde, intégré dans divers systèmes agricoles. Il est généralement cultivé en tant que monoculture dans des rotations courtes de 3 ans pour les cultures de biomasse et de 6 ans ou plus pour l'utilisation du bois. Il s'agit d'une culture forestière très rentable.

Incidences générales sur l'environnement⁵⁹

Séquestration du carbone : Il s'agit d'un matériau durable en raison de la séquestration du carbone et il contribue à compenser le carbone lorsqu'il est utilisé pour fabriquer des produits à base d'eucalyptus.

L'érosion des sols : L'extraction non durable ou inappropriée du bois de la forêt peut entraîner la destruction de la forêt, l'érosion du sol, des glissements de terrain, la dégradation des terres, la destruction de l'habitat et peut augmenter le risque d'inondation. Lorsque le bois est cultivé comme une culture à courte rotation pour la production et l'extraction de biomasse, les nutriments du sol sont rapidement épuisés.

Consommation d'eau : la culture d'eucalyptus dans les zones à faible pluviosité peut avoir des effets néfastes sur l'environnement en raison de la concurrence pour l'eau avec d'autres espèces.

Pollution : due à l'utilisation d'engrais, d'herbicides et de pesticides, et risques d'incendie. En outre, le transport des bois et des grumes peut endommager les forêts et les routes rurales.



Les Grevillea

, originaires d'Australie et présents en Nouvelle-Guinée et dans certaines parties de l'Indonésie, sont des plantes à fleurs persistantes utilisées pour l'aménagement paysager, le bois d'œuvre, la lutte contre l'érosion, le combustible, l'agroforesterie, etc. en raison de leur polyvalence.

Incidences générales sur l'environnement

Séquestration du carbone : C'est un matériau durable en raison de la séquestration du carbone et il aide à compenser le carbone lorsqu'il est utilisé pour fabriquer des produits à base de Grevillea.

Habitat et biodiversité : Les grevilliers peuvent constituer des habitats pour la faune et la flore. Les grevilliers sont de bonnes plantes qui attirent les oiseaux. Ils sont également utilisés comme plantes nourricières par certains insectes.

Érosion des sols et déforestation : L'extraction non durable ou inappropriée du bois de la forêt peut entraîner la destruction de la forêt, l'érosion du sol, des glissements de terrain, la dégradation des terres, la destruction de l'habitat et peut augmenter le risque d'inondation. Lorsque le bois est cultivé comme une culture à courte rotation pour la production et l'extraction de biomasse, les nutriments du sol sont rapidement épuisés.

⁵⁹ *Silviculture of eucalyptus plantings – Learning in the region. K.J. WHITE. FAO*

Espèces envahissantes : Dans certains cas, les espèces de *Grevillea* introduites dans de nouvelles zones peuvent devenir envahissantes et supplanter la végétation indigène, entraînant des déséquilibres écologiques. C'est le cas en Afrique du Sud et aux États-Unis⁶⁰.



Le sol est une ressource naturelle résultant de l'altération des roches et de la décomposition de la matière organique au fil du temps, qui comprend des minéraux, des matières organiques, de l'eau, de l'air et des micro-organismes. Il est essentiel à la croissance des plantes, à l'agriculture, à la sylviculture et aux fonctions de l'écosystème. Le sol peut être utilisé pour fabriquer des briques, et le type spécifique de sol utilisé à cette fin est souvent appelé « argile à briques » ou « terre à briques ». Les briques d'adobe sont fabriquées à partir d'un mélange de terre riche en argile, de sable, de paille et parfois d'autres matériaux organiques.

Incidences générales sur l'environnement

L'**extraction des sols** peut entraîner la destruction d'habitats naturels, la pollution des masses d'eau, la création d'étangs où les vecteurs de maladies peuvent se reproduire, la modification du régime hydrologique local et l'érosion des sols⁶¹.



Les moellons sont de grosses pierres extraites de rivières, de carrières ou de mines à ciel ouvert, souvent utilisées dans la construction, l'aménagement paysager et l'architecture. Disponibles en différents types, tailles et couleurs, ces pierres varient en fonction des caractéristiques géologiques de leur lieu d'extraction.

Incidences générales sur l'environnement

L'**extraction de matériaux de carrière** peut entraîner la perte d'habitats et de terres agricoles, la pollution de l'eau et la création d'étangs de reproduction de vecteurs de maladies, tout en modifiant l'hydrologie locale et en provoquant l'érosion des sols. Cette érosion modifie ensuite le lit et les rives des cours d'eau, les rendant plus abrupts et changeant leur forme, ce qui entraîne l'effondrement des rives, la perte de terres ou de structures et des changements dans la structure des sédiments, endommageant ainsi les habitats des cours d'eau⁶².



Le sable est constitué de minuscules granules de diverses roches et minéraux, dont le quartz, le feldspath et le mica, résultant de processus naturels d'altération. Il s'agit de l'une des ressources les plus abondantes sur Terre.

Incidences générales sur l'environnement ⁶³

L'**extraction de matériaux de carrière** peut entraîner la destruction d'habitats naturels et de terres agricoles, polluer les masses d'eau, créer des étangs où les vecteurs de maladies peuvent se reproduire, modifier le régime hydrologique local et provoquer l'érosion des sols.

⁶⁰ GISD (iucngisd.org)

⁶¹ Hettiarachchi M., Dwivedi V., Miller W.M., Carr S.H., Dunn J.B., McMahon M.M et Van Breda A. *Building Material Selection and Use : An Environmental Guide*, 2e édition. World Wildlife Fund, Washington DC et Northwestern University, Evanston IL.

⁶² Hettiarachchi M., Dwivedi V., Miller W.M., Carr S.H., Dunn J.B., McMahon M.M et Van Breda A. *Building Material Selection and Use : An Environmental Guide*, 2e édition. World Wildlife Fund, Washington DC et Northwestern University, Evanston IL.

⁶³ Hettiarachchi M., Dwivedi V., Miller W.M., Carr S.H., Dunn J.B., McMahon M.M et Van Breda A. *Building Material Selection and Use : An Environmental Guide*, 2e édition. World Wildlife Fund, Washington DC et Northwestern University, Evanston IL.



L'eau couvre 70 % de notre planète, mais seulement 3 % d'eau douce.⁶⁴ et des milliards de personnes n'y ont pas accès. L'eau est essentielle au développement durable, au progrès socio-économique, à la santé des écosystèmes et à la survie de l'homme.⁶⁵

Impacts sur l'environnement

Pénurie d'eau ; Les pénuries d'eau risquent d'être le principal défi environnemental de ce siècle.⁶⁶ Plus de la moitié des zones humides de la planète ont disparu. Un grand nombre des systèmes d'approvisionnement en eau qui permettent aux écosystèmes de prospérer et de nourrir une population humaine croissante sont soumis à des tensions. Les rivières, les lacs et les aquifères s'assèchent.

L'agriculture consomme plus d'eau que toute autre source, 70 % de l'eau douce accessible dans le monde, et en gaspille 60 %, en grande partie à cause de l'inefficacité des systèmes d'irrigation qui fuient, des méthodes d'application inefficaces et de la culture des plantes.⁶⁷

La pollution de l'eau provient de nombreuses sources, notamment des pesticides et des engrais qui s'écoulent des exploitations agricoles, des eaux usées humaines non traitées et des déchets industriels.⁶⁸

Le changement climatique modifie les conditions météorologiques et hydriques dans le monde entier, provoquant des pénuries et des sécheresses dans certaines régions et des inondations dans d'autres.⁶⁹

MATÉRIAUX SYNTHÉTIQUES



Le ciment est un liant utilisé dans la construction pour lier et durcir d'autres matériaux, tels que le sable et le gravier, afin de créer du mortier ou du béton. Il joue un rôle crucial dans la construction des structures. Le béton est le matériau le plus utilisé et, après l'eau, il est la ressource la plus consommée de la planète. Le ciment est fabriqué à partir de calcaire et d'autres minéraux extraits de carrières ou de mines.

Incidences générales sur l'environnement⁷⁰

Effet de serre : il représente environ 5 % des émissions mondiales de CO₂ en raison de sa production à grande échelle et à forte intensité énergétique⁷¹.

Pollution : La production de ciment consomme beaucoup d'énergie, ce qui entraîne des émissions de carbone et une grave pollution de l'air, notamment par les poussières. Le processus génère des déchets qui posent des risques respiratoires et de pollution, tandis que le transport du ciment contribue à la pollution sonore et à l'endommagement des routes dans les zones rurales.

Extractions Utilise le calcaire et d'autres minéraux extraits de carrières ou de mines dans la fabrication, ce qui peut avoir de graves répercussions sur l'exploitation minière.

⁶⁴ WWF

⁶⁵ www.un.org/waterforlifedecade

⁶⁶ www.un.org/waterforlifedecade


⁶⁷ NASA

⁶⁸ University of Dundee

⁶⁹ WWF

⁷⁰ Hettiarachchi M., Dwivedi V., Miller W.M, Carr S.H, Dunn J.B., McMahon M.M et Van Breda A. *Building Material Selection and Use : An Environmental Guide*, 2e édition. World Wildlife Fund, Washington DC et Northwestern University, Evanston IL.

⁷¹ *shelter and sustainability overview-UNHCR.pdf*



L'acier est un alliage (un métal combiné à deux éléments métalliques ou plus) composé de fer et d'un pourcentage de carbone. D'autres éléments peuvent être présents ou ajoutés. Le fer est la troisième matière première la plus produite au monde en termes de volume, après le pétrole brut et le charbon. Plus de 2 000 millions de tonnes de fer sont extraites chaque année, dont environ 95 % sont utilisées par l'industrie sidérurgique⁷².

Incidences générales sur l'environnement⁷³

Consommation d'énergie : la production d'acier est celle qui consomme le plus d'énergie au monde.

Pollution ; la production d'acier nécessite de grandes quantités de coke (un type de charbon), ce qui est extrêmement dommageable pour l'environnement. Les fours à coke émettent une pollution atmosphérique hautement toxique qui peut provoquer des cancers. Les eaux usées issues du processus de cokéfaction sont également très toxiques et contiennent un certain nombre de composés organiques cancérigènes.

Effet de serre ; la production d'acier est responsable de l'émission de 3,3 millions de tonnes de CO₂ par an⁷⁴. La production d'acier est responsable de l'émission de 3,3 millions de tonnes de CO₂ par an⁷⁵. Elle représente environ 7 à 9 % des émissions mondiales de CO₂.

8.1.2. Données et analyse des matériaux dans la maison

Le tableau 1 ci-dessous donne une représentation simplifiée des quantités de chaque matériau utilisé dans la maison. Il offre une vue comparative de la consommation de chaque matériau, notée sur une échelle de 1 à 10. Dans cette affectation, le matériau utilisé en quantité maximale (l'eau) est noté sur 10 points, tandis que le matériau utilisé en quantité minimale (le ciment) reçoit un score de 1 point. Les notes des autres matériaux sont attribuées par rapport à ces valeurs maximales et minimales, ce qui indique leur utilisation dans la construction. Pour une ventilation détaillée des poids réels des matériaux utilisés, veuillez-vous référer à l'annexe 5.








⁷² The world counts

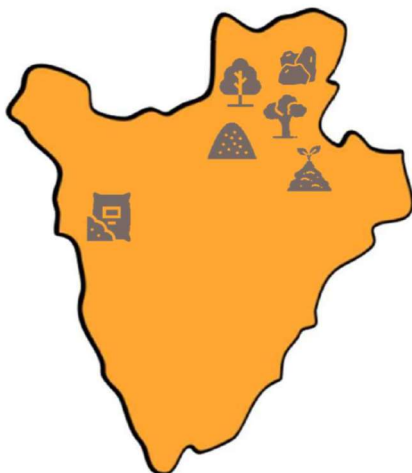
⁷³ The world counts

⁷⁴ The world counts

⁷⁵ The world counts

Tableau 1 - Quantité de matériaux utilisés par le modèle de maison

Modèle de maison	Matériaux	Montant
Maison adobe type Muyinga	L'eau	
	Bois	
	Sol	
	Moellon	
	Sable	
	Ciment	
	Acier	



Carte montrant l'origine des matériaux (marron = approvisionnement local ; rouge = importation). Cela ne reflète pas l'endroit où les matériaux ont été produits à l'origine, si la chaîne d'approvisionnement est plus longue, puisque cette information n'était pas disponible.

8.1.3. Tableau de bord des *matériaux consommés*



1 mauvais, 2 moyen, 3 bon, 4 très bon, 5 excellent

Le modèle de maison a obtenu une note de 4 sur 5, cette note positive étant principalement attribuée à l'utilisation importante de matières naturelles disponibles localement et au recours limité aux matériaux synthétiques. Toutefois, il est important de noter que les matériaux utilisés dans la maison produisent une quantité relativement élevée d'eau incorporée. Cette note est basée sur la quantité de matériaux utilisés et ne tient pas compte du fait que l'extraction de ces matières premières locales a des effets néfastes sur l'environnement, ce qui relèverait du critère 3.

En ce qui concerne les matériaux utilisés, outre l'eau, la terre est le matériau le plus important en quantité, suivi du bois, tous deux étant considérés comme des matériaux de construction durables et respectueux de l'environnement. La terre est utilisée pour fabriquer les briques d'adobe et le mortier, qui sont respectueux de l'environnement car ils sont composés de matériaux naturels tels que la terre, le sable, la paille et l'eau.

Même si le modèle de maison utilise une faible quantité de matériaux tels que le ciment et l'acier par rapport à la terre et au bois, il est essentiel de minimiser leur impact sur l'environnement. De plus, l'acier a un niveau élevé d'eau intrinsèque par kilogramme par rapport aux autres matériaux utilisés. On pourrait y parvenir en envisageant des alternatives durables, telles que l'utilisation de matériaux recyclés ou à faible impact comme les toitures végétales, telles que les fibres, la paille d'herbe ou les feuilles de bananier, qui sont couramment utilisées pour chaume et qui sont largement disponibles et populaires dans l'utilisation⁷⁶. Toutefois, cette méthode se heurte à des difficultés. Selon l'équipe locale, l'herbe et les feuilles de bananier sont rares en raison de la diminution des terres cultivables due à la croissance rapide de la population. De plus, les bananiers sont menacés par divers problèmes phytosanitaires⁷⁷.

En outre, la politique du gouvernement préconise des logements modernes sans chaume, ce qui complique encore l'adoption de matériaux de couverture alternatifs. Une autre solution consiste à optimiser les techniques de construction afin de réduire l'utilisation des matériaux.

⁷⁶ Rapport de mission Burundi. Amélioration de la résilience des populations vulnérables aux aléas naturels et sociaux économiques. 2019. CRA terre

⁷⁷ Le terme « phytosanitaire » désigne les mesures et les pratiques liées à la santé des plantes et à la prévention de la propagation des ravageurs, des maladies et des agents pathogènes qui affectent les plantes.



Comment améliorer le score des *matériaux consommés*



Envisager d'utiliser des matériaux recyclés ou à faible impact au lieu de matériaux tels que la tôle ondulée galvanisée et optimiser les techniques de construction pour réduire l'utilisation des matériaux.



Veiller à ce que la quantité de ciment soit réduite au minimum sans compromettre la maison.



