



100% burundaise, photo M. Brown

Rapport de mission

BÂTIR EN TERRE AU BURUNDI : VERS
LA MODERNISATION ET L'EXCELLENCE
A TRAVERS LE DIAGNOSTIC,
L'AMELIORATION TECHNIQUE ET LA
FORMATION CERTIFIEE

29 Janvier – 03 Mars 2024



Table des matières

I. PRÉSENTATION

1. Information générale

2. Contexte

- 2.1 L'AICRL à Burundi : « De l'urgence au durable »

3. Cette mission

- 3.1 Objectifs
- 3.2 Méthodologie
- 3.3 Résultats attendus
- 3.4 Calendrier d'activités

II. EXPLORATION, DIAGNOSTIC, IDÉES

4. Makamba : le futur entrepôt en BTC

- 4.1 La matière première
- 4.2 Architecture en BTC à Makamba

5. Muyinga : diagnostic du premier dépôt en BTC

- 5.1 L'entrepôt au siège de la CRB
- 5.2 L'adoption du BTC chez des particuliers

6. Giteranyi

- 6.1 Savoir-faire local : matériaux et techniques
- 6.2 Interventions de la CRB - AICRL (2017 – 2023)

7. Gashoho

- 7.1 Savoir-faire local : matériaux et techniques
- 7.2 Interventions de la CRB – AICRL (2017 – 2022)

8. Bugabira, Kirundo

- 8.1 Savoir-faire local : matériaux et techniques

III. ECVET : FORMATION ET CERTIFICATION

9. ECVET

- 9.1 ECVET EARTH BUILDING
- 9.2 ECVET EB pour l' Afrique
- 9.3 BURUNDI : la première équipe ECVET de l'Afrique a besoin de s'élargir !

IV. PROPOSITIONS

10. Problèmes et solutions identifiées pour Bugabira

11. Solutions techniques proposées aux autres pays


12. Conclusions et recommandations

ANNEXES

1 Termes de Référence de la mission

I. PRÉSENTATION

1. Information générale

Titre de la mission	Bâtir en terre au Burundi : vers la modernisation et l'excellence à travers le diagnostic, l'amélioration technique et la formation certifiée	
Pays	BURUNDI	
Lieu de la mission	Bujumbura Makamba Muyinga Giteranyi Gashoho Kirundo	
Objet de la mission	1 Amélioration du projet pour la construction en BTC d'un entrepôt à Makamba 2 Évaluation de l'expérience avec BTC à Muyinga 3 Diagnostic de l'habitat en terre à Bugabira et alentours (Kirundo), et proposition d'amélioration intégrale pour la construction et réhabilitation de 500 maisons 4 Formation et certification ECVET Unité M Niveau 2	
Projet	19ZZ05 – Lignes budgétaires 2101 - 2303	
Responsables	AICRL Aide Internationale de la Croix-Rouge luxembourgeoise	
Durée de la mission	29 janvier au 03 mars 2024	
Date du rapport	Septembre 2024	
Auteur	María Brown Birabén, PFCT Point focal Construction en terre	

2. Contexte

D'après les Termes de référence

2.1. L'AICRL à Burundi : « De l'urgence au durable »

L'Aide Internationale de la Croix-Rouge luxembourgeoise (AICRL) intervient depuis 2009 en partenariat avec la Croix-Rouge du Burundi (CRB) au Burundi. Dans ce cadre, la CRB et l'AICRL se sont particulièrement engagés dans la construction d'habitats durables dans le contexte du retour et du rapatriement des réfugiés burundais qui reviennent essentiellement de la Tanzanie et du Rwanda par la construction de maisons, plus particulièrement dans la province de Muyinga. Dans ce cadre, une expérience importante a été, au fur et à mesure, acquise au niveau technique. Ici nous citons aussi l'expérience qui a été acquise avec l'appui du Shelter Research Unit (SRU) lors de plusieurs missions de recherche et de formation.

En 2019 la CRB et l'AICRL ont organisé l'atelier national « De l'urgence au durable » lors duquel un standard pour la construction de maisons durables a été fixé. Cette étude a mis en évidence les nombreux avantages au niveau de l'impact environnemental des murs en terre crue. A partir de 2021, des projets de construction des maisons dans le cadre du processus de réinsertion des rapatriés et autres vulnérables ont été mis en œuvre dans la province de Muyinga selon ce standard.

