



# RAPPORT

## RDC Étude d'impact environnemental du modèle de maison "Maison Adobe Type Uvira".

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 en RDC .....	10
6.2.	Modèle de maison .....	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.	Critère 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.....	21
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 environnemental 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 la maison .....	30
8.3.4.	Tableau de bord de l' <i>impact environnemental des ressources naturelles locales</i> .....	32
	Comment améliorer l' <i>impact environnemental des ressources naturelles locales</i> ?.....	34
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
8.4	Résumé des résultats.....	39
	Impact environnemental des ressources naturelles locales.....	39
9.	Conclusion .....	40
10.	Recommandations.....	43
11.	Bibliographie .....	46
12.	Documents annexés .....	47

#### 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 en RDC.

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'atmosphère<sup>1</sup>.

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 CO<sub>2</sub> ou de CO<sub>2</sub>) générée pour produire un matériau<sup>2</sup>.

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'hui<sup>3</sup>.

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 secteur<sup>4</sup>.

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 finale<sup>5</sup>.

**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 défaire<sup>6</sup>.

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.<sup>7</sup>

**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 climatique<sup>8</sup>.

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

---

<sup>1</sup> Fast Company

<sup>2</sup> Circular Ecology

<sup>3</sup> National Geographic

<sup>4</sup> Parlement européen

<sup>5</sup> ISO

<sup>6</sup> <https://assembly.coe.int>

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

<sup>8</sup> 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 CO<sub>2</sub>)<sup>9</sup>.

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 vivent<sup>10</sup>.

**Équivalent CO<sub>2</sub>** L'équivalent en dioxyde de carbone ou équivalent CO<sub>2</sub> (alias CO<sub>2</sub> 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 PRP<sup>11</sup>.

**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 État<sup>12</sup>.

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'avenir<sup>13</sup>.

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 bénéfique<sup>14</sup>, 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 climatique<sup>15</sup>.

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 pays<sup>16</sup>.

---

<sup>9</sup> Carbon Trust

<sup>10</sup> NSW Government

<sup>11</sup> Energy Manager Canada

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

<sup>13</sup> Germanwatch

<sup>14</sup> University of Calgary

<sup>15</sup> NASA

<sup>16</sup> UNHCR

## 2. Informations générales

**Titre du projet/de la mission :** RDC Étude d'impact environnemental du modèle de maison "Maison Adobe Type Uvira"

**Pays :** République démocratique du Congo (RDC)

**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 le *Shelter Research Unit*, 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 Mali<sup>17</sup>. La même méthodologie que celle utilisée dans les études précédentes sera appliquée pour réaliser cette étude. En outre, les modèles de logement au Burundi et à Madagascar seront également inclus dans cette recherche en cours.

En RDC, l'AICRL est activement engagée depuis 2019. Elle est impliquée dans plusieurs projets de reconstruction d'urgence en collaboration avec des partenaires locaux, ainsi que dans des projets de réduction des risques. En 2021, l'AICRL, en collaboration avec la branche Sud-Kivu de la Croix-Rouge de la République démocratique du Congo (CRRDC), a identifié un projet d'urgence qui consiste à fournir un soutien aux abris d'urgence par la distribution de bâches à 400 ménages et des solutions de logement plus durables à 150 ménages touchés par les inondations dans la ville d'Uvira, située dans la province du Sud-Kivu.

Cette solution de logement durable, qui fait l'objet de la présente étude, est basée sur l'architecture locale traditionnelle et a une superficie totale de 33,64 m<sup>2</sup>. Elle est construite avec des briques d'adobe fabriquées par les familles. Le mortier est fait de terre, et l'enduit est réalisé avec de la chaux et du ciment. Le toit est à double pente, recouvert de tôles et d'une structure en bois d'eucalyptus. Cependant, un facteur clé n'a pas été analysé en détail : l'impact environnemental des modèles de maisons. Cette analyse est nécessaire pour comprendre quelle option est la mieux adaptée à chaque contexte local et s'inscrit dans la tendance mondiale actuelle d'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 en raison d'événements météorologiques extrêmes, ce qui met en évidence la réalité

---

<sup>17</sup> 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

urgente du changement climatique<sup>18</sup>. L'indice de risque climatique 2021<sup>19</sup> 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 rétablir<sup>20</sup>.

L'Afrique est déjà l'un des continents les plus touchés par le changement climatique, même si elle n'est responsable que de 4 pour cent des émissions mondiales de gaz à effet de serre. Cependant, elle est touchée de manière disproportionnée par ses conséquences, qui ont un impact profond sur les vies, les moyens de subsistance et les économies. La RDC est le 4<sup>ème</sup> pays le plus vulnérable aux impacts du changement climatique, se classant au 182<sup>ème</sup> sur 185 pays classés selon l'indice d'adaptation mondiale de Notre Dame (ND-GAIN Index en 2021)<sup>21</sup>. Le changement climatique exacerbe les défis complexes et la crise humanitaire auxquels le pays est confronté, notamment une guerre civile prolongée, une faible gouvernance, une pauvreté et des inégalités profondément enracinées<sup>22</sup>. Les principaux défis environnementaux de la RDC sont les inondations et les sécheresses, la déforestation, la menace que représente le braconnage pour la faune, la pollution de l'eau, de l'air et du sol, ainsi que l'impact des activités minières, entre autres facteurs. L'augmentation des températures pourrait prolonger les périodes de sécheresse, en particulier dans les régions méridionales. Certains de ces événements environnementaux augmenteront en fréquence et en gravité en raison du changement climatique, les sécheresses, les inondations fréquentes et la déforestation aggraveront la dégradation et l'érosion des sols, et pourraient entraîner une baisse des rendements agricoles et une aggravation de l'insécurité alimentaire.

L'avenir du pays revêt une importance mondiale en raison de l'étendue de la forêt tropicale du bassin du Congo, qui joue un rôle essentiel dans l'absorption du carbone et la préservation de la biodiversité<sup>23</sup>. Cependant, le pays a connu une augmentation spectaculaire de la déforestation depuis 2010, ce qui le place au deuxième rang mondial en termes de taux de déforestation d'ici 2020<sup>24</sup>, juste derrière le Brésil.

L'instabilité politique et la pauvreté récurrentes du pays exacerberont ces problèmes, ce qui pourrait entraîner une escalade de la violence et du conflit<sup>25</sup>. L'aggravation de la situation déjà délicate des déplacements de population. À la fin de l'année 2022, quelque 5,5 millions de personnes étaient déplacées à l'intérieur du pays et plus d'un million avaient franchi les frontières pour demander l'asile<sup>26</sup>.

Par conséquent, 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 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" à l'environnement. Cette étude de l'impact environnemental du modèle de maison de la RDC est une contribution au nombre croissant de travaux sur l'impact environnemental de l'aide humanitaire.

---

18 Global Climate Risk Index 2021

19 L'indice de risque climatique « The Climate Risk Index (CRI) » est un outil utilisé pour évaluer et classer les pays ou les régions en fonction de leur vulnérabilité aux impacts du changement climatique. Global Climate Risk Index 2021\_1.pdf

20 Global Climate Risk Index 2021

21 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 effets. 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)

22 Climate and Environmental Security in the Democratic Republic of Congo | DGAP

23 Congo Rainforest and Basin | Places | WWF (worldwildlife.org)

24 What Happened to Global Forests in 2020? | Global Forest Watch Blog

25 Climate Risk Profile: Congo, Democratic Republic (2021): The World Bank Group.

26 Democratic Republic of the Congo regional refugee response plan 2023 | Global Focus (unhcr.org)



Carte montrant l'emplacement de la "Maison adobe type Uvira" construite en RDC, par l'AICRL en partenariat avec la Croix-Rouge de la RDC

## 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 en RDC et à minimiser l'impact environnemental de ses opérations.

### Outputs

- Une étude de l'impact environnemental du modèle de maison en RDC
- Recommandations pour réduire l'impact environnemental des interventions de l'AICRL dans les refuges

### 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, à la satisfaction des populations ciblées, etc. Ces aspects ont été bien couverts par les évaluations précédentes des projets d'abris de l'AICRL.

## 5. Méthodologie

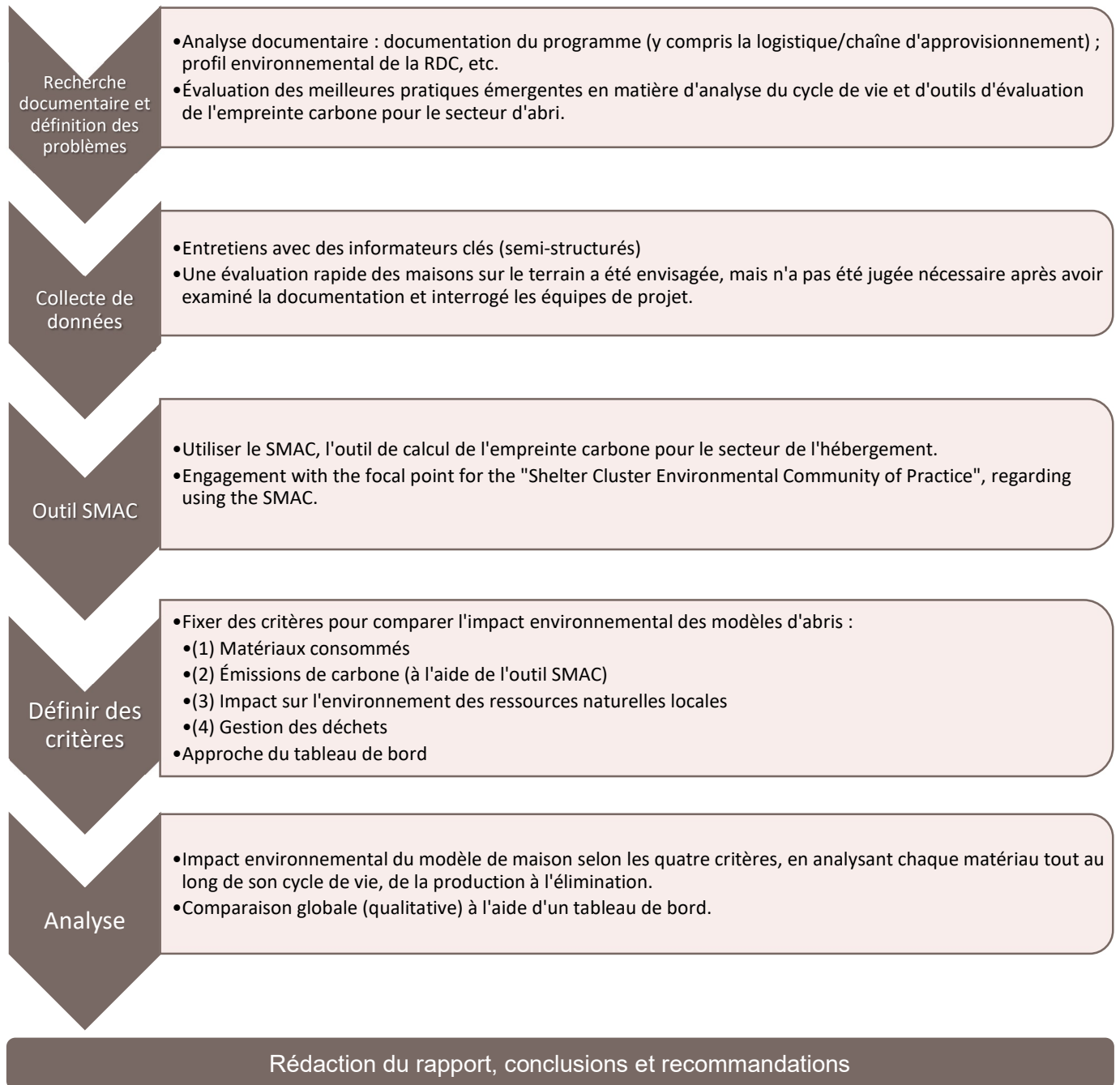
Ces études ont été menées à distance, avec le soutien du personnel de terrain de l'AICRL (abris, logistique, autres), d'experts environnementaux du secteur des abris et de différentes associations locales, organisations, etc. spécialisées dans le recyclage écologique et la récupération des déchets dans la région<sup>27</sup>.

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 au Burundi et à Madagascar, chacun étant détaillé dans un rapport pays distinct<sup>28</sup>.

---


<sup>27</sup> La liste des personnes et organisations contactées figure à l'annexe 1.


<sup>28</sup> 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

RDC





**Localisation**

La RDC est un pays situé au centre de l'Afrique subsaharienne. En termes de superficie, la RDC est le deuxième plus grand pays d'Afrique. Elle est bordée au sud par l'Angola et la Zambie, à l'est par la Tanzanie, le Burundi, le Rwanda et l'Ouganda, au nord par le Soudan et la République centrafricaine, à l'ouest par la République du Congo (Congo-Brazzaville) et à l'ouest par l'océan Atlantique sud.




**Population**

La RDC, avec une population actuelle d'environ 90 millions d'habitants, connaît l'un des taux de croissance démographique les plus élevés au monde (3,19 pour cent). Elle devrait dépasser les 100 millions d'habitants d'ici 2024 et doubler sa population d'ici 2047<sup>29</sup>.




**Situation économique et sociale**

L'indice de développement humain de la RDC<sup>30</sup> (IDH) était de 0,479 en 2021, ce qui classe le pays comme ayant un faible niveau de développement humain. La RDC est classée 179<sup>ème</sup> sur 191 pays<sup>31</sup>. Elle fait partie des cinq nations les plus pauvres du monde<sup>32</sup>.



**Aperçu de la crise**

La RDC est confrontée à une crise multiforme caractérisée par l'instabilité politique, les conflits armés en cours dans les régions orientales, les difficultés économiques, la violence liée à l'exploitation des ressources et l'accès limité aux services essentiels<sup>33</sup>. Cette situation multiforme est encore exacerbée par une histoire de troubles politiques et d'élections contestées, entraînant le déplacement fréquent de millions de personnes (en novembre 2022, quelque 5,5 millions de personnes étaient déplacées à l'intérieur du pays et plus d'un million avaient franchi les frontières pour demander l'asile)<sup>34</sup>, des conditions de vie médiocres et une économie fragile.<sup>35</sup> En outre, la RDC a été confrontée à des crises sanitaires telles que des épidémies de choléra, de rougeole et d'Ébola, tandis que les interventions internationales, y compris les missions de maintien de la paix, tentent de relever les défis complexes auxquels le pays est confronté<sup>36</sup>.



**Climat**

La RDC a un climat tropical avec des pluies abondantes, des températures élevées et une forte humidité. L'équateur passe juste au nord de Liranga. Au nord, le temps est sec de novembre à mars et pluvieux d'avril à octobre, tandis qu'au sud, c'est l'inverse. Mais des deux côtés de l'équateur, il y a deux saisons sèches et deux saisons humides. Il pleut beaucoup tout au long de l'année. Les températures ne changent pas beaucoup d'une saison à l'autre, mais varient entre le jour et la nuit, avec une différence d'environ 15 °C entre les maxima et les minima. Dans la majeure partie du pays, les températures moyennes annuelles varient entre 25 °C et 20 °C. Dans le sud, le courant de Benguela

<sup>29</sup> *Dr Congo Population 2023 (Live)* ([worldpopulationreview.com](http://worldpopulationreview.com))

<sup>30</sup> 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).

