



RAPPORT

Madagascar étude d'impact environnemental du modèle de maison « Case améliorée en bois »

Novembre 2023

Contenu

1.	Définitions.....	3
2.	Informations générales.....	5
3.	Contexte.....	5
4.	Outcome and Outputs.....	7
5.	Méthodologie.....	7
6.	Informations contextuelles.....	9
6.1.	Profil de la région.....	9
6.2.	Défis environnementaux à Madagascar.....	10
6.3.	Modèle de maison à Madagascar.....	12
7.	Critères utilisés pour analyser l'impact sur l'environnement.....	13
7.1.	Critère 1: <i>Matériaux consommés</i>	13
7.2.	Critère 2: <i>Émissions de carbone</i>	14
7.3.	Critère 3: <i>Impact sur l'environnement des ressources naturelles locales</i>	15
7.4.	Critère 4: <i>Gestion des déchets</i>	16
7.5.	Approche du tableau de bord « <i>scorecard approach</i> ».....	16
8.	Impact environnemental du modèle de maison.....	18
8.1	Critère 1: <i>Matériaux consommés</i>	18
8.1.1	Aperçu des matériaux utilisés et de leur impact général sur l'environnement.....	18
8.1.2	Données et analyse des matériaux dans la maison.....	21
8.1.3	Tableau de bord des <i>matériaux consommés</i>	23
8.2	Critère 2: <i>émissions de carbone</i>	25
8.2.1	<i>Émissions de carbone</i> du modèle de maison.....	25
8.2.2	Fiche d'évaluation des <i>émissions de carbone</i>	26
8.3	Critère 3: <i>Impact sur l'environnement des ressources naturelles locales</i>	28
8.3.1	Vue d'ensemble de l' <i>impact environnemental des ressources naturelles locales</i>	28
8.3.2	Aperçu des ressources naturelles locales utilisées dans le modèle de maison.....	30
8.3.3	Quantité de <i>ressources naturelles locales</i> dans le modèle de maison.....	32
8.3.4	Tableau de bord de l' <i>impact environnemental des ressources naturelles locales</i>	34
	Le bambou comme matériau alternatif.....	37
8.4	Critère 4: <i>Gestion des déchets</i>	40
8.4.1	Aperçu de la <i>gestion des déchets</i>	40
8.4.2	Analyse des déchets générés par le modèle de maison.....	40
8.4.3	Tableau de bord de la <i>gestion des déchets</i>	41
8.5	Résumé des résultats.....	43
9.	Conclusion.....	45
10.	Recommandations.....	48
11.	Bibliographie.....	51
12.	Documents annexés.....	52

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 les équipes de l'Aide internationale de la Croix-Rouge luxembourgeoise à Madagascar et de la Croix-Rouge malgache.

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

1. Définitions

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

¹ Fast Company

² Circular Ecology

³ National Geographic

⁴ Parlement européen

⁵ ISO

⁶ <https://assembly.coe.int>

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

⁸ IFRC

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

⁹ Carbon Trust

¹⁰ NSW Government

¹¹ Energy Manager Canada

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

¹³ Germanwatch

¹⁴ University of Calgary

¹⁵ NASA

¹⁶ UNHCR

2. Informations générales

Titre du projet/de la mission: Madagascar étude d'impact environnemental du modèle de maison «Case améliorée en bois»

Pays: Madagascar

Date du rapport: Novembre 2023

Type d'opération: Conseil 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 subsaharienne. Elle s'appuie sur son Unité de recherche sur les abris (AICRL-SRU) pour développer des modèles de solutions architecturales humanitaires adaptées aux conditions climatiques et aux contextes culturels de chaque région. De nombreuses missions de recherche ont permis de développer des modèles d'abris qui tiennent compte des spécificités locales et de la disponibilité des matériaux. L'AICRL collabore étroitement et en partenariat avec les différentes sociétés nationales de chaque pays.

Depuis 2021, la Croix-Rouge luxembourgeoise a mené plusieurs études pour évaluer l'impact environnemental des constructions d'urgence dans les différents pays où elle collabore. A ce jour, ces études ont été réalisées pour leur modèle d'abris au Niger, au Burkina Faso, au Tchad et au Mali.¹⁷ La même méthodologie que celle utilisée dans les études précédentes sera appliquée pour réaliser cette étude. En outre, les modèles de logement en RDC et au Burundi seront également inclus dans cette recherche en cours.

L'AICRL participe à plusieurs projets de reconstruction d'urgence à Madagascar en collaboration avec les acteurs locaux, ainsi qu'à des projets de réduction des risques dans l'est et le nord de l'île. Ces projets comprennent l'établissement de modèles de maisons traditionnelles améliorées qui doivent être évaluées en termes d'impact environnemental et fournir des conseils, des recommandations et des idées pour réduire leur impact négatif sur l'environnement.

Le modèle de maison mis en œuvre dans les zones de Mananjary et Antalaha, qui fait l'objet de cette étude, est la « Case améliorée en bois ». Ce modèle représente une approche durable du logement. Il est construit à partir d'une variété de bois et de plantes locales et a une superficie de 16 mètres carrés. Une « case » est une maison traditionnelle à Madagascar, construite avec des matériaux de base qui ne sont pas très durables et dont la durée de vie est courte à moyenne.

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

Les changements climatiques provoqués par le réchauffement de la planète se sont accélérés au cours du siècle dernier. Les catastrophes naturelles, telles que les inondations, les sécheresses, la désertification, les incendies, etc., augmentent en raison du changement climatique et contribuent à l'insécurité alimentaire, aux pertes économiques, aux déplacements de population et sont également à l'origine de conflits. Les populations du monde entier sont confrontées à la réalité du changement climatique, qui se manifeste dans de nombreuses régions du monde par une volatilité accrue des phénomènes météorologiques extrêmes.

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

Rien qu'entre 2000 et 2019, plus de 475 000 personnes ont perdu la vie dans le monde¹⁸ à cause de ces phénomènes. L'édition 2021 de l'indice des risques climatiques¹⁹ montre clairement que les signes d'intensification du changement climatique ne peuvent plus être ignorés, sur tous les continents et dans toutes les régions. Les conséquences des phénomènes météorologiques extrêmes frappent le plus durement les pays les plus pauvres, qui sont particulièrement vulnérables aux effets néfastes des aléas, ont une capacité d'adaptation plus faible et peuvent avoir besoin de plus de temps pour se reconstruire et se relever.²⁰

L'Afrique est déjà l'un des continents les plus touchés par le changement climatique, même si elle n'est responsable que de 4% 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. En Afrique australe, Madagascar est l'un des pays les plus vulnérables aux effets du changement climatique, se classant au 172e sur 182 pays classés selon l'indice d'adaptation mondiale de Notre Dame (ND-GAIN Index en 2021).²¹

Madagascar est un pays riche en capital naturel et en biodiversité, avec une biodiversité endémique de 90%, mais avec des niveaux élevés de pauvreté, d'insécurité alimentaire, de croissance démographique et d'exploitation des ressources naturelles. Le pays est confronté à des défis environnementaux et de développement qui devraient être intensifiés par le changement climatique. Les risques climatiques à Madagascar comprennent l'augmentation des températures, des précipitations réduites et plus variables, des sécheresses plus fréquentes, des cyclones plus intenses, l'élévation du niveau de la mer et de la température de la mer.²² Tous ces effets dus au changement climatique entraînent des répercussions négatives sur l'écosystème fragile de Madagascar et sur sa population.

Les gouvernements de toute l'Afrique plaident en faveur d'une action visant à remédier à ces effets. Le premier sommet africain sur le climat, qui s'est tenu à Nairobi en 2023, s'est conclu par une déclaration⁽²³⁾ approuvée par la quasi-totalité des dirigeants du continent africain, appelant à une action collective pour lutter contre les effets néfastes du changement climatique sur le continent.

Par conséquent, les bonnes pratiques environnementales des agences humanitaires peuvent également contribuer à protéger l'environnement local, à améliorer la résistance des communautés aux catastrophes naturelles et à réduire leur vulnérabilité, ainsi qu'à réduire la contribution à l'aggravation du changement climatique. Cependant, dans le passé, le manque de considération pour l'environnement a conduit à des réponses humanitaires ayant un impact négatif sur l'environnement. Par exemple, d'énormes quantités de matériel de secours ont été acheminées dans un pays, les ressources naturelles locales ont été surexploitées et de grandes quantités de déchets non gérés ont été produites, sans que les conséquences pour l'environnement soient prises en compte. Les agences humanitaires ne doivent pas contribuer à la dégradation des ressources naturelles dont dépendent les communautés touchées et doivent prendre des mesures pour atténuer le changement climatique. Le concept de « ne pas nuire » devrait également être étendu à l'environnement. Cette étude de l'impact environnemental du *Madagascar House Model* est une contribution au nombre croissant de travaux sur l'impact environnemental de l'aide humanitaire.

18 *Indice mondial des risques climatiques 2021*

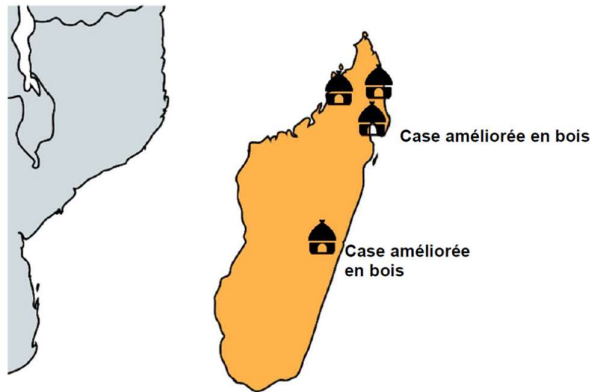
19 *Global Climate Risk Index 2021, L'indice de risque climatique (IRC) est un outil utilisé pour évaluer et classer les pays ou les régions en fonction de leur vulnérabilité aux impacts du changement climatique. Indice mondial des risques climatiques 2021_1.pdf*

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

22 *Climate change risks and adaptation options for Madagascar. Sarah R. Weiskopf, Janet A. Cushing, Toni Lyn Morelli and Bonnie J. E. Myers*

23 *the_african_leaders_nairobi_declaration_on_climate_change-rev-eng.pdf (afdb.org)*



Carte montrant l'emplacement de la « Case améliorée en bois », construite à Madagascar par l'AICRL en partenariat avec la Croix-Rouge de Madagascar.

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 à Madagascar et à minimiser l'impact environnemental de ses opérations.

Outputs

- Une étude de l'impact environnemental du modèle de maison, « Case améliorée en bois » à Madagascar.
- 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, à la construction 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 précédentes évaluations des projets d'abris de l'AICRL.

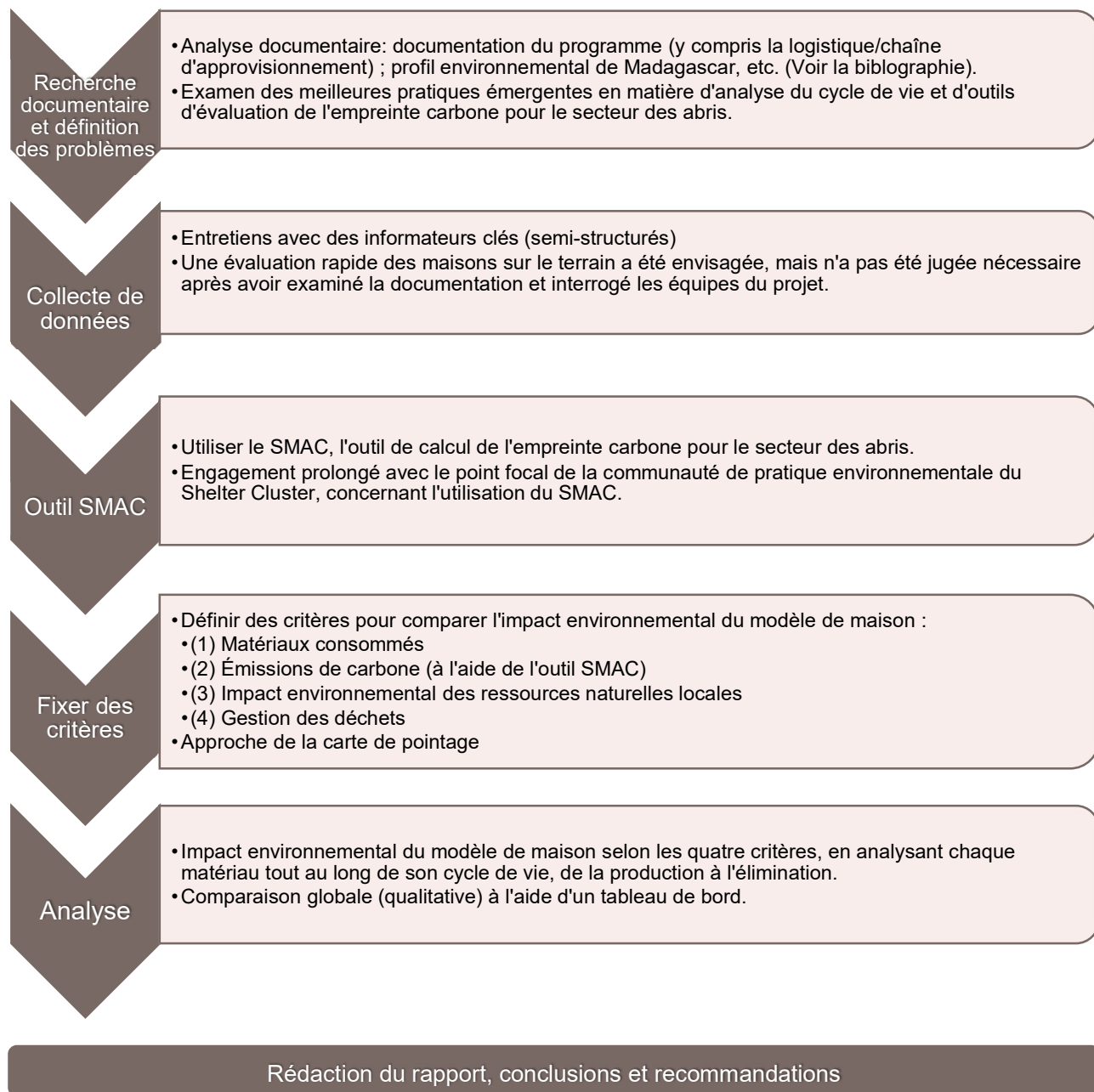
5. Méthodologie

Ces études ont été menées à distance, avec le soutien de l'AICRL et du personnel de terrain de la Croix-Rouge malgache (abris, logistique, autres), du Shelter Cluster à Madagascar, d'experts environnementaux du secteur des abris et de différents partenaires locaux.²⁴ Des organisations spécialisées dans le recyclage écologique et la valorisation des déchets dans le pays ont été contactées pour cette étude, mais sans succès.

La méthodologie adoptée est résumée dans le graphique ci-dessous. Elle suit la même approche que les études précédentes menées pour les modèles d'abris du Sahel au Niger, au Burkina Faso, au Tchad et au Mali. En outre, cette recherche s'étendra aux modèles de logement en RDC et au Burundi, qui font chacun l'objet d'un rapport national distinct.²⁵

²⁴ La liste des personnes et organisations contactées figure à l'annexe 1.


²⁵ 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. Informations contextuelles


6.1. Profil de la région


MADAGASCAR













Localisation
Madagascar est un pays insulaire situé dans l'océan Indien, au large de la côte sud-est de l'Afrique. Elle se trouve à environ 400 km de la côte du Mozambique. Elle couvre une superficie d'environ 587 000 km².²⁶

Population
La population de Madagascar est estimée à 30 millions d'habitants.²⁷ Elle croît actuellement à un rythme de 2,68% par an.²⁸

Situation économique et sociale
L'indice de développement humain (IDH) de Madagascar²⁹ était de 0,501 en 2021, ce qui signifie que le pays a un faible niveau de développement humain. Il se classe 173e sur 191 pays.³⁰ Malgré des ressources naturelles considérables, le pays a l'un des taux de pauvreté les plus élevés au monde.³¹

Aperçu de la crise
Madagascar est fréquemment touchée par des catastrophes naturelles. Quelque 3,86 millions de personnes ont besoin d'une aide humanitaire d'urgence en 2023, à la suite des cyclones dévastateurs qui ont frappé le Grand Sud-Est en 2022 et 2023 et de la sécheresse catastrophique qui a sévi dans le Grand Sud de 2020 à 2022. En 2021, le pays a connu sa pire sécheresse depuis 40 ans. La sécurité alimentaire et la situation nutritionnelle se sont gravement détériorées. Ceci est dû aux effets combinés de la sécheresse, de la faible productivité agricole, du COVID-19, du manque de produits alimentaires de base sur le marché et des saisons cycloniques actives. Madagascar a l'un des taux de malnutrition les plus élevés au monde, plus de 50% des enfants souffrent de malnutrition chronique.³²

Climat
Il y a deux saisons à Madagascar: une saison des pluies très chaude, de novembre à avril, et une saison sèche plus fraîche, de mai à octobre. La côte est bénéficiée d'un climat subéquatorial poussé par les alizés de l'est, ainsi que des précipitations les plus abondantes et les plus régulières. La côte ouest du pays est généralement plus sèche et est sujette à une érosion côtière importante. Le sud-ouest et l'extrême sud sont des environnements semi-désertiques. Les températures moyennes annuelles varient entre 23°C et 27°C le long de la côte et entre 16°C et 19°C dans les montagnes centrales.³³ Les cyclones tropicaux sont une caractéristique climatique importante. Ils se forment loin au-dessus de l'océan Indien, surtout de décembre à mars, et s'approchent de la côte orientale, apportant des pluies torrentielles et des inondations destructrices.³⁴

²⁶ Britannica

²⁷ Population, total - Madagascar | Data (worldbank.org)

²⁸ Madagascar Population 2023 (Live) (worldpopulationreview.com)

²⁹ 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).

³⁰ Specific country data | Human Development Reports (undp.org)

³¹ Banque mondiale

³² Commission européenne

³³ Madagascar - Climatology | Climate Change Knowledge Portal (worldbank.org)

³⁴ Madagascar - Tropical, Humid, Rainforest | Britannica

6.2. Défis environnementaux à Madagascar

Défis environnementaux



Changement climatique

Madagascar est fortement exposée aux risques climatiques, notamment aux cyclones plus fréquents et plus violents, aux changements dans les régimes de précipitations, à la hausse des températures, à l'érosion côtière, etc. Ces impacts devraient s'aggraver au cours du siècle en raison du changement climatique.



Augmentation de la température

Madagascar a observé une augmentation globale des températures moyennes au cours des dernières décennies. Selon un scénario d'émissions élevées, la température annuelle moyenne devrait augmenter d'environ 3,4°C en moyenne d'ici la fin du siècle. Si les émissions diminuent rapidement, l'augmentation de la température sera limitée à environ 1°C.³⁵ Cette tendance au réchauffement est cohérente avec les modèles de changement climatique mondial.



Inondations et cyclones

Madagascar présente le risque de cyclones le plus élevé d'Afrique ; elle subit actuellement trois à quatre cyclones par an, qui provoquent de vastes inondations côtières, des pertes en vies humaines et des dommages aux infrastructures et aux moyens de subsistance. Les fortes précipitations à l'intérieur des terres contribuent également à l'érosion des ravines, aux inondations dans les zones urbaines et à la perte de connectivité.³⁶



Sécheresses

Les sécheresses sont les plus fréquentes dans le sud de Madagascar, mais elles peuvent également se produire dans les hautes terres centrales et dans la région orientale. La déforestation et les mauvaises pratiques d'utilisation des sols ont exacerbé les dommages causés par les inondations.³⁷ Les sécheresses contribuent à la perte des récoltes et à la généralisation de la faim et de la malnutrition.



Déforestation

La superficie forestière de Madagascar a diminué, passant de 29% de la superficie terrestre en 2000 à 21% en 2020. De 2001 à 2022, Madagascar a perdu 27% de sa couverture arborée relative.³⁸



Dégradation des sols

Les paysages de Madagascar sont soumis à la dégradation depuis des décennies. 35% de la superficie du pays s'est dégradée au cours des 30 dernières années. La dégradation a été particulièrement sévère dans les régions de l'ouest et du sud-ouest.³⁹



Élévation du niveau de la mer et érosion côtière

Si l'élévation du niveau de la mer est principalement due à la fonte des calottes polaires et des glaciers, l'augmentation des températures peut contribuer à la dilatation de l'eau de mer, entraînant une élévation progressive du niveau de la mer. L'élévation du niveau de la mer (SLR) à Madagascar a été de 1,57 mm/an entre 1993 et 2017. Selon les projections, l'élévation du niveau de la mer à l'échelle mondiale devrait être plus importante d'ici la fin du siècle, quel que soit le scénario envisagé.⁴⁰ Cette situation constitue une menace pour les communautés et les écosystèmes côtiers de Madagascar. L'érosion côtière est une préoccupation croissante à Madagascar. L'ouest du pays est particulièrement vulnérable à l'érosion. Elle peut entraîner la perte de terres et d'infrastructures de valeur.

