



Construction des prototypes finaux d'abris évolutifs – Camp de réfugiés de Farchana, Tchad – Mars 2025

Rapport Final Prototype d'Abri Évolutif – de l'Urgence au Développement

31 juillet 2025

Aide Internationale de la Croix-Rouge luxembourgeoise a.s.b.l.

Siège social : Parc de la Ville – 44, Boulevard Joseph II – L-1840 Luxembourg
T : (+352) 27 55 8000 – F : (+352) 27 55 8001 – aide.internationale@croix-rouge.lu
www.croix-rouge.lu – RC : F695 – TVA : LU24 74 78 58

croix-rouge 
luxembourgeoise
Menschen helfen

Table des Matières

A. Introduction

1. Informations Générales

- 1.1. Objectifs
- 1.2. Résultats Attendus
- 1.3. Agenda Révisée

B. Rapport Final

2. Construction des Prototypes Finaux

- 2.1. Rapport Technique sur la Construction des Prototypes Finaux

3. Évaluation des Prototypes Finaux

- 3.1. Monitoring et Évaluation (M&E) Qualitatifs – Comparaison avec les Alternatives
- 3.2. Monitoring et Évaluation (M&E) Quantitatifs – Évaluation Finale des Indicateurs de Qualité de l'Environnement Intérieur (QEI)

4. Évaluation des Solutions Innovantes Testées

- 4.1. Évaluation des Différentes Techniques de construction en Terre pour les Murs en Phase de Transition / Développement
- 4.2. Évaluation des Panneaux SAM comme Alternative pour la Toiture, les Portes et les Volets

5. Communication des Résultats & Reporting

- 5.1. Liste et Rapport des Initiatives de Communication des Résultats
- 5.2. Rapport sur l'Événement Final de Communication des Résultats (*Croix-Rouge luxembourgeoise, 17.07.2025*)

C. Leçons Apprises et Recommandations

6. Résultats Clés et Constats de Fin de Projet

6.1. Principales Leçons Tirées et Résultats Obtenus


D. Annexes

1. M&E Quantitatif – Rapports et Graphiques LogTag
2. Accord de Donation – AICRL / MIC – Panneaux SAM
3. Liste des Participants à l'Événement Final de Communication des Résultats (*Croix-Rouge luxembourgeoise, 17.07.2025*)
4. Rapport Financier Final

A. Introduction

1. Informations Générales

1.1. Objectifs

Titre du Rapport	Rapport Final - Prototype d'Abri Evolutif – de l'Urgence au Développement	
Pays	Luxembourg, Tchad	
Localisation	Luxembourg (Luxembourg) N'Djamena (Tchad) Province de l'Ouaddaï (Adré, Farchana, Abéché) (Tchad)	
Objectifs	Contribuer à la réduction de l'impact des crises prolongées en appliquant l'approche du nexus humanitaire-développement. S'appuyant sur les échanges tenus lors de la conférence 'Innovation dans l'Habitat Humanitaire' (Luxembourg, 2023), un modèle d'abri adaptable a été développé - conçu pour évoluer de la phase d'urgence à celle du développement - adapté au contexte de la crise des réfugiés au Tchad et validé à la fois techniquement et par la communauté (cf. Annexe 3 de la Convention de Donation 'Innovation dans l'Habitat Humanitaire', signée entre le FVEMT et l'AICRL).	
Projet	19LU29 – « Luxembourg Humanitarian Hub »	
Responsable	Aide Internationale de la Croix-Rouge luxembourgeoise (AICRL)	
Duration	2023 – juillet 2025	
Date du Rapport	30 septembre 2025	
Auteur	Ana Carolina Helena, Shelter Officer – Shelter Research Unit (SRU)	

Le projet 19LU29 « Luxembourg Humanitarian Hub », mis en œuvre par le Département International de la Croix-Rouge luxembourgeoise (AICRL), financé par la Fondation Veuve Emile Metz-Tesch (FVEMT) et développé en partenariat avec la Croix-Rouge du Tchad (CRT), avait pour principaux objectifs de contribuer à la réduction de l'impact des crises prolongées en appliquant l'approche du nexus humanitaire-développement, et de s'appuyer sur les échanges tenus lors de la conférence « Innovation dans l'Habitat Humanitaire » (Luxembourg, 2023) afin de développer un modèle d'abri adaptable - évoluant de la phase d'urgence vers le développement - adapté au contexte de la crise des réfugiés au Tchad et validé tant techniquement que par la communauté.

Ce rapport final, rédigé à l'issue du projet, a pour but de compiler toutes les informations clés et résultats issus de la dernière phase de construction — notamment l'achèvement des cinq (5) abris prototypes finaux — et d'assurer un compte-rendu approprié sur l'atteinte des résultats et produits attendus globaux du projet (*voir également l'Annexe 4. Rapport Financier Final*).

1.2. Résultats Attendus

Selon l'Annexe 3 : Les critères d'évaluation du projet de la Convention de Donation « Innovation dans l'Habitat Humanitaire » entre la Fondation Veuve Emile Metz-Tesch et l'Aide Internationale de la Croix-Rouge luxembourgeoise, a.s.b.l., les résultats attendus de ce projet étaient les suivants :

- **Un prototype d'abri évolutif, de l'urgence au développement**, adapté au contexte de la crise des réfugiés au Tchad ;

Un modèle de prototype d'abri évolutif, basé sur la conférence scientifique tenue en octobre 2023, a été adapté et conçu au début de l'année 2024 par la précédente collaboratrice de l'AICRL, Isabel de la Vega Meroño, pour le contexte de la crise dans l'est du Tchad. Cette première conception a été mise en œuvre lors de la première phase de construction – les trois premiers abris tests.

- **Les plans et cahiers des charges pour le prototype ont été développés ;**

Tous les plans techniques nécessaires à la construction ont été élaborés par l'ancienne collaboratrice de l'AICRL, Isabel de la Vega Meroño, avant le début de la première phase de construction.

- **Un prototype a été construit, et un rapport sur le processus d'activité a été produit ;**
- **Les leçons tirées de la mise en œuvre du prototype pilote ont été analysées ;**
- **Des modifications des plans, détails de construction et spécifications quantitatives ont été introduites** sur la base des leçons tirées de la mise en œuvre du premier prototype ;

Entre septembre et décembre 2024, trois premiers prototypes d'abris ont été construits près du bureau de la Croix-Rouge d'Adré, à trois stades différents de développement, afin de garantir la faisabilité du design proposé. Après la mission de suivi en novembre-décembre 2024, une évaluation technique de ces trois prototypes presque terminés a été réalisée, et ses conclusions principales ont été intégrées dans le rapport de mission respectif (voir 3. Évaluation des Prototypes Test et 3.1 Évaluation Technique des Prototypes Test). Suite à ce rapport, les leçons apprises ont été rédigées, ainsi que les plans techniques et les devis quantitatifs (BoQ), en préparation de la construction des cinq prototypes finaux contractuels.

- **Au moins cinq abris ont été mis en œuvre** en conditions réelles ;
- **Suivi, validation technique et communautaire des cinq abris construits.**

Cinq (5) prototypes finaux d'abris, basés sur le design révisé, ont été construits dans le camp de réfugiés de Farchana entre janvier et mars 2025. L'évaluation des cinq prototypes finaux a été menée entre avril et mai 2025, à la fois par la collecte de données quantitatives – i.e. la mesure des indicateurs de Qualité de l'Environnement Intérieur (QEI), tels que la température intérieure et l'humidité relative, pour comparaison avec la situation de référence - et de données qualitatives – i.e. l'évaluation de l'intégration des aspects clés soulevés par la communauté lors des entretiens avec informateurs clés (KII), réalisés pendant la mission de suivi sur le terrain.

1.3. Agenda Révisée

Le tableau suivant présente l'agenda révisé du projet, marquant ses étapes clés :

	2023	2024				2025		
	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3
Concours de Design / Conférence Scientifique								
Développement du Design Contextualisé								
Prototypes Test - Achats & Planification								
Prototypes Test - Construction								
Prototypes Test – Monitoring & Évaluation								
Mission Terrain (incluant M&E et Révision du Design)								
Prototypes Finaux - Achats & Planification								
Prototypes Finaux- Construction								
Prototypes Finaux – Monitoring & Évaluation								
Communication des Résultats								
Reporting								

Fig 1 – Agenda révisé du projet, marquant la mise en œuvre de ses phases clés.

Des retards ont été rencontrés, en particulier au début des deux phases de construction. Ceux-ci étaient principalement dus à des contraintes logistiques et de transport, notamment entre fin juin et début septembre, période durant laquelle les achats et le transport de matériaux tant régionaux que nationaux sont très limités. Par ailleurs, les marchés locaux sont de plus en plus appauvris et tendus en raison de l'arrivée continue d'un grand nombre de réfugiés soudanais. Cet afflux a considérablement augmenté la population dans les villages tchadiens frontaliers, aggravé par le conflit en cours à la frontière.

En conséquence, un avenant d'un mois a été signé entre les parties, accordant une prolongation sans frais pour reporter la date de conclusion prévue du 30-06-2025 au 31-07-2025. Cette prolongation visait à garantir l'achèvement des activités finales de monitoring et évaluation (M&E), faciliter la compilation des données, finaliser les obligations de reporting et organiser un

événement final de communication des résultats au Luxembourg, en présence de tous les principaux acteurs du projet.



Fig 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8 – Photos des principales étapes du projet : (1) sélection du design étudiant gagnant, lors de la conférence internationale organisée en octobre 2023 ; (2) développement du design technique contextualisé, pour garantir son applicabilité dans le contexte de l'est du Tchad ; (3) construction des trois premiers prototypes d'abris, à Adré, en novembre 2024 ; (4) mission de terrain de soutien, en novembre–décembre 2024, pour assurer le monitoring et l'évaluation (M&E) de la première phase de construction ainsi que collecter les informations nécessaires à la révision des plans techniques et des devis quantitatifs (BoQ) en conséquence ; (5) construction des cinq prototypes finaux, dans le camp de réfugiés de Farchana, entre janvier et mars 2025 ; (6) réalisation des activités finales de S&E et (7) communication des résultats, en juin–juillet 2025.

B. Rapport Final

2. Construction des Prototypes Finaux

2.1. Rapport Technique sur la Construction des Prototypes Finaux

Sur la base des plans techniques révisés et des devis quantitatifs (BoQ) développés lors et après la mission de terrain de soutien (voir « *Rapport de Mission – Prototype d'Abri Évolutif – de l'Urgence au Développement* »), cinq (5) prototypes finaux d'abris ont été construits entre janvier et mars 2025 dans l'extension du camp de réfugiés de Farchana.



Fig 9, 10, 11, 12, 13, 14 et 15 – Photos illustrant la construction des cinq (5) derniers prototypes finaux d'abris, dans le camp de réfugiés de Farchana, entre janvier et mars 2025.

Les prototypes finaux des abris, réalisés en mobilisant la main-d'œuvre locale – incluant des travailleurs de la communauté locale et des réfugiés –, ont été construits lors de la dernière phase de développement (Phase 5 « Développement »), en intégrant des modifications conformément aux solutions proposées pour répondre aux défis techniques et aux faiblesses identifiées lors de la mission de terrain de soutien conduite en novembre–décembre 2024. Toutefois, différentes techniques de construction en terre ont été utilisées pour l'achèvement des murs transitionnels ainsi que différents matériaux pour la toiture, afin de permettre l'évaluation des meilleures combinaisons non seulement en termes de prix et de résistance structurelle, mais aussi de qualité environnementale intérieure.

Les cinq abris finaux ont été construits comme suit :

- **abri final 1** – Briques cuites (murs) ; tôles ondulées (toiture, portes et volets) ;
- **abri final 2** – Adobe (murs) ; tôles ondulées (toiture, portes et volets) ;
- **abri final 3** – Adobe (murs) ; tôles ondulées (toiture, portes et volets) ;
- **abri final 4** – Adobe (murs) ; panneaux SAM (toiture, portes et volets) ;
- **abri final 5** – Briques de terre comprimée (BTC) (murs) ; tôles ondulées (toiture, portes et volets).