<sup>31</sup> *Specific country data | Human Development Reports* ([undp.org](http://undp.org))

<sup>32</sup> *Democratic Republic of Congo Overview: Development news, research, data | World Bank*

<sup>33</sup> *Democratic Republic of Congo Overview: Development news, research, data | World Bank*

<sup>34</sup> *Democratic Republic of the Congo: 2023 Regional Refugee Response Plan | Global Focus* ([unhcr.org](http://unhcr.org))

<sup>35</sup> *Democratic Republic of Congo Overview: Development news, research, data | World Bank*

<sup>36</sup> *Democratic Republic of Congo Overview: Development news, research, data | World Bank*

peut rendre les températures plus fraîches, jusqu'à 10 °C. Le taux d'humidité est généralement de l'ordre de 80 pour cent<sup>37</sup>.

## 6.2 Défis environnementaux en RDC

### Défis environnementaux



#### Changement climatique

La RDC est l'un des pays les plus vulnérables au changement climatique dans le monde, et le quatrième pays le moins prêt à faire face à ses impacts. Elle se classe au 182e rang sur 185 pays classés selon l'indice ND-GAIN en 2021<sup>38</sup>. Les impacts du changement climatique sont notamment la hausse des températures, la modification du régime des pluies, la fréquence des phénomènes météorologiques extrêmes, la dégradation des terres et l'érosion des sols.



#### Augmentation de la température

Les températures annuelles en RDC devraient augmenter, entre +1,7°C et +4,5°C d'ici la fin du siècle. Cela entraînera des vagues de chaleur plus fréquentes et plus longues. La hausse des températures pourrait également prolonger les périodes de sécheresse, en particulier dans les régions vulnérables du sud. En particulier, les températures plus élevées et le risque accru de sécheresse auront des effets négatifs sur la capacité de stockage de l'eau, ce qui pourrait entraîner des pertes économiques substantielles et endommager les zones agricoles et les infrastructures<sup>39</sup>.



#### Inondations

En RDC, le risque et la gravité des inondations devraient augmenter en raison de la multiplication des fortes précipitations. Les régions montagneuses, en particulier, sont plus exposées aux coulées de boue et aux glissements de terrain. Avec l'intensification des précipitations, le risque d'érosion des sols et d'engorgement des champs est également plus élevé, ce qui pourrait entraîner une baisse des rendements agricoles et aggraver l'insécurité alimentaire<sup>40</sup>.



#### Déforestation

La déforestation en RDC a explosé depuis 2010, faisant de ce pays le deuxième pays au monde en termes de taux de déforestation, après le Brésil en 2020<sup>41</sup>. Les projections suggèrent que le pays pourrait perdre 40 pour cent de ses forêts d'ici 2050, selon Greenpeace<sup>42</sup>. Il s'agit d'une préoccupation mondiale majeure, car les forêts de la RDC représentent l'un des plus grands puits de carbone de la planète.



#### Dégradation et érosion des sols

La dégradation et l'érosion des sols, exacerbées par la déforestation et les inondations récurrentes, ont un impact négatif sur la production agricole, affectant de manière disproportionnée les moyens de subsistance des populations rurales pauvres.

<sup>37</sup> Republic of the Congo - Tropical, Rainforest, Humid | Britannica

<sup>38</sup> 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 effets. 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)

<sup>39</sup> Climate Risk Profile: Congo, Democratic Republic (2021): The World Bank Group

<sup>40</sup> Climate Risk Profile: Congo, Democratic Republic (2021): The World Bank Group

<sup>41</sup> What Happened to Global Forests in 2020? | Global Forest Watch Blog

<sup>42</sup> Forest / Democratic Republic of the Congo | Interactive Country Fiches (unepgrid.ch)



### Déchets solides

La RDC est confrontée 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.



### Pollution de l'eau

La pollution de l'eau est un problème pressant en RDC, posant des risques importants pour la santé publique. Les principales sources de cette pollution proviennent des activités agricoles et minières, associées à une gestion inadéquate des terres et des eaux usées<sup>43</sup>.



### Pollution de l'air

En RDC, les niveaux de PM<sub>2.5</sub> à l'extérieur dépassent souvent les lignes directrices de l'Organisation Mondiale de la Santé en matière de qualité de l'air, en particulier dans les zones urbaines comme la ville de Kinshasa, où vivent plus de 11 millions de personnes. En outre, une grande partie de la population de la RDC est fréquemment exposée à une pollution de l'air intérieur nocive, car plus de 90 pour cent de la population utilise la biomasse du bois pour cuisiner. Ce double défi de la pollution de l'air extérieur et intérieur contribue à une estimation de 32 000 décès annuels en RDC<sup>44</sup>.

## 6.2. Modèle de maison

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

### MAISON ADOBE TYPE UVIRA



La « Maison Adobe type Uvira » est conçue comme une solution de logement durable, avec l'aide de la branche Sud-Kivu de la Croix-Rouge de la République démocratique du Congo (CRRDC). 150 maisons ont été construites à partir de 2022, dans la ville d'Uvira, située dans la province du Sud-Kivu.

Ce modèle a une superficie totale de 33,64 m<sup>2</sup> et est construit avec des briques d'adobe fabriquées par les familles. Le mortier est fait de terre et l'enduit est réalisé avec de la chaux et du ciment. Le toit est à double pente, recouvert de tôle et d'une structure en bois d'eucalyptus. La fondation est constituée d'une semelle continue reposant sur une base en pierre de moellon liée avec du mortier de ciment, et d'un soubassement en moellon.

<sup>43</sup> Pollution / Democratic Republic of the Congo | Interactive Country Fiches (unepgrid.ch)

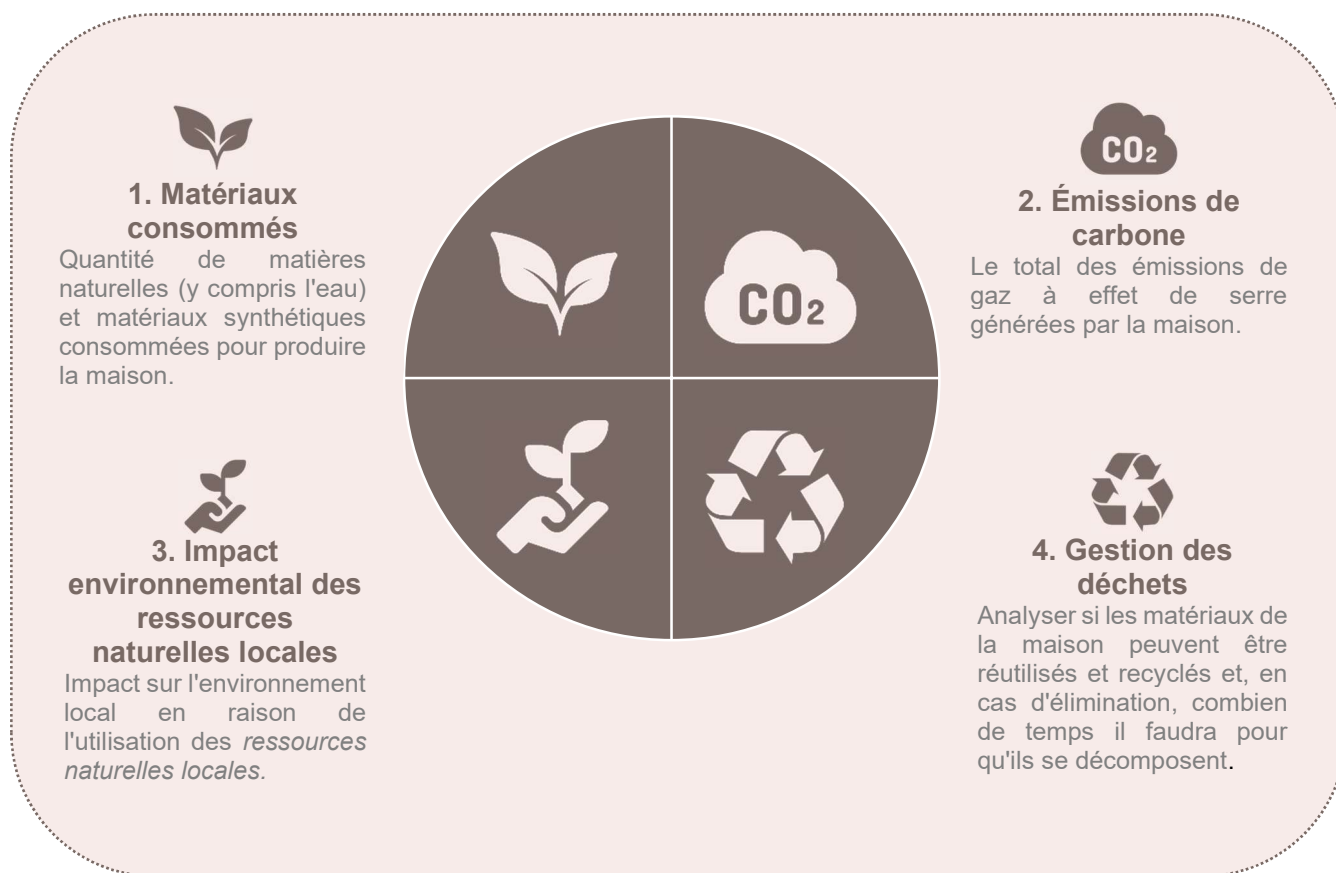
<sup>44</sup> Pollution / Democratic Republic of the Congo | Interactive Country Fiches (unepgrid.ch)

## 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. *Effets environnementaux de l'utilisation des ressources naturelles locales*
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 durabilité<sup>45</sup> 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 CO<sub>2</sub>) 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 ans<sup>46</sup>. 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 carbone<sup>47</sup> 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)<sup>48</sup>.

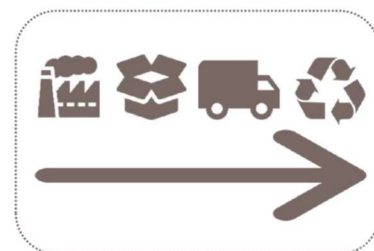
### Outil de calcul du carbone - Outil SMAC

L'outil de calcul du carbone utilisé dans l'étude est le SMAC<sup>49</sup> (*Shelter Methodology for the Assessment of Carbon*). Il calcule l'équivalent CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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"<sup>50</sup>



<sup>45</sup> UNHCR-TSS (epfl.ch)

<sup>46</sup> NASA

<sup>47</sup> 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 CO<sub>2</sub>).

<sup>48</sup> 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 CO<sub>2</sub>), 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.

<sup>49</sup> 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 CO<sub>2</sub> 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.

<sup>50</sup> Le SMAC utilise des hypothèses sur le niveau de recyclage et les émissions de CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>, 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 CO<sub>2</sub> 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 maison<sup>51</sup>
- Le type d'emballage utilisé pour les matériaux<sup>52</sup> 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)<sup>53</sup>.

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 données<sup>54</sup> 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 CO<sub>2</sub> 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. Critère 3 : Impact sur l'environnement des ressources naturelles locales

Au-delà des *émissions de carbone* mesurées par l'équivalent CO<sub>2</sub>, 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.

<sup>51</sup> Se référer à l'annexe 3 pour trouver les informations concernant le matériau de la maison et la quantité en kilogrammes.

<sup>52</sup> 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.

<sup>53</sup> Les distances moyennes de transport ont été estimées et figurent à l'annexe 4.

<sup>54</sup> 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.

Quelques organisations environnementales spécialisées dans la protection des forêts et des écosystèmes en RDC ont été contactées pour cette étude, mais sans succès<sup>55</sup>. L'analyse de la littérature<sup>56</sup> 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 ; Éliminer<sup>57</sup>. 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 à minimiser les activités du bas, comme la gestion des résidus ou la mise en décharge.



Des entreprises privées locales spécialisées dans le recyclage écologique et la récupération des déchets dans le pays ont été contactées sans succès pour s'enquérir de la *gestion des déchets*<sup>58</sup>. L'analyse de la littérature<sup>59</sup>, les commentaires d'un spécialiste de l'agroécologie<sup>60</sup>, les équipes de projet et les experts environnementaux du secteur d'abri<sup>61</sup> ont été pris en compte pour cette analyse.

## 7.5. Approche du tableau de bord, "scorecard approach"

Une simple "approche du tableau de bord" "scorecard approach" 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.

<sup>55</sup> La liste des personnes contactées figure à l'annexe 1.

<sup>56</sup> Se référer à la biographie

<sup>57</sup> Commission européenne, 2014

<sup>58</sup> La liste des personnes contactées figure à l'annexe 1.

<sup>59</sup> Se référer à la biographie

<sup>60</sup> La liste des personnes contactées figure à l'annexe 1.

<sup>61</sup> La liste des personnes contactées figure à l'annexe 1.

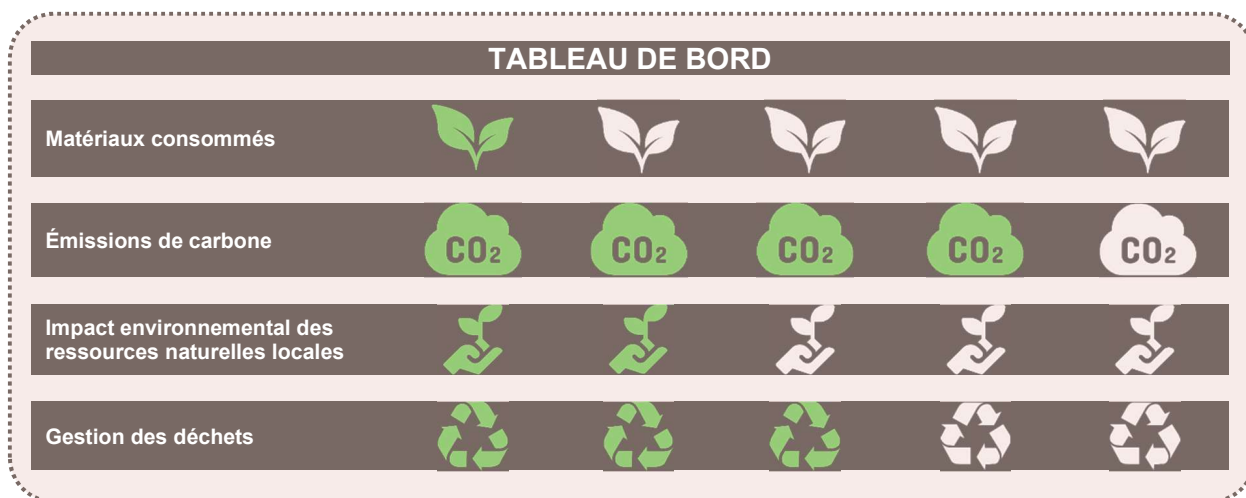
À la base, un tableau de bord équilibré identifie les considérations environnementales des actions proposées (par exemple, un ensemble de mesures d'aide au logement), évalue les impacts environnementaux possibles de l'action proposée et combine ensuite ces évaluations en un score unique.