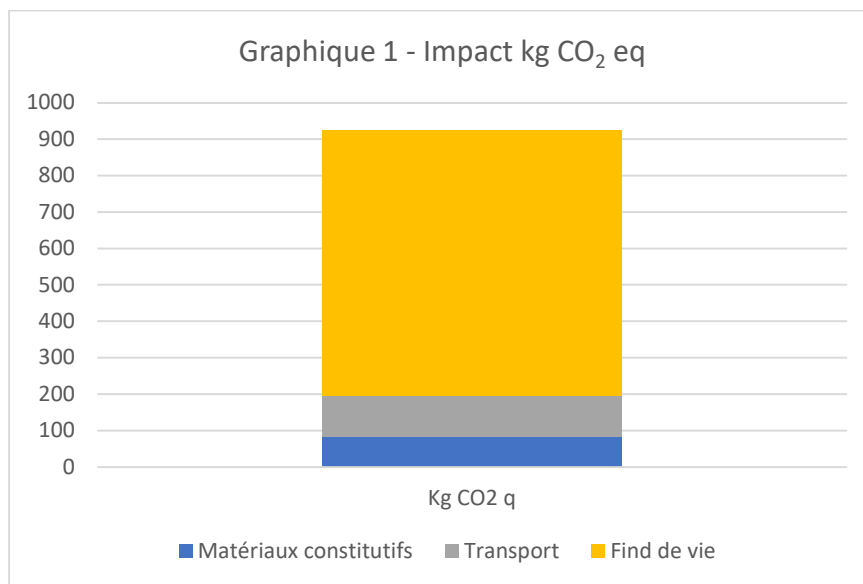
Veiller à ce que la quantité de briques d'adobe et de pierres utilisées soit réduite au minimum sans affecter l'intégrité structurelle de la maison.

8.2. Critère 2: émissions de carbone

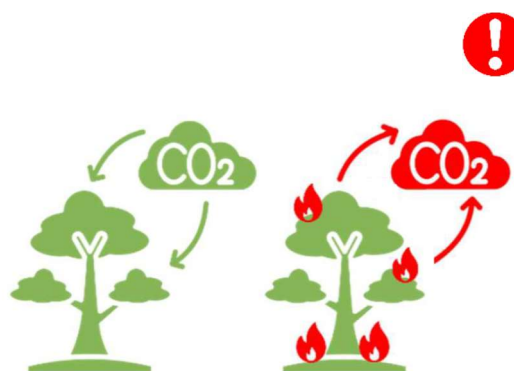
8.2.1. Émissions de carbone du modèle de maison

Les *émissions* totales de carbone générées par le modèle de maison, en équivalent CO₂, sont indiquées ci-dessous. Ce calcul est effectué à l'aide du calculateur SMAC et en tenant compte de tous les paramètres et hypothèses expliqués ci-dessus dans la section 7.2. Veuillez-vous référer à l'annexe 6 pour voir les détails des calculs d'émissions de carbone pour la maison.

Le graphique 1 ci-dessous montre la répartition des *émissions de carbone*.



Il est important d'expliquer pourquoi la phase de « *fin de vie* » génère d'importantes émissions de carbone. C'est parce que le modèle de maison utilise une quantité considérable de bois. La raison de ces émissions est que l'outil SMAC suppose que ces matériaux sont brûlés à la fin de leur vie utile, ce qui est le cas ici, libérant les émissions de carbone qui ont été séquestrées dans les matériaux pendant leur croissance. Cependant, si ces matériaux naturels sont laissés à la décomposition ou compostés, ces émissions seront éliminées, ce qui se traduira par des émissions totales encore plus faibles pour le modèle de maison.



8.2.2. Tableau de bord des émissions de carbone



1 mauvais, 2 moyen, 3 bon, 4 très bon, 5 excellent

Veillez-vous référer à l'annexe 6 pour voir les détails des calculs des émissions de carbone de la maison.

Le modèle de maison a obtenu une note de 4 sur 5. Dans ce cas, les émissions de carbone en « fin de vie » sont importantes par rapport au « transport », qui est le deuxième contributeur, suivi par les « matériaux constitutifs ». Ceci est principalement dû à l'utilisation importante de bois dans la maison. Comme expliqué précédemment, l'outil SMAC suppose que les matériaux naturels comme le bois sont brûlés à la fin de leur vie utile. Comme l'a confirmé l'équipe locale, c'est effectivement le cas ici, ce qui entraîne un niveau relativement élevé d'émissions de CO₂ eq. dans l'air. Toutefois, si ces matériaux étaient plutôt éliminés dans un champ ouvert, les émissions de carbone lors de la phase de « fin de vie » devraient être réduites à zéro, ce qui se traduirait par une empreinte carbone globale plus faible.

Les phases « matériaux constitutifs » ne génèrent pas une quantité substantielle d'émissions. Cela s'explique également par la quantité importante de bois utilisée, car le bois capture le carbone pendant sa croissance, ce qui compense les émissions de carbone d'autres matériaux qui généreraient des émissions de carbone plus importantes. Par conséquent, lors de l'évaluation des matériaux conformément à l'annexe 6, les briques d'adobe sont celles qui contribuent le plus aux émissions de carbone. Malgré leurs faibles émissions de carbone intrinsèques par kilogramme, la quantité importante utilisée amplifie considérablement leur impact environnemental global. Néanmoins, le choix des briques d'adobe reste une option favorable ; l'utilisation d'autres matériaux tels que les Briques De Terre comprimée (BTC)⁷⁸ ou les briques d'argile aurait entraîné des émissions de carbone intrinsèques nettement plus élevées.⁷⁹ En outre, les tôles ondulées galvanisées, bien qu'utilisées en plus petites quantités, ont un effet prononcé sur les émissions en raison de leurs fortes émissions de CO₂ eq., qui sont les plus élevées de tous les matériaux utilisés, suivies par le ciment.

De plus, les tôles ondulées galvanisées sont transportées depuis la Tanzanie, ce qui génère une quantité importante d'émissions pendant le transport.

⁷⁸ Les blocs de terre comprimée sont un type de matériau de construction fabriqué par compression d'un mélange de terre crue et d'un agent stabilisateur comme le ciment ou la chaux.

⁷⁹ Guide de Référence ABRIS-ANA Burundi. 2019. Croix-Rouge luxembourgeoise



Comment améliorer le score des émissions de carbone



Veillez à ce que les matériaux naturels tels que le bois ne soient pas brûlés à la fin de leur vie utile, mais plutôt compostés.



Acheter de la tôle ondulée galvanisée (CGI) produite localement, si possible, afin de réduire les émissions dues au transport.



Envisager la possibilité d'utiliser des matériaux recyclés ou à faible impact comme alternative à la tôle ondulée galvanisée, compte tenu de son taux élevé de carbone intrinsèque par kilogramme.



Veiller à optimiser l'utilisation d'adobe, en réduisant les quantités au minimum sans compromettre l'intégrité structurelle de la maison.

8.3. Critère 3 : Impact sur l'environnement des ressources naturelles locales

8.3.1. Vue d'ensemble de l'impact environnemental des ressources naturelles locales



Il est communément admis que plus un matériau est naturel, plus il est bénéfique pour l'environnement. Cependant, lorsque les ressources naturelles sont récoltées et transformées, certains impacts sur l'écosystème local doivent être pris en compte, tels que la déforestation et l'élimination de la végétation, l'érosion des sols, la dégradation de la qualité de l'eau, la pollution, etc. Dans la mesure du possible, les options permettant d'atténuer ces effets doivent être envisagées dans le cadre de la conception du projet. En outre, il est important de noter que l'échelle joue un rôle dans l'impact environnemental. Si les quantités sont moindres, l'impact peut être insignifiant et donc considéré comme acceptable.

Au Burundi, la croissance rapide de la population a donné lieu à un problème urgent : l'utilisation excessive des ressources naturelles, en particulier du bois. Au fil du temps, la déforestation est devenue une préoccupation majeure, exacerbée par la perte rapide de forêts lors des conflits passés, qui a laissé le pays avec moins de 11 pour cent de couverture forestière⁸⁰. Cette détérioration des forêts burundaises résulte de divers facteurs, notamment l'exploitation non réglementée des ressources forestières, les feux de brousse récurrents, le défrichement des forêts à des fins agricoles, le surpâturage, le changement climatique et la forte dépendance à l'égard du bois pour la cuisine, environ 95 % des ménages utilisant du bois de chauffage pour l'énergie domestique^{81 82}.

Sur le plan environnemental, la déforestation au Burundi entraîne l'érosion des sols, ce qui réduit leur fertilité et la productivité agricole. Cela a un impact négatif sur la sécurité alimentaire, car l'agriculture est le principal moyen de subsistance de nombreux Burundais. Plus de 90 % de la population dépend de l'agriculture⁸³. En outre, la perte de zones forestières entraîne la destruction de l'habitat et la perte de biodiversité, menaçant des espèces uniques et vulnérables. La dégradation des écosystèmes forestiers contribue également à des problèmes tels que l'augmentation de la sédimentation dans les rivières et les lacs, ce qui affecte négativement la qualité de l'eau et les écosystèmes aquatiques. En outre, les arbres et la végétation jouent un rôle protecteur contre les glissements de terrain et les inondations. Ces phénomènes naturels devraient s'aggraver au Burundi en raison des effets du changement climatique, ce qui exacerbera le problème.

En outre, la déforestation exacerbe le changement climatique mondial en libérant du dioxyde de carbone dans l'atmosphère. Les forêts agissent comme des puits de carbone et leur destruction contribue aux émissions de gaz à effet de serre, ce qui intensifie encore les problèmes liés au climat, tels que l'irrégularité des précipitations et les phénomènes météorologiques extrêmes.

Outre la déforestation, l'extraction de matériaux tels que le sol, le sable ou le gravier à des fins de construction peut avoir des effets néfastes sur l'environnement. Elle peut contribuer à l'érosion des sols, perturber les écosystèmes locaux et avoir un impact négatif sur la productivité agricole, exacerbant ainsi les problèmes existants. Pour répondre à ces préoccupations, il est essentiel de mettre en œuvre des pratiques d'approvisionnement durables qui minimisent les effets négatifs sur l'environnement.

Pour relever certains de ces défis, le gouvernement a lancé le projet national de reboisement « Ewe Burundi Urambaye », dont l'objectif principal est de reboiser toutes les zones déboisées du pays afin de protéger les écosystèmes terrestres et les forêts⁸⁴. Par conséquent, dans le cadre des efforts visant à atténuer la déforestation et la dégradation des sols, il est impératif d'évaluer soigneusement l'utilisation des ressources naturelles locales dans

⁸⁰ <https://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.FRST.ZS?locations=BI>

⁸¹ Burundi : pourquoi la persistante déforestation malgré tous nos efforts ? (yaga-burundi.com)

⁸² Burundi Eco La déforestation, un défi difficile à relever - Burundi Eco (burundi-eco.com)

⁸³ Burundi Eco La déforestation, un défi difficile à relever - Burundi Eco (burundi-eco.com)

⁸⁴ <https://sdgs.un.org/partnerships/national-reforestation-project-ewe-burundi-urambaye>

la construction. Cette analyse devrait donner la priorité aux pratiques durables qui établissent un équilibre entre la satisfaction des besoins de construction et la préservation de l'environnement au Burundi.



Dans le contexte du changement climatique et de la pression exercée sur les *ressources naturelles locales*, il est important d'analyser si le modèle de maison contribue à la dégradation de l'environnement. Pour réaliser une étude correcte des dommages potentiels causés à l'environnement, il faudrait aller au-delà des *ressources naturelles locales* utilisées et examiner la stratégie globale d'hébergement et sa mise en œuvre (sélection du site, accès, infrastructures et services, protection de l'environnement, etc.) Toutefois, cela dépasse le cadre de cette étude et l'analyse se limite donc aux matériaux locaux utilisés.

Des tentatives ont été faites pour contacter une organisation environnementale locale dans le pays, sans succès⁸⁵.



Un aperçu rapide des forêts, de leur importance dans la lutte contre le changement climatique et des questions environnementales.

Les forêts jouent un rôle clé dans l'atténuation du changement climatique⁸⁶ et augmentent la résilience des communautés rurales. Elles régulent les écosystèmes, protègent la biodiversité, font partie intégrante du cycle du carbone, soutiennent les moyens de subsistance, protègent les habitations des événements climatiques majeurs, améliorent la santé et peuvent contribuer à une croissance durable⁸⁷.

Questions environnementales⁸⁸

- 30 % des espèces d'arbres de la planète sont menacées d'extinction. Au cours des 300 dernières années, la surface forestière mondiale a diminué d'environ 40 %.
- Les principales menaces qui pèsent sur les espèces d'arbres sont le défrichement des forêts et d'autres formes de perte d'habitat, l'exploitation directe pour le bois et d'autres produits. Le changement climatique, comme les incendies, les conditions météorologiques extrêmes et l'élévation du niveau de la mer, a également un impact clairement mesurable.
- Environ 25 % des émissions mondiales proviennent du secteur terrestre. Près de la moitié d'entre elles proviennent de la déforestation et de la dégradation des forêts.
- Au total, entre 1990 et 2010, le Burundi a perdu 40,5 % de son couvert forestier⁸⁹.
- Environ 6 % des terres du Burundi sont boisées, soit un total de 152 000 hectares, dont 14 % de forêts naturelles et 86 % de plantations forestières⁹⁰.
- Les 14 % de forêts naturelles restantes sont protégées par la loi et ne peuvent être exploitées pour le bois.
- Un taux de croissance démographique élevé exerce une pression sur les quelques terres forestières restantes.

⁸⁵ La liste des personnes contactées figure à l'annexe 1.

⁸⁶ *Forests and climate change*. IUCN

⁸⁷ *Forests and climate change*. IUCN

⁸⁸ *State of the World's Trees*. Sept 2021. Botanic Gardens Conservation International

⁸⁹ *Safe Access to Fuel and Energy in Burundi An Appraisal Report*. WFP docs.wfp.org/api/documents/WFP-0000019952/download/

⁹⁰ *Rapport de mission Burundi. Amélioration de la résilience des populations vulnérables aux aléas naturels et sociaux économiques*. 2019. CRA terre

8.3.2. Aperçu des ressources naturelles locales utilisées dans le modèle de maison

Si la plupart des entrées ci-dessous mettent en évidence les impacts environnementaux négatifs potentiels liés à l'utilisation des ressources naturelles locales, il est essentiel de noter que ces impacts dépendent largement de l'échelle ou de la quantité utilisée. Lorsqu'elles sont utilisées en petites quantités, les répercussions environnementales peuvent être minimales et plus faciles à atténuer. Toutefois, à mesure que la quantité ou l'échelle augmente, les impacts négatifs peuvent s'intensifier, devenant moins faciles à atténuer ou à absorber par les écosystèmes locaux.



Le bois d'eucalyptus est utilisé dans le modèle de maison comme structure pour la toiture.

L'eucalyptus a été introduit dans les années 1950 dans les pays africains⁹¹. Les plantations d'eucalyptus s'établissent facilement, poussent rapidement et peuvent être très rentables, même dans les régions traditionnellement pauvres en bois. Cependant, la plantation d'eucalyptus a également des effets négatifs sur l'environnement⁹².

Au Burundi, l'un des types d'eucalyptus les plus courants est l'Eucalyptus globulus. Cette espèce n'est pas originaire de la région mais a été largement plantée en raison de son adaptabilité et de son utilité. Elle est couramment utilisée à diverses fins, notamment pour la construction, le bois de chauffage et parfois à des fins médicinales grâce à ses huiles essentielles.

L'utilisation du bois d'eucalyptus au Burundi peut entraîner des problèmes environnementaux, notamment la déforestation, la perte d'habitat et la réduction de la biodiversité. Les eucalyptus consomment de grandes quantités d'eau, ce qui affecte la disponibilité de l'eau locale et les nutriments du sol. S'ils ne sont pas indigènes, ils peuvent déplacer les espèces végétales locales, ce qui a un impact négatif sur la biodiversité. La demande de bois d'eucalyptus peut également affecter les moyens de subsistance des communautés locales et conduire à une exploitation non durable si elle n'est pas correctement gérée.