Sur le plan de la conception et de la construction, les modifications suivantes ont été intégrées avec succès :

- **la hauteur du prototype d'abri a été légèrement réduite** – passant d'un maximum de 2,90 m au point le plus haut à 2,70 m sur le côté opposé ; cette légère réduction, qui maintient néanmoins une hauteur totale légèrement supérieure aux modèles comparables, permet de préserver la grille de ventilation entre les murs et la structure de la toiture, sans compromettre sa résistance structurelle en cas de vents forts ou de pluies abondantes ;
- **une solution de fondation sèche a été mise en œuvre** – comme prévu, remplaçant les fondations en béton coulées utilisées lors de la première phase de construction ; celles-ci se sont révélées appropriées (ayant prouvé leur solidité structurelle), tout en permettant la réutilisation de la charpente en bois en cas de besoin – un des matériaux les plus rares dans la région ;
- **la réduction de l'utilisation de ciment et de bois** – les modifications apportées à la solution matérielle pour les fondations (remplacement du béton par du sable et des cailloux) et les murs (priorisation des adobes et des BTC au lieu des briques cuites, qui nécessitent une grande quantité de bois pour leur cuisson) ont permis une réduction significative de l'usage du ciment et du bois, diminuant ainsi le coût global ainsi que l'impact environnemental négatif des opérations ;

- **les renforcements prévus pour la toiture ont été réalisés** – comme suggéré après l'évaluation des premiers prototypes construits, les colonnes en bois de la structure de toiture ont été ancrées dans les murs porteurs des prototypes finaux et la liaison entre le toit et les murs a été renforcée par l'enroulement de fil plat autour de certaines rangées supérieures de briques ; cela garantit la stabilité structurelle de la toiture sans compromettre la stratégie de réutilisation des matériaux nécessaire en situation d'urgence ;
- **la surface utile a été légèrement augmentée** – en reconsidérant le positionnement des murs porteurs lors des dernières phases de développement, comme anticipé, il a été possible d'augmenter la surface utile de 2,3 m² par abri – sans augmenter les coûts ni la quantité de matériaux utilisés ;
- **le débord de toiture a également été augmenté** – le débord initialement prévu de 30 cm a été étendu à 50 cm afin de mieux protéger les murs en terre de l'exposition directe au soleil et des fortes pluies ; cet ajustement devrait améliorer la durabilité des enduits en terre utilisés sur les unités en adobe, tout en offrant une plus grande zone ombragée aux ménages.

Les abris finaux ont été achevés en environ 4 à 5 semaines, incluant toutes les phases de construction et la production des BTC sur site (pour l'abri les intégrant). Le crépissage des trois abris construits avec des adobes produits et achetés localement a également été planifié ultérieurement afin d'assurer leur résistance à la saison des pluies ; une activité qui a pris 2 à 3 jours de travail supplémentaires.

À l'issue de la construction, et comme convenu précédemment, les prototypes finaux d'abris ont été donnés au CNARR, l'équipe de gestion du camp, pour un usage non résidentiel comme prévu (ils sont destinés à répondre à d'autres besoins tels que le stockage).




3. Évaluation des Prototypes Finaux

3.1. Monitoring et Évaluation (M&E) Qualitatifs – Comparaison avec les Alternatives

Afin de garantir une évaluation adéquate de la solution finale, un tableau comparatif entre les modèles actuellement utilisés et ce nouveau prototype a été élaboré, en tenant compte de leurs externalités positives et négatives ainsi que des variables identifiées comme préoccupations majeures lors des entretiens avec informateurs clés (KIs) réalisés durant la mission de terrain de soutien (*voir*

4.6. Questionnaire / Entretien avec Informateurs Clés (KIs) avec les Réfugiés et la Communauté Locale, « Rapport de Mission – Prototype d'Abri Évolutif – de l'Urgence au Développement »).

Le tableau suivant présente les informations générales recueillies sur les modèles déjà présents dans le camp de réfugiés de Farchana (Abri d'urgence du HCR et Better Shelter), ainsi que sur le nouveau modèle évolutif développé. Il compare également la manière dont ces différents modèles répondent aux préférences auto-déclarées de la population cible, conformément aux informations issues des consultations communautaires et des entretiens avec informateurs clés (KIs) menés en novembre-décembre 2024, lors de la mission de terrain de soutien.

Modèles d'Abris d'Urgence utilisés dans le Camp de Réfugiés de Farchana Camp			
	UNHCR Emergency Shelter	Better Shelter	Nouveau Modèle Évolutif
			
	DESCRIPTION GÉNÉRALE		
Description	Abri rectangulaire, pièce unique, avec toit à deux pans, une seule entrée sur l'une des façades les plus longues et une seule fenêtre sur la façade opposée	Abri rectangulaire, pièce unique, avec toit à deux pans, une seule entrée sur l'une des façades les plus longues et quatre fenêtres (deux sur chacune des façades les plus longues)	Abri rectangulaire, composé de deux pièces, avec un toit à deux pans, deux entrées distinctes sur les deux façades les plus longues, et quatre fenêtres (deux sur chaque façade longue).
Dimensions (Surface Couverte) (Hauteur Maximale)	~4 x 6m (24m ²) (2,40/2,50m)	~3,5 x 5,5m (19,25m ²) (2,50m)	~3,5 x 5,5m (19,25m ²) (2,90m)
Capacité Maximale (m ² / personne)	5 (~4,8m ² / personne)	5 (~3,85m ² / personne)	5 (~3,85m ² / personne)
Prix	~800 - 1000\$ (~685,54 - 856,92€) *	~1250\$ (~1 071,08€)*	~1 153€ (Urgence) + ~661 - 843€ (Transition / Développement)**
Matériaux	(Fondations) Béton (Structure) Bois (Murs) toile en plastique (Fenêtres / Portes) Tôles Ondulées (CGI) (Toiture) Tôles Ondulées (CGI)	(Fondations) Béton (Structure) Métallique (Murs) PVC (Fenêtres / Portes) PVC (Toiture) PVC	(Fondations) Sable / Gravier (Structure) Bois (Murs) Bâche plastique, Adobes, BTC (briques de terre comprimée) (Fenêtres / Portes) Tôles ondulées (CGI), Panneaux SAM

			(Toiture) Tôles ondulées (CGI), Panneaux SAM
Ventilation (Fenêtres) (Portes) (Autres Ouvertures)	(1 fenêtre de taille moyenne) (1 porte) (pas d'autres ouvertures)	(4 fenêtres de petite taille) (1 porte) (pas d'autres ouvertures)	(4 fenêtres de taille moyenne) (2 portes) (ouverture de ventilation entre les murs et la toiture)
Température (Interne vs. Externe)	(40,5 °C à l'intérieur, pour 37,5 °C à l'extérieur) (~ +3 °C à l'intérieur) (mesuré à 12h00, en décembre 2024)	(42,5 °C à l'intérieur, pour 37,5 °C à l'extérieur) (~ +5 °C à l'intérieur) (mesuré à 12h00, en décembre 2024)	(37,3 °C à l'intérieur, 41,5 °C à l'extérieur) (~ -4 °C à l'intérieur) (mesuré à 12h00, en mai 2025; abri avec murs en adobe et toiture en tôles CGI) ***
PRÉFÉRENCES EN MATIÈRE DE DESIGN / MATÉRIEAUX / SOCIO-CULTURELLES (selon les consultations communautaires / entretiens avec informateurs clés (Klls))			
Surface couverte plus grande (plus d'espace pour un ménage de 5 personnes)	~4,8m ² / personne (au-dessus des normes minimales du Sphère pour les climats chauds et arides (3,5 m ²))	~3,85m ² / personne (légèrement au-dessus des normes minimales du Sphère pour les climats chauds et arides (3,5 m ²))	~3,85m ² / personne (légèrement au-dessus des normes minimales du Sphère pour les climats chauds et arides (3,5 m ²))
Zone ombragée plus grande (protection contre le soleil)	Léger débord de toit (~15 cm)	Pas de débord de toit	Grand débord de toit (~50 cm)
Possibilité de diviser l'espace (assurer la séparation hommes-femmes pour le sommeil)	Limité (pas de charnières dans la structure en bois, aucun matériau fourni pour les cloisons internes)	Très limité (modèle préfabriqué, pas de charnières ni de matériaux fournis pour les cloisons internes, et manque de solidité structurelle pour les réaliser)	Oui (deux pièces séparées, avec un mur commun et des entrées indépendantes)
Plus d'une entrée indépendante (pour assurer l'autonomie des familles multigénérationnelles ou polygames)	Non	Non	Oui (deux entrées séparées – portes –, sur deux façades opposées)
Matériaux de construction à plus grande inertie thermique (contrôle passif de la température)	Non (murs en bâches plastiques et toit en tôles ondulées)	Non (panneaux de murs et de toit en PVC)	Oui, en phase de transition / développement (murs en terre (en remplacement des bâches plastiques) et toit en tôles ondulées ou panneaux SAM (fibres naturelles compressées))
Matériaux de construction plus insonorisants	Non	Non	Oui, en phase de transition / développement (la construction en terre assure une isolation acoustique passive / dans l'abri utilisant des panneaux SAM, le bruit intérieur dû à la pluie forte frappant le toit est également réduit par rapport aux tôles ondulées)
Murs et structure de toiture plus solides sur le plan structurel (résistance aux fortes pluies et vents violents)	Partiellement	Limité (avec de nombreuses plaintes concernant les panneaux de toiture souvent arrachés lors de vents violents)	Oui, surtout en phase de transition / développement (la structure de toiture encadrée dans les murs porteurs en terre et les renforts en fil de fer plat assurent une meilleure solidité structurelle)

Plus grande résistance aux inondations	Limitée <i>(des sacs de sable ont été distribués auparavant pour protéger les fondations et les bâches, selon les besoins)</i>	Limitée <i>(des sacs de sable ont été distribués auparavant pour protéger les fondations et les bâches, selon les besoins)</i>	Oui, surtout en phase de transition / développement <i>(le sous-sol en briques cuites de 50 cm de hauteur assure l'étanchéité et empêche le contact entre le sol et les briques de terre)</i>
Plus de fenêtres, de taille raisonnable, placées assez haut <i>(pour préserver l'intimité tout en assurant une bonne ventilation)</i>	Très limité <i>(une seule fenêtre de taille moyenne est installée sous le niveau des yeux sur le mur opposé à la porte, sans ouvertures supplémentaires)</i>	Limitée <i>(4 petites fenêtres, légèrement en dessous du niveau des yeux, sur des façades opposées)</i>	Oui <i>(4 fenêtres de taille moyenne, légèrement en dessous du niveau des yeux, sur des façades opposées, plus une grille de ventilation entre les murs et la structure de la toiture)</i>
Possibilité de verrouiller les portes et fenêtres <i>(pour assurer la sécurité)</i>	Oui, partiellement <i>(des serrures ont été fournies pour les portes, mais pas toujours pour les fenêtres, et les bâches plastiques peuvent être facilement coupées)</i>	Oui <i>(des serrures ont été fournies pour les portes, mais pas toujours pour les fenêtres, et les bâches plastiques peuvent être facilement coupées)</i>	Oui, surtout en phase de transition / développement
Entretien indépendant, facile, le moins coûteux possible / Facile à "transitionner"	Limitée <i>(l'entretien peut être partiellement réalisé par les bénéficiaires, qui dépendent toutefois de la distribution des matériaux nécessaires / modèle non conçu pour prendre en compte la réutilisation des matériaux en phase de transition / développement)</i>	Très limitée <i>(l'entretien ne peut pas être assuré par les bénéficiaires, car il s'agit d'une solution modulaire / modèle non conçu pour prendre en compte la réutilisation des matériaux en phase de transition / développement)</i>	Oui <i>(l'entretien peut être réalisé par les bénéficiaires, avec des matériaux bon marché et faciles à trouver / modèle conçu pour permettre la réutilisation des matériaux en phase de transition / développement)</i>

Fig 16 – Tableau récapitulatif comparant les modèles existants en usage et le prototype final développé, selon des indicateurs qualitatifs.