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'environnement<sup>62</sup>**

**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.



### 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 sols<sup>63</sup>.

<sup>62</sup> *Silviculture of eucalyptus plantings – Learning in the region.* K.J. WHITE. FAO

<sup>63</sup> 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.



**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'eau<sup>64</sup>.



**Le gravier** est un ensemble grossier de fragments de roches de taille variable, utilisé dans la construction pour le béton, les routes, le drainage et l'aménagement paysager. La taille et la composition dépendent de l'application.

#### **Incidences générales sur l'environnement**<sup>65</sup>

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.



**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**<sup>66</sup>

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.



**L'eau** couvre 70 pour cent de notre planète, mais seulement 3 pour cent d'eau douce<sup>67</sup> 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'humanité<sup>68</sup>.

<sup>64</sup> 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.

<sup>65</sup> 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.

<sup>66</sup> 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.

<sup>67</sup> WWF

<sup>68</sup> [www.un.org/waterforlifedecade](http://www.un.org/waterforlifedecade)

## Impacts sur l'environnement

**Pénurie d'eau** ; Les pénuries d'eau risquent d'être le principal défi environnemental de ce siècle<sup>69</sup>. 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 pour cent de l'eau douce accessible dans le monde, et en gaspille 60 pour cent, 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<sup>70</sup>.

**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<sup>71</sup>.

**Le changement climatique** modifie les schémas météorologiques et hydrologiques dans le monde entier, provoquant des pénuries et des sécheresses dans certaines régions et des inondations dans d'autres<sup>72</sup>.

## 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'environnement<sup>73</sup>

**Effet de serre** : il représente environ 5 pour cent des émissions mondiales de CO<sub>2</sub> en raison de sa production à grande échelle et à forte intensité énergétique<sup>74</sup>.

**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.



**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 pour cent sont utilisées par l'industrie sidérurgique<sup>75</sup>.

<sup>69</sup> [www.un.org/waterforlifedecade](http://www.un.org/waterforlifedecade)

<sup>70</sup> NASA

<sup>71</sup> University of Dundee

<sup>72</sup> WWF

<sup>73</sup> 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.

<sup>74</sup> *Shelter and sustainability overview-UNHCR.pdf*

<sup>75</sup> *The world counts*

### **Incidences générales sur l'environnement<sup>76</sup>**

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

**Pollution** : la production d'acier nécessite de grandes quantités de coke (un type de charbon) qui est extrêmement nocif 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 CO<sub>2</sub> par an<sup>77</sup>. Elle représente environ 7 à 9 pour cent des émissions mondiales de CO<sub>2</sub>.



**La chaux** est un minéral composé principalement d'oxydes et d'hydroxydes de calcium, et elle est un composant fondamental des matériaux de construction et d'ingénierie depuis des siècles. Les matériaux à base de chaux continuent d'être largement utilisés dans les applications de construction et d'ingénierie, y compris la production de produits à base de calcaire, de ciment, de béton et de mortier. La chaux locale est présente dans des régions telles que le Nord-Kivu.

### **Incidences générales sur l'environnement**

Son impact global sur l'environnement est beaucoup plus faible que celui du ciment. En outre, la production de chaux peut être considérablement améliorée grâce à l'utilisation de fours spécifiques et au contrôle de la quantité d'eau utilisée après la combustion<sup>78</sup>.

**Effet de serre** : La chaux utilisée dans la construction n'émet pas elle-même de dioxyde de carbone. Néanmoins, la production de chaux vive libère du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, bien qu'elle entraîne moins d'émissions de gaz à effet de serre par unité de poids que la production de ciment Portland<sup>79</sup>.

**Productions à forte intensité énergétique** : La production de liants à partir de calcaire nécessite un apport énergétique considérable<sup>80</sup>.

**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.

<sup>76</sup> The world counts

<sup>77</sup> The world counts

<sup>78</sup> 17514\_fiche\_reponse\_rdc.pdf (sheltercluster.s3.eu-central-1.amazonaws.com)










<sup>79</sup> The Environmental Benefits Of Using Lime Mortar (theyorkshirelime.company)

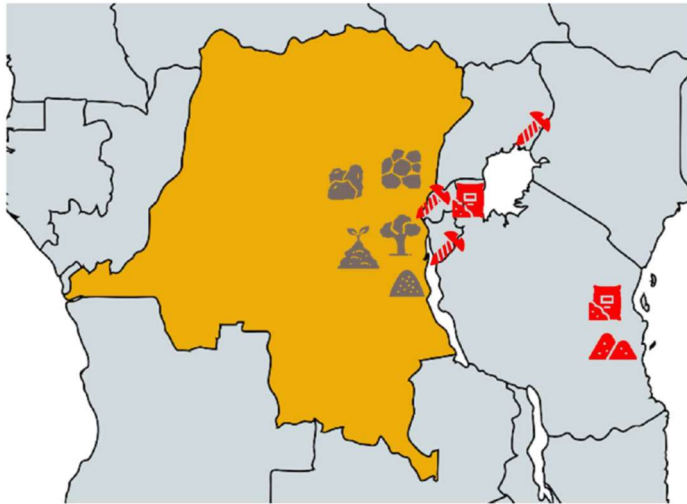
<sup>80</sup> The Environmental Benefits Of Using Lime Mortar (theyorkshirelime.company)

### 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 (l'eucalyptus) 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.

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

Modèle de maison	Matériaux	Montant
Maison adobe type Uvira	L'eau	
	Bois	
	Sol	
	Moellon	
	Gravier	
	Sable	
	Ciment	
	Chaux	
	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 naturelles locales a des effets néfastes sur l'environnement, ce qui relèverait du critère 3.

En ce qui concerne les matériaux naturels utilisés, outre l'eau, la terre et les gravats sont les plus importants en quantité, et tous deux sont 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. De même, les pierres sont un choix durable pour la construction car ils sont d'origine locale.

Même si le modèle de maison utilise une petite quantité de matériaux tels que le ciment et l'acier par rapport à la terre et aux pierres, il est essentiel de minimiser leur impact sur l'environnement. Pour ce faire, il convient d'envisager des solutions durables, telles que l'utilisation de matériaux recyclés ou à faible impact, comme les toitures à base de plantes locales, telles que les feuilles de « makongo », et d'optimiser les techniques de construction afin de réduire l'utilisation des matériaux. Il faut également être conscient que l'acier a un niveau élevé d'eau intrinsèque par kilogramme par rapport aux autres matériaux utilisés.



## Comment améliorer le score des *matériaux consommés*



Envisager l'utilisation de matériaux recyclés ou à faible impact au lieu de matériaux tels que la tôle ondulée galvanisée ou d'autres alternatives, comme les toitures à base de plantes locales, telles que les feuilles de 'makongo'. Si cette option est choisie, d'autres considérations doivent également être prises en compte, comme l'impact sur l'environnement local de la récolte du matériau naturel.



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



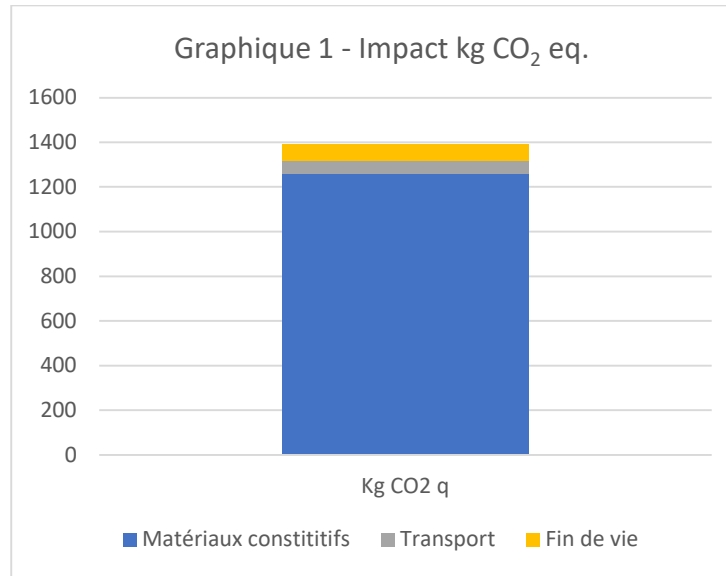
Veiller à ce que la quantité de briques d'adobe et de moellons utilisées soit réduite au minimum sans affecter l'intégrité structurelle de la maison.

## 8.2. Critère 2 : Émissions de carbone

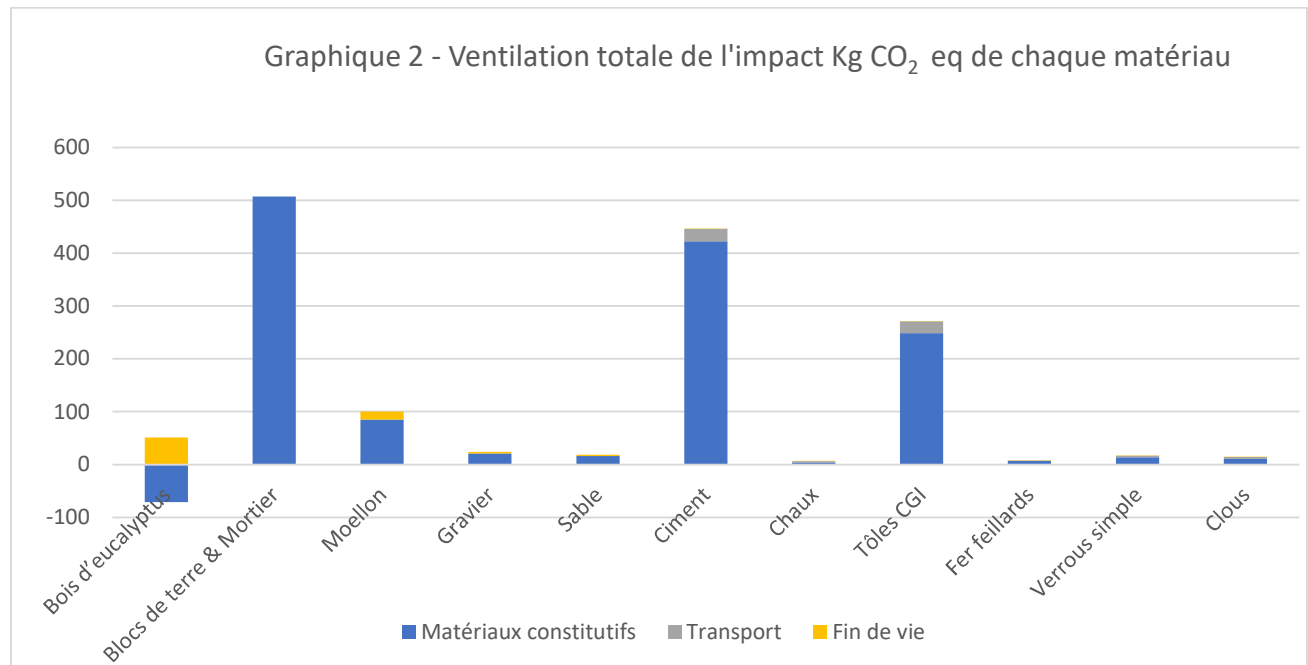
### 8.2.1. Émissions de carbone du modèle de maison

Les émissions totales de carbone générées par le modèle de maison, en équivalent CO<sub>2</sub>, 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.

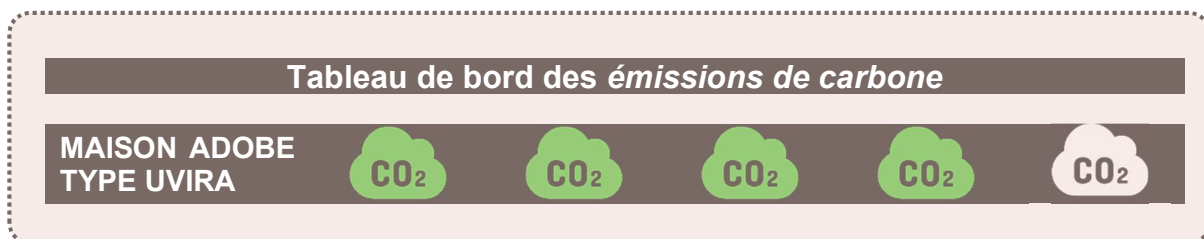
Le graphique 1 ci-dessous montre la répartition des émissions de carbone.



Le graphique 2 ci-dessous montre la répartition des émissions de carbone pour chaque matériau.



### 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 à la phase "Production des matériaux constitutifs" sont importantes par rapport aux phases "fin de vie" et "transport", principalement en raison de l'utilisation massive de briques d'adobe. Bien que les émissions de carbone intrinsèques de la brique d'adobe soient très faibles, la grande quantité utilisée entraîne un impact global nettement plus élevé. Néanmoins, le choix des briques d'adobe reste une option favorable ; l'utilisation d'autres matériaux tels que les blocs de terre comprimée (CEB)<sup>81</sup> ou les briques d'argile aurait entraîné des émissions de carbone intrinsèques nettement plus élevées<sup>82</sup>. En outre, le ciment et la tôle contribuent de manière significative aux émissions, même si la quantité totale de matériaux utilisés est relativement faible, car leurs émissions de carbone incorporées sont plus élevées, en particulier pour l'acier.

Les phases "fin de vie" et "transport" ne génèrent pas une quantité substantielle d'émissions. En ce qui concerne le "transport", même si quelques matériaux ne sont pas achetés localement et proviennent de pays voisins, les distances parcourues sont relativement courtes et la quantité de matériaux n'est pas très élevée, ce qui minimise leur impact sur l'environnement. Les matériaux qui génèrent le plus d'émissions de carbone dans cette phase sont le ciment et la tôle, principalement en raison de la quantité de ces matériaux par rapport aux autres. Les seuls matériaux provenant de plus loin sont les boulons, originaires de Dubaï, mais leur impact n'est pas très important en raison de la très faible quantité utilisée.

Si l'on considère la phase de "fin de vie", le bois d'eucalyptus est le matériau qui produit le plus d'émissions. En effet, l'outil SMAC suppose que les matériaux naturels comme le bois sont brûlés à la fin de leur vie utile, ce qui est apparemment le cas ici, entraînant des émissions relativement élevées d'équivalent CO<sub>2</sub> dans l'air. Toutefois, si ces matériaux étaient éliminés, par exemple dans un champ ouvert, ou compostés, les émissions de carbone lors de la phase de "fin de vie" pourraient être réduites à zéro, ce qui se traduirait par une empreinte carbone globale plus faible.

<sup>81</sup> Les blocs de terre compressée sont un type de matériau de construction fabriqué en comprimant un mélange de terre brute et un agent de stabilisation tel que le ciment ou la chaux.

<sup>82</sup> Guide de Référence ABRIS-ANA Burundi. 2019. Croix-Rouge luxembourgeoise



## Comment améliorer le score des *émissions de carbone*



Envisager la possibilité d'utiliser des matériaux recyclés ou à faible impact en remplacement de la tôle ondulée galvanisée, étant donné son émission élevée de carbone incorporé par kilogramme.