Dans l'optique d'amélioration des « capacités terre », trois presses BTC *Terstaram* manuelles ont été acquises par l'AICRL et une première formation spécifique a été livrée à Muyinga à 2022. Ses objectifs : un transfert de compétences au staff des projets, la production des matériaux didactiques y comprises, l'organisation du chantier-usine pour la fabrication des BTC, et le démarrage de la construction d'un entrepôt pilote en BTC.

Pour y aboutir, une approche contemporaine fut appliquée à la formation : *la capitalisation des acquis d'apprentissage* à travers des Unités du système européen ECVET EARTH BUILDING, évaluées à la fin du programme, où *les apprentis obtiendraient les mêmes certificats de qualité que leurs pairs européens*.¹ Cette formation suivie d'examen ECVET est mise en place et évaluée par ESTEPA, association espagnole représentée sur le terrain par son évaluatrice internationale, coïncidemment la PFCT de la AICRL.

Avec la participation directe des techniciens récemment certifiés, l'entrepôt en BTC a été un grand succès dès tous les points de vue locaux... Cependant, une mission d'évaluation de ces premiers résultats de 2023, au niveau technique et socio-économique, s'avère nécessaire, face aux défis des nouveaux projets pour 2023-25 qui exigent, aussi, l'élargissement du groupe qualifié et certifié, cette fois-ci à Bujumbura.

Il ne s'agit pas d'élargir la base de techniciens certifiés au Burundi, mais en Afrique en général : RDC et Niger ont aussi déjà leurs propres équipes certifiées, et Tchad, Mali, Burkina Faso et Madagascar sont les prochains à suivre. Au fil de 2024, plus d'une centaine de personnes travaillant avec l'AICRL seront certifiées en compétences essentielles concernant la terre comme matière première en construction : la base pour lancer un réseau africain de communication technique entre pays, suivant l'exemple d'autres continents.²

3. Cette mission

3.1. Objectifs

L'objectif principal de la mission est focalisé sur une étude de faisabilité de l'amélioration des techniques de construction des maisons en terre en faveur des rapatriés et autres vulnérables, partant de l'expertise acquise dans la province de Muyinga et aboutissant à des propositions techniques et budgétaires pour la construction et réhabilitation de 500 maisons à Bugabira, province de Kirundo, au cours des années 2023-25.

En deuxième terme, proposer une approche technique intégral pour la potentielle construction en BTC de l'entrepôt de Makamba.

À Bujumbura, faciliter la deuxième Formation et Certification européenne ECVET Earth Building au Burundi, Unité M Niveau 2, pour un maximum de 12 candidats, provenant des différentes zones citées et de la RDC.

Il s'agit plus spécifiquement de :

a) Maisons individuelles construites dans le cadre de la réinsertion socio-économique

1. Analyser la qualité technique des maisons construites à Muyinga dans les communes de Gashoho et de Giteranyi et formuler des conseils d'amélioration technique, faisable par les bénéficiaires et d'entretien.
2. En partant de cette analyse et du modèle de maison, développé lors de l'atelier sur l'habitat de l'année 2019, proposer des améliorations techniques en vue de la construction et de réhabilitation de 500 maisons dans la province de Kirundo, notamment à Bugabira, tenant compte des aspects suivants :
 - a. Approche constructive de la CRB : quels sont les apports envisageables et faisables des volontaires et des bénéficiaires pour la construction des maisons ? Développer une approche basée sur la plus-value de l'approche existante tenant compte des contraintes telle que la vulnérabilité spécifique de certains ménages.
 - b. Qualité technique des maisons : améliorations faisables au niveau social et technique pour l'implantation, les fondations, les murs, les ouvertures, la charpente et le toit.

¹ ECVET <https://ecvetearth.hypotheses.org/>

² RED PROTERRA <https://redproterra.org/es/>

- c. Impact environnemental des activités constructives : conseils sur l'utilisation des matériaux et quantification d'éventuelles mesures compensatoires, p.ex. remplacement des bois utilisés pour la construction d'une maison par la plantation d'arbres.
3. Elaboration participative de modèles de maisons adaptés à la construction d'habitats dans le contexte de la réinsertion socioéconomique des rapatriés dans la province de Kirundo (500, comprenant la construction et réparation de maisons prévues pour 75% de rapatriés et 25% de populations hôtes) tenant compte :
 - a. Des techniques constructives locales et disponibilités de matériaux à Kirundo
 - b. Des leçons apprises lors de la construction de maisons à Muyinga
 - c. Des réalités socio-économiques à Kirundo
 - d. De la taille des ménages bénéficiaires en prévenant deux modèles de maisons : un pour les ménages plus petits (≤ 4 personnes) et un autre pour les ménages plus grands, tout en analysant l'impact à long terme (changements ultérieurs, agrandissement de ménage, etc.).
 - e. Du budget disponible par maison
4. Faire une analyse de la logistique utilisée et son coût afin de se fixer sur de nouvelles stratégies en termes d'acquisition des matériaux, exécution des travaux, gestion du suivi, etc.