Le bois de Grevillea est utilisé dans la maquette de la maison pour fabriquer des panneaux de portes et de fenêtres. Le Grevillea n'est pas originaire du Burundi, il est souvent planté à des fins de bois d'œuvre, de bois de chauffage, d'ombrage, de conservation des sols, et parfois comme arbre d'ornement.

Grevillea est considéré comme envahissant ou potentiellement envahissant dans de nombreuses régions du monde⁹³. L'utilisation du bois de Grevillea au Burundi pose des problèmes environnementaux tels que la surexploitation potentielle conduisant à la déforestation et à la dégradation de l'habitat. Bien qu'il ne soit pas indigène, le Grevillea peut avoir un impact négatif sur la biodiversité locale s'il n'est pas géré correctement. L'espèce peut également affecter la composition du sol et l'utilisation de l'eau dans certaines zones. Les défis comprennent également la nécessité d'une gestion prudente, d'une planification de la plantation, de la récolte et des déchets générés lors de la transformation du bois.

⁹¹ Expansion, recherche et développement de l'eucalyptus en Afrique Production de bois, moyens de subsistance et questions environnementales : une réconciliation improbable. Dominique Louppe et Denis Depommier. 2010

⁹² Chaojun Chu, P.E. Mortimer, P.E. Mortimer, Hecong Wang, Yongfan Wang, Xubing Liu, Shixiao Yu. 2014

⁹³ <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.25866>



Le sol

est utilisé dans le modèle de maison pour fabriquer des briques et des mortiers. Les familles s'approvisionnent directement sur leurs terres pour construire les maisons. La brique en adobe, utilisée depuis la fin du 19ème siècle, s'est généralisée au Burundi dans les années 1950. Le recensement de 2008 montre que les constructions en adobe sont prédominantes dans le pays (59,5%), sauf dans les régions de Kirundo et Muyinga⁹⁴.

Les briques d'adobe fabriquées en terre sont un choix écologique, car il s'agit d'un matériau naturel, d'origine locale, qui consomme peu d'énergie. Cependant, il y a des considérations environnementales à prendre en compte. Leur production peut entraîner une dégradation des sols, une consommation d'énergie et une utilisation importante d'eau.



Le sable et le moellon

sont utilisés dans la maquette de la maison pour réaliser la couche de fondation, ainsi que le ciment et le mortier. Ces matériaux sont extraits des rivières. Le transport peut couvrir des distances allant jusqu'à 40 kilomètres.

L'extraction de sable et de gravier dans les rivières pourrait entraîner une perturbation de l'habitat, une perte de biodiversité, une modification du lit des rivières et de l'écoulement de l'eau, ce qui peut avoir un effet négatif sur la vie aquatique et la qualité de l'eau. Le processus augmente également les risques d'érosion, ce qui peut nuire aux berges des rivières et aux zones côtières. Les incidences socio-économiques comprennent la menace sur les moyens de subsistance des communautés qui dépendent des cours d'eau et les conflits potentiels liés à la concurrence pour les ressources.






8.3.3. Quantité de ressources naturelles locales dans le modèle de maison

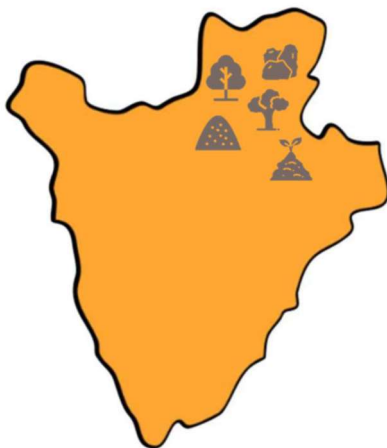
Le tableau 2 ci-dessous présente une représentation simplifiée de la quantité de *ressources naturelles locales* utilisées par le modèle de maison. Veuillez-vous référer à l'annexe 7 pour connaître les quantités réelles de *ressources naturelles locales* utilisées par le modèle de maison en kilogrammes. Les données ont été fournies par les équipes logistiques de l'AICRL dans chaque pays.

Ce travail donne à la quantité maximale (terre) une note de 10 points et à la quantité minimale (arbre grevillea) une note de 1 point, les notes des autres matériaux se situant entre les deux, en fonction de leur quantité par rapport à la quantité maximale et minimale.

⁹⁴ Rapport de mission Burundi. Amélioration de la résilience des populations vulnérables aux aléas naturels et sociaux économiques. 2019. CRA terre

Tableau 2 - Quantité de ressources naturelles locales utilisées par le modèle de maison

Modèle de maison	Ressources naturelles locales	Montant
Maison adobe type Muyinga	Eucalyptus	
	Arbre Grevillea	
	Sol	
	Moellon	
	Sable	



-  *Eucalyptus*
-  *Arbre Grevillea*
-  *Sol*
-  *Moellon*
-  *Sable*

Carte de la source des ressources naturelles utilisées

8.3.4. Tableau de bord de l'impact environnemental des ressources naturelles locales



1 mauvais, 2 moyen, 3 bon, 4 très bon, 5 excellent.

Le modèle de maison obtient une note de 3 sur 5, principalement en raison de l'utilisation importante de matériaux naturels dans le modèle et de l'impact qu'ils pourraient avoir sur l'environnement local. D'une part, l'utilisation de ressources naturelles disponibles localement est bénéfique, car l'un de leurs avantages réside dans leur disponibilité locale et elles sont également considérées comme renouvelables puisqu'elles retournent à l'environnement après leur vie utile - ce point sera analysé plus en détail dans les critères 4. Cependant, leur utilisation peut entraîner des problèmes environnementaux si l'extraction n'est pas correctement gérée, et l'étude suggère que ce n'est pas toujours le cas. Il est important de noter que dans le projet, l'extraction de ces matériaux est effectuée manuellement et non mécaniquement, ce qui permet de réduire les dommages environnementaux globaux.

Le matériau naturel le plus abondant utilisé dans le modèle est la terre. L'utilisation de la terre présente plusieurs avantages pour l'environnement local, car elle est disponible localement et ne nécessite qu'un transport minimal, ce qui entraîne une faible pollution de l'environnement. Toutefois, la production de matériaux de construction à base de terre peut avoir des incidences sur l'environnement, notamment en ce qui concerne la dégradation potentielle des sols et l'utilisation importante d'eau. Selon un rapport⁹⁵, au Burundi, il est courant de trouver plusieurs fosses sur des parcelles de terre où la terre a été creusée pour fabriquer des briques d'adobe. Ces fosses présentent des risques pour les enfants et les animaux, et pendant la saison des pluies, elles peuvent devenir des lieux de reproduction pour les moustiques. Les bords de ces fosses sont souvent instables en raison des pentes abruptes, il est donc essentiel de ne pas les creuser à proximité de bâtiments existants ou futurs. Il serait judicieux d'encourager les gens à extraire l'argile pour les briques d'adobe en nivelant le terrain de manière à gérer l'eau de pluie et à favoriser l'agriculture. L'agriculture en terrasse est recommandée par rapport à l'agriculture en pente afin de réduire l'érosion des sols, une préoccupation majeure au Burundi. La terre arable fertile doit être préservée et étalée sur la zone après avoir été creusée. Chaque situation d'excavation doit être gérée avec soin, en particulier lorsqu'il s'agit de préserver la végétation naturelle. Il est donc essentiel de mettre en œuvre des pratiques durables, telles que le contrôle de l'érosion, la sélection appropriée des sites et la conservation des sols.

Les matériaux les plus importants en termes de quantité utilisés dans le modèle sont le sable et les moellons. L'équipe locale signale que le sable est facilement disponible dans toute la région, ce qui nécessite un transport sur des distances d'environ dix kilomètres. Ces matériaux proviennent généralement du lit des rivières et des plaines alluviales. En outre, il est facile de trouver des moellons de qualité dans les zones montagneuses, en particulier dans des endroits comme Muyinga⁹⁶. Cependant, l'extraction excessive de sable et de pierre peut entraîner des problèmes environnementaux importants, tels que des altérations du paysage et des modifications du cours des rivières, qui peuvent avoir des effets durables à la fois sur le monde naturel et sur les communautés locales. Il est essentiel d'intégrer des mesures visant à atténuer les risques de perturbation de l'habitat, d'érosion, de pollution et de dégradation des sols. Ces mesures doivent faire partie intégrante des pratiques de construction et d'exploitation des carrières afin de minimiser leur impact sur l'environnement local.

Le modèle de maison utilise l'eucalyptus comme bois dur principal et le grevillea pour les portes et les fenêtres, en veillant à exclure les bois tropicaux et à ne s'approvisionner qu'auprès de fournisseurs officiels. L'eucalyptus présente

⁹⁵ Guide de Référence ABRIS-ANA Burundi. 2019. Croix-Rouge luxembourgeoise

⁹⁶ Guide de Référence ABRIS-ANA Burundi. 2019. Croix-Rouge luxembourgeoise

des avantages spécifiques, mais aussi des problèmes environnementaux tels que sa forte consommation d'eau, son potentiel de dégradation des sols, la perte de biodiversité, la création de monocultures, le risque de devenir envahissant et les impacts négatifs sur l'utilisation des terres par les communautés locales. L'équipe locale note que l'eucalyptus utilisé provient de plantations privées ayant mis en place des pratiques de durabilité. Ces pratiques devraient inclure des méthodes de récolte qui permettent aux arbres de repousser considérablement au fil du temps, évitant ainsi tous les problèmes environnementaux expliqués ci-dessus. Toutefois, l'exploration d'alternatives plus respectueuses de l'environnement, comme le bambou, est toujours encouragée. Bien que l'équipe locale considère le bambou burundais comme étant de mauvaise qualité, des rapports suggèrent son utilisation dans la construction au Burundi et pour les toitures⁹⁷. Il est recommandé de poursuivre l'exploration de cette alternative.



Il est clair que ces ressources offrent de nombreux avantages, mais le risque de surexploitation et d'exploitation est évident en l'absence de mesures appropriées. La surexploitation et le changement climatique peuvent nuire à la production végétale et à la qualité des sols. Par conséquent, une planification efficace, des évaluations environnementales et des mesures d'atténuation sont essentielles pour garantir des pratiques de construction durables.

Il est important de noter que la Croix-Rouge luxembourgeoise a mis en œuvre des mesures d'atténuation clés pour traiter les questions environnementales, telles que le traçage de lignes de contour pour contrôler l'érosion, la plantation d'herbes liant le sol, l'établissement de pépinières pour la culture de plantes, l'introduction d'arbres agroforestiers pour la stabilité écologique et la plantation d'arbres fruitiers pour l'agriculture durable. Ces pratiques sont très bénéfiques et il est recommandé de les poursuivre.

⁹⁷ Rapport de mission Burundi. Amélioration de la résilience des populations vulnérables aux aléas naturels et sociaux économiques. 2019. CRA terre



Comment améliorer l'impact sur les ressources naturelles locales



Promouvoir des pratiques durables d'approvisionnement en sols en veillant à ce que les taux d'extraction des sols ne dépassent pas les taux de formation naturelle des sols, afin d'éviter l'épuisement des sols.



Veillez à ce que l'extraction des moellons et du sable se fasse de manière durable, élaborez un plan de gestion de l'extraction pour la zone d'origine des ressources environnantes. Prenez également des mesures pour prévenir les problèmes tels que la surexploitation des ressources du lit des rivières, la perturbation de l'habitat, l'érosion, la pollution et la détérioration des terres.



S'assurer que l'utilisation de bois d'eucalyptus et de grevillea n'entraîne pas la perte de forêts indigènes au Burundi et, le cas échéant, envisager l'utilisation d'autres matériaux. Si nécessaire, explorer d'autres matériaux alternatifs. Par exemple, une alternative locale pourrait être le bambou. Cependant, une étude plus approfondie de la qualité du matériau et de l'impact sur l'environnement, ainsi que des stratégies d'atténuation des impacts identifiés, devraient également être envisagées.



Il est essentiel de poursuivre les initiatives de reboisement et de protection des forêts, ainsi que de soutenir et de collaborer avec des organisations locales compétentes pour faciliter ces projets dans les zones concernées. Il convient de noter que ces efforts permettent non seulement de compenser les émissions totales de carbone produites, mais contribuent également de manière significative à la sauvegarde de l'écosystème local.

8.4. Critère 4: Gestion des déchets

8.4.1. Aperçu de la gestion des déchets

Lors de la conception d'une solution de logement et du choix des matériaux de construction, il convient de se demander ce qu'il adviendra de chaque matériau à la fin de sa vie utile. Prolonger la vie de chaque matériau en examinant les possibilités de réutilisation ou de recyclage contribue à la réduction des déchets. La tâche consiste à trouver une valeur dans les déchets, mais malheureusement, une fois que ces matériaux ne sont plus utilisés, la plupart d'entre eux finissent par être jetés dans des champs ou brûlés dans des conditions dangereuses, contribuant ainsi à la pollution. Dans les pays où les systèmes de collecte, de stockage et de traitement des déchets sont très faibles, il s'agit d'une préoccupation majeure. Ceci est particulièrement vrai pour les matériaux qui mettent de nombreuses années à se décomposer, ce qui risque de nuire à l'environnement pendant de nombreuses années.

L'analyse suggère qu'il n'existe pas de système de *gestion des déchets* bien établi dans la région. Même si certains articles durables sont réutilisés et recyclés, la plupart des déchets ménagers solides sont généralement brûlés, enterrés ou laissés à l'abandon. Cependant, il est important de souligner que chaque ménage est tenu d'avoir un bac à compost pour la gestion des déchets organiques. Bien que l'équipe locale indique que cette exigence n'est pas toujours respectée. En outre, les membres de la communauté sont tenus de consacrer une demi-journée par semaine aux travaux communaux, qui visent à entretenir les espaces publics et les rues. La non-participation peut entraîner une amende⁹⁸. Pourtant, les rapports de l'équipe suggèrent que l'application de cette règle n'est pas cohérente : « *Alors que la participation à la journée d'entretien des espaces publics est obligatoire, l'application des sanctions est laissée à la discrétion des fonctionnaires. Dans certains cas, ceux qui ne participent pas aux travaux communaux peuvent se voir imposer des restrictions d'accès à certains services. La décision d'appliquer de telles conséquences est basée sur l'appréciation morale de l'autorité administrative de base locale, et il n'existe pas de textes légaux régissant cette activité* ».

La réflexion prospective sur la gestion des déchets devrait être une priorité pour tous les programmes, en envisageant diverses initiatives qui pourraient être mises en œuvre. Cette réflexion devrait également porter sur le traitement des emballages des matériaux et autres articles achetés. L'emballage est une source évidente de déchets, mais c'est aussi l'un des problèmes les plus simples à résoudre. Les stratégies visant à réduire les déchets d'emballage comprennent la minimisation des matériaux d'emballage, le passage à des options biodégradables et l'élimination complète des plastiques à usage unique.

8.4.2. Analyse des déchets générés par le modèle de maison

Le tableau 3 ci-dessous présente une représentation simplifiée du nombre de *matériaux durables et rapidement dégradables* utilisés par la maison, ainsi que l'*espérance de vie de la maison*.

Veillez-vous référer à l'annexe 8 pour connaître, pour chacun des matériaux de la maison, leur durée de vie, le temps nécessaire à leur décomposition et s'ils peuvent être réutilisés et recyclés, sur la base du potentiel au Burundi⁹⁹, selon les idées partagées par certaines des personnes interrogées.

Selon le Guide de Référence ABRIS-ANA Burundi 2019, il existe une usine de recyclage de l'acier qui produit des barres d'armature et des clous de qualité moyenne, et une installation qui transforme des plaques d'acier importées en produits de construction, située à Musamba. Ces informations n'ont pas pu être vérifiées au cours de l'étude, mais une enquête plus approfondie sur ces initiatives est recommandée. L'équipe locale a également confirmé qu'il existe des initiatives de recyclage de l'acier. Les coordonnées de cette organisation ont été fournies, mais les tentatives de contact ont été infructueuses.