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.



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



Continuer à s'approvisionner en matériaux localement autant que possible afin de minimiser les émissions liées au transport.

### 8.3. Critère 3 : Impact environnemental 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.

Les forêts de la RDC font partie du grand bassin du Congo, qui représente 18 pour cent des forêts tropicales du monde. Il s'agit de la deuxième plus grande zone de forêt tropicale humide au monde, couvrant 59 pour cent de son territoire et stockant 8 pour cent du carbone forestier mondial. Ces forêts jouent un rôle crucial en tant que source de produits (bois, charbon de bois, huile de palme), d'habitat pour la faune et la flore, et de fournisseurs de services écosystémiques essentiels tels que la séquestration du carbone, le contrôle de l'érosion et la régulation de l'eau<sup>83</sup>.

Cependant, la déforestation en RDC est en hausse depuis 2010, connaissant une augmentation considérable. D'ici 2020, la RDC se classera au deuxième rang des pays ayant le taux de déforestation le plus élevé, juste après le Brésil<sup>84</sup>. Les principaux moteurs de la déforestation et de la dégradation des forêts dans le pays sont l'agriculture de subsistance (le secteur agricole contribue à hauteur de 40 pour cent au PIB national, fournit des emplois à 70 pour cent de la population du pays et constitue la principale source de revenus pour la plupart des gens)<sup>85</sup>, la production de bois de chauffage (environ 95 pour cent des besoins énergétiques du pays sont actuellement satisfaits par des sources de biomasse), l'exploitation forestière (une partie importante et croissante du bassin du Congo est allouée à l'exploitation forestière et minière par diverses sociétés),<sup>86</sup> ainsi que les infrastructures routières et urbaines<sup>87</sup>. Les émissions de gaz à effet de serre dues à la déforestation et à la dégradation des forêts sont la principale source d'émissions dans le pays<sup>88</sup>.

En outre, la déforestation dans le bassin du Congo a été liée aux effets du changement climatique : un assèchement potentiel du bassin, ainsi que des changements dans les précipitations au Sahel, sur les hauts plateaux éthiopiens et sur la côte guinéenne. La pauvreté est également un facteur contribuant à la déforestation en RDC. Les activités non durables dans les zones protégées du pays posent un problème croissant, notamment la chasse, la production de vin de palme, la chasse aux escargots et la récolte de plantes médicinales traditionnelles par les guérisseurs<sup>89</sup>.

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.

<sup>83</sup> Climate Risk Profile: Congo, Democratic Republic (2021): The World Bank Group.

<sup>84</sup> Climate Risk Profile: Congo, Democratic Republic (2021): The World Bank Group.

<sup>85</sup> <https://www.climatelinks.org/resources/climate-risk-profile-democratic-republic-congo>

<sup>86</sup> Congo Rainforest and Basin | Places | WWF ([worldwildlife.org](http://worldwildlife.org))

<sup>87</sup> <https://dicf.unepgrid.ch/democratic-republic-congo/forest#section-pressures>

<sup>88</sup> Climate Risk Profile: Congo, Democratic Republic (2021): The World Bank Group.

<sup>89</sup> <https://dicf.unepgrid.ch/democratic-republic-congo/forest#section-pressures>

Compte tenu des graves conséquences de la déforestation et de la dégradation des sols en RDC, plusieurs initiatives et politiques gouvernementales ont été mises en place pour relever ces défis. Cependant, la mise en œuvre effective de ces mesures reste très difficile<sup>90</sup>. Par conséquent, pour atténuer la déforestation et son impact, l'utilisation des ressources naturelles locales dans la construction doit être soigneusement analysée, en veillant à ce qu'elle ne contribue pas à l'aggravation de la situation.



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'abris et sa mise en œuvre (sélection du site, accès, infrastructures et services, protection de l'environnement, etc.). Cependant, cela dépasse le cadre de cette étude et l'analyse se limite donc aux matériaux locaux utilisés.

Les tentatives de contact avec les organisations environnementales locales dans le pays ont été infructueuses<sup>91</sup>.



### **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 climatique<sup>92</sup> 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 durable<sup>93</sup>.

#### **Questions environnementales<sup>94</sup>**

- 30 pour cent 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 pour cent.
- 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 pour cent des émissions mondiales proviennent du secteur terrestre. Près de la moitié d'entre elles proviennent de la déforestation et de la dégradation des forêts.
- En RDC, les émissions de gaz à effet de serre résultant de la déforestation et de la dégradation des forêts sont les principaux responsables des émissions dans le pays<sup>95</sup>.
- La RDC se classe parmi les dix premiers pays du monde en termes de perte de forêts, avec un taux de déforestation estimé à plus de 350 000 hectares par an (0,3 pour cent) entre 2000 et 2010.
- D'ici 2020, la RDC se classera au deuxième rang des pays où le taux de déforestation est le plus élevé, juste après le Brésil<sup>96</sup>.

<sup>90</sup> <https://dicf.unepgrid.ch/democratic-republic-congo/forest#section-pressures>

<sup>91</sup> La liste des personnes contactées figure à l'annexe 1.

<sup>92</sup> *Forests and climate change. IUCN*

<sup>93</sup> *Forests and climate change. IUCN*

<sup>94</sup> *State of the World's Trees. Sept 2021. Botanic Gardens Conservation International*

<sup>95</sup> *Climate Risk Profile: Congo, Democratic Republic (2021): The World Bank Group*

<sup>96</sup> *Climate Risk Profile: Congo, Democratic Republic (2021): The World Bank Group*

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

Bien que 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.

En RDC, l'eucalyptus est une espèce assez largement cultivée dans l'est du pays. Son potentiel d'exploitation rapide comme bois de construction est très rentable. Cet arbre a été largement planté et il s'est avéré être une menace en termes de conservation des sols, et sa durabilité n'est pas toujours très bonne en l'absence de traitement<sup>97</sup>.

Les plantations d'eucalyptus sont faciles à mettre en place, ont une croissance rapide et peuvent être très rentables, même dans les régions traditionnellement pauvres en bois d'œuvre. Cependant, la plantation d'eucalyptus a également des effets négatifs sur l'environnement<sup>98</sup>. L'utilisation du bois d'eucalyptus en RDC 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.



**La terre** est utilisée dans le modèle de maison pour fabriquer des briques et des mortiers.

En RDC, les briques d'adobe sont largement utilisées dans toutes les provinces, aussi bien dans les zones rurales que dans les zones urbaines reculées. Lorsqu'elles sont correctement mises en œuvre, ces solutions architecturales offrent une qualité comparable en termes d'entretien et de durée de vie aux autres options disponibles dans le pays. La durabilité de cette technique dépend de la solidité des fondations et de la base (moellon, briques cuites ou blocs de ciment) et d'une toiture bien conçue avec un débordement adéquat. Les murs en adobe servent souvent d'éléments porteurs pour le toit. Le format des blocs varie en fonction de la qualité du sol. Cette technique est économiquement accessible car les matières premières sont facilement disponibles sur place<sup>99</sup>.

Les briques d'adobe fabriquées en terre sont un choix écologique, car il s'agit d'un matériau naturel, d'origine locale, et 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.

<sup>97</sup> 17514\_fiche\_reponse\_rdc.pdf (sheltercluster.s3.eu-central-1.amazonaws.com)

<sup>98</sup> Chaojun Chu, P.E. Mortimer, P.E. Mortimer, Hecong Wang, Yongfan Wang, Xubing Liu, Shixiao Yu. 2014

<sup>99</sup> 17514\_fiche\_reponse\_rdc.pdf (sheltercluster.s3.eu-central-1.amazonaws.com)



**Les moellons** sont utilisés dans la maison comme partie de la fondation. Comme il s'agit d'un terrain très rocailleux, ils sont prélevés directement sur le site pour être utilisés dans la construction.

En RDC, le moellon est un matériau traditionnellement utilisé dans les régions où cette ressource est disponible, par exemple dans les montagnes de l'est du pays. Dans ces régions, les moellons de pierre volcanique sont utilisés pour les fondations et les murs de base des bâtiments en terre (adobe ou bois et torchis), voire pour les murs entiers<sup>100</sup>.

L'extraction directe des moellons d'un chantier de construction permet de réaliser des économies et de réduire l'impact sur l'environnement en limitant le recours à des ressources externes. Cependant, elle comporte des risques tels que des variations de qualité, des problèmes d'intégrité structurelle et des perturbations environnementales potentielles, notamment l'érosion des sols et l'altération de l'habitat, dues à des pratiques d'extraction imprudentes.



**Le sable et le gravier.** Le gravier est utilisé pour les fondations, tandis que le sable est employé pour le crépissage de la maison. Ces deux matériaux sont extraits des rivières avoisinantes.

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 la maison






Le tableau 2 ci-dessous présente une représentation simplifiée de la quantité de *ressources naturelles locales* utilisées par la maison. Il offre une vue comparative de la consommation de chaque matériau naturel, notée sur une échelle de 1 à 10. Cette affectation donne à la quantité maximale (terre) une note de 10 points et à la quantité minimale (sable) une note de 1 point, les notes des autres matériaux se situant entre les deux, en fonction de leur quantité par rapport au maximum et au minimum.

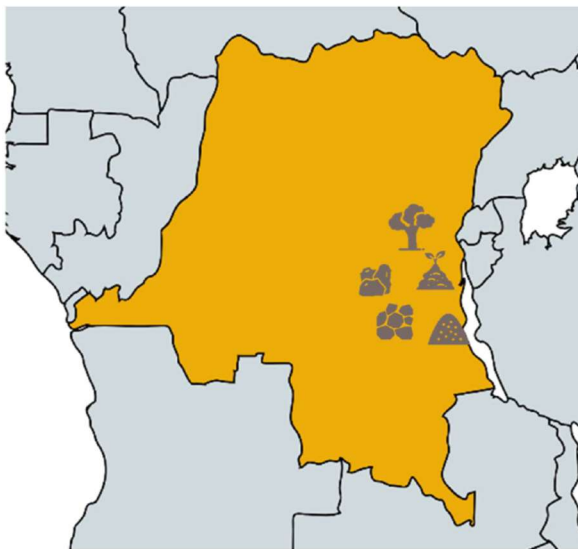
Veuillez-vous référer à l'annexe 7 pour voir les quantités réelles de *ressources naturelles locales* utilisées par maison en kilogrammes.






---

<sup>100</sup> 17514\_fiche\_reponse\_rdc.pdf (sheltercluster.s3.eu-central-1.amazonaws.com)

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

Modèle de maison	Ressources naturelles locales	Montant
Maison adobe type Uvira	Eucalyptus	
	Sol	
	Moellon	
	Gravier	
	Sable	



-  Eucalyptus
-  Sol
-  Moellon
-  Gravier
-  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.

La 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 nécessite 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. Il est 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 moellons constituent le deuxième matériau le plus important en termes de quantité utilisée dans le modèle. Là encore, les moellons proviennent de la région et ne nécessitent donc pas de transport. Cependant, l'extraction extensive de roches peut entraîner une dégradation des sols et des changements dans le paysage, ce qui peut avoir des effets à long terme sur l'environnement et les communautés locales. Des mesures visant à atténuer la perturbation de l'habitat, l'érosion, la pollution et la dégradation des sols doivent être intégrées dans les processus de construction et d'exploitation des carrières afin de minimiser leur impact sur l'environnement local.

Les autres matériaux utilisés, bien qu'en plus petites quantités, sont le gravier et le sable. En RDC, la production de gravier est souvent artisanale, ce qui se traduit par une qualité irrégulière et des limitations de taille, rendant le gravier inadapté aux structures en béton armé<sup>101</sup>. Par conséquent, une analyse approfondie de l'utilisation du gravier est essentielle pour ce projet. En outre, l'extraction de sable se fait souvent de manière informelle et sans contrôle approprié dans le lit des rivières. Si le transport n'est pas un problème puisque le sable provient d'une rivière voisine, il est crucial de s'assurer que les processus d'extraction sont durables et ne surexploitent pas les ressources du lit de la rivière. La mise en œuvre de techniques d'extraction responsables est essentielle pour minimiser les dommages écologiques dans ces zones, et les mêmes principes s'appliquent à l'extraction de gravier.

Le modèle de maison utilise l'eucalyptus comme principal bois dur, ce qui permet d'éviter les bois tropicaux et de ne s'approvisionner qu'auprès de fournisseurs officiels. L'eucalyptus présente des avantages spécifiques, mais aussi des préoccupations environnementales. Sa culture est répandue dans les régions orientales du pays, ce qui en fait un matériau de construction potentiellement rentable en raison de sa grande disponibilité<sup>102</sup>. L'équipe locale note que l'eucalyptus utilisé provient de plantations privées, avec des pratiques de durabilité en place. Ces pratiques comprennent des méthodes de récolte qui permettent aux arbres de repousser de manière plus substantielle au fil du temps et un engagement à replanter après une période déterminée. Malgré la forte consommation d'eau associée

<sup>101</sup> 17514\_fiche\_reponse\_rdc.pdf (sheltercluster.s3.eu-central-1.amazonaws.com)

<sup>102</sup> 17514\_fiche\_reponse\_rdc.pdf (sheltercluster.s3.eu-central-1.amazonaws.com)

aux eucalyptus, la RDC bénéficie d'importantes réserves d'eau de surface et d'eau souterraine et d'une saison des pluies qui s'étend sur neuf mois de l'année, selon l'équipe. Cependant, le Cluster Abris en RDC a soulevé des inquiétudes concernant la plantation extensive d'eucalyptus à des fins d'assèchement des sols, ce qui constitue une menace pour la conservation des sols, et sa durabilité n'est pas toujours garantie sans un traitement adéquat<sup>103</sup>.

Il est recommandé d'explorer des alternatives plus écologiques comme le bambou. Le gouvernement promeut activement le bambou à travers le "Programme National Bambou en RDC" (PNBC), selon le Cluster Abris en RDC<sup>104</sup>. Cependant, une personne interrogée a souligné que lorsqu'elle a suggéré le bambou pour la construction, un ingénieur local l'a informée des restrictions gouvernementales sur son utilisation. Ceci est dû à l'importance du bambou en tant qu'habitat pour les gorilles, une espèce en voie de disparition. Cet aspect doit être approfondi.

Il est important de souligner la déforestation des terres où les maisons ont été construites. Cette déforestation est à l'origine de l'un des principaux problèmes, à savoir l'exposition à des vents violents qui endommagent parfois les maisons, y compris les toits. Bien que l'eucalyptus soit une plante envahissante, il peut contribuer à la protection de l'environnement s'il est utilisé de manière sélective pour se protéger des vents et empêcher l'érosion du sol. Selon l'une des personnes interrogées, certaines organisations ont mis en œuvre de tels programmes avec l'eucalyptus. Il est donc recommandé d'entreprendre une étude complète pour évaluer les avantages et les inconvénients de l'utilisation des eucalyptus pour atténuer les effets du vent et prévenir l'érosion des sols. En outre, il est essentiel d'explorer la faisabilité d'autres options de plantes/arbres pour répondre efficacement à ces tâches spécifiques.