³⁵ Health and climate change: country profile 2021: Madagascar. World Health Organization, United Nations Framework Convention on Climate Change

³⁶ Climate change risks and adaptation options for Madagascar. Sarah R. Weiskopf, Janet A. Cushing, Toni Lyn Morelli and Bonnie J. E. Myers

³⁷ Climate change risks and adaptation options for Madagascar. Sarah R. Weiskopf, Janet A. Cushing, Toni Lyn Morelli and Bonnie J. E. Myers

³⁸ Madagascar Deforestation Rates & Statistics | GFW (globalforestwatch.org)

³⁹ Madagascar Country Environmental Analysis. Promoting Green Resilient and Inclusive Development. 2022. World Bank Document

⁴⁰ Climate change risks and adaptation options for Madagascar. Sarah R. Weiskopf, Janet A. Cushing, Toni Lyn Morelli and Bonnie J. E. Myers



Déchets solides

Selon la Banque mondiale, 96,7% des déchets produits à Madagascar finissent dans des décharges à ciel ouvert. Lorsque les décharges sont situées près des côtes ou des rivières, une grande partie des déchets finira probablement dans l'océan, y ajoutant des polluants, notamment des matières plastiques. Lorsque les déchets solides s'accumulent dans les cours d'eau, non seulement ils polluent l'eau, mais ils peuvent aussi aggraver les inondations, car les déchets peuvent obstruer les canaux d'évacuation.⁴¹



Approvisionnement en eau

En 2021, le pays était confronté à l'une des crises de l'eau les plus graves au monde, en raison d'une mauvaise infrastructure de gestion de l'eau, de la déforestation, de l'érosion et de l'intrusion d'eau salée. La diminution des précipitations annuelles, l'augmentation de l'évapotranspiration et l'élévation du niveau de la mer devraient encore réduire la disponibilité de l'eau dans une grande partie du pays.⁴² Selon l'UNICEF, en 2018, seuls 51% de la population ont accès à un approvisionnement en eau de base, ce chiffre tombant à 34% dans les zones rurales.⁴³



Pollution de l'air

La pollution de l'air reste le troisième facteur de risque de décès et d'invalidité à Madagascar, après la malnutrition et l'insuffisance des services d'eau et d'assainissement⁴⁴. En 2022, la concentration moyenne annuelle de PM_{2.5} était 4,7 fois supérieure au maximum recommandé de 10 µg/m³ par l'OMS.⁴⁵ Cependant, la pollution de l'air à l'intérieur des habitations, due aux fourneaux à charbon, est à l'origine des effets de la pollution de l'air sur la santé.⁴⁶



Incendie

À Madagascar, les incendies de forêt et de végétation sont généralement caractérisés par la propagation des feux de brousse, qui sont souvent allumés par les agriculteurs défrichant de nouvelles terres pour l'agriculture de subsistance ou par les éleveurs de bétail à la recherche de végétation fraîche pour leurs animaux. Ces incendies peuvent parfois s'étendre aux parcs protégés et aux zones forestières.⁴⁷ Selon le ministère de l'environnement et du développement durable, en 2021, environ 4 497 000 hectares de terres ont été la proie des flammes et, de janvier à août 2022, des incendies ont brûlé 90 000 hectares de zones forestières sur l'ensemble de l'île.

⁴¹ Madagascar Country Environmental Analysis. Promoting Green Resilient and Inclusive Development. 2022. World Bank Document

⁴² Climate change risks and adaptation options for Madagascar. Sarah R. Weiskopf, Janet A. Cushing, Toni Lyn Morelli

⁴³ UNICEF. fichier (unicef.org)

⁴⁴ Madagascar Country Environmental Analysis. Promoting Green Resilient and Inclusive Development. 2022. World Bank Document

⁴⁵ Indice de qualité de l'air (IQA) et informations sur la pollution de l'air à Madagascar | IQAir

⁴⁶ Madagascar Country Environmental Analysis. Promoting Green Resilient and Inclusive Development. 2022. World Bank Document

⁴⁷ 1.1 Madagascar Humanitarian Background | Digital Logistics Capacity Assessments (logcluster.org)

6.3. Modèle de maison à Madagascar

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

CASE AMÉLIORÉE EN BOIS



La «case améliorée en bois» est construite à partir d'une variété de bois et de plantes locales. La structure principale, y compris les poteaux et les chevrons, peut être construite à partir de plusieurs types de bois, choisis en fonction de leur disponibilité. Des bois comme le «Hintsy», le «Rahiny», le «Nanto» et le «Faho», qui sont tous des noms locaux de la région. Ces bois sont également connus sous le nom de «teza», qui désigne la partie la plus dure du bois. Les lattes sont fabriquées en «karavoho» (arbre Niaouli), tandis que le «rapaka», le tronc du palmier du voyageur, est utilisé pour le contreventement.

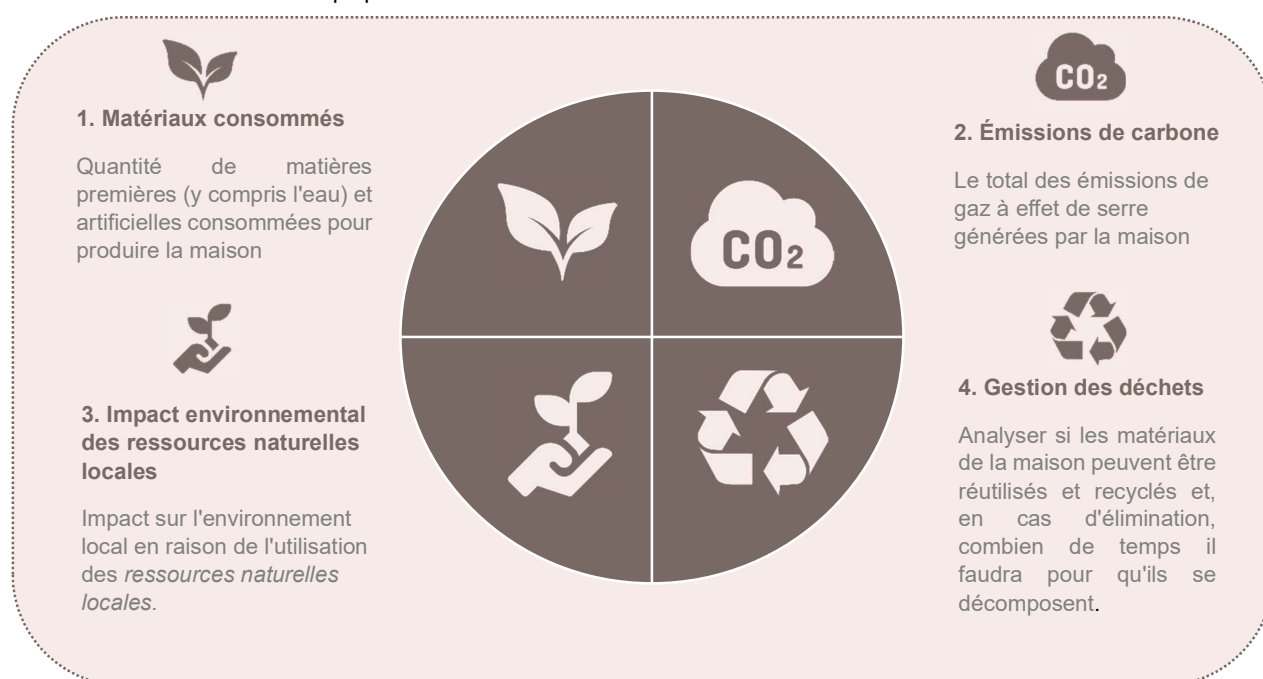
Les murs de la maison sont faits de «falafa», une autre partie du palmier du voyageur, et le sol utilise également du «rapaka». Le toit de la maison est à double pente et couvert de chaume avec des «ravinala», les feuilles du palmier du voyageur. Le «Hafotra ou l'arbre zavy» (arbre Dombeya) est utilisé comme corde de liaison. Les panneaux des portes et des fenêtres sont en raboté, un type de bois d'eucalyptus.

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

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

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

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



7.1. Critère 1: Matériaux consommés

La consommation de matériaux est calculée en prenant en considération les matières premières et les ressources nécessaires à la construction d'une maison. Elle ne tient pas compte des matériaux/ressources utilisés pour la préparation et l'entretien des sites où les maisons ont été construites. Cela comprend 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 durabilité⁴⁸ a été utilisé.

⁴⁸ UNHCR-TSS (epfl.ch)

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.

Différentes quantités de matériaux ont été fournies lors de la collecte des données, car la quantité n'est pas standard pour chaque maison et varie en fonction de l'emplacement et de la disponibilité du marché. L'analyse a supposé des quantités moyennes de chaque matériau. Il est important de noter que toutes les informations fournies proviennent de l'équipe d'Antalaha, de sorte que cette étude ne prend en compte que cette dernière.

7.2. Critère 2: Émissions de carbone

Les émissions de gaz à effet de serre (GES), communément appelées émissions de carbone (elles sont mesurées en équivalent CO₂) dans l'atmosphère réchauffent la planète et sont le principal moteur du changement climatique mondial. Les activités humaines ont augmenté la teneur en dioxyde de carbone de l'atmosphère de 50 pour cent en moins de 200 ans⁴⁹. 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 carbone⁵⁰ 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)⁵¹.

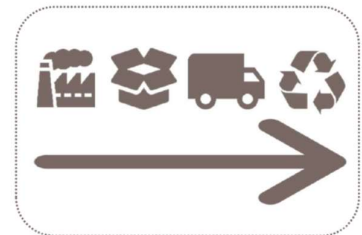
Outil de calcul du carbone - Outil SMAC

L'outil de calcul du carbone utilisé dans l'étude est le nouvel outil SMAC⁵² (*Shelter Methodology for the Assessment of Carbon*). Il calcule l'équivalent CO₂ pour la plupart des modèles d'abris et permet de comparer différentes solutions d'abris humanitaires en termes d'impact environnemental sur l'ensemble de leur cycle de vie.

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

Le SMAC permet de comparer jusqu'à 4 types d'abris/de maisons différents, en termes d'émissions d'équivalent CO₂ incorporées à partir des facteurs suivants, ou «étapes du cycle de vie» :

1. «Production des matériaux constitutifs»
2. «Emballage»
3. «Transport»
4. «Fin de vie »⁵³



Données nécessaires à l'utilisation du SMAC

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

- Une liste des composants et des matériaux de la maison.
- Quantité de chaque matériau utilisé (en kg) par maison.⁵⁴

⁴⁹ NASA

⁵⁰ L'empreinte carbone est le total des émissions de gaz à effet de serre causées par un individu, un événement, une organisation, un service, un lieu ou un produit, exprimé en équivalent dioxyde de carbone (équivalent CO₂).

⁵¹ L'ACV est une méthodologie couramment adoptée pour quantifier les émissions de carbone et peut être utilisée pour comparer les différentes options en matière d'abris. Cette évaluation "du berceau à la tombe" évalue les émissions de carbone, exprimées en équivalent dioxyde de carbone (équivalent CO₂), de l'abri depuis l'extraction des matières premières jusqu'à la fin de sa vie. Il s'agit d'un bon point de départ pour une approche quantitative de la mesure de l'empreinte environnementale des différentes options d'abris.

⁵² SMAC Il s'agit d'une méthodologie ACV simplifiée, développée par BRE Trust, la Global Shelter Cluster Environment Community of Practice et le WWF, basée sur les composants des options d'abris qui utilisent les émissions d'équivalent CO₂ comme mesure d'évaluation. Des informations sur la méthode SMAC sont disponibles à l'adresse suivante: <https://www.sheltercluster.org/community-of-practice/environment>

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

⁵³ Le SMAC utilise des hypothèses sur le niveau de recyclage et les émissions d'équivalent CO₂ en fin de vie, c'est-à-dire lorsque le matériau a atteint la fin de sa durée de vie utile, sur la base des pratiques de construction standard pour chaque matériau. Cependant, la part réelle de chaque matériau recyclé en fin de vie peut être surestimée dans le calcul de l'équivalent CO₂, selon les développeurs du SMAC. Cela signifie que les émissions de carbone calculées à partir de la "fin de vie" sont probablement sous-estimées.

⁵⁴ Se référer à l'annexe 3 pour trouver les informations concernant le matériau de l'abri et la quantité en kilogrammes.

- Le type d'emballage utilisé pour les matériaux⁵⁵ et la quantité de chaque matériau d'emballage utilisé (en kg) par 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).⁵⁶

Pour certains des modèles de maisons précédents dans d'autres rapports, les données sur l'emballage n'étaient pas disponibles. Cette source d'émissions a donc été exclue de l'étude, afin d'assurer la cohérence et de comparer les résultats entre tous les projets de refuges.

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 données⁵⁷ utilisée par l'outil. Il n'a pas été possible de trouver des déclarations environnementales de produits (EPD) pour tous les matériaux d'abris/de maisons utilisés dans les opérations humanitaires. Par conséquent, l'utilisateur doit choisir un matériau similaire lorsque le matériau précis n'est pas répertorié dans les listes déroulantes du SMAC (par exemple, le chaume a été sélectionné au lieu du dombeya «hafotra ou l'arbre zavy»). De même, des hypothèses sont formulées dans le SMAC concernant la «fin de vie» (options de recyclage et niveau de CO₂ rejeté lors de l'élimination), pour lesquelles les meilleures données publiques disponibles ont été utilisées. Toutefois, les concepteurs du SMAC considèrent que ces deux limitations sont acceptables et conformes à ce qu'ils appellent une «approche suffisante».

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

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

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

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

Une organisation environnementale spécialisée dans la protection des forêts et des écosystèmes à Madagascar a été contactée pour cette étude, mais sans succès.⁵⁸ L'analyse de la littérature⁵⁹ et les commentaires de l'équipe du projet et des partenaires locaux ont constitué la base de cette analyse.

⁵⁵ Se référer à l'annexe 3 pour trouver les informations concernant les matériaux d'emballage des abris et la quantité en kilogrammes. Etant donné que pour certains modèles, ces données d'emballage n'étaient pas disponibles, elles ont également été exclues de cette étude, afin d'assurer la cohérence et de comparer les résultats.

⁵⁶ Les distances moyennes de transport ont été estimées et figurent à l'annexe 4.

⁵⁷ 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.

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

⁵⁹ Se référer à la biographie

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 ; Éliminer⁶⁰. Les différentes options (par ordre de préférence) sont présentées dans l'illustration.

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



Les efforts pour contacter des entreprises privées locales spécialisées dans le recyclage écologique et la récupération des déchets dans le pays,⁶¹ n'ont pas été couronnés de succès. L'analyse de la littérature,⁶² les commentaires des équipes de projet et des experts environnementaux du secteur de l'hébergement⁶³ ont été pris en compte pour cette analyse.

7.5. Approche du tableau de bord « scorecard approach »

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

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

À la base, un tableau de bord équilibré identifie les considérations environnementales des actions proposées (par exemple, un ensemble de mesures d'aide à l'hébergement), 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

⁶⁰ Commission européenne, 2014

⁶¹ La liste des personnes contactées figure à l'annexe 1.

⁶² Se référer à la biographie

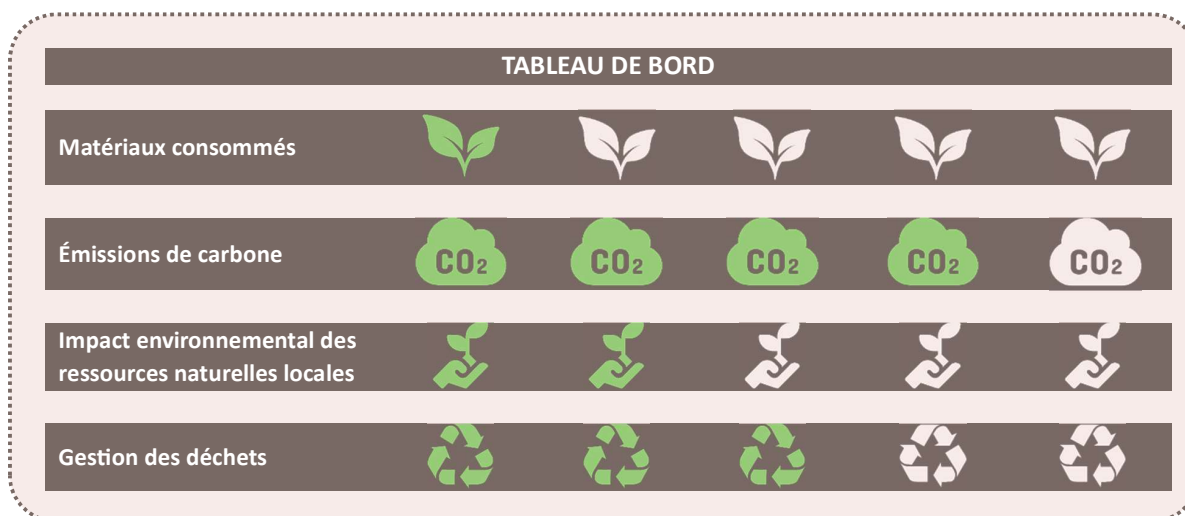
⁶³ La liste des personnes contactées figure à l'annexe 1.

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 de fiche d'évaluation (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

L'équipe a utilisé le terme « teza » qui, en malgache, se traduit littéralement par «la partie dure du bois» pour désigner les différents bois durs utilisés, en l'occurrence pour les poteaux et les chevrons. Les différents types de bois durs utilisés dans le modèle dépendent de la disponibilité du marché, avec des noms locaux tels que « hintsy » (afzelia bi juga), « rahiny » (de la famille des sapotacées), « nanto », « faho » (Cyathea similis). Dans le cadre de cette étude, seule l'Afzelia Bijuga a été analysée, car c'était la seule information disponible. Toutefois, dans le rapport, le terme « teza » sera utilisé lors de l'analyse, étant entendu qu'il peut représenter n'importe quel type de bois dur utilisé.

L'équipe a indiqué qu'elle avait également utilisé des pierres pour les fondations et qu'elle avait protégé les poteaux avec de l'huile de moteur. Cependant, les quantités de ces matériaux, ou toute autre information à leur sujet, n'ont pas été fournies. Ils ont donc été exclus de l'étude.

MATIÈRES PREMIÈRES



Palmier du voyageur « ravinala » (*Ravinala madagascariensis*) Il est originaire

de l'île de Madagascar. Ces plantes tropicales (ce n'est pas un palmier) se trouvent principalement à l'état sauvage dans les régions tropicales et subtropicales de Madagascar. La caractéristique la plus distinctive du palmier voyageur est la disposition de ses feuilles. Les feuilles sont grandes, en forme de palette et d'éventail. Elles poussent sur un seul plan, créant une apparence symétrique et frappante. En moyenne, un palmier voyageur adulte peut atteindre une hauteur de 9 à 12 mètres.⁶⁴ Les tiges foliaires robustes et les nervures centrales, qui ressemblent à de petits troncs, sont utilisées dans la construction à des fins diverses. Ils peuvent être utilisés comme éléments structurels dans les toitures, les clôtures et même les murs dans certains cas.

Incidences générales sur l'environnement

Source d'eau: L'une des principales utilisations du palmier voyageur à Madagascar est de fournir une source d'eau. Les grandes feuilles recueillent l'eau de pluie et la rosée du matin, formant des réservoirs naturels à la base des feuilles.

Habitat et biodiversité: Les fleurs constituent une riche source de nectar pour d'autres organismes.⁶⁵ Elles constituent un habitat et une nourriture essentiels pour d'autres espèces sauvages, comme les lémuriers.⁶⁶

La déforestation: Lorsque des pratiques d'exploitation non durables et la déforestation peuvent avoir des effets négatifs sur l'écosystème, notamment la perte d'habitat et la réduction de la biodiversité.



Afzelia Bijuga « hintsy »⁶⁷ C'est un arbre à feuilles persistantes qui pousse lentement

jusqu'à 25 m. Il s'agit d'une espèce d'arbre originaire de plusieurs régions, dont Madagascar, une partie de l'Asie et les îles du Pacifique. C'est une espèce d'arbre originaire de plusieurs régions dont Madagascar, certaines parties de

⁶⁴ *Traveler's Palm: Identification, Uses, Growing Guide* | ForagingGuru

⁶⁵ *The Traveler's Palm — In Defense of Plants*

⁶⁶ *The Traveler's Palm — In Defense of Plants*

⁶⁷ *Afzelia bijuga Bois de fer des Moluques, Ipil Base de données des plantes PFAF*

l'Asie et les îles du Pacifique. Il est important de noter que le nom scientifique « Afzelia bijuga » peut varier, car le genre Afzelia comprend plusieurs espèces et les classifications taxonomiques peuvent différer. L'arbre est connu pour son bois précieux et d'autres utilisations importantes. Le bois d'Afzelia est très apprécié pour sa qualité, sa durabilité et sa résistance aux termites et à l'eau. Il est souvent utilisé dans la fabrication de meubles, d'armoires et de revêtements de sol haut de gamme. Le bois est également connu pour son aspect attrayant, avec une couleur riche et un grain fin.

Incidences générales sur l'environnement

Habitat et biodiversité: Dans ses habitats d'origine, Afzelia bijuga joue un rôle crucial dans l'écosystème. Elle fait partie de la canopée des forêts tropicales et contribue à la biodiversité et à la santé de ces environnements.



Niaouli «karavoho» (Melaleuca quinquenervia) Il s'agit d'une espèce d'arbre originaire d'Australie et de Nouvelle-Calédonie, mais que l'on trouve aujourd'hui dans de nombreux autres pays, notamment les îles Salomon et le Vanuatu. C'est un arbre de taille petite à moyenne. Les feuilles gris-vert sont en forme d'œuf et les fleurs crème ou blanches ressemblent à des giroflées. Il est connu pour ses feuilles aromatiques, qui contiennent des huiles essentielles. L'huile de niaouli, extraite des feuilles de cet arbre, est utilisée dans diverses applications, notamment en aromathérapie et en médecine traditionnelle, pour ses bienfaits potentiels sur la santé.