⁹⁸ Rapport de mission Burundi. Amélioration de la résilience des populations vulnérables aux aléas naturels et sociaux économiques. 2019. CRA terre

⁹⁹ La liste des personnes contactées figure à l'annexe 1.

Tableau 3 - Quantité de matériaux à longue durée de vie et à dégradation rapide et durée de vie des maisons

Modèle de maison	Matériaux durables	Matériaux se dégradant rapidement	Durée de vie des maisons
Maison adobe type Muyinga			

La « *Global Joint Initiative on Sustainable Humanitarian Assistance Packaging Waste Management* »¹⁰⁰ a également été contactée pour cette étude. L'une des activités sur lesquelles elle travaille en partenariat avec le « *Global Logistics Cluster* » est de cartographier les infrastructures de recyclage et de gestion des déchets dans les pays ayant un contexte humanitaire. Cependant, le Burundi n'est pas couvert pour le moment¹⁰¹.

Il a également créé un guide des meilleures pratiques et des innovations en matière de gestion des déchets d'emballage dans les opérations humanitaires. Cependant, à l'heure actuelle, aucune de ces innovations n'a été mise en œuvre à Madagascar. Néanmoins, ce guide sert de base à des exemples de ce qui peut être fait¹⁰².

En ce qui concerne les emballages et les plastiques à usage unique, le Burundi a publié un décret en 2018 qui interdit la fabrication, l'importation, la commercialisation et l'utilisation de sacs en plastique et d'autres emballages en plastique¹⁰³. Cependant, ce décret n'est pas bien appliqué. Les équipes de terrain ont confirmé que certains matériaux sont emballés dans du plastique à usage unique¹⁰⁴. Des tentatives pourraient être faites pour éliminer cela, en discussion avec les fournisseurs.

8.4.3. Tableau de bord de la *gestion des déchets*



1 mauvais, 2 moyen, 3 bon, 4 très bon, 5 excellent

La maison obtient une note de 4 sur 5. C'est surtout parce que le modèle de maison utilise principalement des matériaux qui se décomposent rapidement et ne génèrent pas de déchets ni de pollution, comme les briques d'adobe,

¹⁰⁰ Des informations sont disponibles à l'adresse suivante : <https://eecentre.org/2019/07/15/https-www-eecentre-org-2019-07-15-sustainable-humanitarian-packaging-waste-management/>

¹⁰¹ Les informations sont ensuite téléchargées sur le Global Logistic Cluster LCA ; <https://dlca.logcluster.org/display/public/DLCA/LCA+Homepage>.

¹⁰² OPTIONS FOR HUMANITARIAN PACKAGING REUSE, REPURPOSING, AND RECYCLING (eecentre.org)

¹⁰³ Des informations sont disponibles sur le site Maps - plasticpollutioncoalition (plasticpollutioncoalitionresources.org).

¹⁰⁴ Voir l'annexe 3

le mortier de terre, et le bois (si on laisse le bois se décomposer et qu'on ne le brûle pas). D'autres matériaux comme les moellons et le sable ne pollueront pas non plus à la fin de leur vie utile.

Comme le montre l'annexe 8, la plupart des matériaux présentent un potentiel local de réutilisation ou de recyclage. Par exemple, les briques d'adobe, qui sont le matériau le plus utilisé, peuvent être recyclées à 100 % et sont biodégradables, lorsqu'elles ne sont pas peintes, traitées chimiquement ou mélangées à du ciment, comme c'est le cas ici. Les vieilles briques d'adobe peuvent être émiettées et retournées à la terre ou réutilisées dans la création de nouvelles briques.

Cependant, il est essentiel de minimiser la consommation des autres produits qui produisent des déchets de longue durée dans les décharges. De ce point de vue, les produits en acier et le ciment/béton constituent l'une des principales préoccupations de ce modèle. Si ces matériaux sont utilisés, il est essentiel de mettre en place une stratégie de gestion des déchets pour leur réutilisation ou leur recyclage potentiels une fois qu'ils ne sont plus utilisés. Le programme actuel n'intègre aucune de ces stratégies, laissant la responsabilité de la gestion des déchets aux collectivités locales et aux gouvernements. En conséquence, certains de ces matériaux finissent souvent jetés en plein champ, ce qui nuit à l'environnement. Sur une note plus positive, il semble que, d'après les commentaires de l'équipe, que les produits en acier sont vendus à des entreprises privées pour être recyclés. De telles initiatives sont extrêmement positives et il est bon de continuer à les encourager.

En outre, certains produits, comme les fils, les clous, sont conditionnés dans des emballages en plastique à usage unique. Il est essentiel de minimiser cette pratique dans la mesure du possible.

Un autre moyen de réduire les déchets consiste à prolonger la durée de vie de la maison et, par conséquent, des matériaux. On peut y parvenir en utilisant des matériaux et des méthodes de construction de bonne qualité. Ceci est de la plus haute importance. Une construction de mauvaise qualité présente non seulement des risques pour la sécurité, mais augmente également la période de rotation des matériaux, ce qui aggrave encore l'impact environnemental de la construction de maisons. Bien que l'espérance de vie actuelle de la maison soit raisonnablement satisfaisante (30 ans selon l'équipe de terrain), les mesures visant à améliorer sa durabilité devraient toujours être activement encouragées. C'est pourquoi il est essentiel de promouvoir des normes de construction supérieures dans chaque programme.

D'après les informations partagées avec l'équipe, il semble que le programme n'intègre aucune mesure de protection des murs en adobe, telle que l'utilisation de chaux, comme cela a été observé dans le cas des maisons en adobe du programme de la RDC. Selon l'équipe, les ménages utilisent des techniques de plâtrage avec des matériaux tels que l'argile rouge, le calcaire et les résidus végétaux pour protéger et décorer leurs maisons. Il est fortement recommandé que le programme promeuve activement cette pratique et s'assure que les familles l'exécutent correctement en utilisant les matériaux appropriés.



Comment améliorer le score de la gestion des déchets



Continuer à encourager les meilleures méthodes de construction, en mettant l'accent sur l'approche « build back safer », et en préconisant l'allongement de la durée de vie des matériaux grâce à un entretien et une maintenance appropriés. Cela réduira la nécessité de remplacer fréquemment les matériaux.



Réduire les emballages, passer à des emballages biodégradables et éliminer les emballages plastiques à usage unique, des changements relativement simples qui devraient être réalisés. Des efforts pourraient être entrepris pour traiter cette question en engageant des discussions avec les fournisseurs.



Sensibilisation à l'assainissement environnemental et à la pollution générée par l'élimination des matériaux, par le biais du programme ou d'actions de sensibilisation en partenariat avec d'autres organisations.



Encourager les communautés à s'associer à des entreprises privées de traitement des déchets pour collecter les matériaux qui ne sont pas réutilisés, ou les aider à mettre en place un système. Cela permettra non seulement d'améliorer la situation en matière de gestion des déchets, mais aussi de créer des opportunités génératrices de revenus pour les communautés.



Tenter de localiser l'installation de recyclage de l'acier au Burundi, qui produit des barres d'armature et des clous. Confirmer l'existence de l'installation et évaluer la qualité des matériaux en acier recyclé. Étudier les possibilités de collaboration et évaluer la faisabilité de l'utilisation de ces matériaux recyclés s'ils répondent aux normes de qualité requises.



Intégrer un système de gestion des déchets dans le projet. Mettre en place un site de réutilisation/recyclage/réutilisation pour trier et traiter les déchets.

Énergie domestique et foyers améliorés



La question de l'énergie domestique et de l'utilisation de la biomasse ligneuse comme combustible de cuisson n'est pas un aspect du projet d'abri examiné spécifiquement dans cette étude. Cependant, elle est étroitement liée aux besoins des ménages et il s'agit d'une question environnementale trop importante pour être ignorée. D'une part, la combustion des produits du bois de la maison libère des *émissions de carbone* (ce qui signifie que l'impact environnemental de l'abri est plus important), mais d'autre part, elle fournit également une source de combustible pour les ménages, évitant ainsi une déforestation accrue. Si nous voulons préconiser de ne pas brûler le bois de l'abri, pour éviter les émissions, et aussi pour éviter une déforestation plus importante, alors la question de l'énergie domestique (en particulier pour la cuisson) doit être prise en compte.

Environ 3 milliards de personnes dans le monde cuisinent encore sur un feu ouvert, généralement en utilisant une forme de biomasse (bois, charbon de bois, etc.). En 2019, l'Initiative pour l'énergie mobile (MEI) estime que les familles déplacées de force vivant dans des camps brûlent chaque année 64 700 acres de forêt (l'équivalent de 49 000 terrains de football)¹⁰⁵.

Au Burundi, la majorité de la population dépend principalement de la biomasse solide, comme le bois de chauffage ou le charbon de bois, pour ses besoins énergétiques quotidiens. Moins de 1 % des habitants ont accès à des combustibles de cuisson et à des fourneaux propres. Cette dépendance à l'égard de la biomasse pour les besoins quotidiens met à rude épreuve les forêts en déclin du pays et expose la population à des fumées nocives pour la santé. Cette pratique représente 90 % de la consommation d'énergie du pays. L'introduction d'alternatives énergétiques contemporaines et propres pour les foyers peut à la fois améliorer les conditions de vie et lutter contre la déforestation et la détérioration des terres¹⁰⁶.

La question de l'énergie domestique est une question transversale, souvent ignorée par les agences humanitaires parce qu'elle n'entre pas facilement dans un seul secteur. Il y a les questions de santé (pollution par les fumées intérieures, particules nocives dans l'air), d'environnement (déforestation), de protection (les femmes et les filles passent beaucoup de temps à ramasser du bois dans des contextes d'insécurité) et le temps considérable passé à ramasser du bois et à cuisiner sur un feu ouvert. Toutefois, ce problème est également étroitement lié au secteur des abris.

Lorsque des combustibles plus durables ne sont pas envisageables, les foyers améliorés sont une solution reconnue pour améliorer la durabilité de l'énergie domestique. Les populations touchées ont généralement un accès limité aux solutions de cuisson modernes. La plupart d'entre elles dépendent des distributions insuffisantes de bois de chauffage « en nature » par les agences humanitaires ou doivent parcourir de longues distances pour ramasser du bois de chauffage (dans ce dernier cas, elles s'exposent au risque d'attaque et/ou de conflit avec les communautés d'accueil). Dans de nombreux cas, les gouvernements des pays d'accueil reconnaissent les dommages causés à l'environnement et font maintenant pression pour que les choses changent, en interdisant la distribution de bois de chauffage en nature ou en demandant l'aide des agences humanitaires pour que les réfugiés passent à des combustibles alternatifs plus durables¹⁰⁷.

Outre l'impact de l'utilisation du bois et d'autres plantes pour la construction des maisons, les futurs projets devraient également tenir compte de l'utilisation du bois comme combustible de cuisson par les personnes déplacées vivant dans les solutions d'hébergement, de l'impact sur les forêts locales et de la manière dont il peut être réduit. Même si les initiatives visant à fournir des combustibles alternatifs ou des foyers améliorés ne sont pas intégrées, des partenariats avec des organisations qui peuvent le faire pourraient être encouragés.

¹⁰⁵ *Cooking in displacement Setting. Engaging the Private Sector in Non-wood-based Fuel Supply. Laura Patel and Katie Gross. January 2019*

¹⁰⁶ <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2022/11/15/in-the-democratic-republic-of-congo-people-centered-solutions-to-forest-degradation>

¹⁰⁷ *Cooking in displacement Setting. Engaging the Private Sector in Non-wood-based Fuel Supply. Laura Patel and Katie Gross. January 2019*

8.6. Résumé des résultats



Le modèle de maison utilise principalement des matières premières naturelles, en particulier la terre, en plus grande quantité que les matériaux synthétiques, ce qui présente un avantage environnemental en raison de leur impact plus faible. Ces matériaux sont plus durables, d'origine locale et renouvelables, et leur production nécessite moins d'énergie que celle des matériaux synthétiques. Cependant, il est important de noter que le modèle a également un niveau d'eau incorporée significativement élevé.



Dans l'ensemble, le modèle de maison a de faibles émissions de carbone, principalement parce qu'il utilise des briques d'adobe qui, malgré leur volume, ont une teneur en carbone intrinsèque inférieure à celle d'autres matériaux. Cependant, la plupart de ses émissions de carbone surviennent au cours de la phase de « fin de vie », principalement attribuées au bois, puisque le bois est brûlé à la fin de sa durée de vie utile, libérant des émissions de carbone dans l'atmosphère. En outre, le transport de matériaux tels que les tôles ondulées galvanisées depuis la Tanzanie ajoute à l'empreinte carbone globale.



Le modèle utilise principalement les ressources naturelles locales telles que le sol, les moellos, le sable, l'eucalyptus et les arbres grevillea. Cependant, l'impact sur l'écosystème local n'a pas été pris en compte de manière adéquate. L'équipe doit s'assurer que l'extraction de ces ressources locales n'endommage pas l'environnement.



La maison est construite principalement à partir de matériaux tels que la terre, le moelos, le sable et le bois qui ne causeront pas de pollution à la fin de leur cycle de vie. Malgré l'absence de systèmes de gestion des déchets, la plupart de ces matériaux peuvent être réutilisés ou recyclés. Cependant, l'inclusion de matériaux durables tels que l'acier et le ciment, qui ont des temps de décomposition prolongés, doit être prise en compte. La durée de vie prévue de la maison est très satisfaisante, 30 ans selon l'équipe locale.

TABLEAU DE BORD MAISON ADOBE TYPE MUYINGA					
Matériaux consommés					
Émissions de carbone					
Impact sur les ressources naturelles locales					
Gestion des déchets					

9. Conclusion

Cette recherche souligne l'importance d'examiner l'ensemble du cycle de vie d'une maison et de ses matériaux, de leur production à leur élimination. L'évaluation ne porte pas seulement sur les émissions de carbone, mais aussi sur des facteurs tels que l'utilisation des ressources naturelles locales et la gestion des déchets. Si la réduction des émissions de carbone est essentielle et largement reconnue, il est tout aussi important de prendre en compte l'impact de l'utilisation des ressources naturelles sur l'environnement local. En outre, la gestion des déchets représente un défi caché dans le secteur humanitaire, souvent négligé lors de la planification des projets et rarement discuté à des niveaux plus stratégiques.

Pour évaluer l'impact environnemental du modèle de maison, nous devons équilibrer les sources relatives d'atteinte à l'environnement entre les différents critères. La portée de cette étude à distance ne permet pas une pondération quantitative pour chaque critère, conduisant à un score numérique. Une comparaison qualitative globale est tout ce qui est possible, ce qui est fait par le biais du tableau de bord.

L'avantage d'utiliser l'approche du tableau de bord est de mettre en évidence quelle solution est la plus conforme à quel critère, ainsi que d'aider à identifier des solutions d'atténuation. Par exemple, en cas de dommages causés à l'environnement par nos actions, comme la déforestation due à la récolte d'eucalyptus, des mesures d'atténuation doivent être adoptées, telles que des projets de reforestation ou de replantation. Il est recommandé d'accompagner la conception de tous les abris et de toutes les activités de planification de site d'une simple évaluation de l'impact sur l'environnement ou au moins d'un examen environnemental à l'aide d'un outil tel que NEAT+¹⁰⁸, et d'identifier ensuite des stratégies d'atténuation.

Le modèle de maison examiné dans cette étude est manifestement conçu dans un souci de durabilité environnementale, principalement en raison de l'utilisation de ressources naturelles disponibles localement, les briques d'adobe en étant le principal composant. L'utilisation de ressources naturelles locales présente certains avantages, comme la réduction des émissions de carbone et des problèmes de gestion des déchets.