Il est clair que ces ressources offrent divers avantages aux communautés, 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.

---

<sup>103</sup> 17514\_fiche\_reponse\_rdc.pdf (sheltercluster.s3.eu-central-1.amazonaws.com)

<sup>104</sup> 17514\_fiche\_reponse\_rdc.pdf (sheltercluster.s3.eu-central-1.amazonaws.com)



## Comment améliorer l'impact environnemental des 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 pierres, du gravier et du sable se fasse de manière durable, élaborer 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 les dommages causés aux terres.



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, étudiez d'autres matériaux alternatifs. Par exemple, le bambou pourrait être une alternative locale. Toutefois, il convient également d'envisager une étude plus approfondie de la qualité du matériau et de son impact sur l'environnement, ainsi que des stratégies d'atténuation des impacts identifiés.



Veiller à ce que l'utilisation du bois d'eucalyptus n'entraîne pas la disparition des forêts indigènes en RDC.



Inclure un projet de reforestation ou de protection des forêts, continuer à replanter des arbres avec la société nationale locale ou plaider pour un tel projet ou s'associer avec une organisation locale appropriée qui peut réaliser ce projet dans la région concernée. Notez que cela compenserait également les *émissions globales de carbone* générées, tout en assurant la protection 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.

Penser à l'avance aux différentes options de *gestion des déchets* en place devrait être un impératif pour tous les programmes. Cette réflexion devrait également s'étendre à l'emballage des matériaux et autres articles achetés. Il s'agit d'une source évidente de déchets, mais aussi d'une source relativement simple à réduire, en diminuant les emballages, en passant à des emballages biodégradables et en éliminant tous les plastiques à usage unique.

L'analyse suggère qu'il n'existe pas de système de *gestion des déchets* dans la région. Même si certains articles durables sont réutilisés et recyclés, la plupart des déchets ménagers solides sont généralement brûlés, enterrés ou dispersés.

### 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 voir pour chacun des matériaux de la maison leur durée de vie, leur temps de décomposition et s'ils peuvent être réutilisés et recyclés, sur la base du potentiel en RDC<sup>105</sup>, selon une association spécialisée en agroécologie, et des idées partagées par certaines des personnes interrogées.

**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 Uvira			

La « *Global Joint Initiative on Sustainable Humanitarian Assistance Packaging Waste Management*<sup>106</sup> » 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 où il y a des contextes humanitaires. La RDC est l'un des pays couverts<sup>107</sup>.

<sup>105</sup> 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.

<sup>106</sup> Des informations sont disponibles à l'adresse suivante : <https://eectentre.org/2019/07/15/https-www-eectentre-org-2019-07-15-sustainable-humanitarian-packaging-waste-management/>

<sup>107</sup> Les informations sont ensuite téléchargées sur le site Internet du Global Logistics Cluster LCA at DRC Waste management and recycling assessment | Logistics Cluster Website ([logcluster.org](http://logcluster.org)).



En ce qui concerne les emballages et les plastiques à usage unique, la RDC a mis en œuvre une loi en 2012 qui interdit la production, l'importation et la vente d'emballages non biodégradables<sup>108</sup>. Cependant, cette loi n'est pas bien appliquée. Les équipes de terrain ont confirmé que certains matériaux sont emballés dans du plastique à usage unique<sup>109</sup>. 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 gestion de l'élimination des déchets en RDC représente un défi en raison de l'absence de systèmes efficaces de gestion des déchets. D'un point de vue environnemental, il est donc très important de répondre à la question de savoir combien de temps il faut à différents types de déchets pour se décomposer. Les produits qui produisent des déchets de longue durée devraient être limités dans leur consommation ou des solutions alternatives de gestion des déchets devraient être conçues pour atténuer l'impact sur l'environnement.

Comme le montre l'annexe 8, la plupart des matériaux présentent un potentiel local de réutilisation ou de recyclage. De plus, les modèles de maisons ont été conçus principalement avec des matériaux qui se décomposent et ne polluent pas. Cela signifie qu'il n'est pas nécessaire d'introduire de l'énergie supplémentaire dans ce processus. Par exemple, les briques d'adobe, qui sont le matériau le plus utilisé, peuvent être recyclées à 100 pour cent 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 émietées et retournées à la terre ou réutilisées dans la création de nouvelles briques. Cependant, certains matériaux présents dans les maisons, même en petites quantités, comme le ciment et l'acier, mettront de nombreuses années à se décomposer.

La qualité des matériaux et des méthodes de construction est également importante. Ces deux éléments influencent la durabilité de la maison, et donc des matériaux, en augmentant leur durée de vie. Une mauvaise construction ne pose pas seulement des risques de sécurité, mais augmente la période de renouvellement des matériaux, ce qui aggrave encore l'impact environnemental de la construction de maisons. C'est pourquoi la promotion de cet aspect est un élément essentiel de tout programme. Si l'espérance de vie actuelle de la maison est raisonnablement satisfaisante (10 ans selon l'équipe locale), il convient de promouvoir activement des mesures visant à améliorer sa durabilité. Par conséquent, la promotion de normes de construction supérieures est essentielle dans chaque programme.

Plusieurs produits, comme le ciment, la tôle, les verrous simples, le fer feuillard et les clous, sont conditionnés dans des emballages en plastique à usage unique. Il est essentiel de réduire cette pratique autant que possible.

Si l'on tient compte de tous ces éléments, ainsi que de ce qu'il advient de certains matériaux à la fin de leur vie utile, la maison obtient une note de 4 sur 5.

<sup>108</sup> Des informations sont disponibles sur le site Maps - plasticpollutioncoalition ([plasticpollutioncoalitionresources.org](http://plasticpollutioncoalitionresources.org)).

<sup>109</sup> Voir l'annexe 3



## 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 à une maintenance appropriés. Cela réduira la nécessité de remplacer fréquemment les matériaux.



Promouvoir la réduction des emballages, l'adoption d'emballages biodégradables et l'élimination des 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.



Relier les communautés à des entreprises privées de traitement des déchets pour collecter les matériaux qui ne sont pas réutilisés, comme l'acier, 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.

## 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 constitue 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 aggrave l'impact environnemental de l'abri), mais d'autre part, elle fournit également une source de combustible pour les ménages, évitant ainsi une déforestation plus importante. Si nous voulons préconiser de ne pas brûler le bois de la maison, 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 vivantes dans des camps brûlent chaque année 64 700 acres de forêt (l'équivalent de 49 000 terrains de football)<sup>110</sup>.

En 2020, seuls 3,7 pour cent de la population de la RDC avaient accès à des combustibles et des technologies de cuisson propres, les zones rurales affichant un taux encore plus faible, de l'ordre de 0,5 pour cent<sup>111</sup>. Environ 95 pour cent des besoins énergétiques du pays sont actuellement satisfaits par des sources de biomasse. L'absence d'alternatives au bois de chauffage entraîne non seulement des pratiques de cuisson à forte intensité de main-d'œuvre et des problèmes de santé liés à la pollution de l'air, mais contribue également à la détérioration progressive des forêts de la RDC, menaçant ainsi la préservation de la deuxième plus grande forêt tropicale du monde.

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 aussi 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 collecter 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 durables<sup>112</sup>.

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.

<sup>110</sup> *Cooking in displacement Setting. Engaging the Private Sector in Non-wood-based Fuel Supply. Laura Patel and Katie Gross. January 2019*

<sup>111</sup> <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2022/11/15/in-the-democratic-republic-of-congo-people-centered-solutions-to-forest-degradation>

<sup>112</sup> *Cooking in displacement Setting. Engaging the Private Sector in Non-wood-based Fuel Supply. Laura Patel and Katie Gross. January 2019*

## 8.4 Résumé des résultats



Le modèle de maison utilise principalement des matières premières naturelles, en particulier la terre et les moellons, en plus grande quantité que les matériaux synthétiques ce qui présente un avantage environnemental en raison de leur moindre impact. 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.



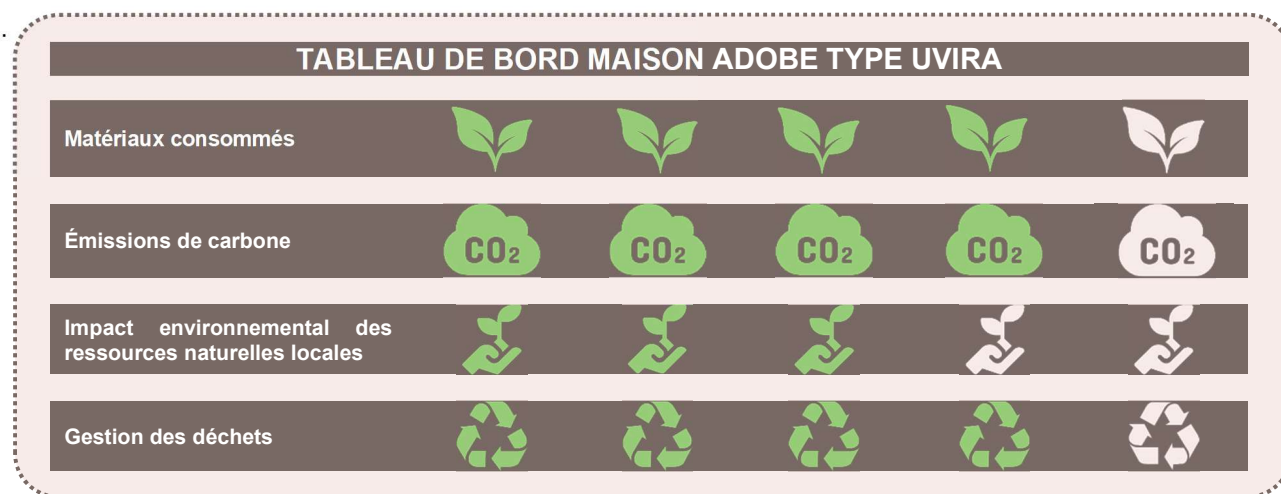
Dans l'ensemble, le modèle de maison a des émissions de carbone relativement faibles, principalement en raison de l'utilisation de briques d'adobe qui, malgré leur volume, ont un taux de carbone incorporé inférieur à celui d'autres matériaux. Les briques d'adobe sont suivies, en termes d'émissions, par le ciment et la tôle, également en raison de leur transport puisqu'elles sont importées. En outre, l'utilisation de bois d'eucalyptus dans la maison entraîne des émissions élevées à la fin de son cycle de vie, car la combustion du bois libère du carbone dans l'atmosphère.



Le modèle utilise principalement les ressources naturelles locales telles que le sol, les moellons, le sable et les eucalyptus. 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, pierre, le sable et le bois (s'il n'est pas brûlé) 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. Toutefois, 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 satisfaisante, 10 ans selon l'équipe locale, mais elle peut aller d'une à plusieurs années, à condition qu'elle soit bien entretenue. Cela permet d'allonger la période avant que les matériaux ne doivent être remplacés.



## 9. Conclusion

L'importance de l'analyse du cycle de vie complet de la maison et de ses matériaux, de leur production à leur élimination, a été soulignée tout au long de cette recherche. L'évaluation prend en compte non seulement les émissions de carbone, mais aussi des aspects 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 réfléchir aux effets de l'utilisation des ressources naturelles sur l'environnement local. De plus, les déchets sont un défi caché dans le monde humanitaire, ils sont généralement ignorés lors de la conception du projet, et rarement discutés à des niveaux plus stratégiques.

Pour évaluer l'impact environnemental du modèle de maison, il faut 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 de chaque critère, conduisant à un score numérique. Une comparaison qualitative globale est tout ce qui est possible, ce qui est fait par le biais de 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, il convient d'adopter des mesures d'atténuation, comme des projets de reforestation ou de replantation, et de veiller à ce que la source de bois soit gérée de manière durable. Il est recommandé d'accompagner la conception de tous les abris et de toutes les activités de planification du 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+<sup>113</sup>, et d'identifier ensuite des stratégies d'atténuation.

Le modèle de maison examiné dans cette étude est manifestement conçu dans une optique de durabilité environnementale, principalement en raison de son 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 l'adobe est disponible localement, séchée à la lumière du soleil, ce qui permet d'économiser de l'énergie et de créer des opportunités de revenus pour les communautés qui produisent les blocs. En outre, lorsque ces matériaux atteignent la fin de leur cycle de vie, ils sont entièrement recyclables et biodégradables, lorsqu'ils ne sont pas mélangés à des stabilisateurs comme le ciment, ce qui garantit l'absence de déchets et de pollution. En outre, ils s'harmonisent avec l'architecture locale traditionnelle, sont économes en énergie grâce à leur faible énergie intrinsèque et donc aux émissions de carbone, à leur masse thermique élevée, à leur compatibilité avec les stratégies de conception solaire passive et à la nature durable de leur processus de production. En outre, ils offrent une sécurité accrue dans les zones sujettes aux tremblements de terre.

Toutefois, l'exploitation des sols pour leur production suscite des inquiétudes. D'une part, l'extraction manuelle de ces matériaux permet d'éviter des dommages environnementaux plus importants que les moyens mécaniques. Cependant, l'extraction des sols n'est pas réglementée, ce qui entraîne des problèmes environnementaux potentiels tels que l'érosion des sols.

En outre, si les briques d'adobe minimisent les émissions de carbone généralement associées au transport, comme les familles sont responsables du transport, généralement à pied, cela les implique non seulement dans le processus de construction, mais crée également des opportunités de revenus par le biais d'initiatives "argent contre travail". Toutefois, l'aspect humain du transport a suscité des inquiétudes. Le travail peut être physiquement éprouvant pour les personnes impliquées, y compris les mineurs, surtout lorsqu'ils sont chargés de transporter ces blocs lourds, en particulier sur des terrains difficiles en pente. Il est essentiel de veiller à ce que les personnes vulnérables ne soient pas chargées de telles tâches. Une solution pourrait être d'éviter de construire dans des zones difficiles d'accès. Cependant, cela présente un autre défi, car les gouvernements locaux allouent souvent des terrains non prioritaires à ces fins. Il est recommandé de mener des actions de plaidoyer pour répondre à ces préoccupations. Étant donné que cela peut s'avérer très difficile, une autre solution pourrait consister à mener des études préliminaires sur la

---

<sup>113</sup> <https://neatplus.org/>

topographie et la viabilité des transports afin d'aider les familles dans ce processus. À titre d'exemple, il existe actuellement un projet de construction d'un escalier pour faciliter ce processus. Ce concept peut également être étendu au transport du reste du matériel.

La source locale de roches et de sable, bien qu'écologique, pose des problèmes. L'extraction incontrôlée nuit aux écosystèmes et à l'environnement, et des doutes subsistent quant à la qualité et à la disponibilité des matériaux. Pour y remédier, il est essentiel d'assurer 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 sur-extraction du lit de la rivière, la perturbation de l'habitat et l'érosion. Toutefois, cette tâche peut s'avérer difficile pour l'équipe locale ; c'est pourquoi il est conseillé de demander l'avis d'experts auprès d'organisations environnementales ou d'universités. Une telle collaboration permet de prendre conscience des risques, ce qui facilite une analyse bien informée des stratégies proposées pour l'approvisionnement en matières premières.