* Nous n'avons pas pu trouver de document récent avec des dévis (BoQ) mis à jour permettant de confirmer le coût unitaire exact de ces modèles d'abris basés sur les prix de 2024 dans la province d'Ouddai, particulièrement à Farchana. Les estimations présentées sont basées sur des informations recueillies lors de discussions avec des professionnels humanitaires travaillant dans la région, donc des variations par rapport aux coûts exacts sont à prévoir (notamment des augmentations liées à l'inflation galopante).

** Tous les prix ont été calculés à partir d'une étude de marché réalisée à Farchana en novembre/décembre 2024 ; des variations sont possibles selon la disponibilité des matériaux tout au long de l'année et les contraintes de transport.

*** Les comparaisons directes entre les indicateurs de confort thermique ne peuvent pas être faites directement entre les trois modèles, car les mesures ont été prises à des périodes différentes de l'année et avec des outils différents.

Globalement, le modèle évolutif développé montre une réponse clairement meilleure à un éventail plus large de préoccupations liées au design, aux matériaux et aux aspects socioculturels exprimés par la population affectée, en particulier comparé aux solutions existantes. Cependant, des améliorations supplémentaires restent nécessaires - notamment en phase d'urgence - dans des domaines tels que le confort thermique, l'isolation phonique et la sécurité. Ce projet pilote et ses résultats constituent, en tout cas, un excellent exemple de l'approche pratique de la recherche menée par l'AICRL, née de véritables défis rencontrés dans nos zones d'intervention.

3.2. Monitoring et Évaluation (M&E) Quantitatifs – Évaluation Finale des Indicateurs de Qualité de l'Environnement Intérieur (QEI)

Parallèlement à l'évaluation qualitative des prototypes finaux, des senseurs – LogTag TRIX-8¹ et HAXO-8² – ont été installés pour mesurer la température extérieure, la température intérieure et l'humidité relative intérieure (comme indiqué dans le tableau ci-dessous), afin de mieux comprendre comment ces paramètres varient en fonction des matériaux utilisés pour les murs et la toiture. Les LogTags ont été installés conformément à ce qui était prévu lors de la mission de terrain de soutien (voir 5.3. *Organisation de l'Évaluation Finale des Indicateurs de Qualité Environnementale Intérieure (IEQ)*, « *Rapport de Mission – Prototype d'Abri Évolutif – de l'Urgence au Développement* ») :

- **LogTag TRIX-8**, pour mesurer la variation de la température extérieure, installé à l'extérieur des abris, suspendu au bord du débord de toit, au centre de l'une des façades les plus longues, à environ 2,20 m du sol.
- **LogTag HAXO-8**, pour mesurer la variation de la température intérieure et de l'humidité relative, installé à l'intérieur des abris, suspendu aux poutres horizontales composant la structure de la toiture, à environ 1,70 m du sol.

Les senseurs ont été installés après l'achèvement des cinq (5) abris finaux et activés début mai. Ils ont été programmés pour mesurer ces trois paramètres toutes les heures pendant une semaine (7 jours, du 7 au 14 mai).

Le tableau suivant présente les données clés enregistrées par les senseurs — incluant les valeurs maximales, moyennes et minimales des trois variables mesurées : température extérieure, température intérieure et humidité relative intérieure. Ces données apportent des informations précieuses sur les combinaisons de matériaux qui contribuent à une meilleure qualité environnementale intérieure (IEQ).

Des températures intérieures plus basses, notamment lors des pics de température extérieure, ainsi que des niveaux d'humidité relative intérieure conformes aux normes recommandées, sont étroitement liés à une meilleure santé et un meilleur confort. Ces facteurs doivent être soigneusement pris en compte lors du choix des combinaisons de matériaux pour les futures mises en œuvre et pour la potentielle reproduction à grande échelle de ce modèle d'abri évolutif.

¹ LogTag Recorders. *LogTag TRIX-8* [Fiche produit]. <https://www.logtag-recorders.com/fr/hardware/trix-8/>

² LogTag Recorders. *LogTag HAXO-8* [Fiche produit]. <https://www.logtag-recorders.com/en/hardware/haxo-8/>



Assemblage Matrix for Final Test Shelters' IEQ Evaluation					
	Final Shelter 1	Final Shelter 2	Final Shelter 3	Final Shelter 4	Final Shelter 5
	Walls Fired Bricks	Walls Adobes (Banco)	Walls Adobes (Banco)	Walls Adobes (Banco)	Walls CEB's
	Roofing / Doors / Window Shutters CGI's	Roofing / Doors / Window Shutters CGI's	Roofing / Doors / Window Shutters CGI's	Roofing / Doors / Window Shutters SAM Panels	Roofing / Doors / Window Shutters CGI's
	Int – HAXO-8 (1) Ext – TRIX-8 (1)	Int – HAXO-8 (2) Ext - TRIX-8 (2)	x	Int – HAXO-8 (3) Ext - TRIX-8 (3)	Int – TRIX-8 (4) Ext - TRIX-8 (5)
Temperature (°C)					
Outdoor	(Maximum) 43,3C (Average) 33,9C (Minimum) 24,8C	(Maximum) 42,7C (Average) 33,8C (Minimum) 24,8C		(Maximum) 43,7C (Average) 33,7C (Minimum) 24,8C	(Maximum) 47C (Average) 34,7C (Minimum) 24,6c
Indoor	(Maximum) 40,9C (Average) 34,2C (Minimum) 26,8C	(Maximum) 39,7C (Average) 33,9C (Minimum) 26,3C		(Maximum) 39,8C (Average) 33,3C (Minimum) 25,6C	(Maximum) 40,1C (Average) 33,6C (Minimum) 25,9C
Relative Humidity (%)					
Indoor	(Maximum) 20,5% (Average) 7,6% (Minimum) 2%	(Maximum) 14,6% (Average) 11% (Minimum) 5,7%		(Maximum) 22,6% (Average) 8,1% (Minimum) 2,6%	(Maximum) x (Average) x (Minimum) x

Fig 17 – Matrice d'évaluation de la qualité environnementale intérieure (IEQ) des abris finaux de test, compilant les données recueillies sur la température extérieure, la température intérieure et l'humidité relative intérieure, en mai 2025.

Même si les mesures ont été prises à très petite échelle, sans prendre en compte, par exemple, le positionnement ou l'exposition au soleil, certaines tendances peuvent être observées :

- **En utilisant des techniques de construction en terre pour les murs, en phase de transition / développement, il est possible de réduire passivement de manière significative la température à l'intérieur des abris** – en moyenne, en considérant les températures maximales enregistrées à l'intérieur et à l'extérieur, cette approche permet une diminution d'environ 4°C par rapport aux modèles d'abris existants, où les températures intérieures (mesurées en décembre 2024 à 12h00) étaient de 3 à 5°C plus élevées que les températures extérieures.
- **En utilisant des panneaux SAM pour la toiture, au lieu de tôles ondulées (CGI), une légère baisse supplémentaire de la température intérieure devrait être observée** – une comparaison entre les abris finaux 2 et 4 – tous deux avec des murs en adobe, mais le modèle 2 avec une toiture CGI classique et le modèle 4 équipé de panneaux SAM – indique

qu'en se basant sur les températures maximales intérieures et extérieures enregistrées, une réduction supplémentaire d'environ 1°C de la température intérieure peut être attendue avec l'utilisation des panneaux SAM.

- **Dans tous les modèles, l'humidité relative intérieure s'est révélée très basse** – probablement en miroir des conditions extérieures ; de tels niveaux faibles d'humidité relative intérieure sont toutefois préoccupants car ils sont liés à de nombreux problèmes de santé évitables, notamment le dessèchement des muqueuses (ex. nez, gorge, poumons), l'irritation des voies respiratoires (ex. asthme, allergies), un risque accru d'infections respiratoires (ex. rhume, grippe, bronchite), de transmission virale (ex. SARS-CoV-2 (COVID-19)) ainsi que des irritations des yeux et de la peau (ex. peau sèche et qui gratte (xérose), lèvres gercées, yeux secs et irrités). Selon l'OMS³, les niveaux d'humidité intérieure devraient idéalement se situer entre 30 % et 60 %.

4. Évaluation des Solutions Innovantes Testées

4.1. Évaluation des Différentes Techniques de construction en Terre pour les Murs en Phase de Transition / Développement

Pour la construction des cinq (5) abris finaux de test, trois (3) techniques différentes de construction en terre ont été utilisées pour les murs :

- **adobes (briques de terre crue)**, achetées telles quelles auprès de producteurs locaux, dans trois (3) d'entre eux ;
- **briques de terre comprimée (BTC)**, produites avant la construction par des maçons et volontaires locaux, dans un (1) d'entre eux ;
- **briques cuites**, achetées telles quelles auprès de producteurs locaux, dans un (1) d'entre eux.

Ces différentes techniques de construction en terre ont été employées pour permettre des tests complémentaires, dans le but d'identifier l'option la plus adaptée au contexte spécifique de ce camp et de cette région. L'évaluation a pris en compte plusieurs facteurs, notamment l'impact environnemental, la performance de la qualité environnementale intérieure (IEQ), l'acceptation socioculturelle et le coût. Les adobes et les briques cuites ont été approvisionnés localement et utilisés tels quels — achetés auprès de producteurs locaux identifiés lors de la mission de suivi réalisée en novembre/décembre 2024. En revanche, les briques de terre comprimée (BTC) ont été

³ World Health Organization. (n.d.). *Moisture control and ventilation*. In *WHO Guidelines for Indoor Air Quality*. NCBI Bookshelf. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK143947>.

produites sur place par des techniciens locaux embauchés et des volontaires, sous la supervision de techniciens de la Croix-Rouge tchadienne (délégués à la Croix-Rouge luxembourgeoise), ayant reçu une formation préalable à la technique.

Comme il n'existait pas de capacité locale de production de BTC auparavant, une nouvelle chaîne de production et un espace de stockage dédié et adapté ont dû être mis en place dans le camp de réfugiés de Farchana, près du chantier, en préparation de la construction des abris finaux de test. Des équipes de travail, composées de volontaires locaux de la Croix-Rouge et de réfugiés qualifiés identifiés par leurs représentants, ont été formées à la fois pour assurer la production nécessaire de BTC et pour la construction ultérieure des cinq (5) abris finaux de test. Tous les investissements initiaux réalisés pour permettre la production locale de BTC témoignent de l'engagement de l'AICRL en faveur de la durabilité dans ses opérations, du renforcement de la Société nationale partenaire et du développement des capacités locales.

Les équipes travaillant sur la chaîne de production des BTC ont commencé par tamiser la terre fournie, la mélanger avec du sable, du ciment et de l'eau (conformément au test de construction en terre réalisé auparavant), puis la compresser à l'aide des deux presses manuelles achetées et réparées (voir chapitre 5.1 Préparation à la production de BTC pour les murs en phase de transition / développement, Rapport de mission « Prototype d'abri évolutif – de l'urgence au développement »). Deux équipes, chacune composée de quatre (4) personnes, ont accompli la tâche – produisant environ 3 500 à 4 000 BTC nécessaires à la construction d'un des abris finaux de test utilisant cette technique – en environ deux semaines et demie, travaillant deux (2) quarts de 4 heures par jour (soit un total de 8 heures/jour).

Les BTC ont ensuite été séchées pendant environ 21 jours avant utilisation, dans un entrepôt construit à cet effet – posées sur des bâches plastiques pour éviter le contact direct avec le sol – et aspergées d'eau selon les besoins pour contrôler la vitesse de séchage (en raison des températures élevées) afin de prévenir les fissures, améliorer la maturation et la résistance, et éviter la poussière en surface (ce qui pourrait affaiblir la couche extérieure des briques et compromettre l'adhérence du mortier et du plâtre).