Incidences générales sur l'environnement

Habitat et biodiversité: Les fleurs constituent une riche source de nectar pour d'autres organismes, notamment les chauves-souris frugivores et un large éventail d'espèces d'insectes et d'oiseaux.⁶⁸

Plante exotique envahissante: Elle a été classée comme mauvaise herbe nuisible et espèce envahissante dans plusieurs États américains et à Madagascar. Cette espèce, lorsqu'elle est envahissante, provoque une série d'impacts écologiques graves, notamment le déplacement de la flore indigène, la modification des schémas hydrologiques, l'altération de la composition du sol, la réduction de la qualité de l'habitat pour la faune indigène et les changements dans la fréquence et l'intensité des incendies de forêt.



Eucalyptus «raborté» Il s'agit d'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'environnement⁶⁹

Dégradation 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.

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.

Érosion des sols ; les rotations courtes et les pratiques de gestion intensive entraînent le compactage et l'érosion des sols, ainsi que d'autres effets néfastes.

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

⁶⁸ Melaleuca quinquenervia - Wikipedia

⁶⁹ Sylviculture des plantations d'eucalyptus - Apprentissage dans la région. K.J. WHITE. FAO

Éléments nutritifs du sol ; lorsque la culture est pratiquée en rotation courte pour la production et l'élimination de la biomasse, les éléments nutritifs du sol s'épuisent rapidement.



Dombeya « hafotra ou l'arbre zavy » est un genre de plantes à fleurs originaire de Madagascar. Il existe de nombreuses espèces de dombeya, mais l'espèce spécifique utilisée dans le modèle est inconnue.

Incidences générales sur l'environnement

Habitat et biodiversité: L'arbre attire les abeilles, les papillons et les oiseaux.⁷⁰



L'eau recouvre 70% de notre planète, mais seulement 3% de l'eau mondiale est de l'eau douce.⁷¹ Des milliards de personnes dans le monde n'ont pas accès à l'eau. L'eau est au cœur du développement durable et est essentielle au développement socio-économique, à la santé des écosystèmes et à la survie de l'homme.⁷²

Impacts sur l'environnement

Pénurie d'eau ; Les pénuries d'eau risquent d'être le principal défi environnemental de ce siècle.⁷³ Plus de la moitié des zones humides de la planète ont disparu. Un grand nombre des systèmes d'approvisionnement en eau qui permettent aux écosystèmes de prospérer et de nourrir une population humaine croissante sont soumis à des tensions. Les rivières, les lacs et les aquifères s'assèchent.

L'agriculture consomme plus d'eau que toute autre source, 70% de l'eau douce accessible dans le monde, et en gaspille 60%, en grande partie à cause de l'inefficacité des systèmes d'irrigation, des méthodes d'application inefficaces et de la culture de plantes trop assoiffées pour l'environnement dans lequel elles sont cultivées.⁷⁴

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.⁷⁵

Le changement climatique modifie les conditions météorologiques et hydriques dans le monde entier, provoquant des pénuries et des sécheresses dans certaines régions et des inondations dans d'autres.⁷⁶

⁷⁰ *Dombeya wallichii* (boule rose) | CAB International (cabdigitalibrary.org)

⁷¹ WWF

⁷² www.un.org/waterforlifedecade

⁷³ www.un.org/waterforlifedecade

⁷⁴ NASA

⁷⁵ Université de Dundee

⁷⁶ WWF

MATÉRIAUX SYNTHÉTIQUES



L'acier est un alliage (un métal combiné à deux éléments métalliques ou plus) composé de fer et d'un pourcentage de carbone, afin d'améliorer sa solidité et sa résistance à la rupture. D'autres éléments peuvent être présents ou ajoutés. Le fer est la troisième matière première la plus produite au monde en termes de volume, après le pétrole brut et le charbon. Plus de 2 000 millions de tonnes de fer sont extraites chaque année, dont environ 95% sont utilisés par l'industrie sidérurgique.⁷⁷

Incidences générales sur l'environnement⁷⁸

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

Pollution: la production d'acier nécessite de grandes quantités de coke (un type de charbon) 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 provenant du processus de cokéfaction sont également très toxiques et contiennent un certain nombre de composés organiques cancérigènes.

Effet de serre: la production d'acier est responsable de l'émission de 3,3 millions de tonnes de CO₂ par an.⁷⁹

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 (« hafotra » - dombeya) reçoit un score de 1 point. Les scores des autres matériaux sont attribués par rapport à ces valeurs maximales et minimales, indiquant leur utilisation dans la construction. Pour une ventilation détaillée des poids réels des matériaux utilisés, veuillez-vous référer à l'annexe 5.

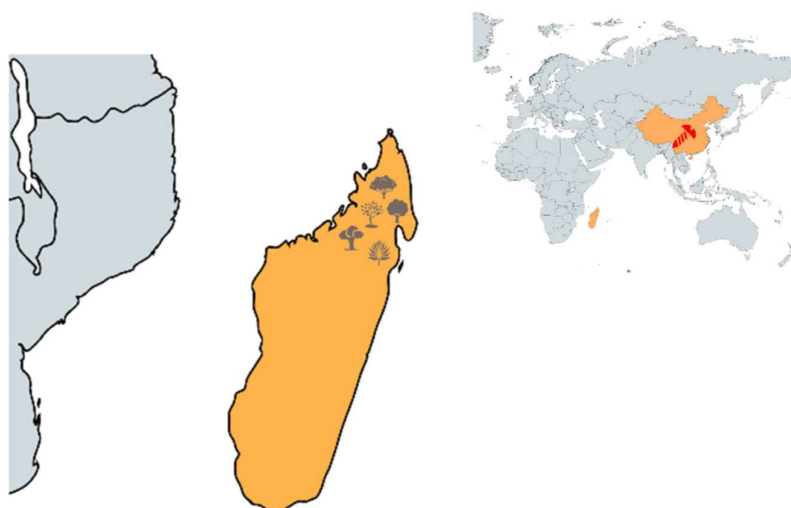
⁷⁷ The world counts

⁷⁸ The world counts

⁷⁹ The world counts

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

Modèle de maison	Matériaux	Montant
Case améliorée en bois	L'eau	
	Teza / bois dur (<i>hintsy, rahiny, Nanto, Faho</i>)	
	Palmier du voyageur (<i>ravinala, rapaka et falafa</i>)	
	Niaouli (<i>karavoho</i>)	
	Eucalyptus (<i>raboté</i>)	
	Dombeya (<i>hafotra ou l'arbre zavy</i>)	
	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 5 sur 5, cette note positive étant principalement attribuée au fait que la maison utilise essentiellement des matières premières disponibles localement (arbres et plantes) et à l'utilisation limitée de matériaux synthétiques (uniquement pour la quincaillerie). Cette note est basée sur la quantité et le type de matériaux utilisés et ne tient pas compte du fait que l'extraction de ces matières premières locales a des effets néfastes sur l'environnement, ce qui relèverait du critère 3.

Le choix des matières premières pour la construction offre de nombreux avantages, notamment un moindre impact sur l'environnement, une meilleure efficacité énergétique, des propriétés d'isolation naturelle, une meilleure qualité de l'air intérieur, un attrait esthétique, un confort, un soutien économique aux industries locales et une durabilité globale grâce à l'utilisation de ressources renouvelables.

En ce qui concerne les matériaux utilisés, outre l'eau, le « *teza* » (terme désignant les bois durs) est le plus abondant, utilisé pour les poteaux et les chevrons. Viennent ensuite le raboté (eucalyptus) et différentes parties du palmier du voyageur. Le seul matériau synthétique utilisé est l'acier qui, malgré son contenu élevé en eau par kilogramme, est utilisé en quantité minimale par rapport aux autres matériaux. Néanmoins, il est conseillé d'explorer des alternatives, telles que l'acier recyclé, lorsque cela est possible. Cependant, dans un endroit comme Madagascar, cette suggestion n'est pas forcément très réaliste.

Il est important de noter que les matériaux de la maison produisent une quantité relativement élevée d'eau incorporée, en particulier si l'on compare l'eau totale au reste des matériaux (tableau 1). La majeure partie de cette eau incorporée est attribuée à divers types de bois et de plantes. Bien que l'acier ait une plus grande quantité d'eau incorporée par kilogramme, sa contribution globale est moins importante en raison des quantités plus faibles. L'eau incorporée dans le bois provient de différentes étapes du cycle de vie, notamment la croissance de l'arbre, la transformation après la récolte et le traitement chimique éventuel. Toutefois, les recherches indiquent que la plupart des bois utilisés dans les maisons n'ont pas été traités, ne proviennent pas de forêts irriguées et sont transportés sur des distances relativement courtes. Cela suggère que l'eau incorporée dans le bois, et par conséquent dans la maison, pourrait être plus faible, réduisant ainsi l'impact global sur l'eau.

Les possibilités d'améliorer le score sont limitées. L'utilisation d'acier recyclé est une option, bien que l'on reconnaisse qu'elle pourrait être difficile dans ce contexte. En outre, il est essentiel de veiller à ce que la quantité de tous les matériaux, y compris les matériaux naturels, soit réduite au minimum, tout en maintenant la fonctionnalité et la sécurité de la maison.

En outre, même dans le cadre du critère 3, nous analyserons les matériaux naturels utilisés dans la maison et leur impact sur l'environnement. Compte tenu du problème important de la déforestation à Madagascar et du fait que certains bois utilisés dans la construction sont en voie de disparition, il est essentiel de s'assurer que le bois utilisé n'est pas classé comme une espèce en voie de disparition. Bien que la recherche d'alternatives puisse également présenter des défis dans ce contexte, elle devrait être une priorité. Toutes ces préoccupations seront analysées plus en détail dans le rapport.



Comment améliorer le score des *matériaux consommés*



Veiller à ce que la quantité de tous les matériaux soit réduite au minimum sans compromettre la maison.



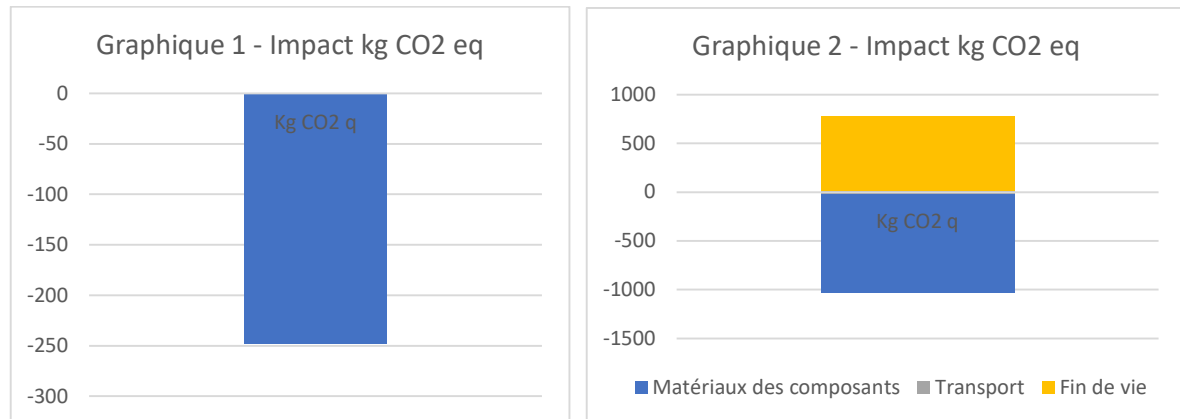
Étudier les possibilités de trouver un autre acier recyclé pour la quincaillerie, en notant que cela pourrait s'avérer difficile.

8.2 Critère 2: émissions de carbone

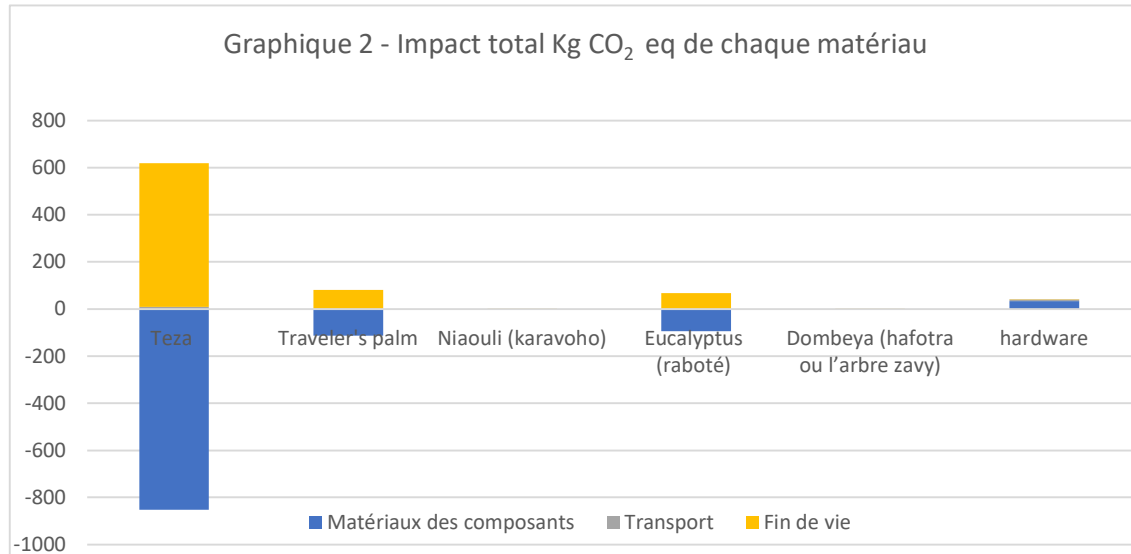
8.2.1 Émissions de carbone du modèle de maison

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

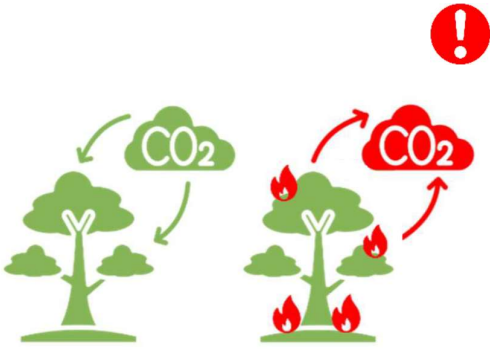
Le graphique 1 ci-dessous montre l'impact total des émissions de carbone et le graphique 2 montre la ventilation des émissions totales de carbone.



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



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



8.2.2 Fiche d'évaluation des *émissions de carbone*

Tableau de bord des *matériaux consommés*

CASE AMELIORÉE EN BOIS



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 5 sur 5 parce qu'il ne produit aucune émission nette de carbone, grâce à l'utilisation de matériaux naturels tels que le bois et les plantes. Tout au long de son cycle de vie, la maison parvient à produire des émissions de carbone négatives, grâce à l'absorption active du carbone par les arbres et les plantes au cours de leur croissance.

L'image positive globale des émissions de carbone est quelque peu annulée pendant la phase de «*fin de vie*», car les matériaux naturels sont généralement brûlés, ce qui entraîne une libération substantielle des émissions de carbone stockées. Des méthodes d'élimination appropriées, telles que la décomposition ou l'enfouissement, pourraient amplifier l'impact positif global. Toutefois, il est également difficile d'empêcher l'utilisation du bois comme bois de chauffage à la fin de son cycle de vie, étant donné la dépendance à l'égard du bois de chauffage pour la cuisine. La distribution de poêles fonctionnant avec des matériaux non organiques peut constituer une solution viable.

Les seuls à contribuer aux émissions sont les produits en acier, en raison de leur forte teneur en carbone et de leur transport. Malgré leur faible quantité, il est recommandé d'explorer l'utilisation d'acier recyclé, bien que des difficultés puissent exister sur le marché actuel. Pour réduire les émissions de carbone dues au transport de l'acier, il est suggéré de s'approvisionner localement. Cependant, il est difficile de trouver de l'acier produit localement et répondant aux normes de qualité en vigueur à Madagascar. Il est recommandé de poursuivre les recherches afin d'explorer les solutions potentielles dans ce contexte.



Comment améliorer le score des *émissions de carbone*



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



Étudier les possibilités de trouver un autre acier recyclé pour la quincaillerie, en notant que cela pourrait s'avérer difficile.



S'approvisionner en acier de quincaillerie auprès de producteurs locaux si c'est possible et si cela répond aux normes de qualité.

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

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



Il est communément admis que plus un matériau est naturel, plus il est bénéfique pour l'environnement. Cependant, lorsque les ressources naturelles sont récoltées et transformées, certains impacts sur l'écosystème local doivent être pris en compte, tels que la déforestation et l'élimination de la végétation, l'érosion des sols, la dégradation de la qualité de l'eau, la pollution, etc. Dans la mesure du possible, les options permettant d'atténuer ces effets doivent être envisagées dans le cadre de la conception du projet.

Conformément à la norme 7 du manuel Sphère sur les abris et les établissements,⁸⁰ qui concerne la durabilité environnementale, une action clé spécifique sur les matériaux durables est prévue: sélectionner les matériaux et les techniques les plus durables parmi les options viables. Préférer ceux qui n'épuisent pas les ressources naturelles locales ou qui ne contribuent pas à endommager l'environnement à long terme.

En outre, il est important de noter que l'échelle joue un rôle dans l'impact environnemental. Si les quantités sont plus faibles, l'impact peut être insignifiant et donc considéré comme acceptable.

Alors que le secteur forestier joue un rôle économique crucial à Madagascar, puisqu'il assure la subsistance d'environ 75% de la population du pays grâce à l'agriculture de subsistance et aux activités liées à la forêt, la déforestation, la dégradation des sols et la perte de biodiversité posent d'importants défis environnementaux, sociaux et économiques.⁸¹

Le gouvernement malgache reconnaît l'importance des forêts, y compris des forêts tropicales, pour les ménages et les communautés locales. Madagascar est réputée pour la richesse de sa biodiversité et les forêts fournissent diverses ressources essentielles aux moyens de subsistance, notamment le bois, les produits forestiers non ligneux (PFNL) et les services écosystémiques. Cependant, le gouvernement s'efforce également de trouver un équilibre entre l'utilisation des forêts pour les besoins des ménages et l'impératif de conservation et de gestion durable.

Madagascar est confronté à l'un des taux de déforestation les plus élevés au monde, avec plus de 80% de sa couverture forestière d'origine déjà déboisée en raison de facteurs tels que la croissance démographique rapide, le surpâturage, l'expansion agricole, les litiges fonciers et l'instabilité politique.⁸² En outre, près de 90% de la population malgache dépend de la biomasse pour ses besoins quotidiens en énergie domestique, et comme la population continue de croître, la demande en bois de chauffage exacerbe la déforestation.⁸³ Entre 2005 et 2015 seulement, la consommation de bois à Madagascar a bondi de 2,1 millions à 2,8 millions de tonnes métriques, avec un taux de croissance annuel moyen de 15%. La gestion des ressources en bois du pays n'est pas durable en raison de cette demande croissante de bois.⁸⁴

La gestion durable des forêts reste un objectif difficile à atteindre et il existe des désaccords constants entre les services gouvernementaux concernant la réglementation de l'utilisation du bois des forêts tropicales, tant pour l'usage local que pour l'exportation. Ces différends restent des questions pressantes. En outre, selon les informations fournies par une personne interrogée, les fournisseurs de bois ne sont plus autorisés à couper des arbres à des fins commerciales, alors qu'ils détiennent toujours des permis pour travailler et vendre du bois. Cette incohérence crée une faille que les fournisseurs exploitent pour continuer à couper des arbres et à vendre le bois.

⁸⁰ Manuel Sphère (spherestandards.org)

⁸¹ Climate change is threatening Madagascar's famous forests – our study shows how serious it is (theconversation.com)

⁸² Climate change is threatening Madagascar's famous forests – our study shows how serious it is (theconversation.com)

⁸³ Combining global tree cover loss data with historical national forest cover maps to look at six decades of deforestation and forest fragmentation in Madagascar.

⁸⁴ A4-snapshot-bois-02p-FINALE.pdf (wavespartnership.org)

Cette situation souligne la complexité des pratiques forestières durables et la nécessité de coordonner les efforts et d'établir des réglementations claires pour garantir la conservation des précieuses ressources forestières.

Actuellement, les communautés locales peuvent récolter du bois dans les forêts naturelles pour leurs besoins personnels, comme le combustible et la construction de maisons, tant qu'elles respectent les réglementations interdisant la commercialisation. Cependant, l'exploitation forestière illicite reste une préoccupation majeure, et l'application des lois relatives aux forêts est un défi important en raison de la corruption généralisée, ce qui met en péril la biodiversité unique de Madagascar.⁸⁵ Dans les régions côtières de Madagascar, plus de 80% des maisons sont des structures traditionnelles en bois, non construites, utilisant des matériaux provenant des forêts avoisinantes, reflétant ainsi les pratiques ancestrales.⁸⁶

Le changement climatique ne fait qu'aggraver le problème, puisqu'il est le deuxième facteur de perte de biodiversité au niveau mondial, après la destruction des habitats. Avec l'augmentation des températures mondiales, la situation devrait s'aggraver.⁸⁷ Les conséquences de la dégradation des sols sont extrêmement graves, en particulier pour les communautés qui dépendent fortement de l'agriculture et de l'élevage. La productivité des terres diminue, ce qui entraîne de mauvaises récoltes, l'insécurité alimentaire et la malnutrition.