Quant au bois, en particulier l'eucalyptus, il présente également des avantages notables. Par exemple, il évite l'utilisation de bois tropicaux souvent liés à la déforestation, il 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 (à condition qu'ils ne soient pas brûlés). En outre, d'autres organisations de la région ont utilisé l'eucalyptus à des fins telles que l'atténuation du vent et la prévention de l'érosion des sols.

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 ; le projet mène déjà des projets de reforestation, et cela doit continuer. En outre, il convient d'envisager des projets de protection des forêts ou des matériaux alternatifs tels que le bambou. Il est essentiel de poursuivre les études sur la qualité des matériaux, l'impact environnemental et les stratégies d'atténuation.

En ce qui concerne l'utilisation potentielle du bois comme bois de chauffage, comme l'a souligné l'équipe locale, il est important de noter que sa combustion libère le carbone stocké dans l'atmosphère, ce qui annule certains de ses avantages environnementaux. Bien qu'il soit essentiel de prévenir ce phénomène, les familles dépendent du bois de chauffage pour cuisiner, ce qui rend la question complexe. Brûler ces matériaux pour se chauffer ou cuisiner pourrait réduire le besoin d'autres bois, et donc diminuer la déforestation. Pour y remédier, il convient d'envisager l'introduction de fourneaux de cuisine à base de matériaux non organiques « foyers améliorés ». En outre, l'intégration d'initiatives de reboisement et de replantation dans les programmes d'abri est bénéfique.

La maison incorpore de la chaux provenant d'environnements locaux pour ses besoins en plâtre, ce qui en fait un choix durable par rapport à d'autres matériaux tels que le ciment. Cela est dû à ses qualités neutres en carbone qui permettent la réabsorption du CO<sub>2</sub> pendant le processus de durcissement. La chaux se targue également de produire moins d'émissions lors de la fabrication, de favoriser la réutilisation et la biodégradabilité des matériaux, et d'être rentable. En outre, sa respirabilité est vitale pour les bâtiments naturels, et sa flexibilité lui confère des propriétés « d'auto-réparation » qui préviennent les dommages, ce qui en fait un choix respectueux de l'environnement.

L'accent devrait être mis sur des matériaux tels que l'acier et le ciment en raison de leurs 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 la RDC, où les systèmes de gestion des déchets sont inadéquats. S'il est essentiel d'envisager des matériaux alternatifs, ce n'est pas sans difficultés. Les efforts visant à introduire des toitures naturelles, telles que les feuilles de «makongo», se sont heurtés à la résistance des familles locales en raison de l'entretien élevé qu'elles nécessitent, tandis que la réduction de la quantité d'acier et de ciment utilisée n'est peut-être pas réalisable. Sinon, un projet de réutilisation, de reconversion ou de recyclage (R3) des matériaux pourrait être mis en place une fois que la maison est dans un état tel qu'elle doit être remplacée.

Bien que l'approvisionnement local soit encouragé, il pose des problèmes en RDC. L'importation fréquente de matériaux d'abris pour répondre aux normes de qualité entrave la promotion de la production locale de matériaux. Les défis logistiques de la RDC compliquent encore plus les interventions humanitaires, car de nombreuses populations parmi les plus vulnérables résident dans des endroits extrêmement éloignés, souvent isolés ou avec un accès limité. Une alternative, suggérée par le Cluster Abris en RDC, pourrait être de collaborer avec les fabricants d'abris et de NFI en Afrique de l'Est afin d'améliorer les normes de qualité pour répondre aux besoins humanitaires.

S'approvisionner dans cette région pourrait potentiellement réduire l'impact environnemental du transport et accélérer la livraison.

De même, un traitement inapproprié des matériaux, tel qu'une manipulation, une préparation et une application inadéquates au cours des processus de construction, d'entretien et de réparation, peut compromettre l'intégrité et la durabilité de la maison, entraînant une réduction de la durée de vie 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. Par exemple, la durée de vie des structures telles que les maisons en adobe varie en fonction de plusieurs facteurs tels que la qualité du sol, le climat et les techniques de construction et d'entretien. Elle peut aller d'une courte période à plusieurs années. Des techniques d'entretien appropriées, telles que l'application de couches d'enduit protectrices comme l'enduit de boue ou de chaux (comme c'est le cas ici), peuvent protéger les briques contre les intempéries, prolongeant ainsi potentiellement l'espérance de vie de la maison, qui est actuellement estimée à 10 ans par l'équipe locale. L'entretien et les bonnes techniques de construction jouent un rôle crucial dans l'allongement de cette durée de vie. Comme il existe déjà des programmes de formation sur l'entretien des maisons et l'amélioration de la construction, il est important de poursuivre et de renforcer ces initiatives. En outre, il convient d'envisager d'autres matériaux de substitution durables, tels que l'utilisation de blocs de terre comprimée (CEB).

En conclusion, le modèle de maison présenté dans cette étude est axé sur la durabilité environnementale et utilise des matériaux locaux tels que les briques d'adobe, qui offrent des avantages écologiques et économiques. Cependant, il est confronté à des défis tels que l'exploitation des sols et le transport de matériaux à forte intensité de main-d'œuvre. La gestion de l'extraction durable de ressources telles que la pierre, le sable et le bois est également cruciale pour prévenir la dégradation de l'environnement. L'utilisation de bois d'eucalyptus, au lieu de bois durs tropicaux, offre des avantages environnementaux mais pose des risques potentiels. La dépendance à l'égard du bois comme combustible complique également les choses, car elle libère du dioxyde de carbone stocké. L'introduction de méthodes de cuisson alternatives et la promotion du reboisement pourraient atténuer ce problème. Malgré les faibles quantités utilisées, l'impact environnemental de matériaux tels que l'acier et le ciment ne doit pas être sous-estimé, en particulier dans les régions où la gestion des déchets laisse à désirer. La collaboration avec les fabricants d'Afrique de l'Est peut améliorer les normes locales en matière de matériaux et réduire les incidences environnementales 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 permet essentiellement de "capturer 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.

## 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 de moellons, de sable et de gravier 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.



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 options alternatives.



Envisager la possibilité d'utiliser des matériaux recyclés ou à faible impact comme alternative à la tôle, compte tenu de son contenu élevé en carbone incorporé et en eau par kilogramme, et de son temps de décomposition prolongé. Des alternatives telles que les toits verts constitués de plantes locales disponibles, comme les feuilles de "makongo", pourraient également être explorées. Cependant, cela peut s'avérer difficile, surtout si les familles sont réticentes à de tels changements. Si cette alternative est choisie, il est également essentiel de prendre en compte l'impact sur l'environnement local lors de la récolte des matériaux naturels pour la toiture.



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 moellons 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 la terre pour leur production peut entraîner des dommages environnementaux. Il est également intéressant d'explorer d'autres matériaux de substitution durables, comme l'utilisation de blocs de terre comprimée (BTC). Cependant, il est important de mener des études supplémentaires pour évaluer l'impact environnemental de ces alternatives.



Réduire l'emballage de tous les matériaux et éliminer tout plastique à usage unique, ou soutenir la réutilisation des emballages à d'autres fins<sup>114</sup>. Des efforts pourraient être entrepris pour traiter cette question en engageant des discussions avec les fournisseurs.

---

<sup>114</sup> Voir *Guidelines-for-Packaging-Waste-Management-in-Humanitarian-Operations-compressed.pdf* (en anglais)

## 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.



Inclure un projet de reforestation ou de protection des forêts, en continuant à replanter des arbres avec la société nationale locale, en plaidant pour un tel projet ou en s'associant avec une organisation locale appropriée qui peut réaliser ce projet dans la région concernée. Notez que cela compenserait également les émissions globales de carbone générées, tout en assurant la protection de l'écosystème local.



Étudier plus avant l'utilisation des eucalyptus pour l'atténuation du vent et la prévention de l'érosion des sols ou explorer la faisabilité d'autres options de plantes/arbres pour répondre à ces tâches.



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.



Poursuivre la sensibilisation à l'assainissement environnemental et à la pollution générée par l'élimination des matériaux, par le biais du programme ou d'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.



Envisager de fournir aux familles l'accès à des fours de cuisson qui ne dépendent pas des matériaux organiques foyers améliorés et qui utilisent davantage l'énergie solaire ou des combustibles alternatifs, ou du moins qui sont plus économes en combustible s'ils doivent brûler du bois ou d'autres types de biomasse. Cela réduira la dépendance à l'égard du bois de chauffage et la pression exercée sur les ressources forestières. Cela peut également empêcher la combustion du bois d'eucalyptus, qui empêche le carbone qu'il a stocké au fil des ans de se répandre dans l'atmosphère, comme nous l'avons souligné dans la section consacrée aux émissions de carbone.



Défendre et travailler avec le groupe de travail Cluster Abris en RDC et d'autres partenaires dans le pays et la région, afin de faire passer des messages clés sur l'environnement.



Réaliser des études préliminaires sur la topographie et la viabilité des transports afin d'aider les familles dans le processus de transport des matériaux.



Faire pression sur les autorités locales pour qu'elles s'abstiennent d'attribuer des logements dans des zones difficiles d'accès.



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+<sup>115</sup>, 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 carbone<sup>116</sup> dans le cadre d'un projet accrédité par une norme reconnue<sup>117</sup>.

---

<sup>115</sup> <https://neatplus.org/>

<sup>116</sup> 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>.

<sup>117</sup> 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)
- Climate Risk Profile: Congo, Democratic Republic (2021): The World Bank Group.
- 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
- Cultures constructives locales pour des habitats durables et résilients. Fiche de réponse abris détaillée République Démocratique du Congo (sud-est). Groupe de Travail Abris RD Congo. 2019
- Democratic Republic of Congo Environmental Shelter Country profile. GSC, Environmental Community of Practice. September 2023
- 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
- 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 de Reference ABRIS-ANA Burundi. 2019. Croix-Rouge luxembourgeoise
- Guide pour l'amélioration de la résistance des cases d'habitation traditionnelle face aux cyclones.
- Guidelines for packing waste management in humanitarian operations. Joint Initiative for Sustainable Humanitarian Assistance Packaging Waste Management. July 2023
- IDP Shelter & Settlements. Environmental Impact Report\_Shelter Cluster Chad. March 2021
- Key messaging environment advocacy. Global Shelter Cluster
- Options for Humanitarian packing Reuse, Repurposing, and Recycling. Joint Initiative For Sustainable Humanitarian an Assistance Packaging Waste Management. July 2023
- 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 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
- 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

- ANZARA, alphonse ; Chef de Mission RDC
- BROW BIRABÉN, María : Point focal Construction en terre
- DE LA VEGA MERONO, Isabel
- FEZEU, Cedric R ; Coordinateur Technique
- LEDESMA, Daniel LEDESMA, Chargé de recherche
- MAHAMAN OUSMANE, Ismael, Chef de projet DRC
- THEISEN, Claudine : DESK RDC et Burundi

### Cluster Abris RDC

- Laschoni SOKI, Coordinateur

### Global Shelter Cluster

- Madelaine MARARA, Global Shelter Cluster Environnemental Focal Point.
- Mandy GEORGE, Senior Environmental Advisor
- Charles KELLY, Co-Chair, Environment Community of Practice, Global Shelter Cluster

### Contact avec une organisation de gestion des déchets en RDC

- AFRIQUE SOLIDARITE (AFRISL-RDC) spécialiste en agroécologie
- BRIQUETTE DU KIVU

### Organisation environnementale contactée en RDC

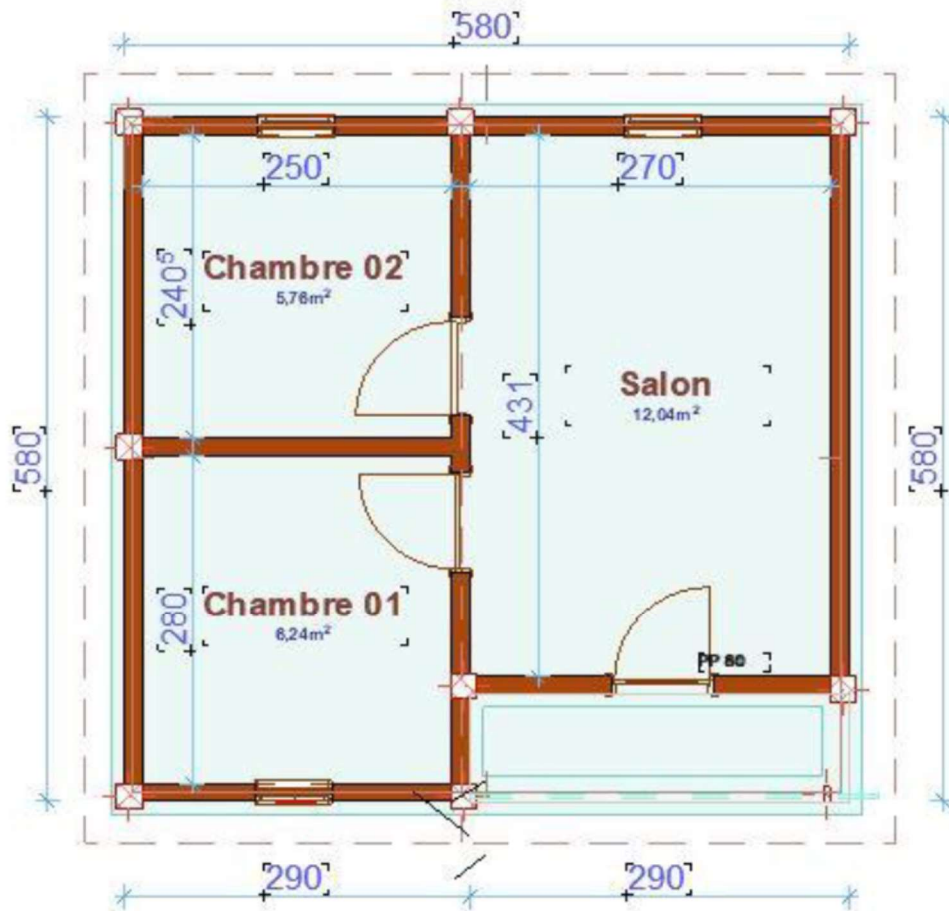
- SOCEARUCO

### Autres

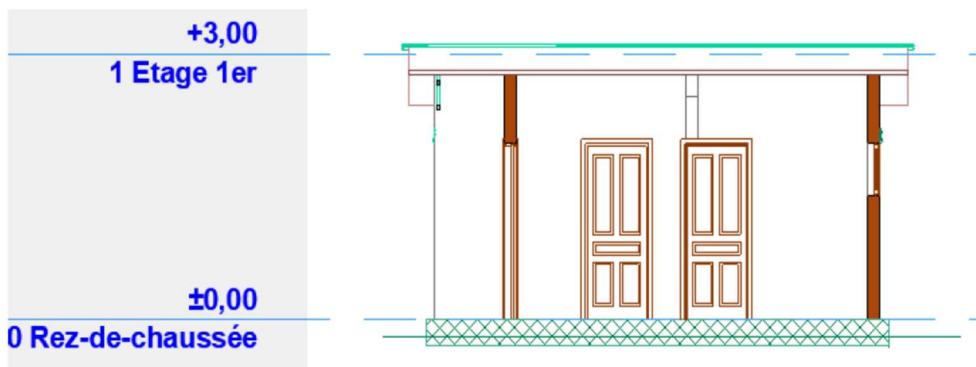
- Samantha Brangeon. Consultant- JI Sustainable Humanitarian Packaging Waste Management