La terre utilisée pour fabriquer les briques d'adobe est disponible localement et est séchée à la lumière du soleil, ce qui est économe en énergie et offre des possibilités de revenus aux communautés et aux familles impliquées dans la production. Ces matériaux étant d'origine locale, les besoins en transport sont minimes, ce qui se traduit par une faible pollution de l'environnement. En outre, à la fin de leur cycle de vie, ces matériaux sont entièrement recyclables et biodégradables lorsqu'ils ne sont pas mélangés à des stabilisateurs tels que le ciment, ce qui garantit l'absence de déchets et de pollution. En outre, l'utilisation de l'adobe s'inscrit dans l'architecture locale traditionnelle, est économe en énergie en raison de sa faible énergie intrinsèque et donc de ses émissions de carbone, de sa masse thermique élevée, de sa compatibilité avec les stratégies de conception solaire passive et de la nature durable de son processus de production. En outre, lorsqu'il est bien construit, il offre une sécurité accrue dans les zones sujettes aux tremblements de terre.

Toutefois, l'extraction du sol pour la production d'adobe suscite des inquiétudes. Si l'extraction manuelle est moins préjudiciable à l'environnement que les méthodes mécaniques, l'absence de réglementation stricte peut également entraîner des problèmes tels que l'érosion et la dégradation des sols. En particulier, la pratique consistant à creuser des fosses pour la production de briques d'adobe peut perturber le paysage local. Pour répondre à ces préoccupations et maintenir des pratiques de construction durables, il est impératif de mettre en œuvre des mesures de contrôle de l'érosion, de sélectionner soigneusement les sites d'excavation et d'adopter des techniques de conservation des sols.

L'approvisionnement local en roches et en sable, bien que respectueux de l'environnement, pose également des problèmes. L'extraction incontrôlée nuit aux écosystèmes et à l'environnement. Pour y remédier, il est essentiel de garantir une extraction durable. Cela implique la création d'un plan de gestion pour l'extraction des ressources et la mise en œuvre de mesures visant à éviter des problèmes tels que la surextraction du lit de la rivière, la perturbation

¹⁰⁸ <https://neatplus.org/>

de l'habitat et l'érosion. Cependant, cette tâche peut s'avérer difficile pour l'équipe locale, car elle n'est pas responsable de l'extraction du sable et de la roche, qui sont fournis par un prestataire. Il est donc nécessaire de s'assurer qu'aucun dommage n'est causé au cours du processus d'extraction. Si un dommage est identifié, il doit être abordé avec le fournisseur et les mesures adéquates doivent être prises.

Quant au bois d'œuvre, à l'eucalyptus et au grevillea, ils présentent également des avantages notables. Par exemple, cela dissuade l'utilisation de bois tropicaux souvent liés à la déforestation ; cela capture le carbone pendant la croissance, et une fois que ces matériaux ne sont plus utilisés, ils se décomposent en peu de temps et ne génèrent pas de pollution (s'ils ne sont pas brûlés, ce qui entraînerait la libération du carbone stocké). Toutefois, la culture généralisée de l'eucalyptus, qui peut menacer la conservation des sols, suscite des inquiétudes. Des questions subsistent quant à savoir si les plantations nuisent aux espèces locales ou provoquent la déforestation. L'équipe doit vérifier la durabilité des fournisseurs afin d'éviter une surexploitation ou des dommages environnementaux supplémentaires. Le bois doit provenir d'une source durable ; dans le cas contraire, il convient d'envisager des options telles que le reboisement, des projets de protection des forêts ou des matériaux alternatifs comme le bambou. Il est essentiel de poursuivre les études sur la qualité des matériaux, l'impact environnemental et les stratégies d'atténuation.

L'utilisation du bois comme bois de chauffage à la fin de son cycle de vie entraîne la libération du carbone qui était auparavant séquestré, ce qui annule ses avantages pour l'environnement. La résolution de ce problème est complexe car les familles touchées dépendent du bois de chauffage pour la cuisine. Il s'agit d'un dilemme, car l'utilisation de ces matériaux pour le chauffage et la cuisine pourrait également permettre d'éviter la consommation d'autres ressources forestières, étant donné que l'on estime que 95 % du bois coupé est utilisé comme bois de chauffage. Les foyers améliorés avec des matériaux non organiques seraient bénéfiques dans ce contexte. Le programme en a déjà tenu compte ; selon l'équipe locale, des foyers améliorés avec des matériaux non organiques sont construits au domicile des familles. Il est crucial de s'assurer que les familles les utilisent correctement. Par ailleurs, l'intégration d'activités de reforestation et de plantation d'arbres dans les projets de logement est bénéfique, une démarche que le programme est également en train de mettre en œuvre. Ces initiatives soulignent l'engagement du programme en faveur des questions environnementales et les efforts qu'il déploie pour y répondre. Il est important de continuer à promouvoir ces initiatives et de veiller à ce que les familles utilisent correctement.

L'accent devrait être mis sur des matériaux tels que l'acier et le ciment, en raison de leurs fortes émissions de carbone et de leur temps de décomposition extrêmement long. Même si leurs quantités sont faibles par rapport à d'autres matériaux, il ne faut pas les négliger. Cette préoccupation est d'autant plus forte dans des pays comme le Burundi, où les systèmes de gestion des déchets sont inadéquats. Si la prise en compte des matériaux alternatifs est essentielle, elle n'est pas sans difficultés. Les efforts visant à introduire des toitures naturelles, comme l'utilisation de plantes telles que les feuilles de bananier, peuvent se heurter à la résistance des familles locales, qui peuvent s'inquiéter de l'importance de l'entretien nécessaire. En outre, il n'est pas toujours possible de réduire la dépendance à l'égard de l'acier et du ciment.

Néanmoins, comme l'a souligné l'équipe locale, ces matériaux présentent un potentiel de recyclage et peuvent être vendus au poids à des entreprises de recyclage. L'étude n'a pas été en mesure d'identifier ces entreprises, mais il est fortement recommandé de les localiser et de faciliter les liens entre ces entreprises et les familles affectées. En outre, il existerait au Burundi une usine de recyclage de l'acier produisant des barres d'armature et des clous de qualité moyenne. Bien que cette étude n'ait pas confirmé son existence, des efforts pourraient être faits pour la vérifier et explorer d'autres possibilités. Bien que ces matériaux soient durables, avec des durées de vie allant jusqu'à 30 ans selon les observations de l'équipe, il est essentiel d'adopter des stratégies tournées vers l'avenir. Il est impératif d'éduquer les familles sur l'importance de la gestion des déchets pour un mode de vie durable, la santé et la préservation de l'environnement.

En outre, un traitement inapproprié des matériaux lors de la construction, de l'entretien et de la réparation des maisons peut nuire à leur intégrité et à leur durabilité, entraînant une durée de vie plus courte et un besoin fréquent de remplacement des matériaux. La durabilité d'une maison n'est pas seulement rentable, elle est aussi efficace sur le plan environnemental. C'est particulièrement vrai pour les maisons en adobe, dont la longévité peut varier considérablement en fonction de la qualité du sol, du climat, de la construction et des techniques d'entretien.

Par conséquent, le renforcement de certaines techniques de construction peut également prolonger de manière significative la durée de vie des maisons, qui est actuellement estimée à environ 30 ans par l'équipe locale. L'application de certaines techniques de construction est recommandée, comme l'utilisation de couches d'enduit

protectrices telles que la chaux pour protéger les briques des intempéries. Les ménages utilisent déjà des matériaux tels que l'argile rouge et le calcaire pour les enduits. En outre, il est essentiel de protéger la maison des eaux de pluie concentrées et des remontées capillaires¹⁰⁹, ce qui peut être réalisé en renforçant la base des murs et en créant des canaux d'écoulement d'eau efficaces. Il est également important de concevoir des débords de toit adéquats pour protéger le haut des murs et d'entretenir régulièrement le toit et les zones environnantes.

En mettant en œuvre ces mesures de protection, la durée de vie des murs en adobe peut être considérablement prolongée, les rendant comparables à d'autres matériaux de construction conventionnels utilisés au Burundi. L'entretien régulier et l'utilisation de bonnes techniques et de bons matériaux de construction sont essentiels pour prolonger la durée de vie. La poursuite et le renforcement des programmes de formation existants sur l'entretien des maisons et l'amélioration de la construction sont essentiels pour soutenir ces efforts.

Bien que l'achat de produits locaux soit encouragé, il peut poser des problèmes au Burundi. Les importations fréquentes de matériaux d'abris pour répondre aux normes de qualité entravent souvent la promotion des matériaux locaux. Une approche alternative, suggérée par le Shelter Cluster en RDC et qui mérite d'être considérée ici, est de collaborer avec les fabricants d'abris et de NFI en Afrique de l'Est afin d'améliorer les normes de qualité qui répondent aux besoins humanitaires. S'approvisionner en matériaux dans cette région pourrait potentiellement réduire l'impact environnemental du transport et accélérer la livraison.

En conclusion, le modèle de maison donne la priorité à la durabilité environnementale en utilisant des matériaux d'origine locale, tels que les briques d'adobe. Cette approche offre des avantages tels qu'une production économe en énergie, un transport minimal et la possibilité de recycler les matériaux. Cependant, les défis à relever incluent la nécessité de réglementer l'extraction du sol. La gestion de l'extraction durable de ressources telles que la roche, le sable et le bois est également cruciale pour prévenir la dégradation de l'environnement. L'utilisation du bois soulève des inquiétudes quant à la conservation des sols et aux émissions de carbone lorsqu'il est utilisé comme bois de chauffage. L'introduction de méthodes de cuisson alternatives et la promotion du reboisement pourraient contribuer à atténuer ces problèmes. L'acier et le ciment, bien qu'en quantités moindres, requièrent toujours une attention particulière en raison de leur impact sur l'environnement, qui peut être atténué par des initiatives de recyclage. La collaboration avec les fabricants d'Afrique de l'Est peut améliorer les normes locales en matière de matériaux tout en réduisant l'impact environnemental de la chaîne d'approvisionnement. Enfin, la durabilité et l'entretien adéquat des logements sont essentiels à l'efficacité environnementale, ce qui souligne l'importance d'une formation continue aux techniques de construction.

Il est important de préciser que cette étude n'émet pas de recommandation définitive. Le verdict final repose sur les options disponibles pour atténuer certaines des préoccupations les plus graves, qui, si elles sont adoptées à l'avenir, pourraient réduire l'impact environnemental global de la maison.

Cette étude présente essentiellement un « instantané » de la situation actuelle, comme une base de référence. Si l'étude est répétée à l'avenir pour le même modèle de maison, elle peut en effet créer une chronologie illustrant l'évolution de l'impact environnemental au fil du temps. Cela peut aider à suivre l'efficacité des mesures d'atténuation, à identifier les tendances et à évaluer si la situation environnementale s'améliore ou se détériore. Il convient de noter que la mise en œuvre de certaines recommandations peut s'avérer difficile et que leur faisabilité doit être vérifiée, car le champ d'application de ce travail n'a pas permis de procéder à une vérification approfondie. De nombreuses suggestions impliquent des changements de comportement, ce qui peut prendre du temps. Toutefois, le fait d'entamer des discussions sur ces sujets est déjà un pas dans la bonne direction.

En conclusion, l'idée d'une solution de logement idéale répondant à toutes les exigences n'est pas réaliste. Outre l'environnement, il existe de nombreuses autres considérations, telles que l'efficacité technique, la longévité, l'habitabilité, la rentabilité et la pertinence culturelle, pour n'en citer que quelques-unes. Bien que ces éléments n'aient pas été au centre de cette étude, ils jouent un rôle crucial dans la compréhension de l'ensemble du contexte de la maison. Aucune solution d'hébergement n'est parfaite ; il s'agit de trouver celle qui est la plus adaptée, la plus réalisable et la moins dommageable pour l'environnement.

¹⁰⁹ Dans le contexte des bâtiments et de la construction, les remontées capillaires font référence à la manière dont l'eau peut se déplacer vers le haut à travers des matériaux poreux, tels que le sol ou certains matériaux de construction comme la brique, le mortier et le béton.

10. Recommandations

Recommandations spécifiques à la maison



Consulter et collaborer avec des experts, des organisations environnementales ou des universités pour s'assurer que l'extraction des moellons et du sable se fait de manière durable, afin d'éviter des problèmes tels que la surexploitation des ressources du lit des rivières, la perturbation de l'habitat, l'érosion, la pollution et la détérioration des terres. Une autre solution consiste à promouvoir des campagnes de sensibilisation par l'intermédiaire de la plateforme nationale de gestion des risques de catastrophes.



Promouvoir des pratiques durables d'approvisionnement en sols en veillant à ce que les taux d'extraction des sols ne dépassent pas les taux de formation naturelle des sols, afin d'éviter l'épuisement des sols.



Examinez les questions de durabilité avec les fournisseurs du bois d'origine pour vous assurer qu'il n'y a pas de surexploitation ou d'autres atteintes à l'environnement. Le bois doit provenir d'une plantation durable. Si nécessaire, explorer d'autres matériaux alternatifs. Par exemple, le bambou pourrait être une alternative locale. Toutefois, il convient d'étudier plus avant la qualité du matériau et son impact sur l'environnement, et d'envisager des stratégies d'atténuation des impacts identifiés. Une autre façon d'envisager la réduction de l'utilisation du bois est d'utiliser des arcs en maçonnerie comme linteaux. Cependant, il est important de mener des études supplémentaires pour évaluer l'impact environnemental de ces alternatives.



Envisager la possibilité d'utiliser des matériaux recyclés ou à faible impact comme alternative à la tôle ondulée galvanisée, compte tenu de leur teneur élevée en carbone incorporé et en eau par kilogramme, et de leur temps de décomposition prolongé.



Tenter de localiser l'installation de recyclage de l'acier au Burundi, qui produit des barres d'armature et des clous. Confirmer l'existence de l'installation et évaluer la qualité des matériaux en acier recyclé. Étudier les possibilités de collaboration et évaluer la faisabilité de l'utilisation de ces matériaux recyclés s'ils répondent aux normes de qualité requises.



Veillez à ce que la quantité de ciment soit réduite au minimum sans compromettre la maison. Le ciment est un matériau à forte teneur en carbone et sa décomposition prend beaucoup de temps.



Veiller à ce que la quantité de briques d'adobe et de pierres utilisées soit réduite au minimum sans affecter l'intégrité structurelle de la maison. Bien que les briques d'adobe soient parmi les matériaux les plus respectueux de l'environnement, l'extraction de terre pour leur production peut entraîner des dommages environnementaux.



Promouvoir le compostage des matériaux naturels, envisager d'utiliser le compost dans les jardins urbains ou les potagers domestiques, au lieu de les brûler en fin de vie. Cette mesure pourrait être difficile à mettre en œuvre, car les familles utilisent souvent les matières organiques comme combustible pour la cuisine. Ce problème peut être partiellement résolu en intégrant l'énergie domestique propre dans le projet d'abri. Voir le point ci-dessous.

Recommandations générales du programme



Continuer à s'approvisionner en matériaux localement autant que possible afin de minimiser les émissions liées au transport. Une autre solution consiste à travailler avec les fabricants potentiels d'abris et d'articles de première nécessité en Afrique de l'Est afin d'élever les normes à des niveaux conformes aux normes humanitaires et d'autoriser l'approvisionnement dans cette région. Cela permettrait de réduire l'empreinte écologique de l'aide et de raccourcir les délais de livraison. Le mieux serait de coopérer avec les fournisseurs d'abris et d'articles de première nécessité qui travaillent en Afrique de l'Est, notamment le HCR, l'OIM, la FICR, le CICR et d'autres.