b) Construction d'infrastructures en BTC

1. Analyser la qualité technique de l'entrepôt construit en BTC à Muyinga et donner des conseils pour l'amélioration du bâtiment et sa maintenance durable.
2. Voir la faisabilité de la construction de l'entrepôt en BTC à Makamba sur le terrain proposé par la CRBu
3. Elaborer, avec l'équipe technique locale, des pistes de travail pour la valorisation des machines et techniciens formés en BTC : utiliser les informations déjà existantes à partir de l'expérience de Muyinga, fournies par l'équipe locale, pour définir, à niveau local, le coût unitaire des BTCs ainsi qu'un plan et un budget pour la construction d'un entrepôt en BTC.

c) Formation certifiante ECVET Earth Building

Dès sa première implémentation conjointe AICRL-ESTEPA à Muyinga, les rapports -disponibles- des missions à Burundi (2022), RDC, Mali et Niger (2023) témoignent les détails du système ECVET et son influence sur les ultérieurs projets à chaque pays, jugée très positive partout. Protocole appliqué exactement pareil dans cette mission à Bujumbura.

3.2. Méthodologie

La méthodologie proposée est participative et implique toutes les parties prenantes : l'équipe projet, les volontaires et les bénéficiaires. Elle cherchera à valoriser :

- les capacités des communautés locales ;
- les capacités des hommes et femmes de métier locaux (producteurs de briques, maçons, charpentiers, crépisseurs, etc.) ;
- les capacités de l'équipe du projet AICRL/CRB ;
- les capacités de l'expert/e

Les outils qui seront mis en œuvre pour l'atteinte des objectifs:

- Visites terrain et diagnostic des maisons existantes et de la matière terre disponible ;
- Analyse rapide de la réalité logistique (routes, camions, etc.) et des moyens techniques (presses, marché local, expertise endogène);
- Rencontres avec les communautés bénéficiaires, les hommes et femmes de métier, l'équipe du projet ;
- Réunions de présentation et validation ;
- Atelier de réflexion avec toutes les parties prenantes locales ;
- Pour la formation certifiante, application des protocoles ECVET déjà bien connus au Burundi

3.3. Résultats attendus

Les résultats attendus à l'issue de cette mission étaient initialement :

.....

1. KIRUNDO : Une proposition de stratégie de construction et réhabilitation pour Bugabira, après analyse technique des constructions locales tenant compte des leçons apprises dans la province de Muyinga :
 - a) Amélioration du design des maisons actuellement bâties en terre crue du point de vue structurelle, constructif, fonctionnel, bioclimatique. Intégrée par de schémas et détails graphiques, la proposition est basée sur la disponibilité et coûts des matériaux (fournis par l'équipe locale) ;
 - b) Proposition de stratégie de construction et réhabilitation comprenant l'implication des personnes (volontaires et bénéficiaires), le processus d'acquisition de matière première, la stratégie et les outils de suivi ainsi que les critères de qualité à suivre.
2. MUYINGA : Conseils d'amélioration et d'entretien pour l'entrepôt.
3. MAKAMBA : Pistes de travail pour la valorisation des machines et techniciens formés en BTC. Partage de la méthode pour élaborer un BoQ et budget pour maçonnerie en BTC, y compris la brique individuelle.
4. ECVET EB : à Bujumbura, 12 nouveau techniciens ECVET formé/es et certifié/es en compétences concernant la terre en construction ; compte rendu du processus. (élargi)
5. ATELIER DE LEÇONS APPRISES : et leur rapport graphique, élaboré entre participants des différents pays, réunis à Bujumbura (annulé).
6. RAPPORT en format A4 comme livrable recueillant tous les résultats. Sa date prévue de livraison est conditionnée à la livraison des informations venant du terrain, pour leur incorporation dans le document. Le rapport sera validé en commun une fois partagé et étudié.

Dans le tableau suivant les résultats attendus sont présentés en relation aux activités et objectifs, en signalant leurs responsables et leurs moments d'accomplissement.