La gestion durable des forêts est impérative pour relever ces défis à multiples facettes à Madagascar. C'est pourquoi l'utilisation des ressources forestières locales dans la construction de maisons nécessite une réflexion et une analyse approfondies.



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 cette dégradation de l'environnement. Pour réaliser une étude correcte des dommages potentiels causés à l'environnement, il faudrait aller au-delà des ressources naturelles locales utilisées et examiner la stratégie globale d'hébergement et sa mise en œuvre (sélection du site, accès, infrastructures et services, protection de l'environnement, etc.) Toutefois, cela dépasse le cadre de cette étude et l'analyse se limite donc aux matériaux locaux utilisés.

⁸⁵ Madagascar moves to reopen domestic trade in non-precious timber (mongabay.com)

⁸⁶ Fragility assessment of traditional wooden houses in Madagascar subjected to extreme wind loads - ScienceDirect

⁸⁷ Effects of future climate change on the forests of Madagascar. 2021. Daniel Hending, Marc Holderied, Grainne McCabe, Sam Cotton



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 climatique⁸⁸ 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.⁸⁹

Questions environnementales⁹⁰

- 30% des espèces d'arbres de la planète sont menacées d'extinction. Au cours des 300 dernières années, la surface forestière mondiale a diminué d'environ 40%.
- Les principales menaces qui pèsent sur les espèces d'arbres sont les pratiques de gestion forestière non durables, le défrichement des forêts et d'autres formes de perte d'habitat, l'exploitation directe pour le bois et d'autres produits. Le changement climatique, comme les incendies, les conditions météorologiques extrêmes et l'élévation du niveau de la mer, a également un impact clairement mesurable.
- Environ 25% des émissions mondiales proviennent du secteur terrestre. Près de la moitié d'entre elles proviennent de la déforestation et de la dégradation des forêts.
- Madagascar compte 5% des espèces d'arbres de la planète, un taux d'endémicité élevé, mais aussi l'un des taux de déforestation les plus élevés.⁹¹ Environ 90% de la flore malgache est endémique⁹² et ne se trouve nulle part ailleurs sur Terre.
- Les forêts du pays ont été considérablement réduites. Estimées à 29% de la superficie du pays en 2000, les forêts de Madagascar n'en couvrent plus que 21% aujourd'hui.⁹³
- Entre 2001 et 2019, Madagascar a perdu 3,89 millions d'hectares de couvert arboré, soit l'équivalent de 23% du couvert arboré présent en 2000.⁹⁴
- Un taux de croissance démographique élevé exerce une pression sur les quelques terres forestières restantes.

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

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



PALME DES VOYAGEURS « Ravinala » est utilisée dans le modèle de maison pour la toiture, les murs et le sol.

À Madagascar, le palmier du voyageur (souvent appelé palmier en raison de son apparence, mais il s'agit d'une plante) a une importance culturelle et une valeur symbolique. Il est parfois appelé « Ravinala » et son image est souvent associée à l'identité de l'île. L'apparence frappante de la plante et la légende de sa capacité à fournir de l'eau aux voyageurs assoiffés ont contribué à son statut de symbole de Madagascar.

⁸⁸ *Forests and climate change. IUCN*

⁸⁹ *Forests and climate change. IUCN*

⁹⁰ *State of the World's Trees. Sept 2021. Botanic Gardens Conservation International*

⁹¹ *Madagascar's vanishing trees (mongabay.com)*

⁹² *WWF*

⁹³ *Madagascar Country Environmental Analysis. Promoting Green Resilient and Inclusive Development. 2022. World Bank Document*

⁹⁴ *Madagascar moves to reopen domestic trade in non-precious timber (mongabay.com)*

Cette plante est utilisée pour divers aspects de la construction à Madagascar, chaque composant ayant des noms locaux uniques. La partie supérieure de la feuille est appelée « ravinala », la partie inférieure de la feuille est appelée « falafa » et le tronc est appelé « rapaka ».

Le « ravinala » est utilisé pour la toiture, le « falafa » pour les murs et le « rapaka » pour le sol.

C'est un arbre endémique de Madagascar. Aujourd'hui, le palmier voyageur de Madagascar est classé dans la catégorie « moins préoccupante » de l'extinction. Selon la « *Tree species list in Madagascar* » du *Botanic Gardens Conservation International*.⁹⁵



AFZELIA BIJUGA « Hintsy »⁹⁶ est utilisé dans le modèle de maison pour les poteaux et les chevrons.

« Il est utilisé comme bois dur dans la construction à Madagascar. Selon la liste rouge des plantes menacées de l'UICN, son statut est vulnérable, à l'échelle mondiale.⁹⁷ Cependant, il peut poser plusieurs risques environnementaux lorsqu'il est exploité de manière non durable. L'exploitation de cette précieuse espèce de bois d'œuvre peut entraîner la déforestation, la perte d'habitats et la perturbation des écosystèmes locaux. La biodiversité peut en souffrir et la dégradation des sols peut se produire, ce qui a un impact sur la santé globale de l'écosystème.



NIAOULI « Karavoho » est utilisé dans le modèle de maison pour les lattes du toit.

Cet arbre, également connu sous le nom d'écorce de papier, est une espèce envahissante à Madagascar. On ne sait pas exactement quand il a été introduit dans le pays. Cet arbre est reconnaissable à son écorce hirsute de couleur claire et se trouve généralement dans les basses terres humides, en particulier dans les zones riveraines et humides, qui sont répandues dans les régions côtières de Madagascar. Une fois établi, il peut devenir l'espèce d'arbre dominante, déplaçant la flore indigène et ayant un impact négatif sur la biodiversité locale. Elle se reproduit abondamment par le biais de graines, qui peuvent rester viables pendant plusieurs années et se disperser après des perturbations telles que des incendies. La propagation de cette espèce envahissante constitue une menace importante pour les écosystèmes indigènes de Madagascar et perturbe l'équilibre naturel de l'environnement. Les efforts de gestion et de contrôle de cette espèce invasive sont essentiels pour protéger la biodiversité unique de Madagascar.⁹⁸

Il ne figure pas sur la « *Tree species list in Madagascar* » du *Botanic Gardens Conservation International*.⁹⁹ Cependant, il figure sur la liste rouge de l'UICN des espèces menacées dans le monde entier en tant que « préoccupation mineure ».¹⁰⁰

⁹⁵ Country Search | Botanic Gardens Conservation International (bgci.org)

⁹⁶ Afzelia bijuga Moluccan Ironwood, Ipil PFAF Plant Database

⁹⁷ Afzelia bijuga Moluccan Ironwood, Ipil PFAF Plant Database

⁹⁸ Surveiller les distributions de Melaleuca quinquenervia, Psidium cattle" par Hanusia Higgins (sit.edu)

⁹⁹ Country Search | Botanic Gardens Conservation International (bgci.org)

¹⁰⁰ <https://www.iucnredlist.org/species/49278407/49278461>



EUCALYPTUS « raboté » est utilisé dans la maquette de la maison pour les panneaux des fenêtres et des portes.

L'eucalyptus n'est pas originaire de Madagascar. Il s'agit d'une espèce introduite dans le pays. Les plantations d'eucalyptus s'établissent facilement, poussent rapidement et peuvent être très rentables, même dans les régions traditionnellement pauvres en bois.¹⁰¹ Cependant, la plantation d'eucalyptus a également des effets négatifs sur l'environnement.¹⁰² L'utilisation du bois d'eucalyptus à Madagascar 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.

Il existe plusieurs espèces d'Eucalyptus à Madagascar. On ne sait pas très bien quelle espèce est utilisée dans le modèle « cas ».

L'eucalyptus n'est pas répertorié dans la liste des espèces d'arbres de Madagascar, dans les jardins botaniques de Conservation International, et son statut de conservation n'est donc pas clair. Au niveau mondial, l'état de conservation dépend de l'espèce qui est classée comme « menacée » ou « non menacée ».¹⁰³



DOMBEYA « hafotra ou l'arbre zavy » est utilisé dans le modèle de maison comme corde.

Le dombeya est originaire de Madagascar et il existe de nombreuses espèces de dombeya, mais l'espèce spécifique utilisée dans le modèle est inconnue. Cependant, selon le *Botanic Gardens Conservation International*, la plupart des plantes de dombeya à Madagascar sont soit en danger clinique, soit en danger d'extinction.¹⁰⁴

8.3.3 Quantité de ressources naturelles locales dans le modèle de maison

Le tableau 2 ci-dessous fournit une représentation simplifiée de la quantité de ressources naturelles locales utilisées par le modèle de maison. Pour les quantités réelles de ces ressources en kilogrammes, veuillez-vous référer à l'annexe 7. Il est important de noter que les données utilisées dans cette étude ont été fournies par les équipes logistiques de l'AICRL à Antalaha. Par conséquent, l'étude se concentre exclusivement sur cette zone, et les informations provenant d'autres lieux où elles opèrent n'étaient pas disponibles pour examen.

Cette affectation attribuée à la quantité maximale (« teza ») une note de 10 points et à la quantité minimale (« hafotra ») une note de 1 point, les notes des autres matières se situant entre les deux, en fonction de leur quantité par rapport à la quantité maximale et à la quantité minimale.






¹⁰¹ *Eucalyptus à Madagascar - Pourquoi ?* | EnviroReach

¹⁰² Chaojun Chu, P.E. Mortimer, P.E. Mortimer, Hecong Wang, Yongfan Wang, Xubing Liu, Shixiao Yu. 2014

¹⁰³ *Botanic Gardens Conservation International*

¹⁰⁴ *Madagascar Trees* (bgci.org)

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

Modèle de maison	Matériaux	Montant
Case améliorée en bois	Teza / bois dur (<i>hintsy, rahiny, Nanto, Faho</i>)	
	Palmier du voyageur (<i>ravinala, rapaka et falafa</i>)	
	Niaouli (<i>karavoho</i>)	
	Eucalyptus (<i>raboté</i>)	
	Dombeya (<i>hafotra ou l'arbre zavy</i>)	



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 a obtenu une note de 3 sur 5, principalement en raison des préoccupations importantes liées à l'utilisation du bois à Madagascar. Le pays est confronté à des défis liés à la fragilité de ses forêts et aux espèces végétales locales menacées. Cependant, il s'est avéré difficile de trouver des alternatives appropriées.

Si les critères 1 et 2 soulignent les avantages de l'utilisation de matériaux naturels tels que le bois dans la construction, il est essentiel de reconnaître les défis qui l'accompagnent et que nous allons examiner ici. Par exemple, les ressources naturelles sont utilisées traditionnellement par les communautés depuis de nombreuses années, et la récolte et la préparation constituent une source de revenus. En principe, l'utilisation de matériaux de construction provenant de l'environnement naturel est donc souhaitable. Toutefois, dans la pratique, si la demande dépasse largement les ressources disponibles, il existe un risque élevé de dégradation de l'environnement et d'accélération de la déforestation.

La position du gouvernement sur l'utilisation du bois dans la construction n'est pas claire et incohérente, et les mécanismes d'application et de contrôle posent des problèmes. Il a également été difficile d'obtenir des informations claires sur le bois utilisé dans le modèle, sur ses méthodes de durabilité et sur les risques environnementaux. Cependant, ce qui est évident pour toutes les personnes interrogées, c'est que l'utilisation du bois à Madagascar est une source de préoccupation, qu'elle n'est pas contrôlée et qu'elle nécessite une action.

Le matériau naturel le plus couramment utilisé dans le modèle, en termes de quantité, est constitué de différents types de bois « teza », en fonction de leur disponibilité. Les bois traditionnels comme le bois de rose et l'ébène, qui étaient autrefois utilisés pour la construction en tant que « teza », sont désormais interdits en raison de leur statut d'espèce en voie de disparition. À leur place, d'autres types de bois, tels que le « hintsy », le « rahiny », le « nanto » et le « faho », ont été utilisés dans le modèle, ce qui soulève des questions quant à leur impact sur l'écosystème forestier et leur statut d'espèce en voie de disparition. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour évaluer les implications environnementales de l'utilisation de ces bois de remplacement.

Le deuxième matériau le plus utilisé dans le modèle, en termes de quantité, est le palmier du voyageur. Cette plante polyvalente est désignée par différents noms en fonction de la partie de la plante utilisée, tels que « ravalala », « falafa » et « rapaka ».

L'utilisation du palmier voyageur dans le modèle présente plusieurs avantages. Outre sa signification culturelle en tant que symbole du patrimoine malgache, il constitue une ressource renouvelable et polyvalente. Le palmier voyageur peut repousser de nouvelles feuilles après la récolte, ce qui en fait un choix durable pour la construction. Ses différentes parties, notamment la feuille supérieure « ravalala », la partie inférieure de la feuille « falafa » et le tronc « rapaka », ont des applications diverses. Cette utilisation réduit la demande d'espèces de bois menacées ou surexploitées, contribuant ainsi à la conservation de la biodiversité. Toutefois, il est impératif de mener des études approfondies pour évaluer sa durabilité, ses taux de repousse et ses impacts écologiques potentiels, afin de garantir une utilisation responsable et respectueuse de l'environnement.

Le modèle de maison utilise de l'eucalyptus pour les portes et les fenêtres, ce qui présente à la fois des avantages et des préoccupations environnementales. D'une part, l'eucalyptus permet d'éviter l'utilisation de bois tropicaux associés à la déforestation. Cependant, il pose également des problèmes environnementaux, notamment une forte consommation d'eau, une dégradation potentielle des sols, une perte de biodiversité, la

création de monocultures, un caractère envahissant et des incidences négatives sur l'utilisation des terres au niveau local. Pour répondre à ces préoccupations, l'équipe locale doit s'assurer que l'eucalyptus provient de plantations privées ayant mis en place des pratiques durables. Ces pratiques doivent impliquer des méthodes de récolte qui permettent aux arbres de repousser de manière significative au fil du temps, ce qui atténue les problèmes environnementaux susmentionnés. Il est également conseillé d'explorer des alternatives plus respectueuses de l'environnement.

En outre, l'utilisation d'autres types de bois tels que le niaouli « karavoho » pour les lattes est une source de préoccupation. Le niaouli est considéré comme une espèce envahissante et constitue une menace importante pour les écosystèmes indigènes de Madagascar, en perturbant l'équilibre naturel de l'environnement.¹⁰⁵ Les efforts de gestion et de contrôle de cette espèce envahissante sont essentiels pour protéger la biodiversité unique de Madagascar, comme l'a souligné une enquête. Par conséquent, l'exploration d'options alternatives pour les matériaux de construction est encouragée, parallèlement à des mesures visant à éradiquer cette plante.

La plante dombeya, connue sous le nom de « hafotra ou l'arbre zavy », est utilisée en petite quantité comme corde dans le modèle. Cependant, l'espèce exacte de dombeya utilisée n'a pas été spécifiée. Il est conseillé de procéder à des évaluations environnementales supplémentaires afin de garantir des pratiques responsables en matière d'utilisation des plantes.

Pour relever les défis liés à l'utilisation du bois et des plantes dans les projets de construction à Madagascar, il est recommandé d'adopter une approche à multiples facettes. Cela inclut la collaboration avec les fournisseurs de bois pour la durabilité, la sensibilisation à l'utilisation responsable du bois et des plantes, et l'exploration de matériaux alternatifs comme le bambou (tests de prototypes en cours) ou l'adaptation de la construction en adobe « fotaka » (en tenant compte des conditions locales). L'allongement de la durée de vie des maisons et des matériaux grâce à de bonnes pratiques, à la formation et à des projets de reforestation peut réduire la demande en bois et favoriser la durabilité.



Ce qui est clair, c'est que ces ressources offrent de multiples avantages aux communautés et que la surexploitation est un problème potentiel. Toutefois, la question de savoir si l'offre de chaque espèce peut répondre à la demande des habitations de la région reste sans réponse. La surexploitation et le changement climatique pourraient avoir un impact négatif sur la production des plantes et des arbres.

¹⁰⁵ Enquête sur la répartition de *Melaleuca quinquenervia*, *Psidium cattleianum* et *Litsea glutinosa* dans la réserve spéciale d'Analalava (sit.edu)



Comment améliorer l'impact sur les ressources naturelles locales



Inclure un projet de reboisement/replantation ou de protection des forêts, ou plaider en faveur d'un tel projet ou s'associer à une organisation locale appropriée qui peut réaliser ce projet dans la région concernée. Il est à noter que cela permettrait également de compenser l'ensemble des *émissions de carbone* générées, tout en assurant la protection de l'écosystème local.



Pour s'assurer que le bois utilisé provient d'une source légale et durable, si nécessaire, travailler avec les fournisseurs de bois pour promouvoir la durabilité en contrôlant et en garantissant des pratiques responsables est une approche viable. Elle s'accompagne toutefois de défis complexes en matière de suivi. Cependant, cela peut s'avérer très difficile en raison de l'absence de réglementation et de systèmes de contrôle.



Continuer à explorer d'autres matériaux alternatifs tels que le bambou.



L'identification d'alternatives au niaouli, également connu sous le nom de « karavoho », est cruciale en raison de sa classification en tant que plante envahissante. Son utilisation suscite des inquiétudes et des efforts devraient être déployés pour promouvoir des mesures d'éradication de cette plante. Il est important de noter qu'il s'agit d'un plan à long terme dont la mise en œuvre peut présenter des difficultés.



Sensibiliser la population locale à l'importance d'une utilisation responsable et durable du bois. Compte tenu de la forte dépendance au bois pour la construction et des alternatives limitées, cette tâche peut s'avérer difficile. Les efforts d'éducation et de sensibilisation peuvent être utiles à long terme, mais ils risquent de se heurter à une résistance initiale.



Prolonger la durée de vie utile des maisons, afin de réduire la demande de bois au fil du temps, en protégeant le bois contre les intempéries. Actuellement, seuls les poteaux sont traités avec de l'huile de moteur à des fins de préservation. Il est intéressant d'explorer d'autres techniques et meilleures pratiques pour préserver l'ensemble de la maison.



La mise en œuvre de bonnes pratiques et la formation de la population locale et des ouvriers du bâtiment peuvent contribuer à prolonger la durée de vie des maisons, réduisant ainsi le besoin de bois supplémentaire.

Le bambou comme matériau alternatif



Comme le souligne cette étude, alors que le bois est une ressource cruciale pour la construction à Madagascar et qu'il est bien utilisé par les communautés pour le logement, il est devenu impératif de relever les défis environnementaux et socio-économiques qui y sont associés. La mise en œuvre de pratiques durables et l'exploration de matériaux alternatifs peuvent aider à trouver un équilibre entre la satisfaction des besoins de construction et la préservation de la biodiversité et des écosystèmes uniques de Madagascar.

La Croix-Rouge luxembourgeoise pilote actuellement un projet à Antalaha, où le bambou est utilisé comme principal matériau de construction pour les habitations (« Case »), servant d'alternative aux maisons traditionnelles en bois (« Case améliorée en bois »). La plupart des maisons traditionnelles en bois sont construites avec du bois local, ce qui pose des problèmes de durabilité.

Le bambou est souvent considéré comme l'un des matériaux de construction les plus durables qui soient,¹⁰⁶ le bambou offre un large éventail d'avantages:^{107 108 109 110}

- **Croissance rapide:** Certaines espèces de bambou peuvent croître jusqu'à un mètre par jour, atteignant la maturité en 3 à 5 ans, ce qui contraste fortement avec les arbres à bois dur, qui peuvent prendre des décennies.
- **Renouvelabilité rapide:** Le bambou peut repousser à partir de ses racines après la récolte, sans qu'il soit nécessaire de le replanter, ce qui constitue une source continue et renouvelable de matériaux.
- **Faible impact sur l'environnement:** La culture du bambou ne nécessite ni pesticides ni engrais. Le bambou utilise activement le dioxyde de carbone pendant sa croissance, ce qui contribue à atténuer le changement climatique.
- **Prévention de l'érosion:** Les racines des plantes de bambou contribuent à stabiliser le sol, agissant comme une barrière naturelle contre l'érosion.
- **Conservation des forêts:** La culture du bambou peut coexister avec les forêts naturelles, à moins que ces forêts ne soient défrichées spécifiquement pour la plantation du bambou.
- **Biodégradabilité:** En tant que matériau naturel, le bambou est biodégradable et respectueux de l'environnement à la fin de son cycle de vie.
- **Solidité et durabilité:** La résistance à la traction du bambou dépasse celle de l'acier, ce qui en fait un matériau de construction durable. Sa flexibilité améliore également la résistance aux tremblements de terre.
- **Léger et économe en énergie:** Sa légèreté permet de réduire la consommation d'énergie lors du transport. De plus, les propriétés isolantes du bambou promettent des constructions économes en énergie.
- **Polyvalence:** Adapté à diverses applications, le bambou peut remplacer efficacement les matériaux de construction conventionnels utilisés pour les revêtements de sol, les toitures, les échafaudages et les supports structurels.
- **Abordable:** Souvent plus abordable que les matériaux de construction conventionnels, le bambou est une option de construction rentable, en particulier lorsqu'il peut être obtenu localement.
- **Avantages socio-économiques:** La culture du bambou peut offrir des moyens de subsistance aux communautés des régions en développement, favorisant ainsi la durabilité sociale et économique.
- **Rentabilité:** En raison de son abondance et de sa facilité de culture, le bambou offre une solution rentable pour divers besoins de construction.
- **Soutenir les communautés autochtones:** La culture du bambou favorise les moyens de subsistance et les connaissances traditionnelles des populations autochtones.