Il est essentiel de poursuivre les initiatives de reboisement et de protection des forêts, ainsi que de soutenir et de collaborer avec des organisations locales compétentes pour faciliter ces projets dans les zones concernées. Il convient de noter que ces efforts permettent non seulement de compenser les émissions totales de carbone produites, mais contribuent également de manière significative à la sauvegarde de l'écosystème local.



Poursuivre la mise en œuvre de mesures d'atténuation des problèmes environnementaux, telles que le traçage de courbes de niveau pour lutter contre l'érosion, la plantation d'herbes liant les sols, la création de pépinières pour la culture de plantes, l'introduction d'arbres agroforestiers pour la stabilité écologique et la plantation d'arbres fruitiers pour l'agriculture durable.



Continuer à améliorer le développement des compétences en dispensant une formation ciblée sur les meilleures pratiques de construction et d'entretien durables en pisé aux membres de la communauté et aux travailleurs impliqués dans la construction et l'entretien des maisons. Cela contribuera de manière significative à accroître la longévité des maisons et à réduire la nécessité de remplacer les matériaux.



Réduire l'emballage de tous les matériaux et éliminer tout plastique à usage unique, ou soutenir la réutilisation des emballages à d'autres fins.¹¹⁰ Des efforts pourraient être entrepris pour traiter cette question en engageant des discussions avec les fournisseurs.



Poursuivre la sensibilisation à l'assainissement environnemental et à la pollution générée par l'élimination des matériaux, par le biais du programme ou par des actions de plaidoyer en partenariat avec d'autres organisations.



Relier les communautés à des entreprises privées de traitement des déchets pour collecter les matériaux, en particulier l'acier, lorsqu'il a atteint la fin de sa vie utile, ou les aider à mettre en place un système. Cela permettra non seulement d'améliorer la situation en matière de gestion des déchets, mais aussi de créer des opportunités génératrices de revenus pour les communautés.

¹¹⁰ Voir *Guidelines-for-Packaging-Waste-Management-in-Humanitarian-Operations-compressed.pdf*



Continuer à fournir aux familles l'accès à des foyers améliorés qui ne dépendent pas des matériaux organiques et qui utilisent davantage l'énergie solaire ou des combustibles alternatifs, ou qui sont au moins plus efficaces s'ils doivent brûler du bois ou d'autres types de biomasse. Cela permettra de réduire la dépendance à l'égard du bois de chauffage et d'alléger la pression sur les ressources forestières. Cela peut également empêcher la combustion du bois d'eucalyptus et de grevillea, qui empêche le carbone qu'il a stocké au fil des ans de se répandre dans l'atmosphère, comme indiqué dans la section sur les émissions de carbone.



Plaider et travailler avec le groupe de travail du Shelter Cluster¹¹¹ et d'autres partenaires dans le pays et la région, pour faire passer des messages clés sur l'environnement.



Envisager de réaliser une simple évaluation de l'impact sur l'environnement ou au moins un examen environnemental préalable à l'aide d'un outil tel que NEAT+¹¹², lors de la conception de tous les abris et de toutes les activités de planification du site.



Compensation des émissions de carbone : Un autre moyen de parvenir à la neutralité carbone consiste à compenser les émissions générées en les réduisant ailleurs ou en achetant des crédits carbone¹¹³ dans le cadre d'un projet accrédité par une norme reconnue¹¹⁴.

¹¹¹ Des tentatives pour les contacter ont été faites sans succès

¹¹² <https://neatplus.org/>

¹¹³ Une étude de cas potentiellement intéressante au Tchad, qui pourrait servir d'exemple sur la manière dont la fourniture de fourneaux peut avoir un impact sur les camps de réfugiés, est le CookIt Solar Cooker, qui a utilisé les crédits carbone issus de la réduction des émissions de CO2 pour faciliter l'expansion du programme. <https://www.fairclimatefund.nl/en/projects/chad-solar-cookers-for-refugee-families>

¹¹⁴ Parlement européen

11. Bibliographie

- Building material selection and use an environmental guide, WWF, 2016; Hettiarachchi M., Dwivedi V., Miller W.M, Carr S.H, Dunn J.B., McMahon M.M and Van Breda A. Building Material Selection and Use: An Environmental Guide, 2nd Ed. World Wildlife Fund, Washington DC and Northwestern University, Evanston IL.
- Carbon footprint of humanitarian shelter: A case study of relief and construction materials used in Haiti, Selina Chan, 2014
- Center for International Environmental Law (CIEL)
- Comparative study of the environmental impact of Sahel emergency shelter models. International Aid of Luxemburg Red Cross. November 2022
- Cooking in displacement Setting. Engaging the Private Sector in Non-wood-based Fuel Supply. Laura Patel and Katie Gross. January 2019
- Environmental checklist for shelter response, Shelter Cluster Vanuatu, 2019
- Expansion, research and development of the eucalyptus in Africa Wood production, livelihoods and environmental issues: an unlikely reconciliation. Dominique Louppe and Denis Depommier. 2010
- Experimental Research on the Recyclability of the Clay Material used in the Fabrication of Adobe Bricks Type Masonry Units. Gabriela Catalan, Andreea Hegyi, Carmen Dico, Calin Mircea. 2016
- Forests and climate change. IUCN. 2021
- Global Forest Resources Assessment 2020: Main report. Rome. FAO. 2020
- Global Tree Assessment. Botanic Garden Conservation International. 2021
- Guide pour l'amélioration de la résistance des cases d'habitation traditionnelle face aux cyclones.
- Guide de Reference ABRIS-ANA Burundi. 2019. Croix-Rouge luxembourgeoise
- Guidelines for packing waste management in humanitarian operations. Joint Initiative for Sustainable Humanitarian Assistance Packaging Waste Management. July 2023
- Key messaging environment advocacy. Global Shelter Cluster
- QSAND- Quantifying Sustainability in the Aftermath of Natural Disasters. Guidance manual 2014
- Rapport de l'enquête Post Distribution Monitoring (PDM) dans les communes de Bouroum, Pensa et Gorgadji. CRBK. 2021
- Rapport de mission Burundi. Amélioration de la résilience des populations vulnérables aux aléas naturels et sociaux économiques. 2019. CRA terre
- Rapport pays sur la Neutralité de la Dégradation des Terres. UNCCD. 2013
- Reducing environmental impact in humanitarian response, Sphere, 2019
- Roadmap for research- A collaborative Research Framework for Humanitarian Shelter and Settlements Assistance.
- Shelter and Sustainability, UNHCR, 2021
- Silviculture of eucalyptus planting- learning in the region. K.J. WHITE. FAO
- State of the World's Trees. Sept 2021. Botanic Gardens Conservation International
- Options for Humanitarian packing Reuse, Repurposing, and Recycling. Joint Initiative For Sustainable Humanitarian a Assistance Packaging Waste Management. July 2023
- Tall, Arame; Dampha, Nfamara K; Ndayiragije, Nina Nicole; Von Berg, Maximilien Randolph; Manirambona, Alexis; Raina, Leela; Nininahazwe, Michele Sandrine. Tackling Climate Change, Land Degradation and Fragility: Diagnosing Drivers of Climate and Environmental Fragility in Burundi's Colline Landscapes - Towards a Multi-Sector Investment Plan to Scale up Climate Resilience (English). Washington, D.C.: World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/099930006302237433/P17682007885e00780b1cc093a09277df1a>
- www.flaticon.com

12. Documents annexés

- Annexe 1 - Informateurs
- Annexe 2 - Informations techniques sur le modèle de maison
- Annexe 3 - Matériaux des composants de la maison, emballage, quantité et pays d'origine
- Annexe 4 - Distance de transport
- Annexe 5 - Matériaux utilisés dans la maquette de la maison
- Annexe 6 - Calcul des émissions de carbone de la maison
- Annexe 7 - Ressources naturelles locales utilisées par maison
- Annexe 8 - Option de réutilisation provisoire et options de recyclage
- Annexe 9 - Avantages, impacts et bonnes pratiques de chaque matériau

ANNEXE 1 - Informateurs

Aide internationale de la Croix-Rouge luxembourgeoise

- THEISEN, Claudine ; Gestionnaire de projets - Desk RDC et Burundi
- LEDESMA, Daniel Chargé de recherche
- TATENAU, Lionel
- NINGANZA, Josélyne : Paiement responsable
- NIMPAYE, Tite , Assistant Opérationnel

Groupement mondial pour les abris

- Charles KELLY, coprésident de la communauté de pratique sur l'environnement, Global Shelter Cluster.
- Madelaine MARARA, point focal environnemental du Global Shelter Cluster.
- Mandy GEORGE, conseillère principale en environnement

Autre organisation contactée au Burundi

- OBPE (Office Burundais pour la Protection de l'Environnement)
- Fabrimétal

Autre personne contactée

- Samantha Brangeon. Consultante - JI Emballages humanitaires durables Gestion des déchets

Autre organisation contactée

- CRA-Terre

ANNEXE 2 - Modèle de maison Informations techniques

MAISON ADOBE TYPE MUYINGA



La « Maison en Adobe de type Muyinga » est conçue comme une solution de logement durable, avec l'aide de la branche Muyinga de la Croix-Rouge burundaise. Elle est construite depuis 2017 dans la région de Muyinga.



Surface totale
44.8 m²

Dimensions
8m x 5.6m



Occupation
6 personnes

Fondation

La fondation a une profondeur de 40 à 60 cm (réglable en fonction de la résistance du sol sur la parcelle), une largeur de 40 cm et est plus longue de 10 cm à chaque extrémité que la maison (8,20 m x 5,80 m).

La fondation est composée de briques d'adobe et de mortier de terre, et d'une sous-fondation faite de ciment, de sable et de pierres.



Durée de la
construction
30 heures

Murs

Les murs sont construits avec des briques d'adobe (40x20x15 cm) fabriquées par les familles et du mortier de terre, ce qui nécessite environ 2 000 à 2 200 briques.



Coût
930 euros

Revêtement mural

La famille est responsable du revêtement, en utilisant les matériaux disponibles dans la mesure de ses moyens. Certains utilisent de la terre rouge, du calcaire et des résidus végétaux pour enduire les murs afin de protéger et de décorer leur maison.



Durabilité
30 ans

Couverture de toit

Le toit est à deux pentes avec une inclinaison de 30 %, recouvert d'une couverture métallique et d'une structure en bois d'eucalyptus.



Total #
Construit
965

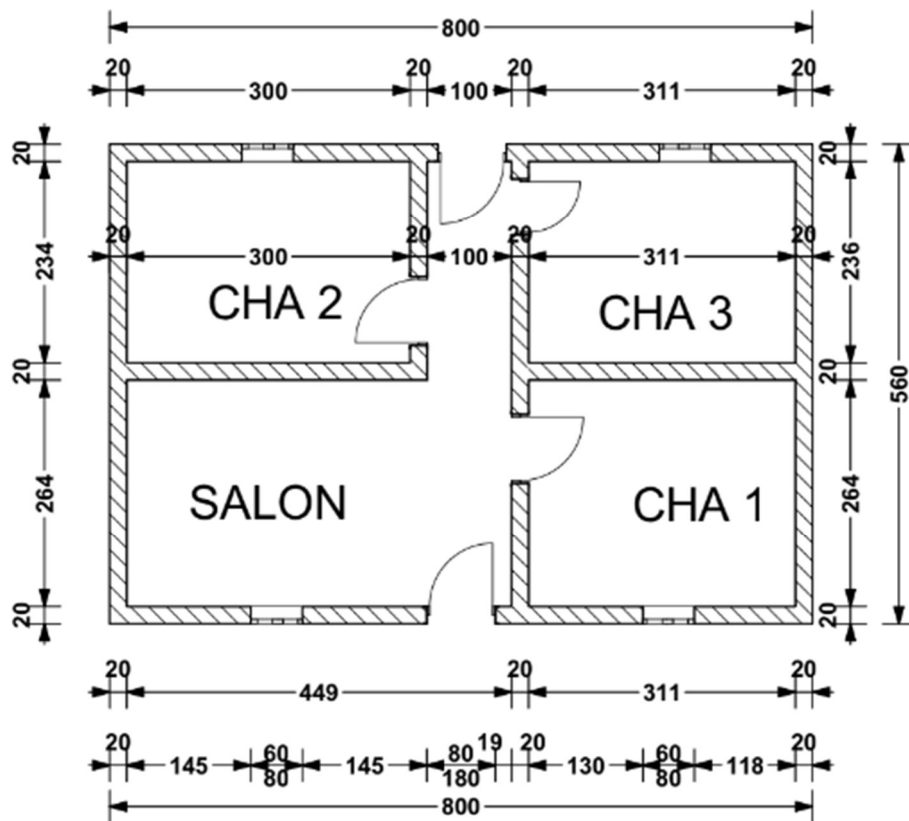
Ouvertures

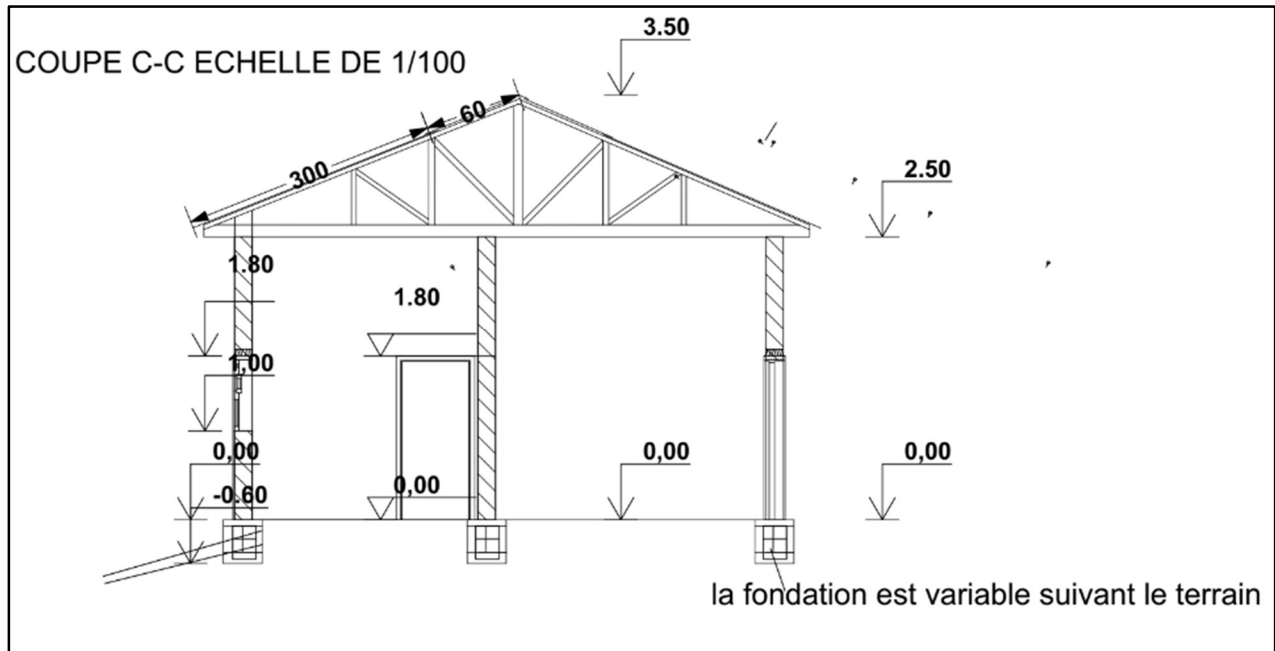
5 portes (0,80 m x 1,8 m) et 4 fenêtres (0,60 m x 0,80 m) en bois de grevillea.



Construire
0

VUE ENPLAN A 1/100





ANNEXE 3 - Matériaux des composants de la maison, emballage, quantité et pays d'origine

Toutes les informations ci-dessous ont été fournies par l'équipe de l'AICRL dans le pays.