Pour garantir des résultats fruit du vrai dialogue avec le SRU à travers la PFCT, l'équipe locale AICRL-CRB doit être impliquée dans le travail qui aura lieu à distance après la mission, y compris le fournissement des informations et données, aussi avec une prévision suffisante de temps consacré à cette étape essentielle.

OBJECTIF	ACTIVITÉ	DÉTAILS / RÉSULTATS	RESPONS.	DATE
1 KIRUNDO Stratégie TERRE d'amélioration : solutions adaptées au contexte technique, climatique, culturel et économique	a) Visite technique aux zones des projets AICRL précédents et futur	3 journées de diagnostic des projets précédents: Giteranyi, Gashoho; et futur : Bugabira et alentours	AICRL-CRB PFCT	En mission
	b) Échange pour intégrer les constats, les réactions locales/savoir-faire artisan, avec l'innovation faisable, notamment BTC	Stratégie BTC : recommandations présentesielles et à distance (choix et fabrication des presses) Partage des détails graphiques constructifs (notamment fondations et soubassement) en différent matériaux, intégrés dans ce rapport	AICRL-CRB PFCT	En/après mission
	c) Partage des solutions offertes aux pays voisins	Document graphique «Solutions techniques» des missions 2023, intégrées dans ce rapport	PFCT	Juin 2024
	d) Étude de l'information obtenue en a, b et c, pour optimiser le modèle local (architecture + construction)	À partir des compétences élargies, proposer des solutions locales basées sur la formation et l'information reçues pour discussion, validation croisée, partage, matérialisation et profit général	AICRL-CRB PFCT	Après mission
2 MUYINGA Recommandations d'amélioration pour le magasin en BTC	Visite technique au magasin du siège de la CRB à Muyinga	Points forts et faiblesses aperçus dans le bâtiment, signalés pour l'application-correction dans l'avenir	AICRL-CRB PFCT	En mission
3 MAKAMBA Recommandations pour l'entrepôt 2	Visite technique au terrain et alentours du futur entrepôt humanitaire	Excellent travail d'identification des terres et BTC fait par l'équipe ECVET-CRB, constat de la matière première disponible, proposition d'adéquation du plan au terrain en pente	AICRL-CRB PFCT	En mission
4 ECVET EB	Formation et Évaluation certifiante Unité M Niveau 2	15 nouveaux techniciens ECVET (3 femmes): équipe AICRL, staff / volontaires CRB, maçons	AICRL-CRB PFCT	En mission
6 RAPPORT	Rapport A4	Ce document, avec tous les détails, résultats et recommandations de cette mission	PFCT	Sept 2024

Les points 1, 2, 3 et 6 sont accomplies selon prévu. Le point 4 a dépassé les attentes : 15 personnes - et pas 12 - dont 3 femmes, ont été certifiées en ECVET. Le point 5 a été remplacé par la préparation d' une courte mission à la RDC, finalement annulée étant donné que le visa pour la PFCT n'est pas arrivé à temps.

3.4. Calendrier d'activités

Ainsi, le calendrier original des TdRs (en annexe) a été légèrement modifié, sans altérer les activités ni les résultats :

Activité	Où / Quoi	Quand	Qui
ARRIVÉE	Provenance Sénégal	30 janvier	PFCT María
1 DÉMARCHES, CIVILITÉS, SÉCURITÉ	BUJUMBURA	31 janvier	Equipe AICRL + CRB Bujumbura, PFCT
2 REUNIONS DÉMARRAGE TECHNIQUE	BUJUMBURA	01-05 février	AICRL+CRB Bujumbura, SRU Daniel, PFCT
3 TERRAIN SUD : ENTREPÔT BTC	MAKAMBA	06-07 février	AICRL+CRB Makamba, maçons, PFCT
4 TERRAIN NORD : DIAGNOSTIC	MUYINGA: voyage, entrepôt	08 février	AICRL, techniciens ECVET Muyinga, PFCT
	GITERANYI: diagnostic	09 février	AICRL+CRB Giteranyi, maçons, bénéficiaires, PFCT
	GASHOHO: diagnostic	10 février	AICRL+CRB Gashoho, bénéficiaires, PFCT
	KIRUNDO-Bugabira: diagnostic	12 février	AICRL+CRB Kirundo, maçons, bénéficiaires, PFCT
5 ECVET EARTH BUILDING UNITÉ M FORMATION + CERTIFICATION	Voyage + préparation ECVET	13 février	AICRL+CRB Buj., André B. (appui ECVET), PFCT
	BUJUMBURA - ECVET UNITÉ M	14-20 février	15 candidats, André B., PFCT
	BUJUMBURA - EXTENSION BTC	21-23 février	15 candidats Burundi + 3 RDC, André B., PFCT
	BUJUMBURA - EXAMEN ECVET	26-27 février	15 candidats Burundi, André B., PFCT
6 WRAP-UP MISSION	BUJUMBURA	28 fev-01 mars	AICRL- CRB Bujumbura, PFCT
DEPART	Destination Sénégal	02 mars	PFCT