¹⁰⁶ <https://buildingrenewable.com/most-sustainable-building-materials/>

¹⁰⁷ Bamboo vs. Regular Lumber: Which Is Better to Build With? - Building Renewable,

¹⁰⁸ Bamboo vs. Regular Lumber: Which Is Better to Build With? - Building Renewable,

¹⁰⁹ Bamboo vs. Regular Lumber: Which Is Better to Build With? - Building Renewable,

¹¹⁰ Bamboo vs. Regular Lumber: Which Is Better to Build With? - Building Renewable,

Cependant, comme tous les matériaux, le bambou n'est pas sans poser de problèmes.¹¹¹ Les méthodes conventionnelles de traitement du bambou, telles que le borax ou l'acide borique, peuvent entraîner une pollution et des risques pour la santé en raison de l'utilisation de produits chimiques nocifs, bien qu'il existe des alternatives non toxiques. De plus, dans les régions où le bambou n'est pas indigène, les coûts d'importation peuvent être dissuasifs. La récolte incontrôlée peut également entraîner des problèmes environnementaux tels que la perte d'habitat et l'érosion des berges.¹¹²

Pour que le bambou soit une alternative réellement durable, il est impératif d'adopter les meilleures pratiques environnementales. Il s'agit notamment de confirmer que la récolte est durable, d'avoir un plan de récolte bien défini, d'encourager la réutilisation des matériaux et de veiller à ce que les traitements soient à la fois efficaces et sûrs pour les travailleurs et les utilisateurs finaux.

En résumé, si le bois reste un matériau de construction essentiel à Madagascar, le bambou offre une alternative prometteuse et durable qui pourrait redéfinir l'habitat dans la région et au-delà, à condition que son utilisation soit abordée dans une perspective éclairée et respectueuse de l'environnement.

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'abris 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 signifie une aggravation de l'impact environnemental de la maison), mais d'autre part, elle fournit également une source de combustible pour les ménages, évitant ainsi une déforestation accrue. Si nous voulons préconiser de ne pas brûler le bois de 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, vivant dans des camps, brûlent chaque année 64 700 acres de forêt (l'équivalent de 49 000 terrains de football).¹¹³ Comme nous l'avons mentionné plus haut, la demande en bois de chauffage et en charbon de bois est élevée à Madagascar. L'utilisation prédominante du bois de chauffage accélère directement le rythme de la déforestation et de la désertification déjà en cours dans d'autres parties 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 et des installations.

Lorsque des combustibles plus durables ne sont pas envisageables, les fourneaux à haut rendement énergétique 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.¹¹⁴

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 familles

¹¹¹ Shelter and sustainability overview-UNHCR.pdf

¹¹² Shelter and sustainability overview-UNHCR.pdf

¹¹³ Cooking in displacement Setting. Engaging the Private Sector in Non-wood-based Fuel Supply. Laura Patel and Katie Gross. January 2019

¹¹⁴ Cooking in displacement Setting. Engaging the Private Sector in Non-wood-based Fuel Supply. Laura Patel and Katie Gross. January 2019

vivant dans les maisons, 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 fourneaux à haut rendement énergétique ne sont pas intégrées, des partenariats avec des organisations qui peuvent le faire pourraient être encouragés.

8.4 Critère 4: *Gestion des déchets*

8.4.1 Aperçu de la *gestion des déchets*

Lors de la conception d'un abri 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 durée de vie de chaque matériau en examinant les possibilités de réutilisation ou de recyclage dans chaque pays contribue à réduire les déchets. Cependant, l'enquête menée en 2022 par la « *Joint Initiative for Sustainable Humanitarian Assistance Packaging Waste Management* » (JI), a révélé que dans de nombreux contextes humanitaires, la responsabilité du traitement des déchets résultant de l'aide humanitaire incombe aux autorités locales et aux communautés.¹¹⁵ Malheureusement, en raison de l'absence de systèmes de gestion des déchets appropriés, une fois que ces matériaux ne sont plus utilisés, la plupart d'entre eux finissent jetés dans des champs ou brûlés dans des conditions dangereuses, ce qui contribue à la pollution et à la dégradation de l'environnement, à la propagation des maladies et aux dommages causés à la faune et à la flore.¹¹⁶ 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. C'est particulièrement vrai pour les matériaux qui mettent de nombreuses années à se décomposer, ce qui risque de nuire à l'environnement pendant des années. Réfléchir à l'avance aux différentes options de gestion des déchets en place devrait être un impératif pour tous les programmes.

Cela devrait également s'étendre à l'emballage des matériaux et autres articles achetés. Selon JI¹¹⁷, 32% des matériaux d'emballage utilisés pour livrer des produits alimentaires et non alimentaires sont en plastique.¹¹⁸ 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. JI souligne l'importance de minimiser les matériaux d'emballage et de donner la priorité au refus et à la réduction, plutôt que de compter sur le recyclage, principalement en raison des défis associés à la collecte et au recyclage des déchets dans les zones d'opérations humanitaires.

Selon le *profil environnemental du pays pour la réponse abri/logement*, réalisé par le *Global Shelter Cluster*,¹¹⁹ la gestion des déchets à Madagascar est confrontée à d'importants défis. En particulier dans les zones rurales et périurbaines où les services formels de collecte des déchets sont limités ou inexistantes. Il en résulte une accumulation de déchets dans les rues, ce qui présente des risques pour l'environnement et la santé. En outre, Madagascar manque d'infrastructures adéquates de traitement des déchets, telles que des décharges contrôlées et des installations de recyclage, ce qui entraîne une élimination inappropriée des déchets et une contamination de l'environnement.

L'analyse suggère qu'il n'existe pas de système efficace de *gestion des déchets* couvrant les zones de mise en œuvre. Même si certains articles durables sont réutilisés et recyclés, une grande partie des déchets ménagers solides est généralement brûlée, enterrée ou laissée à l'abandon.

Il est essentiel de relever ces défis, d'améliorer les pratiques de gestion des déchets et de valoriser les déchets pour atténuer les effets négatifs sur l'environnement et la santé publique dans le pays.

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*.

Veuillez-vous référer à l'annexe 8 pour voir pour chacun des matériaux de la maison leur espérance de vie, le temps nécessaire à leur décomposition et s'ils peuvent être réutilisés et recyclés, sur la base du potentiel à Madagascar¹²⁰ selon les idées partagées par certaines des personnes interrogées.

¹¹⁵ <https://eectre.org/2019/07/15/https-www-eectre-org-2019-07-15-sustainable-humanitarian-packaging-waste-management/>

¹¹⁶ [Guidelines-for-Packaging-Waste-Management-in-Humanitarian-Operations-compressed.pdf](#)

¹¹⁷ <https://tinyurl.com/jalnew-PoA>

¹¹⁸ <https://eectre.org/2019/07/15/https-www-eectre-org-2019-07-15-sustainable-humanitarian-packaging-waste-management/>

¹¹⁹ A14_GESTION DES DEBRIS ET DES DECHETS _RECYCLAGE _REUTILISATION ET RECONVERSION - Google Docs

¹²⁰ La liste des personnes contactées figure à l'annexe 1.

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

Modèle de maison	Matériaux durables	Matériaux se dégradant rapidement	Durée de vie des maisons
Case améliorée en bois			

Le Global Shelter Cluster au *profil environnemental du pays pour la réponse abri/logement*, a couvert le contexte de la situation de la gestion des déchets à Madagascar.¹²¹ Fournir d'autres conseils et ressources, qui devraient être adaptés en fonction des besoins spécifiques de chaque programme.

La JI¹²² a 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 à contexte humanitaire. Madagascar est l'un de ces pays.¹²³

Jl a également créé un guide des meilleures pratiques et des innovations en matière de gestion des déchets d'emballage dans les opérations humanitaires. Cependant, à l'heure actuelle, aucune de ces innovations n'a été mise en œuvre à Madagascar. Néanmoins, ce guide sert de base à des exemples de ce qui peut être fait.¹²⁴

8.4.3 Tableau de bord de la *gestion des déchets*



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

La maison a reçu une note de 4 sur 5, principalement en raison de l'utilisation de matériaux biodégradables, tels que le bois, qui offre des avantages significatifs en matière de gestion des déchets. Le bois est respectueux de l'environnement, biodégradable et peut être composté, ce qui permet de réduire les déchets mis en décharge et de minimiser l'impact sur l'environnement. Toutefois, la présence de matériaux non biodégradables, en particulier de produits de quincaillerie en acier, a contribué à l'obtention d'un score légèrement inférieur.

Une autre considération importante est ce qu'il advient du bois à la fin de sa vie utile. Selon l'équipe locale, une fois que le bois a atteint la fin de sa durée de vie utile, il est brûlé par les familles, ce qui contribue à la pollution de l'environnement. Il convient donc d'envisager la promotion de pratiques responsables en matière d'élimination du bois, telles que le compostage.

Même si la quantité de produits en acier est relativement faible, il est crucial de minimiser leur consommation car ils peuvent contribuer à la formation de déchets de longue durée dans les décharges. La mise en œuvre d'une stratégie de gestion des déchets en vue d'une réutilisation ou d'un recyclage potentiel de ces produits

¹²¹ A14_GESTION DES DEBRIS ET DES DECHETS _RECYCLAGE _REUTILISATION ET RECONVERSION - Google Docs

¹²² Des informations sont disponibles à l'adresse suivante: <https://eectre.org/2019/07/15/https-www-eectre-org-2019-07-15-sustainable-humanitarian-packaging-waste-management/>

¹²³ Les informations sont ensuite téléchargées sur le site Internet du Cluster Logistique Global LCA ; Madagascar Waste management and recycling assessment | Logistics Cluster Website (logcluster.org)

¹²⁴ OPTIONS FOR HUMANITARIAN PACKAGING REUSE, REPURPOSING, AND RECYCLING (eectre.org)

sidérurgiques à la fin de leur durée de vie est essentielle. Malheureusement, le programme existant ne prévoit pas de telles stratégies, laissant la responsabilité de la gestion des déchets aux communautés locales et aux gouvernements, ce qui a pour conséquence que certains de ces matériaux sont jetés de manière inappropriée dans des champs en plein air, ce qui nuit à l'environnement.

En ce qui concerne l'emballage, les seuls matériaux emballés sont les produits de l'entrepôt en acier, qui sont enveloppés dans du carton. Le carton est un matériau recyclable et 100% biodégradable.

Pour réduire davantage les déchets, il est essentiel de prolonger la durée de vie de la maison et, par conséquent, la période de rotation des matériaux. Cet objectif peut être atteint en utilisant des matériaux et des pratiques de construction de haute qualité. Une mauvaise construction présente non seulement des risques pour la sécurité, mais augmente également la durée de vie des matériaux, ce qui aggrave l'impact environnemental de la construction d'une maison. Bien que l'espérance de vie actuelle d'une maison soit d'environ 7 à 10 ans, 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.

D'après les informations fournies, il semble que le programme ne dispose pas de mesures de protection du bois, à l'exception des poteaux de fondation. Il est fortement recommandé de protéger tout le bois, et le programme encourage activement cette pratique pour garantir la longévité des matériaux.



Comment améliorer le score de la *gestion des déchets*



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



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

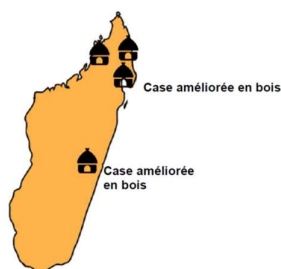


Sensibilisation à l'assainissement environnemental et à la pollution générée par l'élimination des matériaux, par le biais du programme ou d'actions de sensibilisation en partenariat avec d'autres organisations.



Tenter de localiser l'installation de recyclage de l'acier à Madagascar.

8.5 Résumé des résultats



Le modèle de maison utilise principalement des matières premières disponibles localement (arbres et plantes) et a très peu recours à des matériaux artificiels (uniquement pour la quincaillerie en acier). L'utilisation de matériaux locaux présente un avantage environnemental en raison de leur faible impact. Ces matériaux sont plus durables, d'origine locale et renouvelables que les matériaux synthétiques.



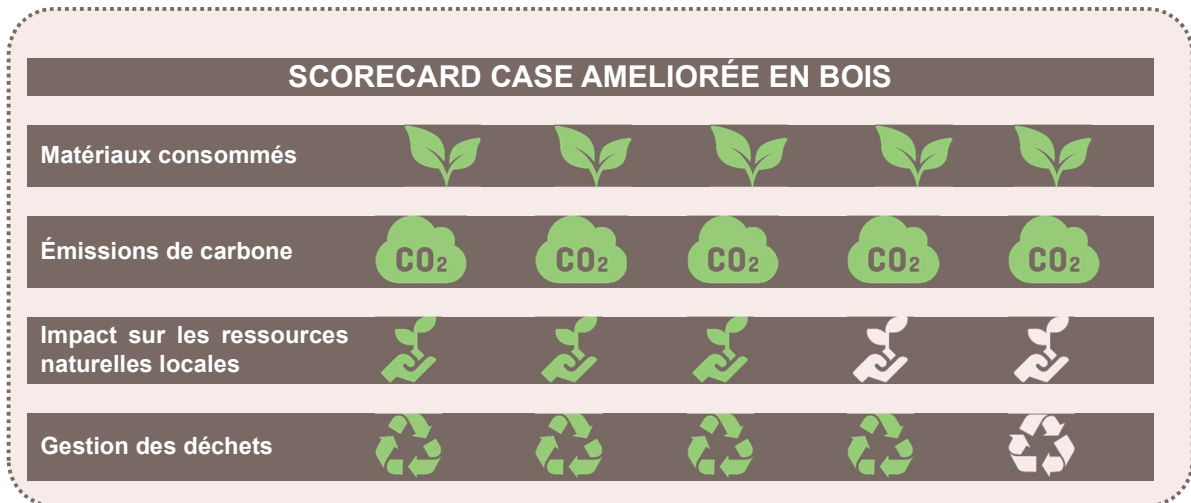
Le modèle de maison maintient un bilan carbone positif tout au long de son cycle de vie, ce qui signifie que la maison capture plus d'émissions de carbone qu'elle n'en libère, principalement en raison de l'utilisation de matériaux naturels comme le bois et les plantes qui absorbent activement le carbone au cours de leur croissance. Cependant, une part importante des émissions de carbone se produit pendant la phase de « fin de vie », principalement à cause de la combustion du bois et des plantes, même si le bilan global reste nul en termes d'émissions nettes de carbone. Les produits sidérurgiques contribuent également aux émissions de carbone, bien que leur quantité soit relativement faible, ce qui se traduit par un impact relativement modeste sur le bilan carbone global, qui reste en faveur de la séquestration du carbone.



Le modèle de maison s'appuie principalement sur les ressources naturelles locales, telles que le bois et les plantes, pour sa construction. Cependant, cette dépendance au bois à Madagascar soulève des inquiétudes importantes en raison de la fragilité des forêts du pays et des espèces végétales locales en voie de disparition. En particulier, l'utilisation du bois de niaouli, considéré comme une espèce envahissante, constitue une menace importante pour les écosystèmes indigènes de Madagascar. De même, l'utilisation du bois d'eucalyptus doit faire l'objet d'un examen approfondi en raison de ses incidences potentielles sur l'environnement.



La maison utilise principalement des matériaux biodégradables, tels que le bois et les plantes, ce qui présente des avantages considérables en matière de gestion des déchets. Le bois est respectueux de l'environnement, biodégradable et peut être composté, ce qui permet de réduire efficacement les déchets mis en décharge et de minimiser l'impact sur l'environnement. Toutefois, il est essentiel de noter que l'inclusion de matériaux non biodégradables, en particulier de produits de quincaillerie en acier, même en petites quantités, doit faire l'objet d'un examen attentif.



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

9. Conclusion

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

Pour évaluer l'impact environnemental du modèle de maison, 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 du tableau de bord.

L'un des avantages de l'utilisation d'un tableau de bord est qu'il permet d'identifier les préoccupations environnementales liées à chaque critère et d'identifier des solutions d'atténuation. Cependant, il est important de reconnaître qu'il existe des questions transversales qui affectent plusieurs critères, et qu'une solution unique peut concerner plus d'un critère. Par exemple, les produits fabriqués à partir d'acier suscitent des inquiétudes non seulement en raison de leurs émissions de carbone incorporées, mais aussi parce qu'il s'agit de matériaux durables. Par conséquent, l'exploration d'alternatives telles que les produits en acier recyclé permettent de traiter simultanément les émissions de carbone et la gestion des déchets.

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 le NEAT+,¹²⁵ et d'identifier ensuite des stratégies d'atténuation.

Le modèle de « case améliorée en bois » a été conçu en tenant compte de l'architecture locale à Madagascar. Il met l'accent sur la durabilité environnementale, principalement grâce à l'utilisation de ressources naturelles disponibles localement, telles que le bois et les plantes. Ces matériaux ont un lien historique profond avec l'architecture vernaculaire de Madagascar et restent essentiels pour la construction locale. Cependant, la forte dépendance à l'égard du bois et des plantes a parfois conduit à des pratiques de récolte non durables, en raison de la forte demande de matériaux de construction dans les régions à croissance rapide.

Si l'utilisation de matériaux naturels comme le bois offre des avantages culturels et économiques, elle présente également des défis liés à la déforestation et à la dégradation de l'environnement. La demande de ces matériaux dépasse souvent les ressources disponibles, ce qui contribue à accélérer la déforestation dans un pays déjà confronté à ce problème. Il est donc impératif d'aborder l'utilisation des matériaux naturels en mettant l'accent sur la durabilité et la préservation de l'environnement.

Il ressort clairement de l'étude que Madagascar ne dispose pas de lignes directrices claires en matière d'utilisation du bois et que les réglementations existantes sont souvent contradictoires et difficiles à mettre en œuvre. Par conséquent, le programme devrait assumer la responsabilité finale de la promotion des bonnes pratiques et de la recherche de solutions au problème de la déforestation à Madagascar.

Le modèle de maison utilise principalement divers matériaux naturels, le plus abondant étant le « teza » (bois dur), qui comprend différents types de bois tels que le « hintsy », le « rahiny », le « Nanto » et le « Faho », choisis en fonction de leur disponibilité sur le marché. Cependant, l'utilisation de ces bois durs soulève des inquiétudes quant à leur impact potentiel sur l'écosystème forestier et le statut de certaines espèces d'arbres en voie de disparition. Il est donc essentiel de procéder à des évaluations environnementales supplémentaires afin d'évaluer les implications de l'utilisation de ces bois durs. Selon le « Guide pour l'amélioration de la résistance des cases d'habitation traditionnelle face aux cyclones », le « hintsy » est l'une des espèces de bois dur recommandées pour les efforts de reboisement.

Le deuxième matériau le plus utilisé est le palmier du voyageur, connu sous différents noms en fonction de la partie de la plante utilisée. Cette pratique met en évidence l'utilisation polyvalente des ressources naturelles dans différentes cultures, où les différentes parties d'une même plante peuvent avoir de multiples applications

¹²⁵ <https://neatplus.org/>

et des noms distincts en fonction de leur utilisation spécifique. Le palmier du voyageur symbolise le patrimoine de Madagascar et constitue une ressource renouvelable puisque ses parties peuvent repousser après la récolte. Cela réduit la demande d'espèces de bois en voie de disparition et favorise la conservation de la biodiversité. Toutefois, des études approfondies sont nécessaires pour évaluer la durabilité et l'impact écologique de l'utilisation de la plante.

L'eucalyptus « raboté » est utilisé pour les panneaux des portes et des fenêtres, ce qui décourage l'utilisation de bois tropicaux mais pose des problèmes tels que la consommation élevée d'eau et la perte de biodiversité. Il est recommandé de s'approvisionner auprès de plantations privées durables et d'explorer des alternatives plus respectueuses de l'environnement.

Le niaouli « karavoho » constitue une menace en tant qu'arbre envahissant à Madagascar, perturbant les écosystèmes indigènes. Des efforts à long terme devraient être déployés pour l'éradiquer. À court terme, la promotion de l'utilisation d'espèces alternatives est une étape importante dans l'atténuation de son impact.

La plante dombeya, connue sous le nom de « hafotra » ou « l'arbre zavy », est utilisée comme corde. Cependant, les informations disponibles sur cette plante sont limitées, notamment parce que l'espèce exacte de dombeya utilisée n'a pas été précisée,

Il convient de mentionner que le programme explore déjà des matériaux de construction alternatifs, tels que le bambou. Le bambou est connu pour sa durabilité et sa croissance rapide, ce qui en fait un choix respectueux de l'environnement. Cela démontre l'engagement du programme à prendre en compte les facteurs environnementaux et à rechercher des solutions pratiques pour une construction durable.

L'utilisation du bois et des plantes comme bois de chauffage à la fin de leur cycle de vie est un autre sujet de préoccupation, car elle entraîne la libération du carbone précédemment séquestré, ce qui annule leurs avantages pour l'environnement. Cette question est complexe car les familles touchées dépendent du bois de chauffage pour la cuisine. Par conséquent, l'utilisation du bois pour le chauffage et la cuisine peut contribuer à réduire la consommation d'autres ressources forestières, étant donné qu'environ 90% de la population malgache dépend de la biomasse pour ses besoins énergétiques quotidiens. Pour résoudre ce dilemme, il pourrait être utile d'intégrer au programme des foyers améliorés.