Fig 18, 19, 20, 21, 22, 23 et 24 – Plusieurs photos montrant la ligne de production de BTC sur site, utilisant deux presses manuelles et le stockage pour le séchage avant l'assemblage (18 à 23), ainsi que les prototypes finaux d'abris, construits en utilisant les différentes techniques de construction en terre mentionnées ci-dessus (24).

L'assemblage ultérieur des différentes briques, achetées ou produites sur site, a été réalisé de manière similaire – en utilisant un mortier localement employé, composé principalement de terre et de sable. À l'issue de la construction et de l'évaluation des abris, nous pouvons, à ce stade, tirer les conclusions suivantes :

- **Bien que les BTC présentent des avantages indéniables – solidité structurelle, meilleure résistance à la saison des pluies, absence de besoin d'enduit, et faibles**

exigences d'entretien – ils restent, pour le moment, sensiblement plus coûteux que les briques cuites, et surtout que les adobes. Il est envisageable d'atteindre un coût unitaire comparable, mais cela dépend fortement d'investissements initiaux dans des presses plus performantes ainsi que dans d'autres outils et infrastructures nécessaires à la production de BTC.

- **En ce qui concerne la qualité de l'environnement intérieur (IEQ), les différentes techniques de construction en terre affichent des performances comparables** – aucun avantage significatif n'a été observé entre les trois méthodes employées. Toutes ont démontré une capacité constante de régulation thermique passive, avec une baisse moyenne des températures intérieures d'environ 4 °C par rapport à l'extérieur.
- **À l'heure actuelle, l'option la plus pertinente demeure l'utilisation d'adobes produits localement, en raison de leur excellent rapport coût-efficacité et de leur production déjà répandue à l'échelle locale.** Toutefois, pour garantir la durabilité des constructions, il est essentiel de sensibiliser à l'importance de tester, tamiser et bien mélanger la terre avant utilisation ; de crépir régulièrement (annuellement, après chaque saison des pluies) ; d'éviter tout contact direct avec le sol ; et décourager l'utilisation de mortiers ou des crépis à base de ciment, qui réagissent avec les blocs et les détériorent progressivement.

4.2. Évaluation des Panneaux SAM comme Alternative pour la Toiture, les Portes et les Volets

À leur arrivée à N'Djamena en décembre 2024 (*voir 5.2 Test des Panneaux SAM comme Alternative pour les Toitures, Portes et Volets, Rapport de Mission – Prototype d'Abri Évolutif – de l'Urgence au Développement*), les panneaux - un test issu d'un accord pionnier entre le secteur humanitaire et le secteur privé - ont ensuite été expédiés par camion vers le camp de réfugiés de Farchana. L'envoi est arrivé en janvier 2025 et comprenait, comme convenu (*voir Annexe 2 – Accord de Donation – AICRL / MIC – Panneaux SAM*) :

- **175 panneaux SAM Pure Bovine Processed Fiber (120 cm x 80 cm x 2,5 mm)** – destinés à la toiture de l'un des abris de test finaux, composés de deux couches (assemblées respectivement à l'horizontale et à la verticale), pré-découpés et prêts à être montés ;

15 panneaux SAM Solid 5 BPF SAM Pure Bovine Processed Fiber (120 cm x 80 cm x 5 mm) – destinés aux portes et volets du même abri, à découper sur place avant l'assemblage.

Les équipes de construction ont indiqué que la découpe des panneaux (à l'aide d'une scie standard) ainsi que leur fixation sur la structure de toiture (avec des pointes classiques, similaires à ceux utilisés pour les tôles ondulées) se sont révélées relativement simples, ne nécessitant ni

précautions particulières ni compétences spécifiques. En termes de durée, le montage des panneaux SAM s'est avéré comparable à celui d'une solution de toiture standard.

Concernant les externalités positives potentielles en matière de santé publique, l'évaluation de la qualité de l'environnement intérieur (voir 3.1 : *Monitoring & Évaluation Quantitative – Indicateurs de Qualité de l'Environnement Intérieur (IEQ)*) indique clairement que les panneaux SAM – fabriqués à partir de matériaux biosourcés – agissent en synergie avec les murs en terre, et peuvent contribuer, en moyenne, à une réduction supplémentaire de la température intérieure d'environ 1 °C.



Fig 25 and 26 – Les panneaux SAM pré-découpés à leur arrivée sur le site de construction (25), et leur assemblage sur la structure de toiture (26), selon une stratégie à double couche visant à éviter les infiltrations d'eau.





Fig 27, 28 et 29 – Les panneaux SAM utilisés comme solution de toiture pour l'un des abris de test finaux (27 et 28), et comme portes et volets de fenêtres, en contraste avec les tôles ondulées conventionnelles (CGI) (29).

Concernant la résistance à l'eau, les panneaux ont démontré une durabilité globale satisfaisante face à la pluie, comme en témoigne leur état à la fin de la saison des pluies. Bien que certains panneaux aient présenté un léger retrait et une déformation temporaire pendant quelques jours, aucune infiltration n'a été constatée. Par ailleurs, des membres sélectionnés de la communauté réfugiée ayant visité les abris après leur construction ont souligné informellement que les panneaux SAM contribuaient à des espaces intérieurs plus agréables en termes de température, esthétiques et accueillants, ainsi que plus silencieux pendant les fortes pluies.



Fig 30 et 31 – Les panneaux SAM après quelques jours de fortes pluies, fin juillet 2025, durant lesquels ils ont montré une légère déformation temporaire, sans toutefois présenter d'infiltrations.

Nous pouvons conclure que les panneaux SAM présentent un fort potentiel en tant qu'alternative plus durable aux tôles ondulées galvanisées (CGI) dans le cadre de réponses d'hébergement transitoires ou permanentes en contexte humanitaire au Sahel. Toutefois, les améliorations ou ajustements suivants devraient être envisagés :

- **Développer une version ondulée du panneau pour la toiture**, afin d'éliminer le besoin de double couche pour prévenir les infiltrations, de réduire la consommation de matériau, et d'améliorer l'acceptation locale en se rapprochant davantage de la forme des solutions de toiture déjà utilisées ;
- **Améliorer la capacité d'imperméabilisation, notamment par l'application d'un revêtement non toxique et biosourcé.** Les panneaux testés, fabriqués à partir de fumier bovin, ont déjà démontré des propriétés naturelles d'imperméabilité et de répulsion de l'eau. Afin d'atteindre un niveau de résistance comparable à celui des tôles ondulées galvanisées, l'utilisation d'un additif complémentaire devrait être envisagée ;
- **Évaluer la faisabilité d'une production locale, ou au moins régionale**, en tenant compte des contraintes d'accès à l'énergie dans ce contexte géographique et des investissements initiaux importants nécessaires à la mise en place d'une ligne de production. Sans cela, le recours à l'importation limiterait fortement la possibilité de déploiement à grande échelle dans la région, en raison de l'augmentation des coûts, de l'empreinte carbone (notamment en cas de recours partiel au fret aérien), et des retards inévitables liés aux procédures douanières.

Parallèlement aux tests réalisés sur site, l'AICRL et le MIC ont également développé un Digital Product Passport (DPP) pour les panneaux SAM testés dans ce projet, dans l'est du Tchad.

Un DPP n'est pas un document fixe ou un certificat, mais un système de données flexible et évolutif, qui collecte, stocke et partage des informations détaillées, spécifiques à un produit, tout au long de son cycle de vie – de la production à l'utilisation, en passant par le potentiel de réemploi ou de recyclage. Contrairement aux documents statiques tels que les Environmental Product Declaration (EPD), Safety Data Sheet (SDS) ou Health Product Declaration (HPD), les DPP permettent des mises à jour en temps réel, une contribution multi-acteurs, ainsi que des champs personnalisables selon les exigences réglementaires, logistiques ou opérationnelles.

Dans les contextes humanitaires, les DPP peuvent grandement améliorer la traçabilité des matériaux, en permettant aux organisations de suivre les flux, d'évaluer la qualité et les risques sanitaires potentiels, et de planifier leur réemploi ou élimination responsable – ce qui est particulièrement crucial dans des contextes dépourvus d'infrastructures centralisées de gestion des déchets. Lorsqu'ils sont mis en œuvre sur des plateformes numériques sécurisées (par exemple via la blockchain), les DPP offrent des enregistrements infalsifiables et auditable, renforçant la transparence, assurant la protection des données et réduisant les risques de greenwashing – un enjeu essentiel pour le reporting envers les bailleurs.

Plus encore, les DPP posent les bases de choix de matériaux fondés sur des données prouvées pour les projets futurs. En rendant visibles et comparables les données sur les émissions, la toxicité et la circularité, ils permettent aux décideurs de sélectionner des matériaux plus sûrs, plus durables et mieux adaptés aux contextes locaux.

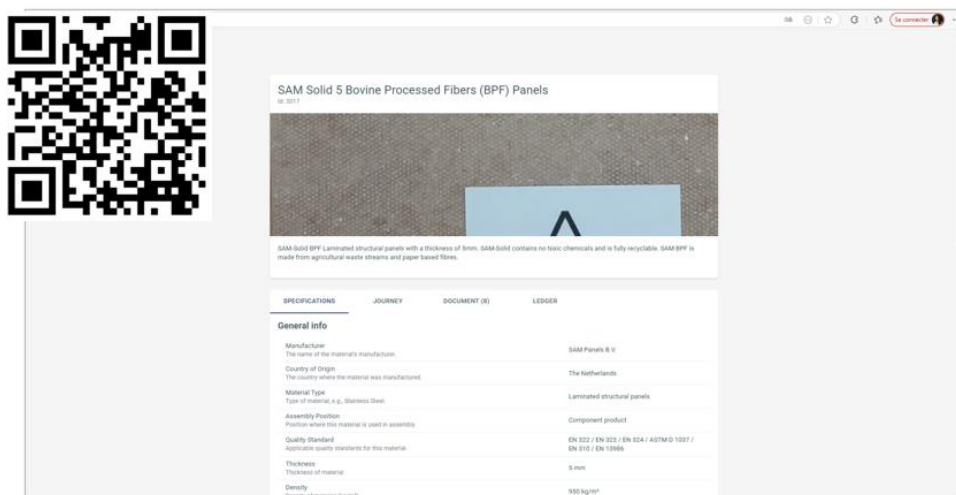


Fig 32 et 33 – La DPP développé pour les panneaux SAM testés dans ce projet, dans l'est du Tchad, ainsi que son QR code associé.

Étant donné qu'il s'agit d'une initiative pionnière – très probablement le premier test de Digital Product Passports (DPPs) dans les opérations d'abris humanitaires – et que les premiers résultats ont clairement démontré le potentiel de cet outil pour soutenir des choix de matériaux plus « verts », plus sains et mieux informés à travers le secteur, l'AICRL et le Material Innovation Center (MIC) développent actuellement un article sur ce sujet et ce cas d'étude spécifique. L'objectif est d'évaluer plus en profondeur les bénéfices potentiels et les défis liés à la standardisation de l'utilisation des DPP dans les contextes humanitaires, et de contribuer à sensibiliser en vue d'une adoption à grande échelle à l'avenir.

5. Communication des Résultats & Reporting

5.1. Liste et Rapport des Initiatives de Communication des Résultats

Pendant et après la réalisation des prototypes d'abris finaux (d'avril à juillet 2025), l'AICRL a recueilli des données relatives aux résultats finaux du projet et a partagé ses conclusions ainsi que les leçons tirées à travers diverses initiatives de communication.