Tableau 1 - Maison en Adobe de type Muyinga

Nom	Matières premières	Quantité/ Kg	Pays d'origine	Mise en paquets	Quantité/ Kg
Bois	Bois d'eucalyptus	656 kg	Burundi	Aucun	Aucun
Panneaux de portes et fenêtres	Bois de Grevillea	122 kg	Burundi	Aucun	Aucun
Briques Adobe	Sol	25000 kg	Burundi	Aucun	Aucun
Mortier	Sol	1200 kg	Burundi	Aucun	Aucun
Moellon	Pierre	2580 kg	Burundi	Aucun	Aucun
Sable	Sable	3200 kg	Burundi	Aucun	Aucun
Ciment	Ciment	100 kg	Burundi	Sac en polypropylène	0.5
Briques de ciment	Ciment	56 kg	Burundi	Aucun	Aucun
Tôles ondulées en fer galvanisé (CGI)	Acier recouvert de zinc	124 kg	Tanzanie	Aucun	Aucun
Fil de fer	Acier	2 kg	Tanzanie	Cerclage en polyéthylène	0,02 kg
Clous de couverture (type parapluie)	Acier	6 kg	Tanzanie	Sac en nylon	0,1 kg
Clous ordinaires	Acier	10,5 kg	Tanzanie	Sac en nylon	0,1 kg

ANNEXE 4 - Distances de transport

Lors du calcul de l'équivalent CO₂, l'un des facteurs clés est l'origine des matériaux, car le transport peut contribuer de manière importante aux *émissions de carbone*. Le fait qu'un matériau ait été acheté localement ou importé, transporté par route depuis un pays voisin, ou produit dans un pays lointain et transporté par mer ou par air, aura un impact important sur les *émissions totales de carbone*.

Pour calculer la distance de transport, les distances suivantes en kilomètres pour chaque produit sont nécessaires.

- Pays d'origine jusqu'au point d'arrivée dans le pays
- Point d'arrivée à l'entrepôt ou au magasin
- De l'entrepôt au chantier
- Du chantier à la décharge
- Type de transport utilisé pour chaque phase (camion/route, train, mer ou air)

Dans le cadre de cette étude, la distance de transport exacte et la localisation précise de chaque usine n'étant pas connues, des distances de transport moyennes ont été estimées. Les hypothèses suivantes ont été retenues:

- L'outil et l'analyse présentée ici n'incluent pas le transport qui peut avoir eu lieu plus tôt dans la chaîne d'approvisionnement, par exemple si une partie d'un produit est fabriquée dans un pays, puis expédiée dans un autre pays où la production est achevée et où le programme l'achète. Les données ne sont pas disponibles pour inclure cela, et la complexité d'une telle analyse dépasse la portée de l'outil SMAC.
- Les distances en kilomètres ont été fournies par l'équipe de terrain.
- Comme on ne sait pas exactement ce qui se passe lors de l'élimination, le transport depuis le site de construction des abris jusqu'à l'élimination n'est pas inclus.

Distance par route

Pays d'origine jusqu'au point d'arrivée dans le pays

Point de départ	Point d'arrivée	Distance
Tanzanie (Dar es Salaam)	Bujumbura	1499 km

De l'entrepôt au chantier (km)

Point de départ	Point d'arrivée	Distance
Muyinga	Giteranyi	45,1 km

Lieu de fabrication locale au site de construction (km)

Point de départ	Point d'arrivée	Distance moyenne
Giterangi	Côté construction	10 km

ANNEXE 5 - Matériaux utilisés dans la maison

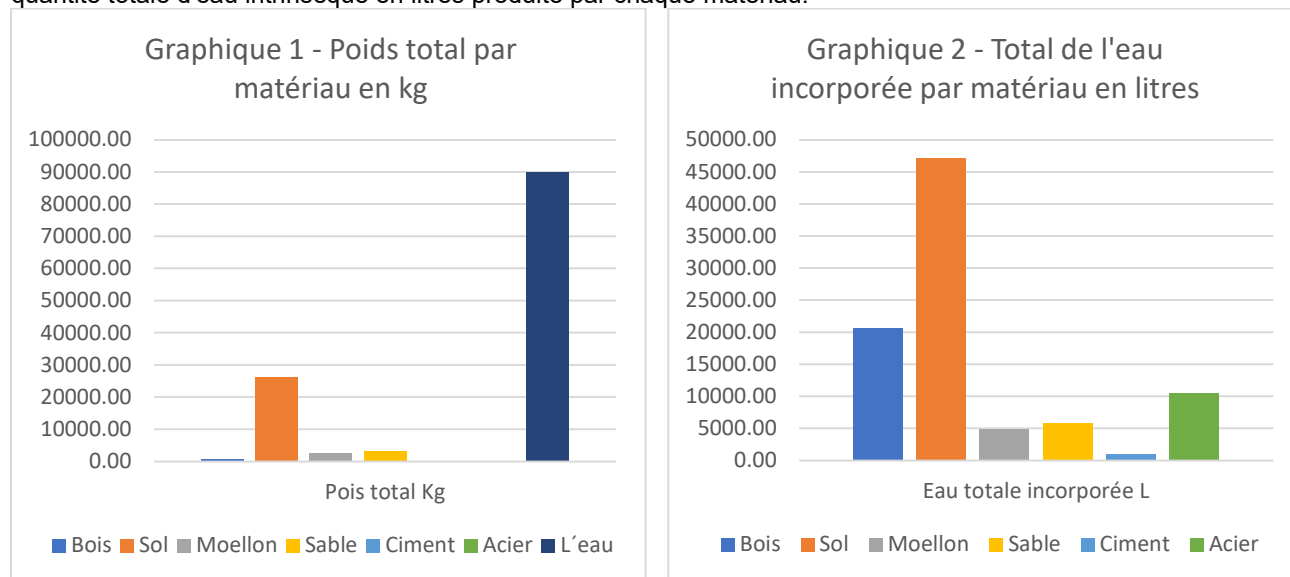
Vous trouverez ci-dessous les tableaux indiquant les matériaux utilisés dans la maquette de la maison, par poids (kilogrammes). Les données ont été fournies par les équipes logistiques de l'AICRL dans le pays.

La consommation d'eau est calculée pour tous les matériaux utilisés pour construire les abris. Pour calculer la consommation d'eau en litres, l'outil de référence de l'UNHC pour les abris et la durabilité¹¹⁵ a été utilisé.

Tableau 1 - MAISON ADOBE TYPE MUYINGA

Matières premières	Quantité / Kg	Eau incorporée (L)
Bois	778 Kg	20,648 L
Sol	26 200 kg	47,160 L
Moellon	2,612 Kg	4902 L
Sable	3,216 Kg	5,760 L
Consommation d'eau	89,928 L	-
Matière synthétique	Quantité / Kg	Eau incorporée (L)
Acier	142,5 Kg	10471 L
Ciment	108 Kg	987 L

Le graphique 1 ci-dessous indique le poids total en kilogrammes de chaque matériau, et le graphique 2 indique la quantité totale d'eau intrinsèque en litres produite par chaque matériau.



115 UNHCR-TSS (epfl.ch)

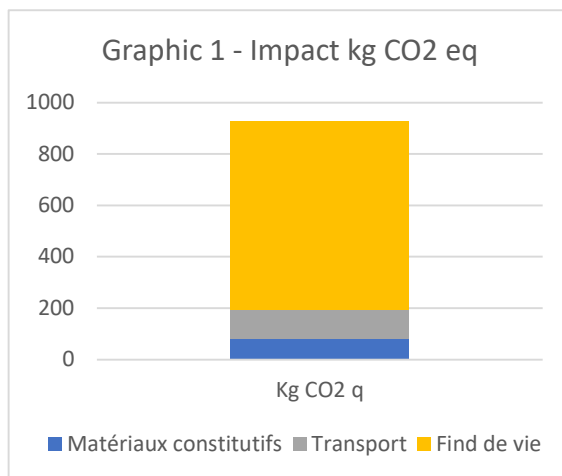
ANNEXE 6 - Calculs des émissions de carbone

Les émissions liées à l'emballage ne sont pas incluses dans cette étude, car les données relatives à l'emballage n'étaient pas disponibles, comme indiqué précédemment dans la section 7.2.1.

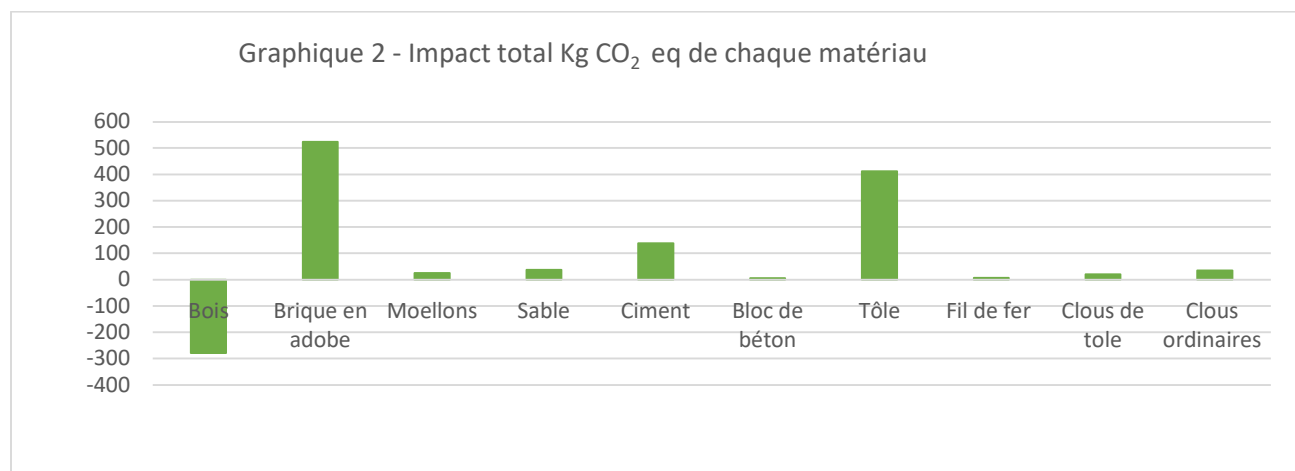
Les émissions totales de carbone générées par le modèle de maison, en équivalent CO₂, sont indiquées ci-dessous. Ce calcul a été effectué à l'aide de la calculatrice SMAC et en tenant compte de tous les paramètres et hypothèses expliqués dans la section 7.2. Le tableau 1 et le graphique 1 ci-dessous montrent la répartition des émissions de carbone, en termes de kg d'équivalent CO₂ de l'unité d'habitation par « étapes du cycle de vie » : « production des matériaux constitutifs », « transport » et « fin de vie ».

Tableau 1

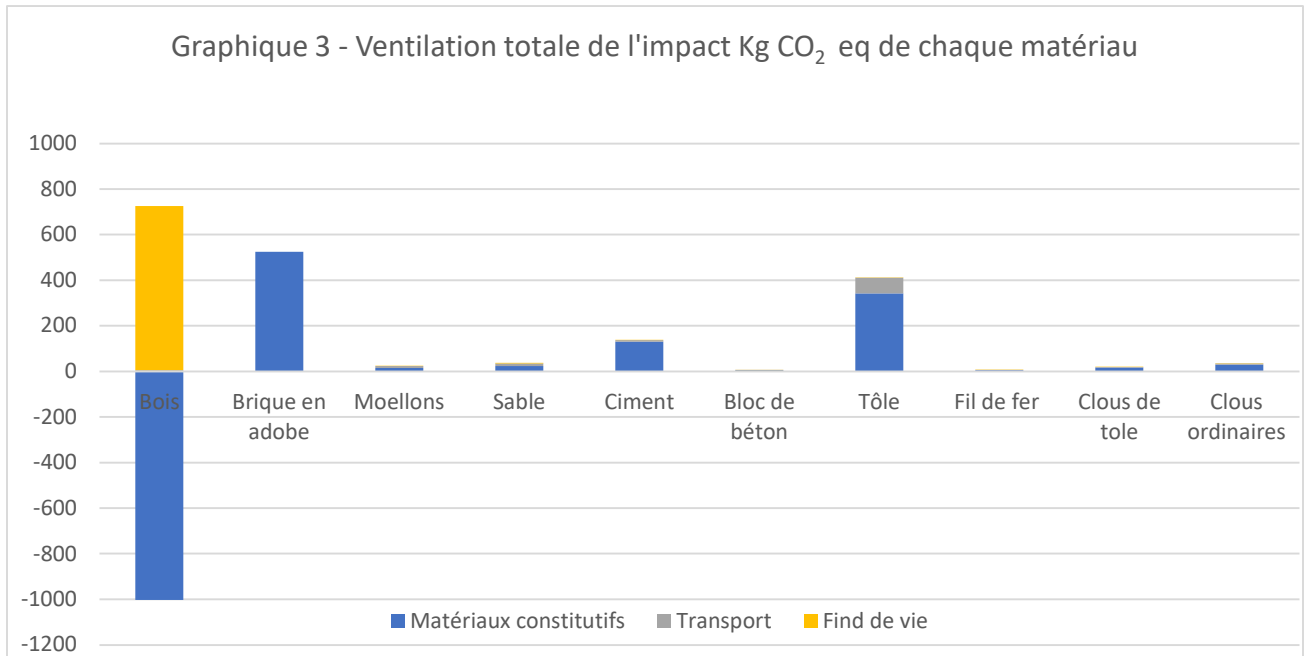
Impact	Émissions de carbone Kg CO ₂ eq.
Production des matériaux constitutifs	87
Emballage	<i>Données non prises en compte</i>
Transport	111
Fin de vie	726
Total	925



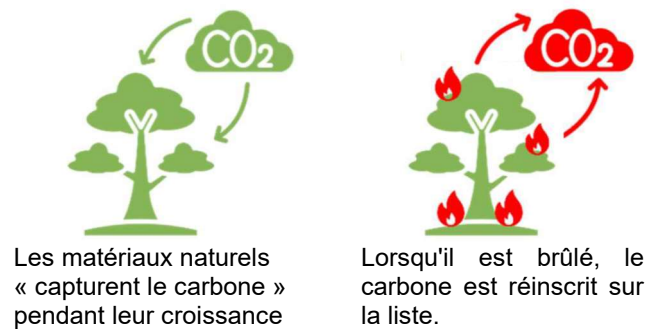
Le graphique 2 ci-dessous montre l'impact total en kg de CO₂ eq. de chaque matériau.



Le graphique 3 ci-dessous montre les émissions totales en kg de CO₂ eq. de chaque matériau, réparties entre les émissions générées par la « production des matériaux constitutifs », le « transport » et la « fin de vie ».



Il est important d'expliquer pourquoi la phase de « fin de vie » génère d'importantes émissions de carbone. En effet, l'outil SMAC suppose que ces matériaux sont brûlés à la fin de leur vie utile, libérant ainsi les émissions de carbone qui ont été séquestrées dans les matériaux. Si en fait ces matériaux naturels sont laissés à la décomposition ou compostés, ces émissions seront éliminées et les émissions globales de ce modèle d'abri seront donc encore plus faibles.



ANNEXE 7 - Ressources naturelles locales utilisées

Quantité totale d'eucalyptus utilisée dans le modèle de maison

- Environ 656 kilos pour la structure de la toiture.