L'accent devrait également être mis sur les matériaux de quincaillerie en acier, en raison de leurs fortes émissions de carbone par kilogramme et de leur temps de décomposition extrêmement long, même si leurs quantités sont relativement faibles par rapport aux autres matériaux naturels utilisés. Cette préoccupation est amplifiée dans des pays comme Madagascar, où les systèmes de gestion des déchets sont inadéquats. Il existe cependant un potentiel de recyclage de ces matériaux. L'étude n'a pas identifié d'entreprises de recyclage dans le pays ou dans les zones de programme, mais il est fortement recommandé d'explorer et de faciliter les liens entre ces entreprises et les familles touchées, si possible. Une autre solution consiste à valoriser les déchets en promouvant des projets de recyclage au sein des familles. Cela pourrait être une source de revenus.

De plus, ces matériaux en acier proviennent de Chine, car il n'y a pas d'usine à Madagascar pour les produire, selon l'équipe locale. Cette dépendance à l'égard de matériaux provenant de sources éloignées pose des problèmes environnementaux liés au transport. Il est conseillé de rechercher s'il existe d'autres matériaux disponibles dans des régions plus proches, comme l'Afrique de l'Est, afin de réduire les impacts environnementaux liés au transport.

En outre, le traitement correct et les techniques de construction pendant les phases de construction, d'entretien et de réparation jouent un rôle crucial dans la détermination de l'intégrité et de la longévité d'une maison. S'assurer qu'une maison reste durable sur le long terme, prolongeant ainsi la durée de vie de ses matériaux, est non seulement rentable mais aussi efficace sur le plan de l'environnement. Cela est particulièrement vrai lorsqu'on utilise des matériaux naturels, car leur durée de vie peut varier en fonction de la qualité de la construction et des pratiques d'entretien.

La durée de vie des maisons est actuellement estimée entre 7 et 10 ans environ, selon l'équipe locale. Cependant, certaines parties comme le toit ne durent que 3 ans. Pour prolonger la durée de vie de ces maisons, il est recommandé de mettre en place des mesures de protection, notamment pour les éléments en bois et les végétaux. Actuellement, seuls les poteaux sont traités avec de l'huile de moteur. Il est conseillé

d'étendre ce traitement protecteur à d'autres parties en bois de la maison lorsque cela est possible. En outre, il convient d'étudier d'autres méthodes de protection du bois, respectueuses de l'environnement, afin de minimiser tout impact négatif sur l'environnement.

En intégrant ces mesures de protection et en mettant l'accent sur un entretien régulier, ainsi que sur l'utilisation de techniques et de matériaux de construction de haute qualité, la longévité de la maison peut être considérablement améliorée. Pour soutenir ces efforts, il est essentiel de poursuivre et d'améliorer les programmes de formation existants axés sur l'entretien des maisons et l'amélioration de la construction. Cette approche globale garantit non seulement la durabilité des maisons, mais aussi leur efficacité environnementale et économique.

En résumé, le modèle de la « case améliorée en bois » prend en compte l'architecture locale à Madagascar, en utilisant des ressources naturelles telles que le bois et les plantes, ce qui offre des avantages en matière de durabilité environnementale. Cependant, la forte dépendance à l'égard de ces matériaux soulève des inquiétudes dans un pays confronté à la déforestation et à la dégradation de l'environnement. Il n'existe pas de directives gouvernementales claires concernant l'utilisation du bois, ce qui nécessite des pratiques responsables. Les principaux matériaux comprennent divers types de « teza » comme le « hindy », suivi du palmier des voyageurs et de l'eucalyptus « raboté ». Il est recommandé de s'approvisionner de manière durable. Le niaouli « karavoho » envahissant nécessite une éradication à long terme et la promotion à court terme d'espèces alternatives est recommandée. La plante dombeya, utilisée pour la fabrication de cordes, doit faire l'objet d'évaluations environnementales malgré les faibles quantités. Éviter de brûler le bois et les plantes à la fin de leur cycle de vie réduit l'impact environnemental global de la maison ; cependant, l'utilisation de ce bois comme bois de chauffage permettrait d'éviter l'abattage des arbres utilisés à cette fin. Pour ce faire, il peut être utile de fournir aux familles des fourneaux plus économes en combustible. La recherche permanente de matériaux alternatifs comme le bambou fait partie intégrante des efforts de durabilité du programme. Les matériaux de quincaillerie en acier provenant de Chine soulèvent des préoccupations liées au transport et aux possibilités de recyclage dans le pays. Il est recommandé d'explorer les options de recyclage et de s'approvisionner en matériaux localement ou dans des régions voisines, comme l'Afrique de l'Est. Un traitement et des techniques de construction appropriés sont essentiels pour assurer la longévité des maisons et réduire la nécessité de remplacer les matériaux. Pour prolonger leur durée de vie estimée à 7 à 10 ans, il est recommandé de mettre en œuvre des mesures de protection, telles que le traitement du bois et l'exploration de méthodes respectueuses de l'environnement, afin d'améliorer la durabilité et l'efficacité économique. Les programmes de formation jouent un rôle crucial en complétant ces efforts.

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. L'étude présente essentiellement un « instantané » de la situation actuelle, comme une base de référence.

Si l'étude est répétée à l'avenir pour le même modèle de maison, elle peut en effet créer une chronologie illustrant l'évolution de l'impact environnemental au fil du temps. Cela peut permettre de suivre l'efficacité des mesures d'atténuation, d'identifier les tendances et d'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



Collaborer avec les fournisseurs de bois pour garantir des pratiques de plantation durables et un approvisionnement en bois responsable, afin d'éviter la surexploitation ou d'autres dommages environnementaux. Comprendre les mesures environnementales qu'ils mettent en œuvre et contrôler leur conformité peut contribuer à un approvisionnement en bois plus responsable. Toutefois, la complexité du suivi et de l'application des pratiques durables pose des problèmes à cet égard.



L'identification d'alternatives au niaouli, également connu sous le nom de « karavoho », est cruciale en raison de sa classification en tant que plante envahissante. Son utilisation suscite des inquiétudes et des efforts doivent être déployés pour promouvoir des mesures d'éradication de cette plante. Il est important de noter qu'il s'agit d'un plan à long terme dont la mise en œuvre sera difficile pour l'équipe. Il est donc recommandé de travailler avec des associations de protection de l'environnement.



Continuer à explorer d'autres matériaux alternatifs tels que le bambou. Des recherches et des essais supplémentaires sont nécessaires pour évaluer sa viabilité en vue d'une utilisation généralisée.



Explorer la construction en adobe: La construction en adobe, utilisée avec succès dans d'autres régions du pays, pourrait être considérée comme une méthode de construction alternative. Cependant, elle pourrait être moins adaptée aux zones cibles du programme en raison de l'humidité élevée et de la mauvaise qualité du sol. Des recherches plus approfondies et l'adaptation de cette méthode de construction peuvent être nécessaires pour qu'elle convienne aux conditions spécifiques des zones cibles.



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



Acheter davantage d'acier produit localement, lorsque cela est possible, afin de réduire les émissions de carbone dues au « *transport* ».

Recommandations générales du programme



Inclure des projets de reforestation ou de replantation dans le programme. Soit directement avec les communautés, soit à plus grande échelle par le biais de partenariats avec d'autres organisations spécialisées. La plantation d'arbres pour remplacer ceux qui ont été abattus pour la construction peut contribuer à restaurer les écosystèmes locaux et à maintenir une source durable de bois.



Continuer à encourager les meilleures méthodes de construction, en mettant l'accent sur l'approche « *build back safer* », et en préconisant l'allongement de la durée de vie des matériaux grâce à un entretien et une maintenance appropriés. Cela réduira la nécessité de remplacer fréquemment les matériaux. Actuellement, seuls les poteaux sont traités avec de l'huile de moteur à des fins de préservation. Il conviendrait d'étudier d'autres techniques et meilleures pratiques pour la préservation des maisons.



Sensibiliser la population locale à l'importance d'une utilisation responsable et durable du bois. Compte tenu de la forte dépendance au bois pour la construction et des alternatives limitées, cette tâche peut s'avérer difficile. Les efforts d'éducation et de sensibilisation peuvent être utiles à long terme, mais ils risquent de se heurter à une résistance initiale.



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.



Promouvoir les bonnes pratiques et proposer des formations: La mise en œuvre de bonnes pratiques et la formation de la population locale et des ouvriers du bâtiment peuvent contribuer à prolonger la durée de vie des maisons, réduisant ainsi le besoin de bois supplémentaire.



Encourager les gens à réfléchir à ce qui peut être fait avec les matériaux en acier à la fin de leur vie utile, grâce à l'engagement de la communauté. Définir comment transformer les déchets en valeur. Les matériaux peuvent être collectés et réutilisés comme matières premières dans d'autres produits, en particulier ceux qui mettent longtemps à se décomposer, comme l'acier. Cette démarche peut facilement être associée à des programmes de subsistance ou d'éducation.¹²⁶



Relier les communautés à des entreprises privées de traitement des déchets, si possible, pour collecter les matériaux qui ne sont pas réutilisés, en vue de leur recyclage. Il est également possible de générer des revenus pour les communautés.



Envisager de fournir aux familles l'accès à des fours de cuisson qui ne dépendent pas des matériaux organiques 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 permettra de réduire la dépendance au bois de chauffage et d'alléger la pression sur les ressources forestières.

¹²⁶ [recycling_reuse_and_disposal_of_plastic_sheeting.pdf \(sheltercluster.org\)](#). Il existe également quelques initiatives sur le site [OPTIONS FOR HUMANITARIAN PACKAGING REUSE, REPURPOSING, AND RECYCLING \(eecentre.org\)](#).



Défendre et travailler avec le groupe de travail du groupe sectoriel sur les abris et d'autres partenaires dans chaque pays et dans la région, afin de faire passer des messages clés sur l'environnement.



Envisager de réaliser une évaluation de l'impact sur l'environnement ou au moins un examen environnemental préalable à l'aide d'un outil tel que NEAT+,¹²⁷ lors de la conception de tous les abris / maisons et des activités de planification du site.

¹²⁷ <https://neatplus.org/>

11. Bibliographie

- Carbon footprint of humanitarian shelter: A case study of relief and construction materials used in Haiti, Selina Chan, 2014
- Center for International Environmental Law (CIEL)
- Comparative study of the environmental impact of Sahel emergency shelter models. International Aid of Luxemburg Red Cross. November 2022
- Cooking in displacement Setting. Engaging the Private Sector in Non-wood-based Fuel Supply. Laura Patel and Katie Gross. January 2019
- Environmental checklist for shelter response, Shelter Cluster Vanuatu, 2019
- Expansion, research and development of the eucalyptus in Africa Wood production, livelihoods and environmental issues: an unlikely reconciliation. Dominique Louppe and Denis Depommier. 2010
- Forests and climate change. IUCN. 2021
- Fragility assessment of traditional wooden houses in Madagascar subjected to extreme wind loads - ScienceDirect
- Guide pour l'amélioration de la résistance des case d' habitation traditionnelle face aux cyclones. Humanitarian Assistance Packing Waste Management. July 2023
- Guidelines for packing waste management in humanitarian operations. Joint Initiative for Sustainable
- Global Forest Resources Assessment 2020: Main report. Rome. FAO. 2020
- Global Tree Assessment. Botanic Garden Conservation International. 2021
- Key messaging environment advocacy. Global Shelter Cluster
- Madagascar Country Environmental Analysis. Promoting Green Resilient and Inclusive Development. 2022. World Bank Document
- Madagascar: Profil environnemental du pays pour la réponse Abri/Habitat. Shelter Cluster. Environment Community of Practice. 2023
- Options for Humanitarian packing Reuse, Repurposing, and Recycling. Joint Initiative For Sustainable Humanitarian a 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
- Spring 2017 Surveying the Distributions of Melaleuca quinquenervia, Psidium cattleianum, and Litsea glutinosa at Analalava Special Reserve Hanusia Higgins SIT Study Abroad
- 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
- Annexe 7 - Ressources naturelles locales utilisées pour la maison
- Annexe 8 - Option de réutilisation provisoire et options de recyclage
- Annexe 9 - Avantages, impacts et meilleures pratiques pour chaque matériau

ANNEXE 1 - Informants

Aide internationale de la Croix-Rouge luxembourgeoise et de la Croix-Rouge malgache

- JAOMILA Pascal. CP TSARAHONENANA. Croix Rouge Malagasy
- LAMPERTZ, Eric Desk Madagascar
- LEDESMA Daniel, Chargé de recherche
- MARTIN, Sylvain Martin, Chef de mission Madagascar
- RAKOTOZANDRY, Niaina CV Shelter CRM et point focal de l'évaluation environnementale au Madagascar

Shelter Cluster Madagascar

- Andrianina FANOMEZANTSOA, Shelter Officer, Cluster des îles de l'océan Indien

Cluster mondial pour les abris

- KELLY, Charles, Coprésident, Communauté de pratique sur l'environnement, Global Shelter Cluster.
- MARARA, Madelaine, Point focal environnemental du Cluster global pour les abris.
- GEORGE, Mandy, Conseillère principale en environnement

Autres organisations contactées à Madagascar

- NAHAVITATSARA, Angelo - Responsable du soutien aux projets Medair - PNK RD Congo

Autres personnes contactées :

- GENOT, Xavier t ; Architecte et consultant indépendant, déployé dans les abris de réponse rapide de l'opération Batsirai.
- BRAGEON, Samantha. Consultante - JI Gestion durable des déchets d'emballages humanitaires.
- Directeur Régional de DREDD Vatovavy Fitovinany

ANNEXE 2 - Informations techniques sur le modèle de maison

Différentes quantités de matériaux ont été fournies lors de la collecte des données, car la quantité n'est pas standard pour chaque maison et varie en fonction de l'emplacement et de la disponibilité du marché. L'analyse a supposé des quantités moyennes de chaque matériau. Il est important de noter que toutes les informations fournies proviennent de l'équipe d'Antalaha, de sorte que cette étude ne prend en compte que cette dernière.

CASE AMELIOREE EN BOIS



La «Case améliorée en bois» est conçue comme une solution de logement durable, avec l'aide de la Croix-Rouge malgache à Antalaha, Maroantsetra, Ambanja et Manajanry. 42 maisons ont été construites et 1028 sont en cours de construction.



Surface totale
16 m²



Occupation
5 personnes



Durée de la
construction
4 à 5 jours



Coût
830 euros



Durabilité
7 à 10 ans



Total #
Construit
42



Construire
1028

Dimensions

3 m x 4 m

Fondation

La fondation est conçue avec une profondeur de 70 à 100 cm, qui peut être ajustée en fonction de la résistance du sol sur le site spécifique. Les poteaux sont directement enfoncés dans le sol et compactés avec des pierres pour assurer leur stabilité. Pour les protéger des bactéries et des insectes, les poteaux sont traités avec de l'huile de moteur.

Structure

Les poteaux et les chevrons sont fabriqués à partir de plusieurs types de bois, en fonction de leur disponibilité. Des bois comme le « Hintsy », le « Rahiny », le « Nanto » et le « Faho », qui sont tous des noms locaux de la région. Ces bois sont également connus sous le nom de « teza », qui désigne la partie la plus dure du bois.

Les lattes sont faites de « karavoho » (arbre niaouli), et les entretoises sont faites de « rapaka », le tronc du palmier du voyageur.

Murs

Les murs de la maison sont faits de « falafa », la plante du voyageur.

Revêtements de sol

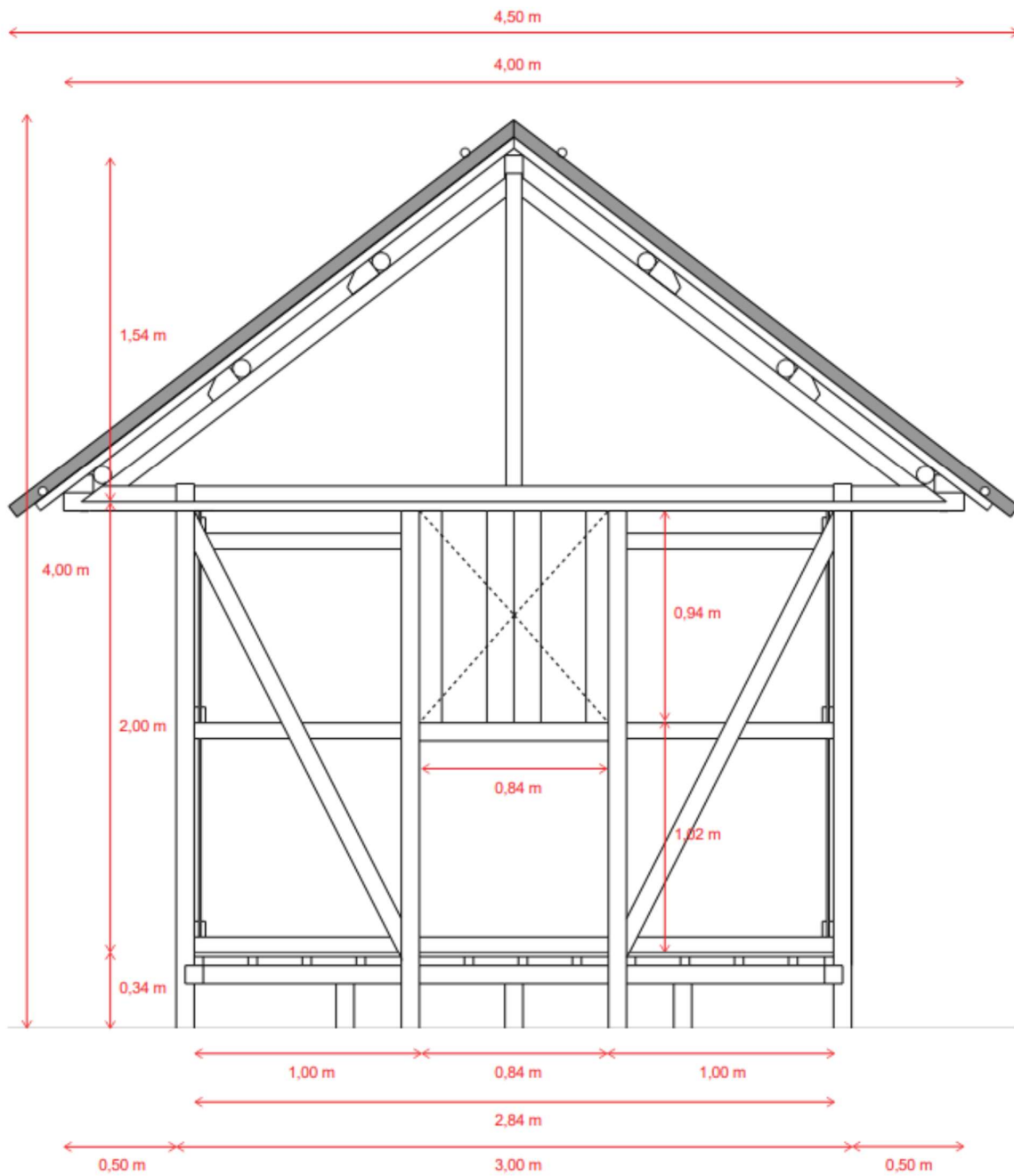
Le sol est fait de « Rapaka » de la plante du voyageur.