Luxembourg

Au niveau luxembourgeois, deux principales initiatives de communication ont été menées :

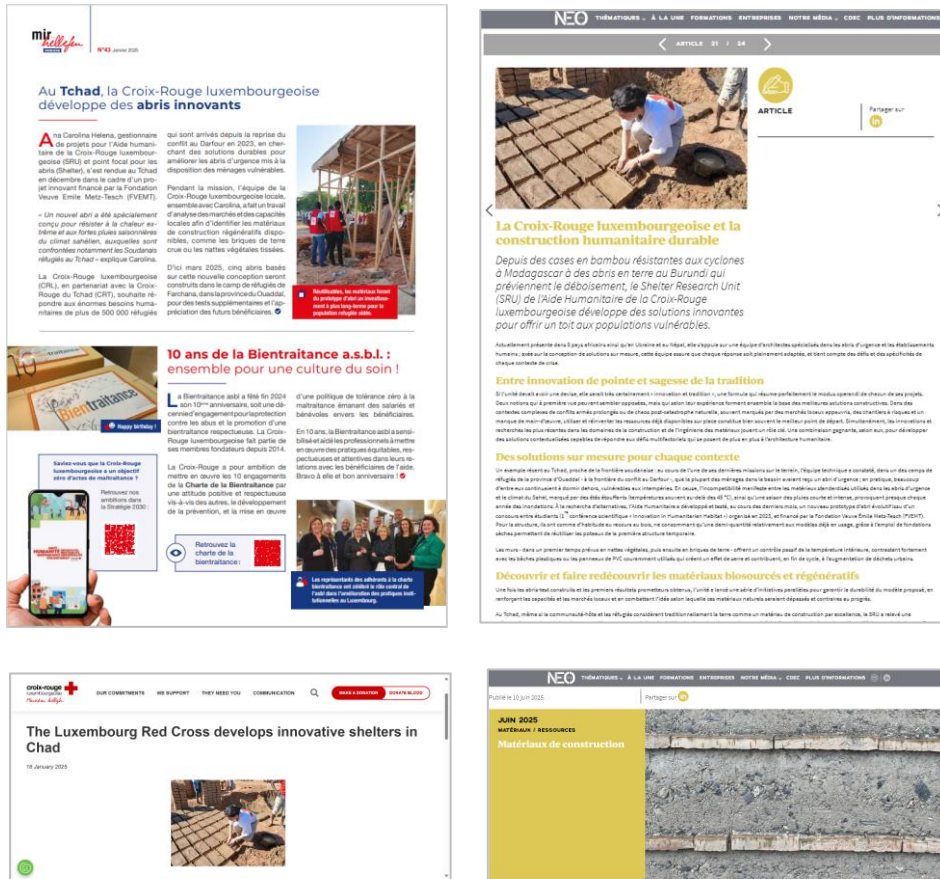


Fig 34 – Initiatives de communication des résultats au Luxembourg – site web de la Croix-Rouge luxembourgeoise, « mir helefen » (newsletter de la Croix-Rouge luxembourgeoise) et article dans Neomag, en juin 2025 (Neomag n°71).

- **La première, utilisant les canaux de communication de la Croix-Rouge luxembourgeoise** – notamment à travers un article en deux parties publié sur son site web intitulé « The Luxembourg Red Cross develops innovative shelters in Chad » – ainsi qu’une version courte de ce texte dans sa newsletter « mir helefen », rapportant les premiers résultats tirés des trois premiers prototypes, suite à la mission de terrain de fin 2024 (en anglais) (01-2025).
- **La seconde, via une invitation à rédiger un article pour Neomag** – à la conclusion de la construction des abris finaux de test – intitulé « La Croix-Rouge luxembourgeoise et la construction humanitaire durable » ; Neomag est un magazine luxembourgeois dédié à l’innovation et à la construction durable, publié mensuellement en ligne et en version papier. L’article mettait en avant les partenariats innovants noués entre les acteurs pour développer une solution plus adaptée au contexte, répondant au mieux aux enjeux de durabilité et de promotion de la santé publique (Neomag n°71) (en français) (06-2025).

Tchad

Au Tchad, pays d'intervention, plusieurs initiatives de communication ont été mises en œuvre tant au niveau national – dans la capitale, N'Djamena – visant les principaux représentants des organismes gouvernementaux concernés et des organisations humanitaires, que dans la région de l'est – Abeché, Adré et Farchana – plus proche des communautés affectées et des partenaires locaux.

En complément des nombreuses consultations communautaires réalisées lors de la mission de terrain, où le nouveau modèle d'abri a été présenté et discuté afin de mieux comprendre les améliorations possibles à partir des besoins et préférences exprimés par les populations cibles, le prototype développé a également été partagé avec d'autres organisations humanitaires présentes localement, telles que le HCR, ECHO et Help Tchad. Ces sessions se sont déroulées en français, avec une traduction simultanée en dialecte arabe local lorsque cela était nécessaire.



Fig 35, 36 et 37 – Photos des initiatives de communication menées au Tchad, pays d'intervention : (1) réunion et consultation avec les représentants communautaires à Adré, en novembre 2024 ; (2) présentation du nouveau modèle d'abri évolutif et des premiers résultats lors d'une réunion régionale du Shelter Cluster (Adré – Farchana), en décembre 2024 ; (3) rencontre avec les représentants du HCR (un autre acteur clé de l'aide à l'abri dans la région) pour discuter des synergies potentielles à venir.

Mouvement de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge (RCRC) et secteur humanitaire (Global Shelter Cluster)

Pour promouvoir les résultats positifs de la stratégie évolutive testée ainsi que les données encourageantes concernant la réduction de l'impact environnemental du modèle, et ses avantages en matière de promotion de la santé publique, deux présentations principales des leçons finales ont également été réalisées lors de deux événements/forums majeurs du secteur :



Fig 38 et 39 – Partage des leçons apprises avec d'autres entités du Mouvement Croix-Rouge et Croissant-Rouge (RCRC) ainsi qu'avec d'autres acteurs humanitaires : (38) présentation du projet lors de la RC3 Long Night of Research 2025 – « Evolutive Shelter Prototype for the Sahel – Greening Humanitarian Shelter Aid from Emergency to Development » ; (39) présentation des résultats de l'initiative de recherche lors du 1er Forum du Réseau Habitat d'Urgence Francophone.

- **RC3 Long Night of Research 2025** – l'événement annuel le plus important consacré aux initiatives innovantes et de recherche menées par les différentes entités du Mouvement Croix-Rouge et Croissant-Rouge ; une présentation de 15 minutes a été réalisée, en mode hybride, présentant les principales étapes du projet ainsi que ses avantages majeurs pour le contexte sahélien (en anglais) (16-05-2025).
- **1er Forum du Réseau Habitat d'Urgence Francophone** – premier du genre, organisé par le groupe de travail francophone du Global Shelter Cluster (Réseau Habitat d'Urgence Francophone) ; une présentation de 10 minutes a été faite, suivie d'une séance de questions-réponses durant laquelle plusieurs participants ont interrogé sur les spécificités du modèle (en français) (01-07-2025).

5.2. Rapport sur l'Événement Final de Communication des Résultats (Croix-Rouge luxembourgeoise, 17.07.2025)

À la fin du projet, en juillet 2025, l'AICRL a organisé un événement final de communication des résultats, au Luxembourg, visant à rassembler l'ensemble des partenaires et parties prenantes luxembourgeoises et européennes, afin de présenter en direct les réalisations obtenues à la fin de la phase de construction, discuter des leçons apprises et réfléchir collectivement aux prochaines étapes – notamment sur la manière de poursuivre la collaboration pour apporter de l'innovation à la

construction humanitaire et soutenir le développement de modèles d'abris plus adaptés et spécifiques aux différents contextes des crises humanitaires dans lesquelles l'AICRL est impliquée.

L'événement s'est tenu dans les locaux de la Croix-Rouge luxembourgeoise à Bertrange, le 17 juillet 2025 à 18h30, avec la participation de :

- **humanitaires** (plusieurs coordinateurs pays et profils techniques de l'AICRL) ;
- **innovateurs et spécialistes du secteur privé** (Material Innovation Center (MIC), Geobloc, OLYX) ;
- **chercheurs et universitaires** (Université du Luxembourg) ;
- **baillleurs et acteurs du secteur non lucratif au Luxembourg** (ArcelorMittal, FVEMT).

La liste complète des participants, incluant leurs coordonnées, peut être consultée en annexe de ce rapport (*voir Annexe 3 – Liste des Participants à l'Événement Final de Communication des Résultats*). La session, qui a duré environ deux (2) heures, s'est déroulée en deux temps :

1. Ouverture « Luxembourg Humanitarian Hub » et présentation « An Evolutive Shelter Design for the Crisis in the Sahel »

– un discours d'introduction apportant le contexte sur le lancement et les objectifs initiaux de ce projet de recherche, présenté par Daniel Ledesma (AICRL), suivi d'une présentation de la conduite des travaux et des résultats du projet, réalisée par Ana Carolina Helena (AICRL) ;

2. Table Ronde « Bringing Innovation to Humanitarian Habitat »

– un échange informel sur les étapes et synergies potentielles parmi les participants pour continuer à promouvoir ce type de recherche ; la session était modérée par Ana Carolina Helena (AICRL).

Lors de la seconde partie, tous les participants ont répondu à des questions proposées, visant à stimuler la réflexion collective et les échanges entre les différentes parties prenantes présentes. Voici quelques notes clés des idées principales discutées et des pistes potentielles pour promouvoir des initiatives de recherche similaires :

- **La recherche continue d'être nécessaire et est plus importante que jamais, malgré tous les défis et contraintes auxquels le secteur humanitaire** et les contextes actuellement soutenus sont confrontés (réductions financières mondiales de l'aide humanitaire, augmentation du nombre de crises prolongées et leur complexité, etc.) ;
- **Les partenariats entre acteurs issus de différents secteurs (public, privé, non lucratif) sont essentiels pour continuer à favoriser l'innovation et travailler en synergie afin de combler les lacunes techniques identifiées dans les projets de**

construction humanitaire. Chaque secteur peut contribuer au mieux dans différents domaines et à différentes étapes de la mise en œuvre des projets de recherche (par exemple, le milieu académique peut produire des modèles à tester et aider à compiler, analyser et tirer des conclusions à partir de larges ensembles de données, le secteur humanitaire peut offrir un accès à des contextes concrets pour tester les solutions développées, et les acteurs privés peuvent assurer les infrastructures et les ressources humaines spécialisées nécessaires au développement et aux tests contrôlés) ;

- **La recherche pratique, à travers la mise en place de projets pilotes, devrait être privilégiée par rapport aux changements théoriques et procéduraux**, car elle a plus de chances d'être mise en œuvre, génère moins de perturbations dans les opérations régulières et sert simultanément de mécanisme de sensibilisation pour favoriser un changement systémique ultérieur ;
- **La recherche et l'innovation doivent toujours être discutées dès le départ avec les acteurs « sur le terrain », afin de garantir la faisabilité des propositions et un calendrier d'activités réalisable**, informé par l'expérience locale du contexte, de l'écosystème socio-économique et des ressources disponibles (ressources humaines, outils, matériaux disponibles sur les marchés locaux, main-d'œuvre qualifiée, etc.)
- **La communication autour de ces efforts de recherche est souvent faible ; la renforcer non seulement au sein des organisations mais aussi entre les potentiels partenaires dans d'autres secteurs est essentiel pour briser l'effet « silo » dans lequel nous travaillons souvent**, et accroître la capacité à poursuivre la recherche et améliorer les solutions disponibles pour répondre aux défis techniques quotidiens dans le domaine de la construction humanitaire ;
- **La recherche ne se limite pas au développement de nouveaux matériaux ou techniques de construction ; elle peut également porter sur de nouvelles façons de renforcer les capacités locales, sensibiliser et promouvoir les bonnes pratiques** (par exemple, le développement de guides sur la meilleure utilisation d'un matériau durable nouvellement développé ; l'élaboration de formations plus interactives adaptées aux besoins identifiés, l'adaptation de méthodologies ou d'outils tels que la modularité, un assemblage simplifié, la capacité de production locale, l'utilisation d'outils comme les Digital Product Passports (DPP) pour prendre de meilleures décisions en matière de matériaux et assurer leur traçabilité, etc.) ;
- **La recherche nécessite une planification rigoureuse ainsi que la prise en compte du suivi et de l'évaluation dans ses budgets et son calendrier d'activités**, afin d'assurer une mise en œuvre fluide, d'éviter la surcharge des

équipes et de garantir que les résultats prometteurs soient correctement communiqués et partagés comme bonnes pratiques avec les parties prenantes impliquées et l'ensemble du secteur, dans le but d'obtenir le plus grand impact positif possible des ressources allouées à ces efforts.