Quantité totale de grevillea utilisée dans le modèle de maison

- Environ 122 kilos pour les panneaux de portes et de fenêtres

Quantité totale de terre utilisée dans le modèle de maison

- Environ 26200 kilos pour construire des briques et du mortier d'adobe

Quantité totale de moellon utilisée dans le modèle de maison

- Environ 2580 kilos en tant que partie de la sous-base

Quantité totale de sable utilisée dans le modèle de maison

- Environ 3200 kilos en tant que partie de la sous-base

ANNEXE 8 - Option de réutilisation intentionnelle et options de recyclage

Le tableau 1 ci-dessous examine, pour chacun des matériaux de construction, leur durée de vie, le temps nécessaire à leur décomposition et la possibilité de les réutiliser et de les recycler, sur la base du potentiel du pays¹¹⁶. Il est important de noter que le taux de décomposition peut dépendre des conditions d'élimination ou de mise en décharge.

Tableau 1 - Maison adobe type Muyinga

Matériau	Espérance de vie ¹¹⁷	Temps de décomposition	Réutilisation	Recyclage
bois ¹¹⁸	Environ 30 ans ¹¹⁹	10-15 ans ¹²⁰	Oui	Oui
Sol	Environ 30 ans ¹²¹	Sans objet	Oui	Oui
Moellon	Environ 30 ans	Sans objet	Oui	Sans objet
Sable	Environ 30 ans	Sans objet	Oui	Sans objet
Ciment	Environ 30 ans	Environ 50 ans ¹²²	Non ¹²³	Non ¹²⁴
Bloc de béton	Environ 40 ans	Environ 50 ans ¹²⁵	Oui	Oui
CGI	Environ 30 ans	200 à 500 ans	Oui	Oui
Vis	Environ 30 ans	200 à 500 ans ¹²⁶	Non	Oui
Fil de fer	Environ 40 ans	200 à 500 ans	Oui	Oui

Selon l'équipe de terrain, certains matériaux sont jetés une fois qu'ils ne sont plus utilisés ou qu'ils atteignent un stade de détérioration avancé (ciment et blocs de béton), ou utilisés comme bois de chauffage (bois d'œuvre). Ce type de combustion contribue à la pollution de l'air. Le reste des matériaux est vendu pour être recyclé (CGI, vis et fil de fer).

¹¹⁶ Basé sur le feedback des quelques entreprises privées locales, start-up, associations, groupements d'intérêt économique (GIE), etc., spécialisées dans le recyclage écologique et la valorisation des déchets dans chacun des pays. Se référer à l'annexe 1 pour voir la liste des personnes contactées.

¹¹⁷ Informations fournies par l'équipe de terrain grâce à l'observation directe sur le terrain.

¹¹⁸ Le temps nécessaire à la décomposition du bois dépend de plusieurs facteurs, notamment du type de bois, des conditions environnementales et de l'exposition à des micro-organismes qui facilitent la décomposition. Dans les environnements naturels, tels que les forêts, la décomposition complète du bois peut prendre plusieurs années, voire plusieurs décennies. Dans des conditions plus contrôlées, comme le compostage ou la décomposition dans les décharges, le processus peut être accéléré, et il faut généralement quelques mois à quelques années pour que le bois se décompose. Les bois durs comme le chêne peuvent se décomposer plus lentement que les bois tendres comme le pin en raison des différences de densité et de composition du bois.

¹¹⁹ En fonction des conditions météorologiques et du séchage avant utilisation

¹²⁰ Combien de temps faut-il à 50 objets courants pour se décomposer ?

¹²¹ En fonction de la technique de construction et des conditions météorologiques

¹²² How Long Does Concrete Take to Decompose? (concretrecruiters.com)

¹²³ La réutilisation du ciment sous sa forme originale de poudre liante est difficile une fois qu'il a été mélangé à de l'eau et durci, car il subit une réaction chimique qui modifie ses propriétés. Cependant, il existe des méthodes et des contextes dans lesquels les matériaux associés au ciment peuvent être réutilisés et recyclés.

¹²⁴ La réutilisation du ciment sous sa forme originale de poudre liante est difficile une fois qu'il a été mélangé à de l'eau et durci, car il subit une réaction chimique qui modifie ses propriétés. Cependant, il existe des méthodes et des contextes dans lesquels les matériaux associés au ciment peuvent être réutilisés et recyclés.

¹²⁵ How Long Does Concrete Take to Decompose? (concretrecruiters.com)

¹²⁶ How long does it take for metal to degrade - Riba Farré (ribafarre.com)

Le tableau 2 ci-dessous examine les possibilités de réutilisation et de recyclage pour chaque matériau. Il est basé sur ce qui est faisable dans le pays, sur les idées des personnes interrogées et sur les résultats d'une étude documentaire.

Tableau 2 - Options potentielles au Burundi

Matériaux	Options de réutilisation potentielles	Options de recyclage potentielles
Mortier de terre et brique d'adobe	<ul style="list-style-type: none"> La terre récupérée à partir des déchets de vieilles briques d'adobe peut être réutilisée pour réaliser d'autres éléments de ce type. Les performances physiques et mécaniques des briques d'adobe nouvellement fabriquées ne sont pas affectées par l'utilisation de terre recyclée.¹²⁷ 	<ul style="list-style-type: none"> Le bloc de terre désintégré peut être ajouté au jardin de la maison et devenir un engrais pour l'herbe.¹²⁸
Bois	<ul style="list-style-type: none"> Réutilisation pour une construction auxiliaire (comme une écurie). Bois combustible Objets d'art 	<ul style="list-style-type: none"> Objets d'art
Blocs de ciment et de béton	<p>La réutilisation du ciment sous sa forme originale de poudre liante est difficile une fois qu'il a été mélangé à de l'eau et durci, car il subit une réaction chimique qui modifie ses propriétés. Cependant, il existe des méthodes et des contextes dans lesquels les matériaux associés au ciment peuvent être réutilisés.</p> <ul style="list-style-type: none"> Les morceaux de ciment peuvent être réutilisés dans différentes constructions. Par exemple, les gros morceaux peuvent être utilisés pour créer des murs de soutènement, des revêtements en enrochement ou comme matériau de remblai. Granulats recyclés : Le béton, une fois cassé et concassé, peut servir de granulats dans la production de nouveau béton, bien que cela puisse parfois affecter les propriétés du nouveau béton. Le béton concassé peut être utilisé comme couche de fondation pour les routes et les allées, ce qui permet de réutiliser le béton des anciennes chaussées et structures. Réutilisation pour une construction auxiliaire (étable ou poulailler) 	<p>Le ciment lui-même, en tant que poudre, ne peut pas être recyclé une fois qu'il s'est hydraté et a durci, mais le béton, qui est fabriqué en combinant le ciment avec du sable, du gravier et de l'eau, peut être recyclé dans une certaine mesure.</p> <ul style="list-style-type: none"> Du gravier, des agrégats et des matériaux de pavage peuvent être utilisés.
Acier	<ul style="list-style-type: none"> Réutiliser pour des constructions auxiliaires. Artisanat (boucles d'oreilles, décorations/accessoires pour la maison, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> Les produits peuvent être transformés en diverses fonctions si le soudage est possible. Comme les tables et bancs d'école
Fil de fer	<ul style="list-style-type: none"> Réutiliser pour des constructions auxiliaires. Artisanat (boucles d'oreilles, décorations/accessoires pour la maison, etc.) Utilisé pour diverses fonctions - peut être utilisé pour attacher des tapis réutilisés, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> Réalisé en différentes fonctions si la soudure est disponible.
Vis	<ul style="list-style-type: none"> Ils ne sont pas réutilisés. 	<ul style="list-style-type: none"> Production de charrettes, brouettes, clés, pelles, pioches, houes, machettes, chaises, etc.

¹²⁷ Experimental Research on the Recyclability of the Clay Material used in the Fabrication of Adobe Bricks Type Masonry Units

¹²⁸ Adobe: The Most Sustainable Recyclable Building Material | ArchDaily

ANNEXE 9 - Avantages, impacts et meilleures pratiques pour chaque matériau

Le tableau 1 ci-dessous présente les avantages, les incidences et les meilleures pratiques de chaque matériau analysé dans cette étude d'un point de vue environnemental.

Tableau 1 - Avantages, impacts et meilleures pratiques des matériaux

MATÉRI AUX	AVANTAGES	IMPACTS	MEILLEURES PRATIQUES
Sol	<ul style="list-style-type: none"> Utilisé depuis des millénaires au Burundi Matériel local ne nécessitant pas de transport. Le sol ne crée pas de pollution ni de déchets. Il est recyclable s'il n'est pas stabilisé (avec du ciment). Une grande variété de solutions permettant un haut niveau de confort si les conditions bioclimatiques de chaque site sont prises en compte. Un régulateur efficace de l'humidité dans les espaces intérieurs, augmentant le confort. 	<ul style="list-style-type: none"> Leur production peut entraîner une dégradation des sols, une consommation d'énergie et une utilisation importante d'eau. 	<ul style="list-style-type: none"> Utiliser les connaissances locales et les cultures de construction. La terre extraite peut être utilisée pour créer des canaux, des bassins de rétention, des digues, etc. Améliorer la résistance des murs avec des matériaux inertes pour les fondations (pierre, blocs de ciment, briques cuites). Évitez de construire des murs en terre dans les zones inondables. Soutenir les industries et les moyens de subsistance locaux. Extraire la terre dans des zones où elle ne peut pas causer de danger ou d'impact sur l'environnement. Renforcer la résistance de la surface en appliquant un revêtement de terre chaque année
Bois	<ul style="list-style-type: none"> Il « capture le carbone » (et d'autres gaz à effet de serre) pendant leur croissance. Ne prend pas beaucoup de temps à se décomposer. Il s'agit d'une ressource renouvelable lorsqu'elle est bien gérée. 	<ul style="list-style-type: none"> L'espérance de vie est courte si elle n'est pas bien traitée. Si le matériau est brûlé à la fin de sa durée de vie, il libère une grande quantité de CO₂ eq. dans l'atmosphère. La culture d'eucalyptus dans les zones à faible pluviométrie peut avoir des effets négatifs sur l'environnement en raison de la concurrence pour l'eau avec d'autres espèces. L'extraction peut entraîner la déforestation, des glissements de terrain, la dégradation des sols, la destruction des habitats, ainsi que des risques d'inondations, de crues soudaines, de sécheresses et un cycle croissant de difficultés. 	<ul style="list-style-type: none"> Dans la mesure du possible, évitez de surdimensionner ou de spécifier trop d'exigences. Réalisez une conception structurelle appropriée et calculez les besoins en bois en conséquence. Minimiser les coupes de bois. Traitez correctement le bois pour assurer sa durabilité à long terme. Il existe certainement plusieurs recettes de traitement du bois qui peuvent varier localement en fonction de la disponibilité des produits. Réduire au minimum l'utilisation du bois pour les coffrages (le cas échéant), préférer les coffrages modulaires réutilisables.

		<ul style="list-style-type: none"> • Le transport du bois peut endommager davantage les forêts et les routes rurales. • Là où la transformation est effectuée, les usines mal gérées provoquent une pollution par les déchets solides, le bruit et l'air. • L'utilisation de produits chimiques toxiques à des fins de traitement présente des risques pour l'environnement et la santé. 	<ul style="list-style-type: none"> • Encourager la réutilisation du bois (par exemple, les cadres de portes et de fenêtres, les éléments structurels). • Les coupes de bois traité chimiquement doivent être considérées comme dangereuses et ne doivent jamais être utilisées comme bois de chauffage.
Moellon	<ul style="list-style-type: none"> • La pierre locale ne nécessite aucun transport et ne crée ni pollution ni déchets. • Il s'agit d'un matériau recyclable. • L'espérance de vie peut être très longue 	<ul style="list-style-type: none"> • L'extraction de roches non planifiée peut entraîner des glissements de terrain et des impacts hydrogéologiques. Sans planification ni protection, le dynamitage présente des risques professionnels. • Le transport de roches peut affecter les routes rurales. • L'extraction peut laisser de grandes fosses qui peuvent présenter des risques pour la santé. • La construction en pierre dans les zones sujettes aux tremblements de terre doit être réalisée avec une conception sismique. 	<ul style="list-style-type: none"> • Concevoir et construire correctement pour assurer la durabilité à long terme. • N'utilisez la pierre que dans les zones où elle peut être extraite sans danger ni impact sur l'environnement. • Adopter de bonnes pratiques de stockage et de chargement pendant le transport. • Mettre en œuvre des mesures visant à atténuer les effets négatifs de l'extraction, telles que le contrôle de l'érosion, les bassins de sédimentation et l'élimination appropriée des déchets.
Sable	<ul style="list-style-type: none"> • L'utilisation de sable et de gravier d'origine locale permet de réduire l'impact environnemental lié au transport sur de longues distances et à l'extraction dans des écosystèmes fragiles. 	<ul style="list-style-type: none"> • Le gravier et le sable sont souvent extraits illégalement des rivières, contribuant à l'érosion et au déplacement des berges, augmentant les pentes des berges et entraînant des changements dans la morphologie des rivières. En outre, cela peut entraîner l'effondrement des berges, la perte de terres et/ou de structures adjacentes, des changements en aval dans les schémas de dépôt et la destruction des habitats riverains. • L'extraction non planifiée de gravier et de sable peut provoquer des glissements de terrain et des impacts hydrogéologiques. 	<ul style="list-style-type: none"> • Avant de commencer l'extraction, il convient d'évaluer les impacts environnementaux potentiels afin de comprendre les conséquences et de mettre en œuvre les mesures d'atténuation nécessaires.
Ciment	<ul style="list-style-type: none"> • Le ciment peut remplacer le bois comme principal matériau de construction, réduisant ainsi la 	<ul style="list-style-type: none"> • Production de CO2 et impact sur le changement climatique. L'industrie du ciment est l'un 	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser des alternatives au béton et aux produits à base de

	<p>demande en bois et contribuant à lutter contre la déforestation.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les structures en ciment peuvent être moins sensibles à l'érosion du sol que les constructions traditionnelles en terre ou en boue, ce qui peut contribuer à prévenir la dégradation des sols. • Les structures en ciment ont souvent une durée de vie plus longue, ce qui réduit la fréquence des travaux de construction et leur impact sur l'environnement. 	<p>des secteurs les plus polluants. L'utilisation de ces solutions de construction.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La production de ciment nécessite d'importantes quantités d'eau, et une mauvaise gestion de l'eau peut entraîner des pénuries d'eau au niveau local et une dégradation de l'environnement. • La production de ciment nécessite des quantités importantes de matières premières, notamment du calcaire, de l'argile et du schiste, ce qui peut entraîner l'épuisement des ressources si elles ne sont pas gérées de manière durable. 	<p>ciment, comme les murs en terre si possible.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utiliser efficacement le ciment dans la construction pour minimiser les déchets et maximiser ses avantages. • Ne jamais jeter le béton ou les produits à base de ciment dans l'environnement. Cela peut être : Réutilisation sur site/hors site à des fins de construction (par exemple, remplissage) ; Transport en toute sécurité vers un espace de recyclage des matériaux de construction, Transport en toute sécurité vers un site de décharge contrôlé.
<p>Acier</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La production d'acier est la plus consommatrice d'énergie au monde. • La production de l'acier a généré une grande quantité d'<i>émissions de carbone</i>. • Matériaux à longue durée de vie, qui prennent beaucoup de temps à se décomposer. 	<ul style="list-style-type: none"> • Réutilisable et recyclable • L'espérance de vie est une hauteur relative. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se procurer de l'acier auprès de fournisseurs réputés qui adhèrent à des pratiques d'approvisionnement durables et éthiques. S'assurer que l'acier n'est pas lié à l'exploitation minière illégale ou à la déforestation. • Mettre en œuvre des mesures strictes de contrôle de la qualité pour vérifier la qualité et la résistance de l'acier utilisé dans la construction, • Optimiser la conception pour minimiser la quantité d'acier nécessaire. • Envisager des matériaux alternatifs ou des conceptions qui utilisent moins d'acier tout en maintenant l'intégrité structurelle. • Encourager le recyclage et les bonnes pratiques d'élimination.