II. EXPLORATION, DIAGNOSTIC, IDÉES

Une série de visites de terrain au Sud, Nord-Est et Nord-Ouest du pays, a constitué la première étape de cette mission. L'exploration, diagnostic et développement des idées -techniques et non techniques- ont l'objectif de tirer les leçons apprises lors des projets précédents (2017-2023), vers une « stratégie terre crue » capable d'identifier les points forts et les améliorations à appliquer dans l'avenir par la CRB – AICRL dans le domaine de l'habitat au Burundi.

Toutes ces visites étaient guidées par les Secrétaires Provinciaux concernés, avec l'implication des leaders des communautés locales, des volontaires de la CRB et des bénéficiaires. Elles ont touché les Branches de Makamba, Muyinga et Kirundo.

La méthodologie utilisée lors des visites a été le choix aléatoire des exemples bâtis, tant de construction vernaculaire comme des maisons construites ou réfectionnées par la CRB-AICRL. Pour les entretiens, les bénéficiaires et leaders communautaires se sont prêtés volontaires au partage de leur savoir-faire technique, leur avis sur certains systèmes et leurs particularités culturelles, à travers un dialogue aimable et non structuré.

4. Makamba : le futur entrepôt en BTC

4.1 La matière première

Lors du séjour à Makamba, la visite aux sources des matériaux locaux disponibles et incontournables pour la fabrication du BTC : terre argileuse / latérite, et sable, est priorisée. Leur qualité, mais aussi la disponibilité en volume suffisante, la capacité de fournissement en terme, le coût de chaque matière et leur influence dans l'équilibre terre-sable des BTCs, sont pris en compte.



L'extraction extrêmement artisanale du sable propre et de bonne granulométrie, est constatée. À quelques kilomètres du terrain où l'entrepôt sera bâti, ce sable est plus cher que la terre. Cette dernière, abondante, de plus facile extraction et aussi plus proche du terrain de l'entrepôt : on constate dès la route les endroits où les briqueurs locaux font des extractions pour fabriquer et brûler des briques *in situ*.



Une des zones d'extraction de terre identifiée avant la mission par l'équipe technique



En effet, le premier test manuel et les briques cuites rejetées confirment ce que les tests vont indiquer...

4.2 Architecture en BTC à Makamba

Une fois reconnu le terrain, une visite au siège local de la CRB dévoile le travail méticuleux fait avant cette mission, et suscite une grande satisfaction pour tous : menés avec excellence selon les procédures ECVET par l'Equipe CRB intégrée par Tite Nimpaye et André Baragunzwa, ces tests ont été accompagnés par le déplacement des deux presses Terstaram utilisées à Muyinga. Le rapport de Tite Nimpaye l'explique :

Rapport de mission effectuée à Makamba pour tester la terre qui sera utilisée pour fabriquer les BTC

Durée	Du 09 au 13 Janvier 2024
Départ	Mardi 09 Janvier 2024
Retour	Samedi le 13 Janvier 2024
Objet de la mission :	Tester la terre et le sable qui seront utilisés pour fabriquer les BTC (construction stock de la Branche de Makamba)
Parties prenantes à la Mission	NIMPAYE Tite : Assistant Opérationnel pour l'AIICRL, André BARAGUNZWA : Volontaire formé en ECVET et le Chauffeur : Adrien RUSHARIKA
Partenaires concernés par la mission :	Secrétaire Provincial CRB Makamba, 2 volontaires-Maçons
Lieu de la mission (visite sur le terrain) :	Sites d'extraction de la terre et du sable pour y extraire les matériaux (terre et sable) à tester.

Contexte et justification

La terre crue considérée comme matériaux écologique est utilisée depuis bien longtemps au Burundi comme un des matériaux de construction. Avec de l'AIICRL, la CRB améliore la construction en terre par la promotion des BTC. Dans ce cadre, 15 volontaires et 2 staff CRB ont été déjà formés sur la fabrication à l'aide des presses-briques des BTC, en construction en terre et sur les techniques de construction en terre.