Fig 40, 41, 42, 43, 44, 45 et 46 – Plusieurs photos de l'événement final de communication des résultats, juillet 2025.

C. Leçons Apprises et Recommandations

6. Résultats Clés et Constats de Fin de Projet

6.1. Principales Leçons Tirées et Résultats Obtenus

À la conclusion de ce projet et après analyse de ses réalisations, les principales leçons apprises peuvent être résumées comme suit :

- **Le prototype évolutif conçu et testé dans le cadre de ce projet s'est avéré être un modèle bien adapté au contexte climatique, socio-économique et à la population ciblée, et pourrait potentiellement être promu comme solution à déployer à plus grande échelle.** Après analyse des données collectées lors des différentes activités de suivi et d'évaluation menées tout au long du cycle de vie du projet, il est possible de conclure que le prototype surpasse les modèles existants (voir 3.1 – *Monitoring et Évaluation Qualitative (M&E) : Comparaison avec les Alternatives*) et répond au mieux aux besoins et préférences auto-déclarés par la population cible (voir 4.6 – *Questionnaire / Interviews de Personnes Clés (KIs) avec les Réfugiés et la Communauté Locale, Rapport de Mission – « Prototype d'Abri Évolutif : de l'Urgence au Développement »*). Sa mise en œuvre à plus grande échelle, en tant que modèle d'abri sensible au contexte pour la crise dans la région sahélienne, pourrait être envisagée avec confiance.
- **Le prototype évolutif conçu et testé dans le cadre de ce projet a démontré une meilleure performance en termes d'impact environnemental et de co-bénéfices pour la santé publique par rapport aux modèles déjà utilisés, tout en étant équivalent sur le plan des coûts.** En plus des avantages mentionnés ci-dessus, le modèle testé présente également un impact environnemental réduit. Bien qu'un Life Cycle Assessment (LCA) complète n'ait pas été réalisée, des observations préliminaires – telles que la réduction substantielle de l'utilisation du bois (environ 50 %), la diminution de la consommation de béton, et la priorité donnée aux matériaux biosourcés plutôt qu'aux alternatives à base de pétrole ou à forte empreinte carbone – indiquent clairement sa supériorité environnementale par rapport aux modèles standards. En matière de santé publique, on peut également en déduire des bénéfices nets. Une attention particulière a été portée au contrôle passif de la température, aboutissant à une réduction substantielle des températures intérieures – une estimation initiale approximative suggère une baisse d'environ 4°C par rapport à la température extérieure, alors que les modèles standards ont enregistré une hausse de 3 à 5°C (voir 3.2 – *Monitoring et Évaluation Quantitative (M&E) : Qualité de l'Environnement*

Intérieur (IEQ) – Résultats Finaux). Tous ces effets positifs et co-bénéfices sont obtenus sans coût additionnel, résultant principalement de choix stratégiques en matière de matériaux et de conception. De plus, la nature évolutive du modèle permet un investissement phasé, s'alignant ainsi avec la disponibilité des financements sans perte de valeur – une caractéristique importante dans des crises chroniquement sous-financées comme celles du Sahel.

- **L'engagement d'autres acteurs pertinents du secteur privé et de partenaires académiques, tant au Luxembourg que dans les pays européens voisins, et leurs contributions spécialisées ont apporté de la qualité aux résultats obtenus et renforcé l'impact des efforts de recherche mentionnés.** La participation de partenaires du secteur privé et du monde académique – souvent peu impliqués dans les projets humanitaires – a été clé pour garantir la qualité des résultats atteints et initier des discussions autour des préoccupations majeures liées aux impacts environnementaux et liés à la santé publique des solutions actuellement utilisées dans le contexte sahélien. Par exemple, l'implication du Material Innovation Center (MIC) a permis de tester une alternative biosourcée et plus durable aux tôles ondulées en acier galvanisé (CGI), ainsi que de piloter les Digital Product Passports (DPP) afin d'évaluer leur impact positif potentiel pour « verdir » les opérations d'abris à l'échelle mondiale. Les accords de partenariat innovants établis dans le cadre de ce projet offrent également une base solide pour des collaborations similaires à l'avenir, ayant démontré leur capacité à générer des synergies positives et des résultats gagnant-gagnant pour tous les acteurs impliqués.
- **Les matériaux de construction innovants testés lors de ce projet pilote ont montré des résultats prometteurs et une applicabilité aux défis techniques rencontrés.** Tant les techniques de construction en terre utilisées pour les murs – en remplacement des bâches et des partitions plastiques – que les panneaux SAM testés comme alternative aux tôles ondulées pour les toitures, portes et volets de fenêtres se sont révélés des choix pertinents pour répondre aux défis techniques identifiés dès le départ et ciblés par le projet. Ces défis comprenaient la chaleur extrême, les inondations et les contraintes liées aux marchés locaux appauvris, orientant le projet vers une priorité donnée aux matériaux biosourcés et disponibles localement autant que possible. Par ailleurs, les différentes techniques de construction en terre testées dans les abris finaux – adobe, briques de terre comprimée (BTC), et briques cuites – ont permis d'affiner l'évaluation de l'option la plus adaptée au contexte spécifique du Tchad oriental, en tenant compte du coût global, de la disponibilité des matières premières, et du niveau de savoir-faire requis pour la production et l'assemblage. Une utilisation à plus grande échelle des techniques de construction en terre dans la réponse abris au Sahel devrait être envisagée afin de « transitionner » les solutions d'urgence vers des solutions plus dignes en situation de crise prolongée, car elles sont faciles à développer localement, peuvent

favoriser la création de moyens de subsistance et présentent en parallèle des co-bénéfices liés à la réduction de l'impact environnemental et à la promotion de la santé publique.

- **Les Digital Product Passports (DPP) et autres documents de transparence ou de divulgation des matériaux, également testés lors de ce projet pilote dans un contexte humanitaire, pourraient favoriser de meilleures décisions en matière de choix de matériaux, de traçabilité et de circularité dans le secteur s'ils sont largement adoptés, et ce avec un investissement initial modéré.** Le développement d'un DPP pionnier pour les panneaux SAM testés dans l'un des abris prototypes finaux construits au camp de réfugiés de Farchana (SAM Solid 5 – Bovine Processed Fibers (BPF) Panels) (*voir 4.1. Évaluation des Panneaux SAM comme Alternative pour Toitures, Portes et Volets*) visait initialement à soutenir une réflexion interne sur l'amélioration de nos pratiques pour favoriser la circularité. Cependant, cet outil a également montré un fort potentiel pour une adoption à grande échelle dans le secteur. En tant qu'outil, le DPP peut accompagner les parties prenantes dans leurs prises de décisions et sensibiliser au véritable impact global des réponses abris.
- **Ce projet de recherche, qui a aussi exploré des choix génériques de matériaux et de conception mieux adaptés aux défis liés à la chaleur extrême, aux inondations et autres événements climatiques extrêmes liés au changement climatique, a produit des solutions utiles qui peuvent être adaptées à d'autres contextes géographiques au-delà du Sahel, y compris en Europe.** Les conclusions compilées dans le rapport final du projet, ainsi que dans les rapports intermédiaires et de mission produits (*voir Rapport de Mission – « Prototype d'Abri Évolutif – De l'Urgence au Développement »*), contiennent de nombreuses leçons transférables à d'autres contextes géographiques, y compris luxembourgeois et européens. Ces conclusions offrent des réponses pertinentes à des défis communs – notamment la nécessité de réduire l'impact environnemental de la construction et de mieux préparer le secteur de la construction à atténuer et s'adapter au changement climatique et aux événements météorologiques extrêmes – montrant leur pertinence égale pour toutes les parties prenantes concernées.

D. Annexes

1. M&E Quantitatif – Rapports et Graphiques LogTag

HAXO-8 (1)



L'enregistreur a été téléchargé 28-août-25 12:44:51

Nota: Toutes les dates et heures sont en UTC +01:00

Statut des alarmes Information de l'enregistreur

Alerte	✓	OK	Numéro de série #: 1010222008 Modèle: HAXO-8 Pile: OK Trip #: 1 Description:
Alerte	✓	OK	
Alerte	✓	OK	
Alerte	✓	OK	

Configuration de l'enregistreur

Type de démarrage : Bouton de départ/démarrage	Alarmes de température	Alarmes d'humidité
Retard au démarrage : Aucune	Basse : -20,0 °C après 2 consécutif	Basse : 0,0 %RH après 2 consécutif
Intervalle : 1 Heure	Hautes : 70,0 °C après 2 consécutif	Hautes : 100,0 %RH après 2 consécutif
Indicateur d'alarme : Inférieur et supérieur activé		
Indicateur OK : Activé		

Données enregistrées

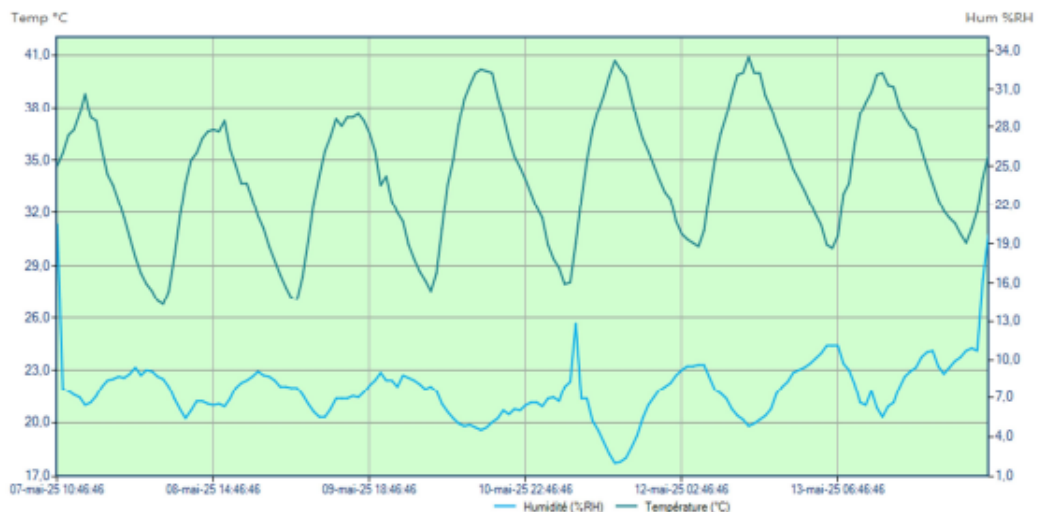
Première mesure : 07-mai-25 10:46:46	Température Statistiques	Humidité Statistiques
Dernière mesure : 14-mai-25 09:46:46	La plus basse : 26,8 °C	La plus basse : 2,0 %RH
Temps écoulé : 7 Jours	@ 08-mai-25 05:46:46	@ 11-mai-25 14:46:46
Lecture totale : 168	La plus haute : 40,9 °C	La plus haute : 20,5 %RH
Première évaluation : 07-mai-25 10:46:46	@ 12-mai-25 14:46:46	@ 07-mai-25 10:46:46
Dernière évaluation : 14-mai-25 09:46:46	Valeur moyenne : 34,2 °C	Valeur moyenne : 7,6 %RH
Heure d'évaluation : 7 Jours	Ecart type : 3,7 °C(S)	Ecart type : 2,4 %RH(S)
L'évaluation des données : 168	MKT(AH 83,144) : 34,9 °C	

Alarme la plus basse

Température Activée: (nul)
Temps au-dessous de / égal: (nul)
Occurrences : 0
°C - Minutes au-dessous de : 0,00
Humidité Activée: (nul)
Temps au-dessous de / égal: (nul)
Occurrences : 0