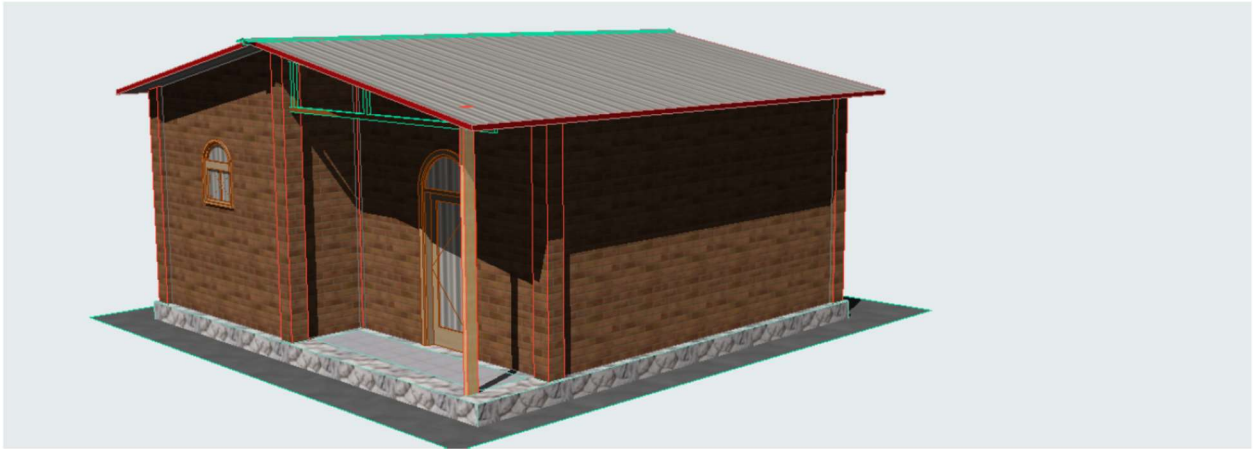
## ANNEXE 2 - Informations techniques sur le modèle de maison

<b>MAISON ADOBE TYPE UVIRA</b>			<p>La "Maison Adobe type Uvira" est conçue comme une solution de logement durable, avec l'aide de la branche Sud-Kivu du CRRDC. 150 maisons ont été construites à partir de 2022, dans la ville d'Uvira, située dans la province du Sud-Kivu.</p> 
	Surface totale 33.64 m <sup>2</sup>	<b>Dimensions</b> 5,8m x 5,8m	
	Occupation 6 personnes	<b>Fondation</b> La fondation a une profondeur de 40 cm environ et une largeur de 40 cm, une couche de 5 cm de béton, et un mur de sous-fondation de 40 cm en moellons avec des joints en mortier de ciment.	
	Durée de la construction 21 jours	<b>Murs</b> Les murs sont construits en briques d'adobe (32 x 20 x 12 cm) et en mortier de terre, ce qui nécessite environ 1 500 briques. Les briques sont fabriquées par les familles, les volontaires du CRRDC et d'autres membres de la communauté.	
	Coût 663 euros	<b>Revêtement mural</b> Le revêtement mural est composé de chaux, de ciment et d'eau.	
	Durabilité 10 ans	<b>Couverture de toit</b> Le toit est à deux pentes avec une inclinaison de 20 pour cent, recouvert d'une couverture métallique et d'une structure en bois d'eucalyptus.	
	Total # Construit 150	<b>Ouvertures</b> 3 portes et 3 fenêtres en bois d'eucalyptus.	
	Construire 0		



COUPE CC





### 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.

Le tableau ci-dessous présente les matériaux utilisés dans le modèle de maison, par poids (kilogrammes) et l'eau intrinsèque totale correspondante en litres produite par chaque matériau. Les données en kilogrammes ont été fournies par les équipes logistiques de l'AICRL dans le pays, sauf pour le gravier et le sable, dont la quantité totale a été calculée sur la base des mètres cubes (m<sup>3</sup>) utilisés dans le devis quantitatif.

**Tableau 1 - Maison en Adobe de type Uvira**

Nom	Matières premières	Quantité/ Kg	Pays d'origine	Mise en paquets	Quantité/ Kg
Bois	Bois d'eucalyptus	55 kg	RDC	Aucun	Aucun
Brique d'adobe	Sol	23,250 kg	RDC	Aucun	Aucun
Mortier	Sol	2 100 kg	RDC	Aucun	Aucun
Moellon	Pierre	15 000 kg	RDC	Aucun	Aucun
Gravier	Sable	2 800 kg	RDC	Aucun	Aucun
Sable	Sable	2 200 kg			
Ciment	Ciment	325 kg	5% Tanzanie 80% Rwanda 15% RDC	Polypropylène	<i>Information non fournie</i>
Chaux	Chaux	150 kg	Tanzanie	Polypropylène	<i>Information non fournie</i>
Tôles ondulées en fer galvanisé (CGI)	Acier recouvert de zinc	90 kg	20% Burundi 80% Ouganda	Cerclage en polyéthylène	<i>Information non fournie</i>
Fer feillards	Acier	3,5 kg	Burundi	Cerclage en polyéthylène	<i>Information non fournie</i>
Verrous simple	Acier	5 kg	Émirats arabes unis	carton recyclé	<i>Information non fournie</i>
Clous ordinaires	Acier	14 kg	20% Burundi 80% Ouganda	Polypropylène	<i>Information non fournie</i>

## ANNEXE 4 - Distances de transport

Lors du calcul de l'équivalent CO<sub>2</sub>, 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.
- Lorsqu'un matériau peut provenir de différents endroits, la distance moyenne est calculée en fonction d'une pondération déterminée par la proportion de matériau provenant de chaque endroit.
- La distance moyenne entre l'entrepôt et le site de construction a été calculée en fonction de la proportion de maisons construites dans chaque localité.
- Les distances en kilomètres ont été fournies par l'équipe de terrain.
- La distance approximative de référence suggérée par les lignes directrices du SMAC entre la région MENA et l'Afrique de l'Est a été utilisée.
- Comme on ne sait pas exactement ce qui se passe lors de l'élimination, le transport depuis le site de construction de la maison jusqu'à l'élimination n'est pas inclus.

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

#### Distance en bateau

Point de départ	Point d'arrivée	Distance
Émirats arabes unis (Dubai)	Tanzanie - Dar-es-Salam	4500 <sup>118</sup>

#### Distance par route

Point de départ	Point d'arrivée	Distance
Burundi (Bujumbura)	Uvira	26 km
Rwanda (Bugarama)	Uvira	81 km
Tanzanie (Dar es Salaam)	Uvira	1542 km
Ouganda (Tororo)	Uvira	951 km

### De l'entrepôt au chantier (km)

Point de départ	Point d'arrivée	Distance
Kalemi	Uvira	386 km
Uvira	Chantier de construction	25 km

<sup>118</sup> La distance approximative de référence suggérée par les lignes directrices du SMAC entre la région MENA et l'Afrique de l'Est a été utilisée.

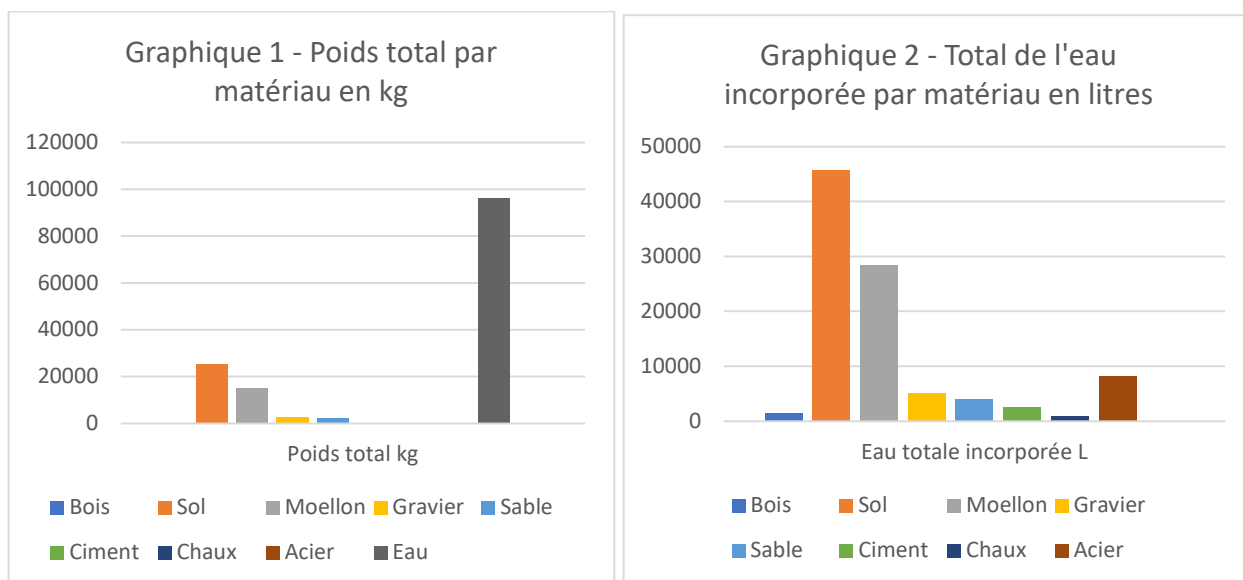
## ANNEXE 5 - Matériaux utilisés dans la maquette

Le tableau ci-dessous présente les matériaux utilisés dans le modèle de maison, par poids (kilogrammes) et l'eau intrinsèque totale correspondante en litres produite par chaque matériau. Les données en kilogrammes ont été fournies par les équipes logistiques de l'AICRL dans le pays, sauf pour le gravier et le sable, dont la quantité totale a été calculée sur la base des mètres cubes (m<sup>3</sup>) utilisés dans le *Bill of Quantities* (BoQ). Pour calculer la quantité d'eau embouteillée en litres, nous avons utilisé la base de référence de l'*UNHC Shelter and Sustainability Tool*<sup>119</sup>.

**Tableau 1 - MAISON ADOBE TYPE UVIRA**

atière première	Quantité / Kg	Eau incorporée (L)
Bois	55 Kg	1,460 L
Sol	25,350 Kg	45,630 L
Moellon	15 000 kg	28,500 L
Gravier	2 800 kg	5,040 L
Sable	2 200 kg	3,960 L
Total Eau incorporée	96,335 L	-
Matière synthétique	Quantité / Kg	Eau incorporée (L)
Ciment	112.50 Kg	2,535 L
Chaux	325 Kg	975 L
Acier	150 Kg	8,235 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.



<sup>119</sup> UNHCR-TSS (epfl.ch)

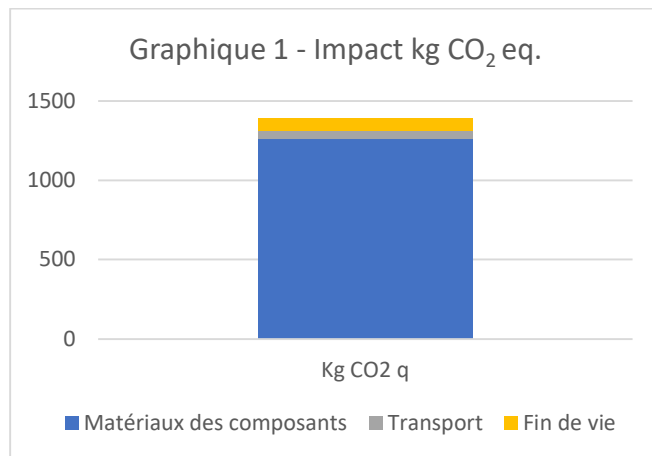
## ANNEXE 6 - Calculs des émissions de carbone

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.

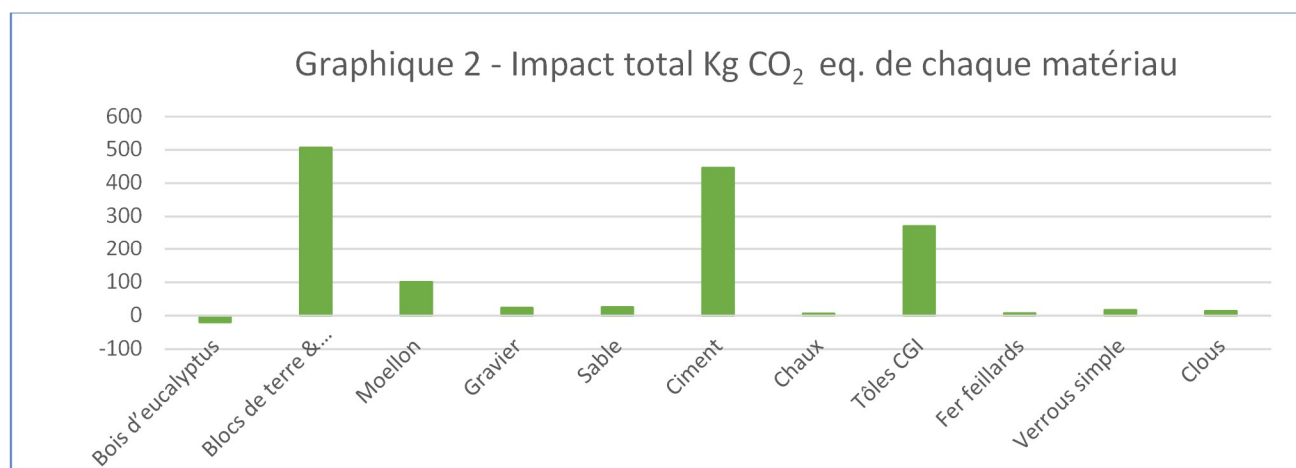
Les *émissions totales de carbone* générées par le modèle de maison, en équivalent CO<sub>2</sub>, sont indiquées ci-dessous. Ce calcul est effectué à l'aide du calculateur SMAC et en tenant compte de tous les paramètres et hypothèses expliqués dans la section 7.2. Le tableau 1 et le graphique 1 ci-dessous montrent la répartition des *émissions de carbone*, en termes de kg CO<sub>2</sub> eq. de l'unité d'habitation par "étapes du cycle de vie" : "production des matériaux constitutifs", "transport" et "fin de vie".