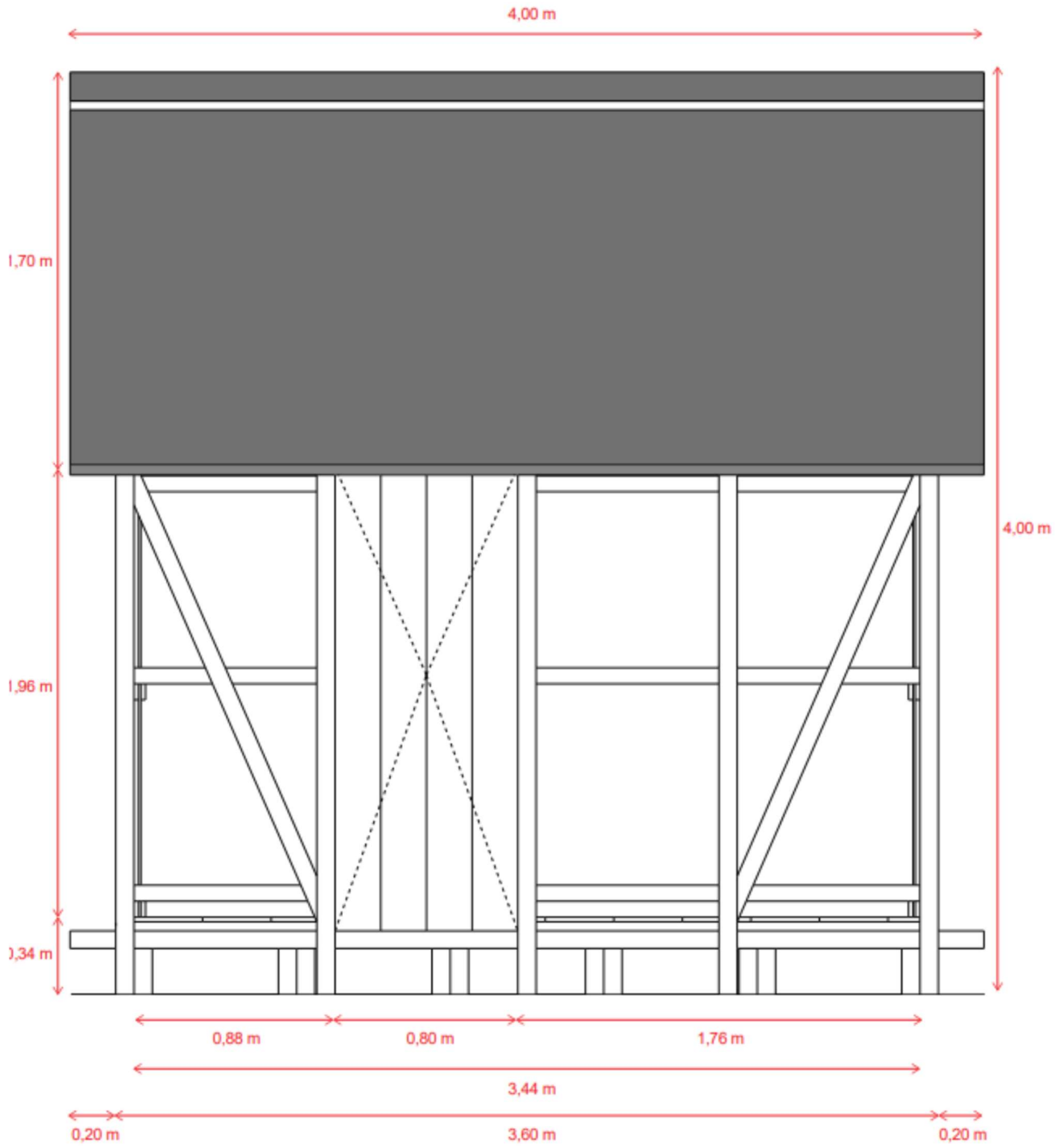
Couverture de toit

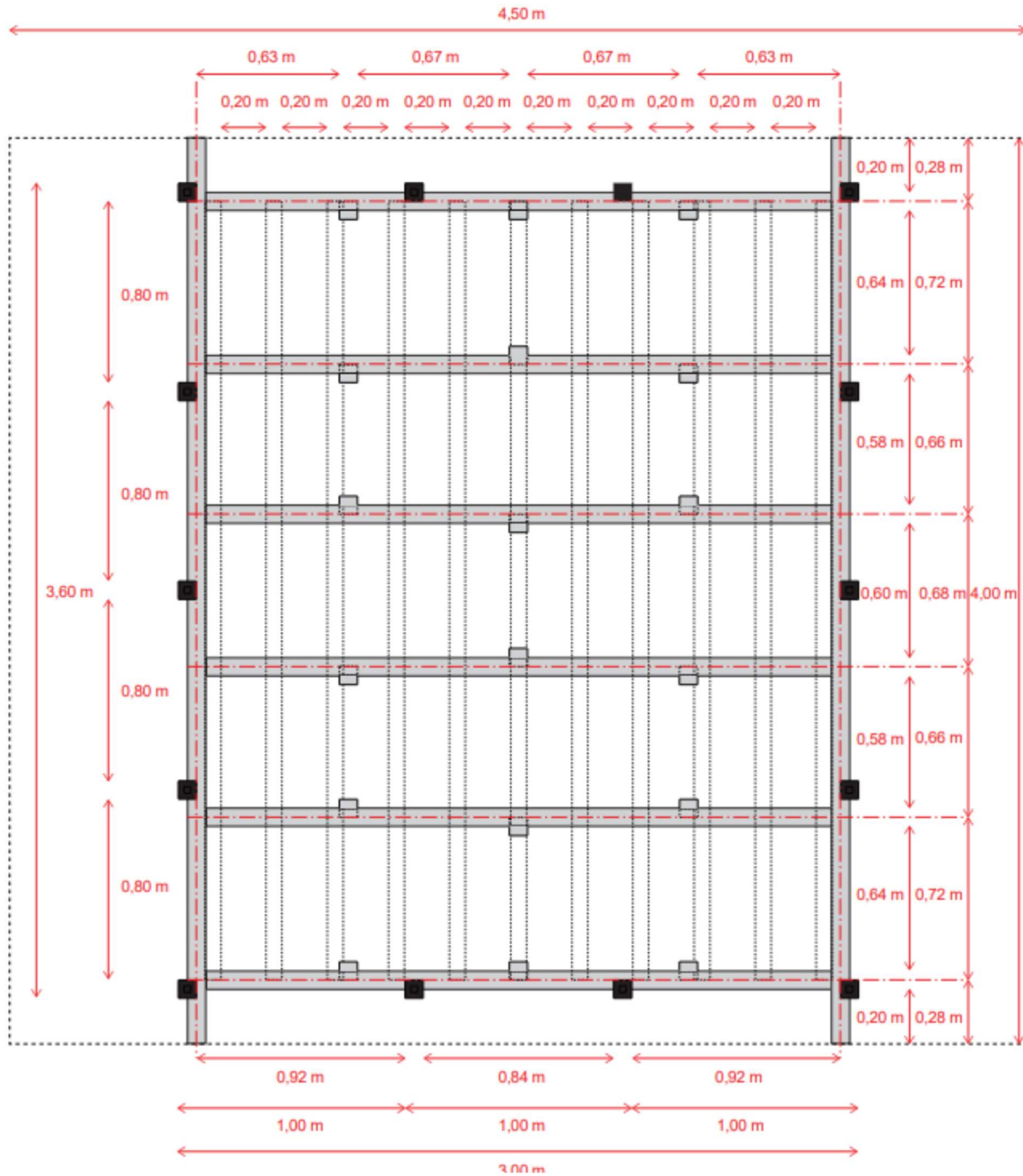
La maison a un toit à deux pentes recouvert de chaume et de « ravinala », les feuilles du palmier du voyageur. Le « hafotra ou l'arbre zavy » (arbre Dombeya) est utilisé comme corde d'attache.

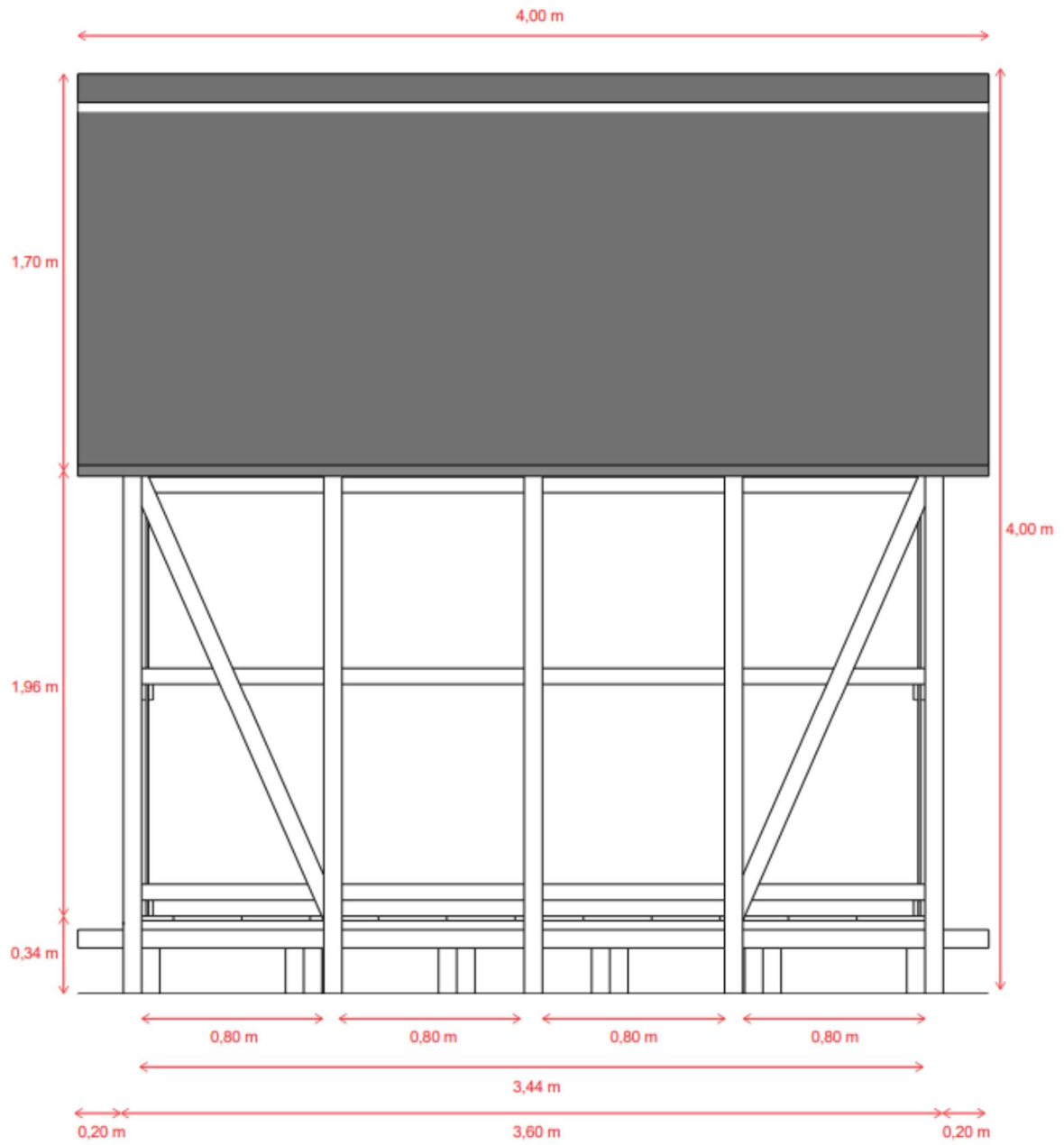
Ouvertures

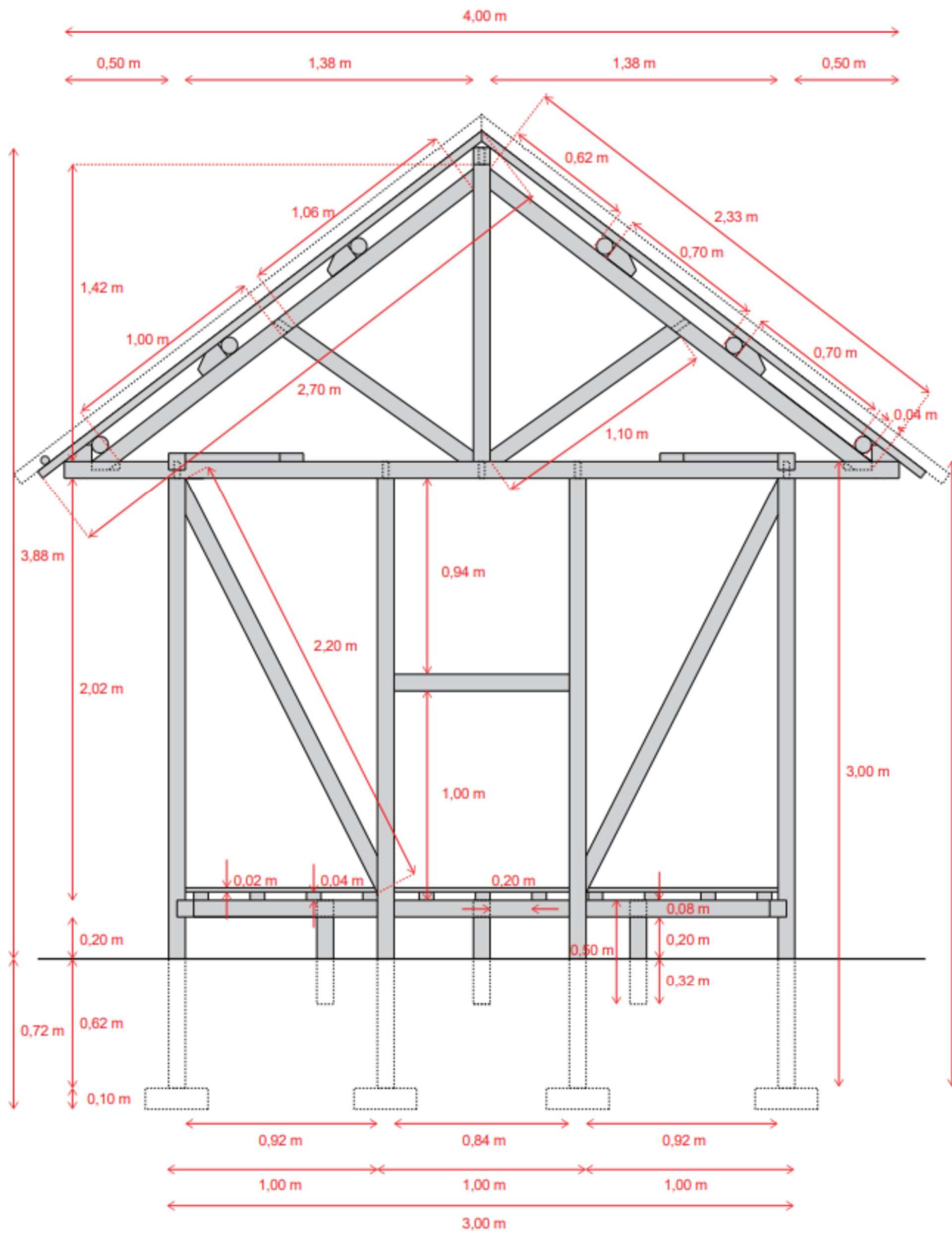
Les portes et les fenêtres sont faites de panneaux de raboté, un type de bois d'eucalyptus.

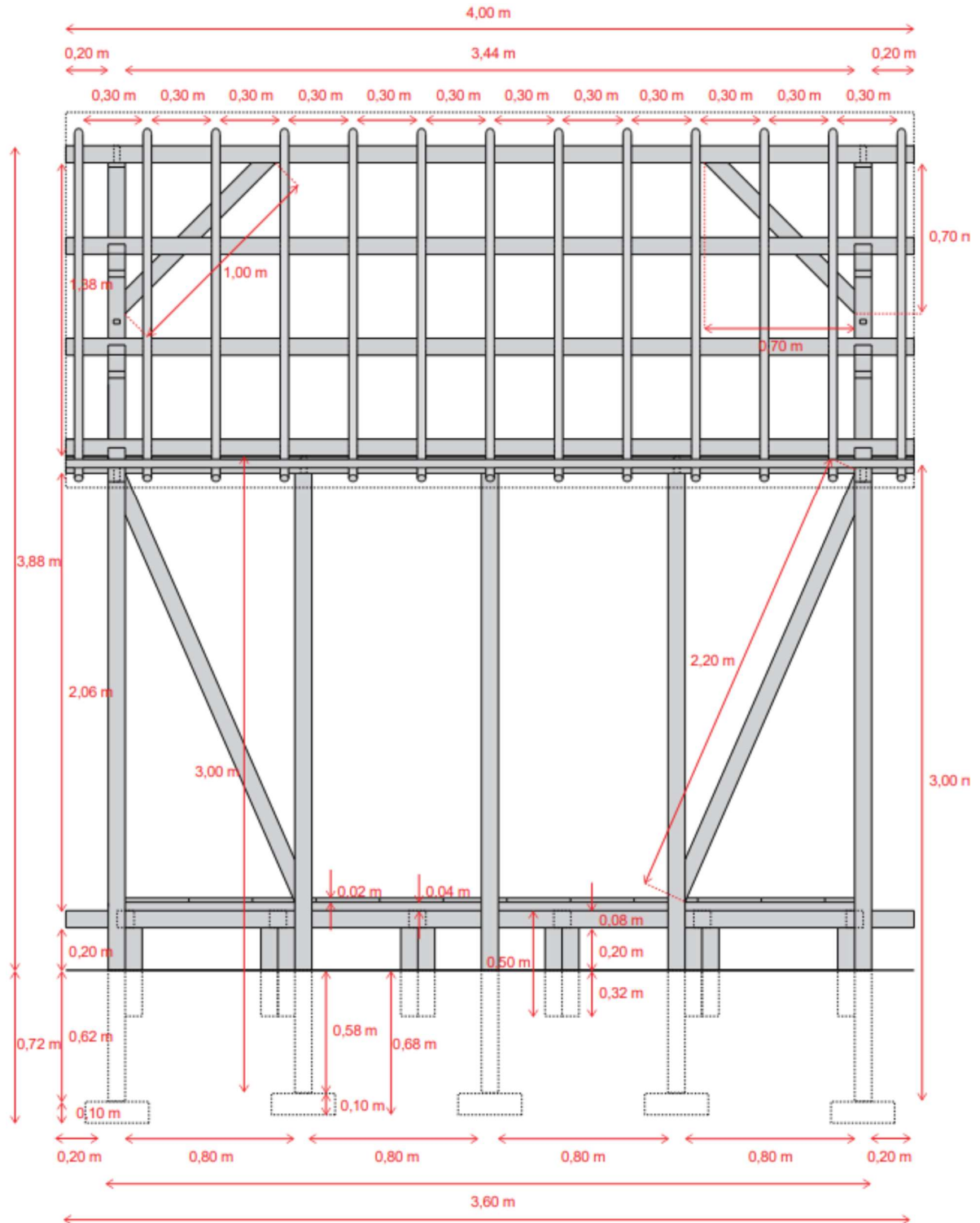


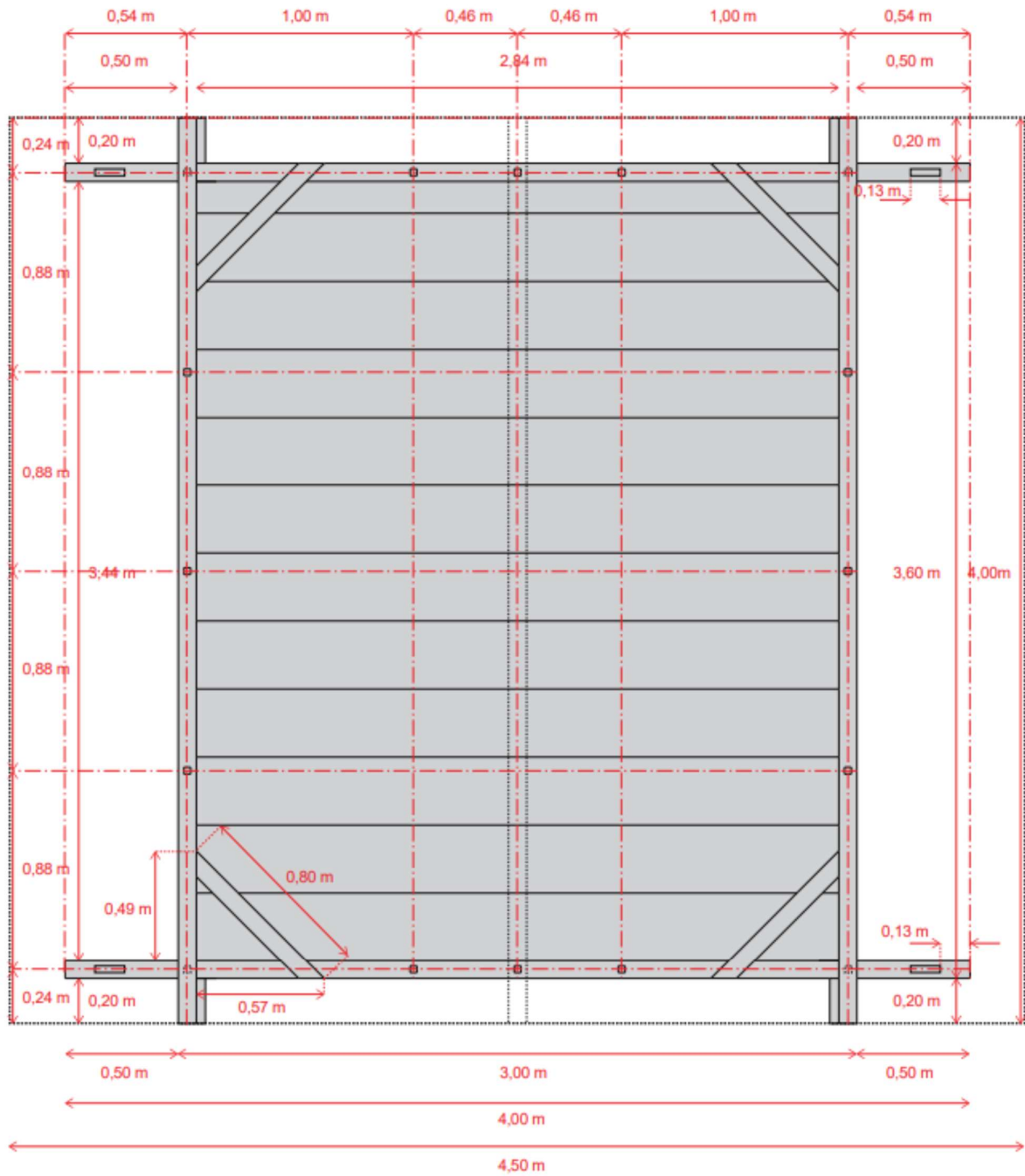












ANNEXE 3 - Matériaux des composants de la maison, emballage, quantité et pays d'origine

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

Tableau 1 - Case améliorée en bois

Nom	Matières premières	Quantité/ Kg	Pays d'origine	Mise en paquets	Quantité/ Kg
Pôles	Teza – « Hintsy», «Rahiny», «Nanto», «Faho»	360 kg	Madagascar	Aucun	
Chevron	Teza - «Hintsy», «Rahiny», «Nanto», «Faho»	200 kg	Madagascar	Aucun	
Lattes	«Karavoho» (arbre à niaouli)	0,4 kg	Madagascar	Aucun	
Contreventement	«Rapaka» (tronc Traveler's Palm)	0,5 kg	Madagascar	Aucun	
Murs	«Falafa» (Traveler's Palm tronc)	40 kg	Madagascar	Aucun	
Plancher	«Rapaka» (tronc Traveler's Palm)	7 kg	Madagascar	Aucun	
Toit	«Ravinala», feuilles de palmier du voyageur	40 kg	Madagascar	Aucun	
Corde	«Hafotra » ou l'arbre zavy (dombeya)	0,30 kg	Madagascar	Aucun	
Panneaux de portes et fenêtres	«Raboté », Eucalyptus	72 kg	Madagascar	Aucun	
Serrure pour portes et fenêtres	Acier	0,20 kg	Chine	Carton	0,150 kg
Boulon simple	Acier	0,20 kg	Chine	Carton	0,05 kg
Boulon avec serrure	Acier	0,20 kg	Chine	Carton	0,05 kg
Poignée	Acier	0,20 kg	Chine	Carton	0,05 kg
Clous	Acier	0,20 kg	Chine	Carton	0,05 kg
Clous ordinaires	Acier	11 kg	Chine	Carton	0,150 kg
Décombres	Décombres	<i>Il n'a pas été spécifié</i>	<i>Il n'a pas été spécifié</i>	<i>Aucun</i>	<i>Il n'a pas été spécifié</i>
Huile moteur	Huile moteur	<i>Il n'a pas été spécifié</i>	<i>Il n'a pas été spécifié</i>	<i>Il n'a pas été spécifié</i>	<i>Il n'a pas été spécifié</i>

ANNEXE 4 - Distances de transport

Lors du calcul de l'équivalent CO₂, l'un des facteurs clés est l'origine des matériaux, étant donné que 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*.