Alarme la plus haute

Température Activée: (nul)
Temps au-dessus de / égal: (nul)
Occurrences : 0
°C - Minutes au-dessus de : 0,00
Humidité Activée: (nul)
Temps au-dessus de / égal: (nul)
Occurrences : 0



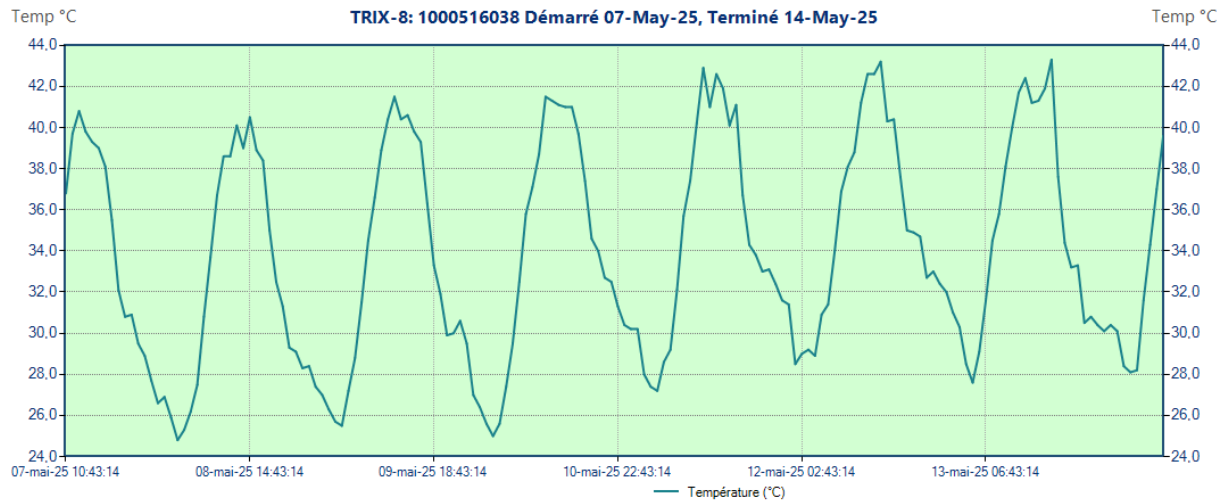
Source: HAXO-8_1010222008 Démarré 07-mai-25, Terminé 14-mai-25.ltd

Emplacement du fichier: C:\Users\lanacarolina.oliveira\Documents\My LogTag Data

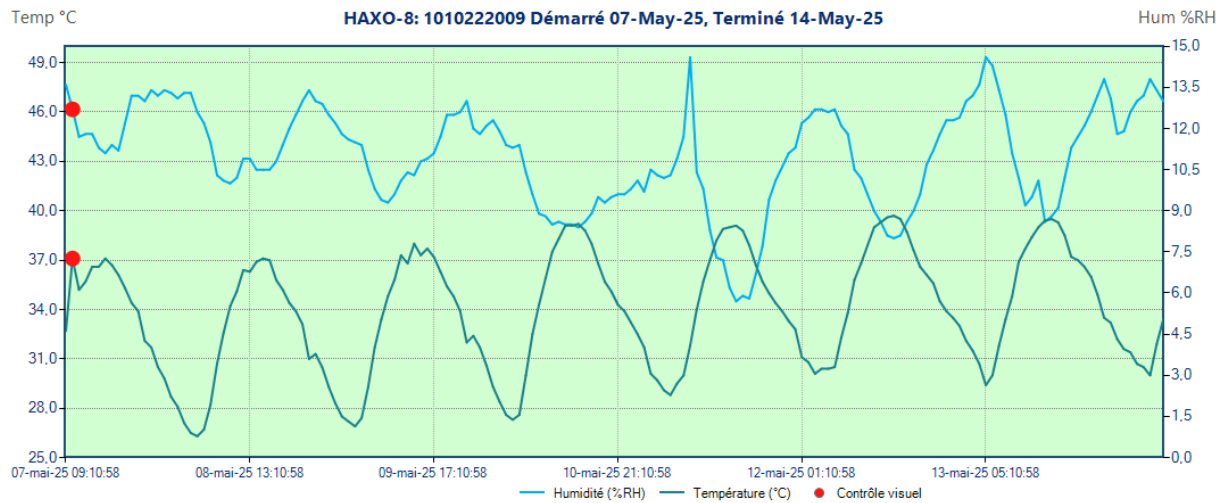
Créé : 28-août-25 13:58:54

Page: 1 de 1

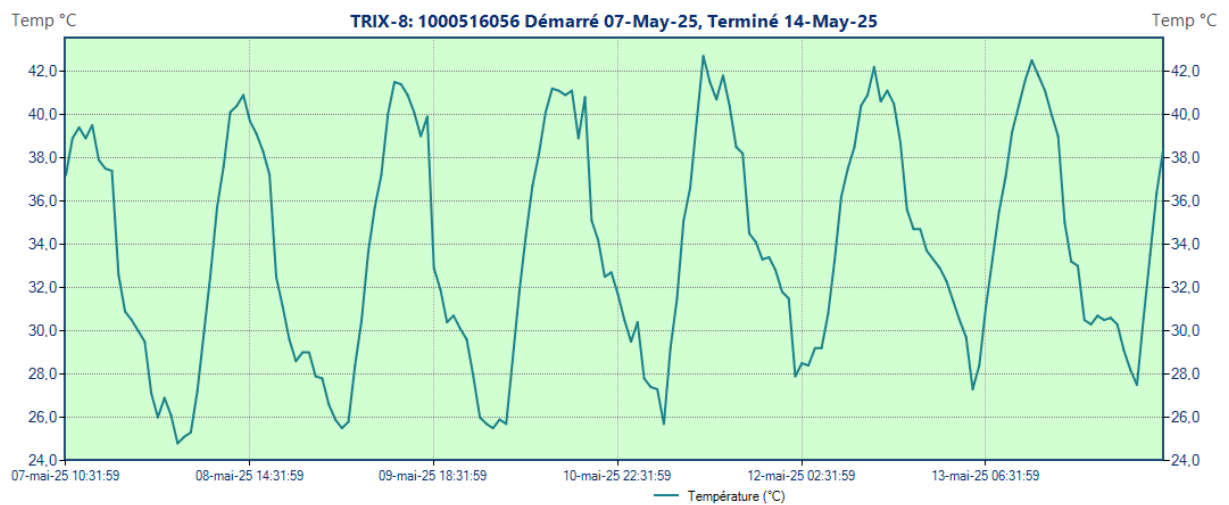
TRIX-8 (1)



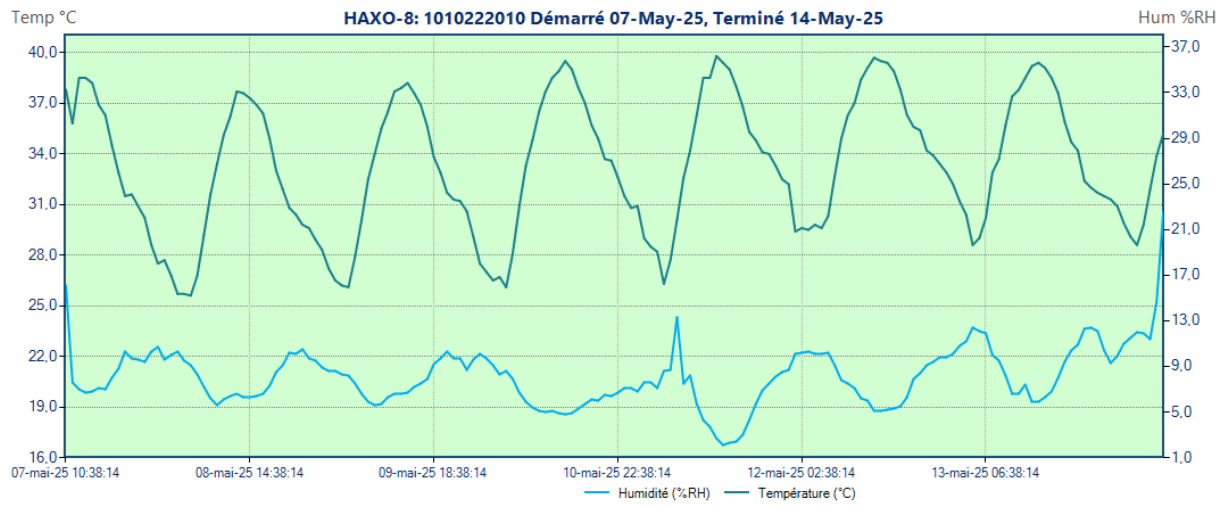
HAXO-8 (2)



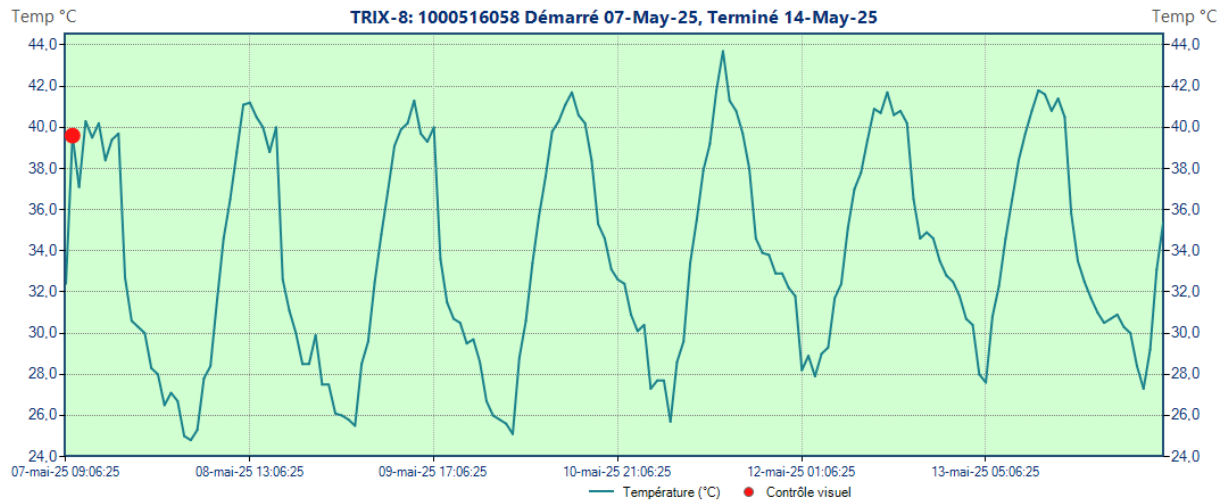
TRIX-8 (2)



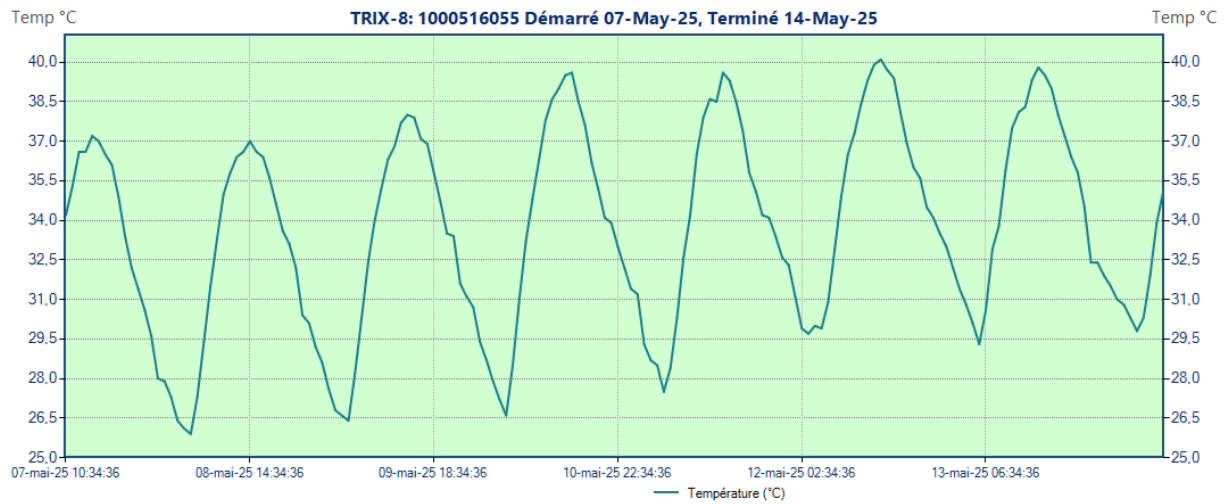
HAXO-8 (3)