**Tableau 1**

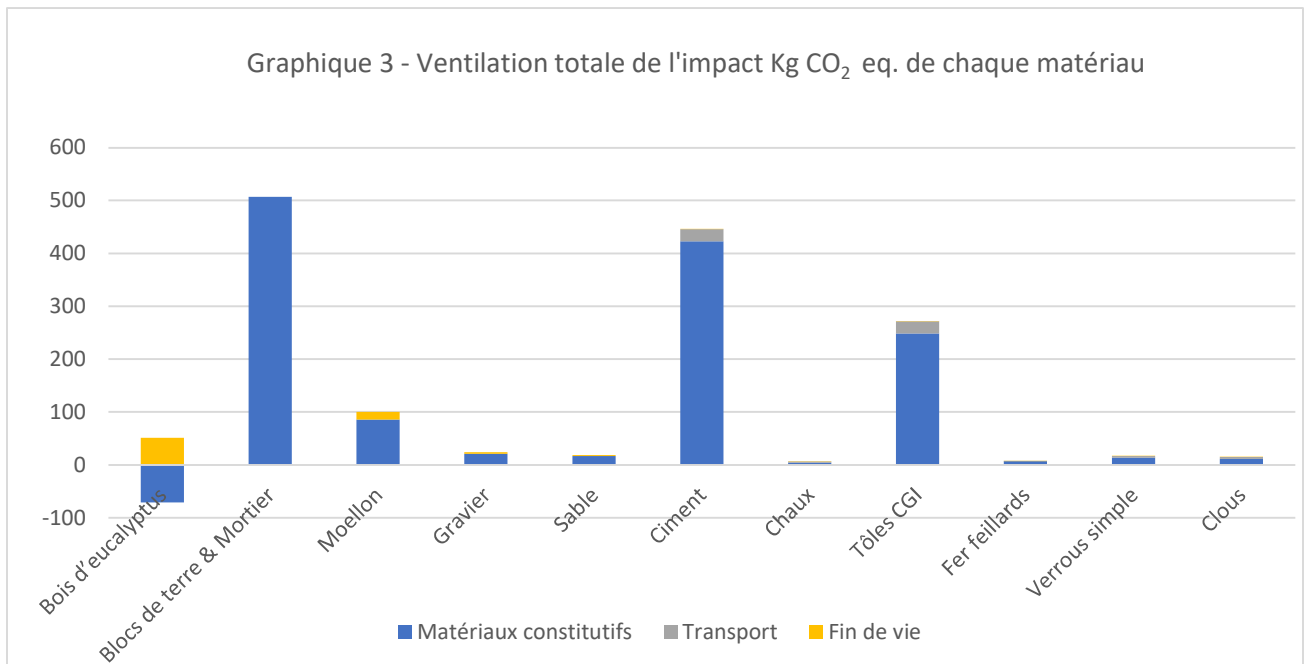
Impact	Émissions de carbone Kg CO <sub>2</sub> eq.
Production des matériaux constitutifs	1265
Emballage	<i>Données non prises en compte</i>
Transport	55
Fin de vie	71
<b>Total</b>	<b>1392</b>



Le graphique 2 ci-dessous montre l'impact total en kg de CO<sub>2</sub> eq. de chaque matériau.



Le graphique 3 ci-dessous montre les émissions totales en kg de CO<sub>2</sub> eq. de chaque matériau, réparties entre les émissions générées par la "production des matériaux constitutifs", le "transport" et la "fin de vie".



## **ANNEXE 7 - Ressources naturelles locales utilisées**

### **Quantité totale d'eucalyptus utilisée dans le modèle de maison**

- Environ 55 kilos pour la structure du toit

### **Quantité totale de terre utilisée dans le modèle de maison**

- Environ 25350 kilos pour construire des briques et du mortier d'adobe

### **Quantité totale de gravats utilisés dans le modèle de maison**

- Environ 15 000 kilos dans le cadre du mur de fondation

### **Quantité totale de gravier utilisée dans le modèle de maison**

- Environ 2800 kilos pour le mur de fondation

### **Quantité totale de sable utilisée dans le modèle de maison**

- Environ 2200 kilos pour le mur de fondation

## ANNEXE 8 - Option de réutilisation intentionnelle et options de recyclage

Le tableau 1 ci-dessous examine la durée de vie, le temps de décomposition et le potentiel de réutilisation et de recyclage de chaque matériau utilisé dans la maison, en fonction des possibilités offertes dans le pays.<sup>120</sup> Il est important de noter que le taux de décomposition peut varier en fonction des conditions d'élimination ou de mise en décharge.

**Tableau 1 - Maison adobe type Uvira**

Matériau	Espérance de vie <sup>121</sup>	Temps de décomposition	Réutilisation	Recyclage
Bois <sup>122</sup>	2 à 10 ans <sup>123</sup>	10-15 ans <sup>124</sup>	Oui	Oui
Sol	2 à 100 ans <sup>125</sup>	Sans objet	Oui	Oui
Moellon, sable et gravier	Information non fournie	Sans objet	Oui	Sans objet
Ciment	100 ans	Environ 50 ans <sup>126</sup>	Non <sup>127</sup>	Non <sup>128</sup>
Chaux	10 ans	Environ 50 ans <sup>129</sup>	Oui	Non
Tôle	Information non fournie	200 à 500 ans	Oui	Oui
Barre d'armature	3 ans	200 à 500 ans <sup>130</sup>	Non	Oui
Vis / Boulon	30 ans	200 à 500 ans <sup>131</sup>	Non	Oui

Selon l'équipe de terrain, la plupart des matériaux sont mis au rebut une fois qu'ils ne sont plus utilisés ou qu'ils atteignent un état de détérioration avancé, ou utilisés comme bois de chauffage (bois d'œuvre). Ce type de combustion contribue à la pollution de l'air.

<sup>120</sup> 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.

<sup>121</sup> Informations fournies par l'équipe de terrain grâce à l'observation directe sur le terrain.

<sup>122</sup> 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.

<sup>123</sup> En fonction des conditions météorologiques et du séchage avant utilisation

<sup>124</sup> Combien de temps faut-il à 50 objets courants pour se décomposer ?

<sup>125</sup> En fonction de la technique de construction et des conditions météorologiques

<sup>126</sup> How Long It Takes 50 Common Items to Decompose | Stackler

<sup>127</sup> 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.

<sup>128</sup> 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.

<sup>129</sup> How Long Does Concrete Take to Decompose? (concretrecruiters.com)

<sup>130</sup> How long does it take for metal to degrade - Riba Farré (ribafarre.com)

<sup>131</sup> 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 en RDC**

Matériaux	Options de réutilisation potentielles	Options de recyclage potentielles
Mortier de terre et brique d'adobe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.<sup>132</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les briques d'adobe qui se désagrègent peuvent être ajoutées au jardin de la maison et devenir de l'engrais pour l'herbe.<sup>133</sup></li> </ul>
Bois	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réutilisation pour une construction auxiliaire (comme une écurie)</li> <li>• Bois combustible</li> <li>• Objets d'art</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objets d'art</li> </ul>
Ciment	<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"> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> <li>• Réutilisation pour une construction auxiliaire (étable ou poulailler)</li> </ul>	<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"> <li>• Des graviers, des agrégats et des matériaux de pavage peuvent être utilisés.</li> </ul>
Chaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le béton ou le mortier fabriqué avec du ciment et de la chaux peut être concassé et réutilisé comme agrégat dans de nouveaux mélanges de béton ou comme couche de base pour les routes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Une fois que le ciment et la chaux ont réagi avec l'eau et ont durci, ils ne peuvent pas être "recyclés", c'est-à-dire qu'ils ne peuvent pas revenir à leur forme de poudre d'origine.</li> </ul>
Acier	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réutiliser pour des constructions auxiliaires</li> <li>• Artisanat (boucles d'oreilles, décorations/accessoires pour la maison, etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il peut être considéré comme de la ferraille et vendu à une entreprise métallurgique ougandaise qui vient acheter la ferraille à Bukavu.</li> </ul>

<sup>132</sup> Recherche expérimentale sur la recyclabilité du matériau argileux utilisé dans la fabrication d'unités de maçonnerie de type briques Adobe

<sup>133</sup> Adobe : Le matériau de construction recyclable le plus durable | ArchDaily

Utilisé pour diverses fonctions - peut être utilisé pour attacher des tapis réutilisés, etc.

## ANNEXE 9 - Avantages, impacts et bonnes pratiques de 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**

MATÉRIAUX	AVANTAGES	IMPACTS	MEILLEURES PRATIQUES
Sol	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilisé depuis des millénaires en RDC</li> <li>• Matériel local qui ne nécessite pas de transport.</li> <li>• Le sol ne crée pas de pollution ni de déchets.</li> <li>• Il est recyclable s'il n'est pas stabilisé (avec du ciment).</li> <li>• Une grande variété de solutions permettant un haut niveau de confort si les conditions bioclimatiques de chaque site sont prises en compte.</li> <li>• Un régulateur efficace de l'humidité dans les espaces intérieurs, augmentant le confort.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leur production peut entraîner une dégradation des sols, une consommation d'énergie et une utilisation importante d'eau.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliser les connaissances locales et les cultures de construction.</li> <li>• La terre extraite peut être utilisée pour créer des canaux, des bassins de rétention, des digues, etc.</li> <li>• Améliorer la résistance des murs avec des matériaux inertes pour les fondations (pierre, blocs de ciment, briques cuites).</li> <li>• Évitez de construire des murs en terre dans les zones inondables.</li> <li>• Soutenir les moyens de subsistance et les industries locales.</li> <li>• Extraire la terre dans des zones où elle ne peut pas causer de danger ou d'impact sur l'environnement.</li> <li>• Renforcer la résistance de la surface en appliquant un revêtement de terre chaque année</li> </ul>
Bois d'eucalyptus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il "capture le carbone" (et d'autres gaz à effet de serre) pendant leur croissance.</li> <li>• Ne prend pas beaucoup de temps à se décomposer.</li> <li>• Il s'agit d'une ressource renouvelable lorsqu'elle est bien gérée.</li> <li>• La foresterie est une priorité pour le gouvernement de la RDC, tant sur le plan commercial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "L'espérance de vie est courte si elle n'est pas bien traitée.</li> <li>• Si le matériau est brûlé à la fin de sa durée de vie, il libère une grande quantité de CO<sub>2</sub> eq. dans l'atmosphère.</li> <li>• 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.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Minimiser les coupes de bois.</li> <li>• Traiter correctement le bois pour assurer sa durabilité à long terme. Il existe certainement plusieurs recettes de traitement du bois qui peuvent varier localement</li> </ul>

	<p>qu'environnemental. L'atténuation des effets du changement climatique est particulièrement importante dans des régions telles que l'ancienne province du Katanga, où la déforestation aggrave les effets des inondations et favorise l'érosion de la couche arable.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Le transport du bois peut endommager davantage les forêts et les routes rurales.</li> <li>• Là où la transformation est effectuée, les usines mal gérées provoquent une pollution par les déchets solides, le bruit et l'air.</li> <li>• L'utilisation de produits chimiques toxiques à des fins de traitement présente des risques pour l'environnement et la santé.</li> </ul>	<p>en fonction de la disponibilité des produits.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réduire au minimum l'utilisation du bois pour les coffrages (le cas échéant), préférer les coffrages modulaires réutilisables.</li> <li>• Encourager la réutilisation du bois (par exemple, les cadres de portes et de fenêtres, les éléments structurels).</li> <li>• Les coupes de bois traité chimiquement doivent être considérées comme dangereuses et ne doivent jamais être utilisées comme bois de chauffage.</li> </ul>
<b>Moellon</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La pierre locale ne nécessite aucun transport et ne crée ni pollution ni déchets.</li> <li>• Il s'agit d'un matériau recyclable.</li> <li>• "L'espérance de vie peut être très longue</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Le transport de roches peut affecter les routes rurales.</li> <li>• L'extraction peut laisser de grandes fosses qui peuvent présenter des risques pour la santé.</li> <li>• La construction en pierre dans les zones sujettes aux tremblements de terre doit être réalisée avec une conception sismique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concevoir et construire correctement pour assurer la durabilité à long terme.</li> <li>• N'utilisez la pierre que dans les zones où elle peut être extraite sans danger ni impact sur l'environnement.</li> <li>• Adopter de bonnes pratiques de stockage et de chargement pendant le transport.</li> <li>• 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.</li> </ul>
<b>Sable et gravier</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le sable et le gravier sont des ressources disponibles localement dans de nombreuses régions de la RDC, ce qui réduit le besoin de transport sur de longues distances et les coûts associés.</li> <li>• L'utilisation de sable et de gravier d'origine locale permet de réduire l'impact</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>

	<p>environnemental lié au transport sur de longues distances et à l'extraction dans des écosystèmes fragiles.</p>	<p>les schémas de dépôt et la destruction des habitats riverains.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'extraction non planifiée de gravier et de sable peut provoquer des glissements de terrain et des impacts hydrogéologiques.</li> </ul>	
<b>Ciment</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le ciment peut remplacer le bois comme principal matériau de construction, réduisant ainsi la demande en bois et contribuant à lutter contre la déforestation.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Production de CO<sub>2</sub> et impact sur le changement climatique. L'industrie du ciment est l'un des secteurs les plus polluants. L'utilisation de ces solutions de construction.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliser des alternatives au béton et aux produits à base de ciment, comme les murs en terre si possible.</li> <li>• Utiliser efficacement le ciment dans la construction pour minimiser les déchets et maximiser ses avantages.</li> <li>• 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.</li> </ul>
<b>Chaux</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La production de chaux génère généralement moins d'émissions de gaz à effet de serre que la production de ciment, ce qui réduit l'empreinte carbone de la construction.</li> <li>• La production de chaux peut être moins gourmande en énergie que la production de ciment, ce qui contribue à la</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'extraction excessive de chaux peut épuiser les ressources locales en calcaire, ce qui affecte l'environnement et les communautés qui dépendent de ces ressources.</li> <li>• L'extraction non réglementée de la chaux peut entraîner la destruction de l'habitat, la pollution de l'eau et l'érosion du sol.</li> <li>• Une mauvaise manipulation de la chaux peut présenter des risques pour la santé des</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mettre en œuvre des pratiques minières responsables afin d'atténuer la destruction de l'habitat et de protéger les sources d'eau.</li> <li>• Utiliser efficacement la chaux dans la construction pour minimiser les déchets et maximiser ses avantages.</li> <li>• Réaliser une évaluation environnementale pour comprendre l'impact des activités d'extraction de la chaux et de construction et</li> </ul>

	<p>conservation de l'énergie.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La chaux peut être recyclée ou réutilisée, ce qui réduit la production de déchets.</li> <li>• Dans certaines régions de la RDC, la chaux est facilement disponible, ce qui réduit le besoin de transport sur de longues distances.</li> </ul>	<p>travailleurs et des communautés avoisinantes.</p>	<p>prendre les mesures d'atténuation appropriées.</p>
<p><b>Acier</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La production d'acier est la plus consommatrice d'énergie au monde.</li> <li>• La production de l'acier a généré une grande quantité d'émissions de carbone.</li> <li>• Matériaux à longue durée de vie, qui prennent beaucoup de temps à se décomposer.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réutilisable et recyclable</li> <li>• "L'espérance de vie est une hauteur relative.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• 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,</li> <li>• Optimiser la conception pour minimiser la quantité d'acier nécessaire.</li> <li>• Envisager des matériaux alternatifs ou des conceptions qui utilisent moins d'acier tout en maintenant l'intégrité structurelle.</li> <li>• Encourager le recyclage et les bonnes pratiques d'élimination.</li> </ul>