Normalement, 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, étant donné que la distance de transport exacte et la localisation précise de chaque usine et parc à bois ne sont pas connues, des distances de transport moyennes ont été estimées. Les hypothèses suivantes ont été retenues :

- Les distances ont été fournies par l'équipe locale, en tenant compte uniquement du modèle de maison construit à Antalaha et non dans d'autres endroits. Par conséquent, pour cette étude, seul le modèle d'Antalaha est pris en compte. Les distances en kilomètres ont été fournies par l'équipe sur le terrain.
- Quelques matériaux ont été fabriqués en Chine et transportés par bateau.¹²⁸
- La localisation exacte de l'usine chinoise n'étant pas disponible, la distance approximative suggérée par les lignes directrices du SMAC entre l'Asie et l'Afrique de l'Est a été utilisée: 9 000 kilomètres.
- 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.

Distance en bateau

Point de départ	Point d'arrivée	Distance
Chine	Tamatave	9000 km

Distance en bateau

Point de départ	Point d'arrivée	Distance
Tamatave	Antananarivo	360 km

Point de départ	Point d'arrivée	Distance moyenne
Antananarivo	Antalaha	1500 km

¹²⁸ Voir l'annexe 4 pour plus d'informations

ANNEXE 5 - Matériaux utilisés dans la maquette de la maison

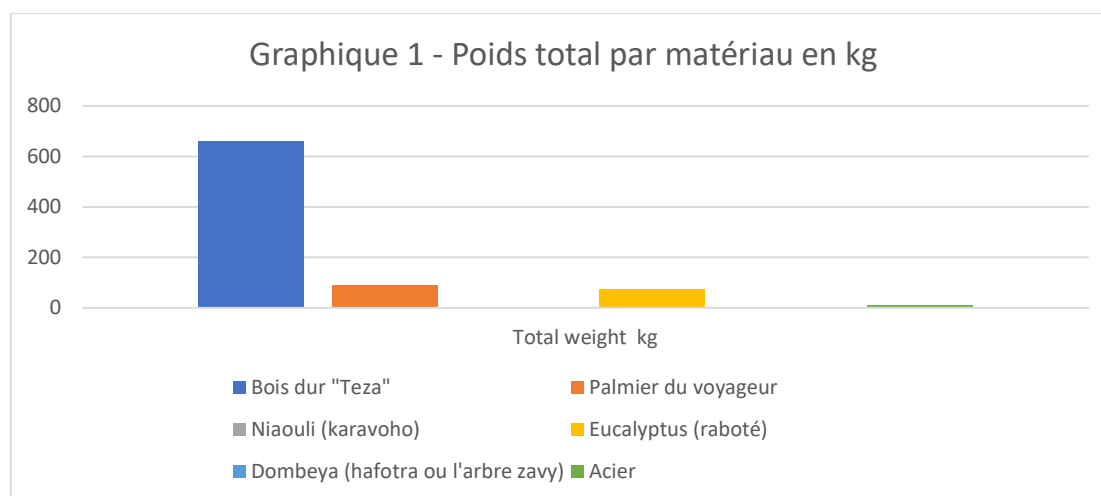
Vous trouverez ci-dessous les tableaux indiquant les matériaux utilisés dans le modèle de maison d'Antalha, par poids (kilogrammes). Les données ont été fournies par les équipes logistiques de l'AICRL dans le pays.

La consommation d'eau est calculée pour tous les matériaux utilisés pour construire les maisons. Pour calculer la consommation d'eau en litres, l'outil de référence de l'UNHC pour les abris et la durabilité¹²⁹ a été utilisé.

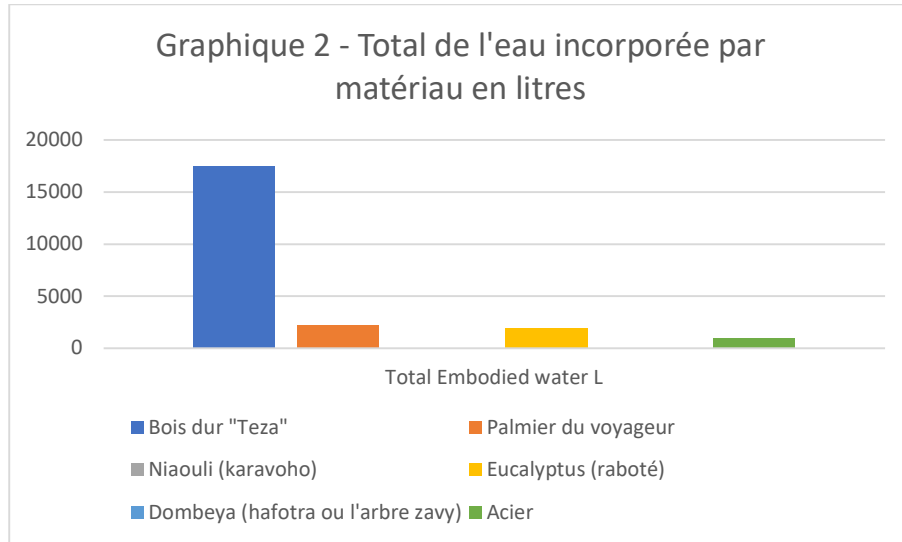
Tableau 1 – CAS AMELIOREE EN BOIS

Matière première	Quantité / Kg	Eau incorporée (L)
Bois dur (Teza)	660 kg	17,516 L
Palmier du voyageur	87,50 kg	2,245 L
Niaouli (karavoho)	0,40 kg	11 L
Eucalyptus (raboté)	72 kg	1,911 L
Dombeya (hafotra ou l'arbre zavy)	0,30 kg	8 L
Consommation d'eau	22607 L	-
Matière synthétique	Quantité / Kg	Eau incorporée (L)
Acier	11.8 Kg	916 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.



¹²⁹ UNHCR-TSS (epfl.ch)



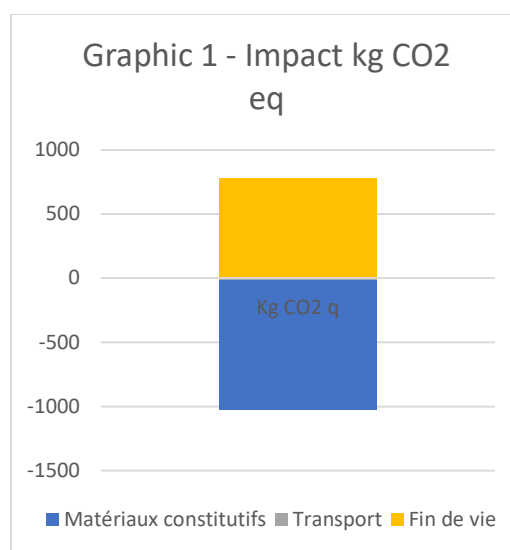
ANNEXE 6 - Calculs des émissions de carbone

Cette source d'émissions a donc été exclue de l'étude, afin d'assurer la cohérence et de comparer les résultats de tous les projets de refuges, comme mentionné précédemment dans la section 7.2.1.

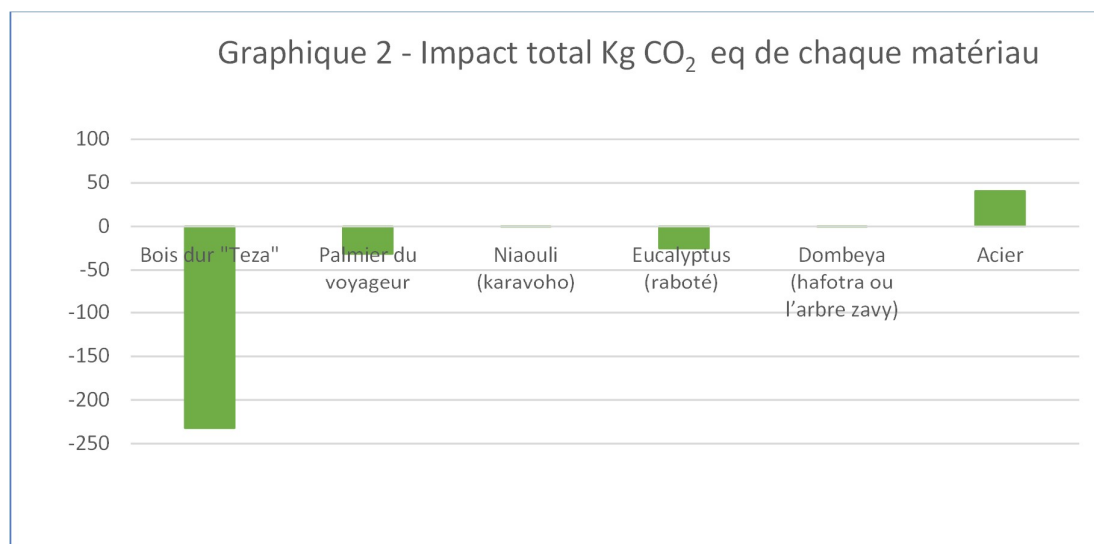
Les émissions totales de carbone générées par le modèle de maison, en équivalent CO₂, sont indiquées ci-dessous. Ce calcul est effectué à l'aide du calculateur SMAC et en tenant compte de tous les paramètres et hypothèses expliqués dans la section 7.2. Le tableau 1 et le graphique 1 ci-dessous montrent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

Tableau 1

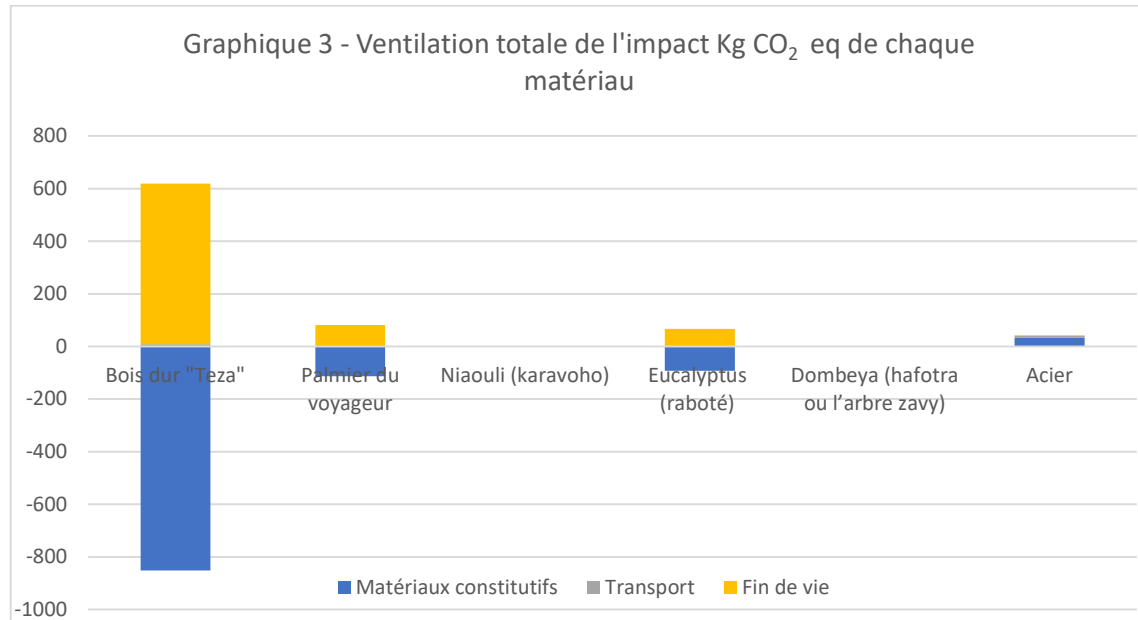
Impact	Émissions de carbone Kg CO ₂ eq.
Production des matériaux constitutifs	-1025
Emballage	<i>Données non prises en compte</i>
Transport	18
Fin de vie	759
Total	-248



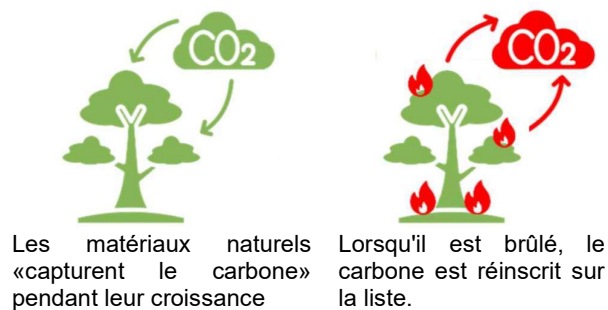
Le graphique 2 ci-dessous montre l'impact total en kg de CO₂ eq. de chaque matériau.



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



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



ANNEXE 7 - Ressources naturelles locales utilisées

Quantité totale de bois dur (teza) utilisée dans le modèle de maison

- Environ 660 kilos au total. 360 kilos pour les poteaux et 300 kilos pour les chevrons.

Quantité totale de palme de voyage utilisée dans le modèle de maison

- Environ 87,50 kilos au total
 - 0,5 kilos de «rapaka» (tronc de palmier du voyageur) pour le contreventement
 - 7 kilos de «rapaka» (tronc de palmier du voyageur) pour le sol
 - 40 kilos de «falafa» (branches de palmier du voyageur) pour le mur
 - 40 kilos de «ravinala» (différentes parties des branches de palmier du voyageur) pour le toit

Quantité totale de niaouli (karavoho) dans le modèle de maison

- Environ 0,40 kilos pour les lattes

Quantité totale d'eucalyptus (raboté) utilisée dans le modèle de maison

- Environ 72 kilos pour les panneaux des portes et fenêtres

Quantité totale de dombeya (hafotra ou l'arbre zavy) utilisée dans le modèle de maison

- Environ 0,30 kilos à utiliser comme corde.

ANNEXE 8 - Option de réutilisation intentionnelle et options de recyclage

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

Tableau 1 - Case améliorée en bois

Matériau	Espérance de vie ¹³⁰	Temps de décomposition	Réutilisation	Recyclage
Bois ¹³¹	Entre 3 et 10 ans ¹³²	10-15 ans ¹³³	Oui	Oui
Acier	Environ 40 ans	200 à 500 ans	Oui	Oui

Selon l'équipe de terrain, les matériaux en acier sont mis au rebut une fois qu'ils ne sont plus utilisés ou qu'ils ont atteint un état de détérioration avancé.

Le bois et les plantes, lorsqu'ils atteignent la fin de leur vie utile, sont souvent utilisés comme bois de chauffage, ce qui peut contribuer à la pollution de l'air.

Le tableau 2 ci-dessous examine les possibilités de réutilisation et de recyclage pour chaque matériau. Il est basé sur les informations fournies par les personnes interrogées et sur les résultats d'une étude documentaire.

Tableau 2 - Options potentielles à Madagascar

Matériaux	Options de réutilisation potentielles	Options de recyclage potentielles
Bois	<ul style="list-style-type: none"> • Réutilisation pour une construction auxiliaire (comme une écurie) • Bois combustible • Objets d'art 	<ul style="list-style-type: none"> • Objets d'art
Acier	<ul style="list-style-type: none"> • Réutiliser pour des constructions auxiliaires 	<ul style="list-style-type: none"> • Les produits peuvent être transformés en diverses fonctions si le soudage est possible. Comme les tables et bancs d'école
Vis	<ul style="list-style-type: none"> • Ils ne sont pas réutilisés 	<ul style="list-style-type: none"> • Production de charrettes, brouettes, clés, pelles, pioches, houes, machettes, chaises, etc.

¹³⁰ Informations fournies par l'équipe de terrain grâce à l'observation directe sur le terrain.

¹³¹ Le temps nécessaire à la décomposition du bois dépend de différents 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.

¹³² En fonction des conditions météorologiques et du séchage avant utilisation

¹³³ How Long It Takes 50 Common Items to Decompose | Stacker

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

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

Tableau 1 - Avantages, impacts et bonnes pratiques des matériaux

MATÉRIAUX	AVANTAGES	IMPACTS	MEILLEURES PRATIQUES
Bois et plantes	<ul style="list-style-type: none"> • Il «capture le carbone» (et d'autres gaz à effet de serre) pendant leur croissance. • Ne prend pas beaucoup de temps à se décomposer. • Il s'agit d'une ressource renouvelable lorsqu'elle est bien gérée. 	<ul style="list-style-type: none"> • L'espérance de vie est courte si elle n'est pas bien traitée. • Si le matériau est brûlé à la fin de sa durée de vie, il libère une grande quantité de CO₂ eq. dans l'atmosphère. • La culture d'eucalyptus dans les zones à faible pluviométrie peut avoir des effets négatifs sur l'environnement en raison de la concurrence pour l'eau avec d'autres espèces. • L'extraction peut entraîner la déforestation, des glissements de terrain, la dégradation des sols, la destruction des habitats, ainsi que des risques d'inondations, de crues soudaines, de sécheresses et un cycle croissant de difficultés. • Le transport du bois peut endommager davantage les forêts et les routes rurales. • Là où la transformation est effectuée, les usines mal gérées provoquent une pollution par les déchets solides, le bruit et l'air. • L'utilisation de produits chimiques toxiques à des fins de traitement présente des risques pour l'environnement et la santé. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dans la mesure du possible, évitez de surdimensionner ou de spécifier trop d'exigences. Réalisez une conception structurelle appropriée et calculez les besoins en bois en conséquence. • Minimiser les coupes de bois. • Traitez correctement le bois pour assurer sa durabilité à long terme. Il existe certainement plusieurs recettes de traitement du bois qui peuvent varier localement en fonction de la disponibilité des produits. • Réduire au minimum l'utilisation du bois pour les coffrages (le cas échéant), préférer les coffrages modulaires réutilisables. • Encourager la réutilisation du bois (par exemple, les cadres de portes et de fenêtres, les éléments structurels). • Les coupes de bois traité chimiquement doivent être considérées comme dangereuses et ne doivent jamais être utilisées comme bois de chauffage.
Décombres	<ul style="list-style-type: none"> • La pierre locale ne nécessite aucun transport et ne crée ni pollution ni déchets. • Il s'agit d'un matériau recyclable. • L'espérance de vie peut être très longue 	<ul style="list-style-type: none"> • L'extraction de roches non planifiée peut entraîner des glissements de terrain et des impacts hydrogéologiques. Sans planification ni protection, le dynamitage présente des risques professionnels. • Le transport de roches peut affecter les routes rurales. • L'extraction peut laisser de grandes fosses qui peuvent 	<ul style="list-style-type: none"> • Concevoir et construire correctement pour assurer la durabilité à long terme. • N'utilisez la pierre que dans les zones où elle peut être extraite sans danger ni impact sur l'environnement. • Adopter de bonnes pratiques de stockage et de chargement pendant le transport. • Mettre en œuvre des mesures visant à atténuer les

		<p>présenter des risques pour la santé.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La construction en pierre dans les zones sujettes aux tremblements de terre doit être réalisée avec une conception sismique. 	<p>effets négatifs de l'extraction, telles que le contrôle de l'érosion, les bassins de sédimentation et l'élimination correcte des déchets.</p>
<p>Acier</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La production d'acier est la plus consommatrice d'énergie au monde. • La production de l'acier a généré une grande quantité d'émissions de carbone. • Matériaux à longue durée de vie, qui prennent beaucoup de temps à se décomposer. 	<ul style="list-style-type: none"> • Réutilisable et recyclable • L'espérance de vie est une hauteur relative. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se procurer de l'acier auprès de fournisseurs réputés qui adhèrent à des pratiques d'approvisionnement durables et éthiques. S'assurer que l'acier n'est pas lié à l'exploitation minière illégale ou à la déforestation. • Mettre en œuvre des mesures strictes de contrôle de la qualité pour vérifier la qualité et la résistance de l'acier utilisé dans la construction, • Optimiser la conception pour minimiser la quantité d'acier nécessaire. • Envisager des matériaux alternatifs ou des conceptions qui utilisent moins d'acier tout en maintenant l'intégrité structurelle. • Encourager le recyclage et les bonnes pratiques d'élimination.