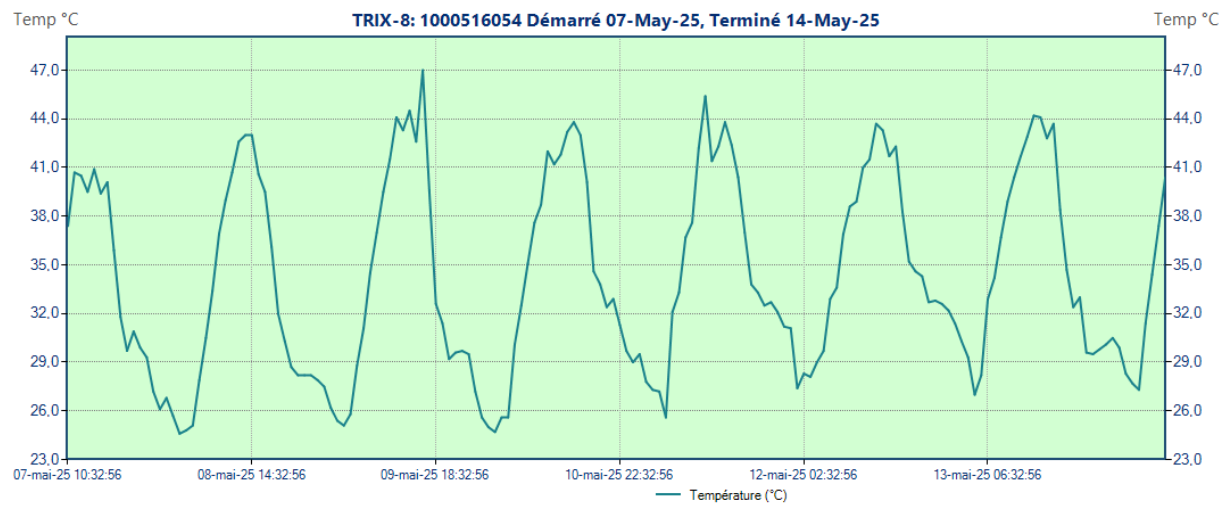
TRIX-8 (3)



TRIX-8 (4)



TRIX-8 (5)



2. Accord de Donation – AICRL / MIC – Panneaux SAM



Luxembourg, le 18/11/2024

CERTIFICAT DE DONATION

Code projet : 19LU29

L'Aide Internationale de la Croix-Rouge luxembourgeoise, en partenariat avec Stichting Material Innovation Center (MIC), certifie que 175 « SAM Pure Bovine Processed Fiber » panneaux (120 cm x 80 cm x 2.5mm), 15 « SAM Solid 5 BPF SAM Pure Bovine Processed Fiber » panneaux (120 cm x 80 cm x 5mm), et 3 « SAM Solid 12.5 PBF (3000 x 1170 x 12.5 mm) » panneaux doivent être remis à la Croix Rouge du Tchad.

La fiche technique des produits est annexée au présent certificat.

Ceci en lien avec les documents en pièces jointes, le prix commercial des produits donnés à la Croix-Rouge du Tchad, d'un montant total de 0,00 EUR.

En outre, L'Aide internationale de la Croix-Rouge luxembourgeoise confirme que ces biens constituent un don en nature sans contre-valeur et qu'il n'est pas destiné à des buts commerciaux.

Détails des biens donnés :

Donor Bailleurs	Budget line Ligne de financement	Accounting Code Code comptable	Product description Description du produit	Quantity Quantité	Unit Unité	Budgetary Limit Limite Budgétaire	
						Unit price Prix unitaire	Total price Prix total
0	19LU29	2101	175 SAM Pure Bovine Processed Fiber panels (120 cm x 80 cm x 2.5mm)	175 (59)	175 (59)	0	0
0	19LU29	2101	15 SAM Solid 5 BPF SAM Pure Bovine Processed Fiber panels (120 cm x 80 cm x 5mm)	15 (8)	15 (8)	0	0
0	19LU29	2101	3 SAM Panels Solid 12.5 PBF (3000 x 1170 x 12.5 mm)	3	3	0	0
						Currency Devise	Total value Valeur totale
						EUR	0
						CFA	0

Aide internationale de la Croix-Rouge luxembourgeoise a.s.b.l.

Siège social: 44, boulevard Joseph II – L-1840 Luxembourg
 Adresse postale : BP.404 L-2014 Luxembourg
 RC: F695 – TVA: LU24 74 78 58



Rik

Aide Internationale de la Croix-Rouge luxembourgeoise (AICRL) – Shelter Research Unit (SRU)
 Rapport Final Prototype d'Abri Évolutif – de l'Urgence au Développement

Donor Belleurs	Budget line Ligne de financement	Accounting Code Code comptable	Product description Description du produit	Quantity Quantité	Unit Unité	Budgetary Limit Limite Budgétaire	
						Unit price Prix unitaire	Total price Prix total
0	19LU29	2101	175 SAM Pure Bovine Processed Fiber panels (120 cm x 80 cm x 2.5mm)	175 (59)	175 (59)	€17,08	€1007,72
0	19LU29	2101	15 SAM Solid 5 BPF SAM Pure Bovine Processed Fiber panels (120 cm x 80 cm x 5mm)	15 (8)	15 (8)	€60,50	€484,40
0	19LU29	2101	3 SAM Panels Solid 12.5 PBF (3000 x 1170 x 12.5 mm)	3	3	€181,64	€544,92
						Currency Devise	Total value Valeur totale
						EUR	2 037,04
						CFA	1 336 211

La valeur des biens faisant l'objet de donation est de 2 037,04 EUR.

Certifié vrai et correct,

Rémi FABBRI
 Directeur

Aide internationale Croix-Rouge luxembourgeoise

Rfb

CERTIFICAT DE DONATION

Matériel destiné à être transporté par les moyens et sous la responsabilité de la Croix-Rouge du Tchad dans le cadre d'une opération humanitaire

Projet/destination : 19LU29 / N'Djamena, Tchad

Nom de l'organisation donatrice :

Aide internationale de la Croix-Rouge luxembourgeoise a.s.b.l. (AICRL), en partenariat avec Stichting Material Innovation Center (MIC), 44, Boulevard Joseph II - L-1840 - Luxembourg - Luxembourg - T: (+352) 27558000, représentée par Rémi Fabbri, Directeur de l'Aide internationale de la Croix-Rouge luxembourgeoise.

Ci-après dénommée « le donateur »

A destination de :

Croix-Rouge du Tchad (CRT), B.P 449, N'Djaména – Tchad, Quartier Moural, rue Kondol, T: (+235) 66328452. Représentée par M. Khalla Ahmat Senoussi, Président de la Croix-Rouge du Tchad.

Ci-après dénommée « le donataire »

Dans le cadre du projet intitulé « 19LU29 - Luxembourg Humanitarian Hub », le donateur transfère au donataire gracieusement le matériel dont la liste figure en annexe.

A titre indicatif, la valeur totale de ce matériel est de 2037,04€ euros, équivalents à 1 336 211 CFA.

Le donateur certifie que le don est fait sous son entière responsabilité et que les matériels qui composent le don sont conformes aux dispositions suivantes :

- Les matériels ne sont pas d'origine illicite
- Les matériels respectent toutes les lois et réglementations du pays de destination
- L'utilisation des matériels ne donnera lieu à aucune pratique illégale

Le donateur s'engage à conditionner le matériel de manière ordonnée et identifiée afin de permettre une manutention efficace et sûre à destination.

La donation est réalisée de manière définitive.

Le donateur et le donataire s'engagent à répondre à toute demande ultérieure de vérification de l'utilisation émanant de l'Aide internationale de la Croix-Rouge luxembourgeoise a.s.b.l. (AICRL), en partenariat avec Stichting Material Innovation Center (MIC).

Le donataire accepte le matériel cédé en l'état, et le donateur se dégage de toute responsabilité attachée au matériel cédé après la donation.

Fait à Luxembourg, le 18/11/2024,

Le Directeur de l'Aide internationale de la
Croix-Rouge luxembourgeoise a.s.b.l. (AICRL)

« Le Donateur »

Rik

Annexe : liste du matériel donné gracieusement

Initié par	Destination	Bénéficiaire final	Nature du don	Identité du donateur	Valeur
	N'Djamena, Tchad	Croix-Rouge du Tchad (CRT)	175 SAM Pure Bovine Processed Fiber panels (120 cm x 80 cm x 2.5mm)	Aide internationale de la Croix-Rouge luxembourgeoise a.s.b.l. (AICRL), en partenariat avec Stitching Material Innovation Center (MIC)	1 007,72€
	N'Djamena, Tchad	Croix-Rouge du Tchad (CRT)	15 SAM Solid 5 BPF SAM Pure Bovine Processed Fiber panels (120 cm x 80 cm x 5mm)	Aide internationale de la Croix-Rouge luxembourgeoise a.s.b.l. (AICRL), en partenariat avec Stitching Material Innovation Center (MIC)	484,40€
	N'Djamena, Tchad	Croix-Rouge du Tchad (CRT)	3 SAM Panels Solid 12.5 PBF (3000 x 1170 x 12.5 mm)	Aide internationale de la Croix-Rouge luxembourgeoise a.s.b.l. (AICRL), en partenariat avec Stitching Material Innovation Center (MIC)	544,92€

Rid

3. Liste des Participants à l'Événement Final de Communication des Résultats (Croix-Rouge luxembourgeoise, 17.07.2025)

« ABRI ÉVOLUTIF POUR LE SAHEL » – PROJECT CLOSING EVENT

List of Participants

17th July 2025

	Name	Position / Organisation	Contact
	Ana Carolina HELENA	Shelter Officer (AICRL, Luxembourg)	anacarolina.oliveira@croix-rouge.lu
	Anne Claudine CROCHET	Project Manager (AICRL, Luxembourg)	anne.crochet@croix-rouge.lu
	Daniel LEDESMA	Head of Technical Reference Unit (AICR, Luxembourg)	daniel.ledesma@croix-rouge.lu
	Fiammetta FERIOLI	Desk / Country Coordinator Niger (AICRL, Luxembourg)	fiammetta.ferioli@croix-rouge.lu
	Gulnamo KHUDOBAKSHOVA	Desk / Country Coordinator Ukraine (AICRL, Luxembourg)	g.khudobakhshova@croix-rouge.lu
	Laurens BÄNZIGER	Project Manager (Material Innovation Center (MIC) / SAM Panels, The Netherlands)	laurens@materialinnovation.center
	Mike TIBOLT	PhD, Structural Engineer (Steligence, ArcelorMittal Luxembourg)	mike.tibolt@arcelormittal.com
	Mouad AIT HADDA	Production Manager (Geobloc, Luxembourg) / Design Lead (OLYX Holzbausysteme)	m.aithadda@cloos.lu
	Pascal MOISY	Head of Communications, Sustainability & Community Investments (ArcelorMittal, Luxembourg)	pascal.moisy@arcelormittal.com
	Simona POPOVA	PhD, Architect (University of Luxembourg, Luxembourg)	simona.popova@uni.lu
	Sjoeke SUILEN	Engineer / Circular Ecosystem Advisor (Material Innovation Center (MIC) / SAM Panels, The Netherlands)	sjoeke@materialinnovation.center