En vue de capitaliser ces acquis de construction en BTC, une mission a été organisée pour se rendre dans la branche de Makamba pour organiser un chantier de construction de l'entrepôt (identification des sites d'extraction de la bonne terre et sable qui seront utilisés pour fabriquer les briques en Terre compressée « BTC », tester/faire des essais de la terre et du sable qui seront utilisés pour fabriquer les BTC qui vont servir à la construction du stock de la Branche Makamba, formation

pratique des volontaires sur les techniques d'utilisation des presses briques. Les sites où on a extrait les terres :

1. Identification des sites d'extraction des terres et de sable

Les 3 séries d'échantillons de terre et 2 pour le sable ont été prélevés sur respectivement 3 endroits et 2 endroits.

Extraction de la terre (terre extraite à plus d'un mètre de profondeur) et du sable

a. Test du sable

Les 2 séries d'échantillons de sable ont été testés pour se rendre compte de sa composition granulométrique à travers deux tamis d'opailage de maille de 10 mm, de 5 mm et de 2 mm. Le sable a été extrait aux sites de Mugombwa et Gahwa.





Après analyse, on a conclu qu'on va utiliser un tamis de 4 mm.

b. Test/essais de la terre

On a testé la terre extraite sur trois sites dont Gasabago, Kirwazi, Gisenyi.

Différentes méthodes utilisées pour tester la terre :

- i Test/essais de la terre par décantation

Le test par décantation a été fait à l'aide de la terre sélectionnée « terre fine », particules < 2 mm et sans graviers.



Dans le contexte de la structure du sol, la décantation a été utilisée pour séparer les particules de différentes tailles (limon ou matière organique, argile, sable). Aussi, par observation de la couleur, on a pu approximativement découvrir la teneur en sel minéraux de ces différents échantillons.

- ii Test de cigare

Tout comme l'essai par décantation, pour le test de la terre à l'aide de la méthode « cigare », on a utilisé la terre à granulométrie < à 2 mm. Ce test a permis de poursuivre l'observation sur la concentration en argile des différents échantillons des terres extraites.



Résultat :

Test A de la terre du Site Gasabago : 11, 10, 9 en moyenne 10

Test B de la terre du site Kirwazi : 9,11,11 en moyenne 10.3

Test C de la terre du site Gisenyi : 8,9,7 en moyenne 8




Test cigare :

- iii Test/essai de la terre par pastille

La terre sélectionnée est celle fine de granulométrie < 2 mm et sans graviers pour effectuer le test « pastille » des différents échantillons de terre extraits dans différents sites ci-haut énumérés. Mais on n'a pas tiré des conclusions des résultats suite à courte durée de la mission (4 jours). Les conclusions de cet essai seront partagées au cours de la prochaine mission.



En plus de ces tests ci-haut décrits, d'autres techniques d'essais a été utilisées pour déterminer les dosages terre-sable plus correctes pour chaque type de terre.





La dernière séance de notre mission a mis l'accent particulier sur la formation des volontaires-maçons sur les techniques d'utilisation des presses-briques, la fabrication des BTC et le dosage de l'eau pour malaxer le mortier terre stabilisée avec du ciment 42.5.





Conclusions:

1. La terre choisie pour la fabrication des BTC qui serviront à la construction du stock de Makamba est celle du site Gasabago et le sable est celui de la rivière Mugombwa.



Autres photos :




Stock actuel de Branche de Makamba

Avec l'aide des maçons locaux, futurs participants de la formation certifiante ECVET de cette mission, à l'arrivée à Makamba tout est prêt, avec des BTCs-échantillon préparés par l'équipe de trois types : terre-sable 1:1 (même volume de terre que de sable), stabilisés au ciment à 5%, 7% et 10%.



En profitant ces pertinents avances faits par l'équipe CRB, des tests supplémentaires sont proposés, expliqués et réalisés avec les BTCs témoins (échantillons) fabriqués avec ces différents dosages : absorption d'eau et de remontée capillaire, avec les effets de l'eau absorbée sur les pièces, à vérifier le lendemain, permettant concentrer l'attention seulement sur les BTCs conservant toutes leurs caractéristiques physiques, comme rappel aussi de la procédure (qui appartient à l'Unité ECVET P, pas la M certifiée), aux techniciens.

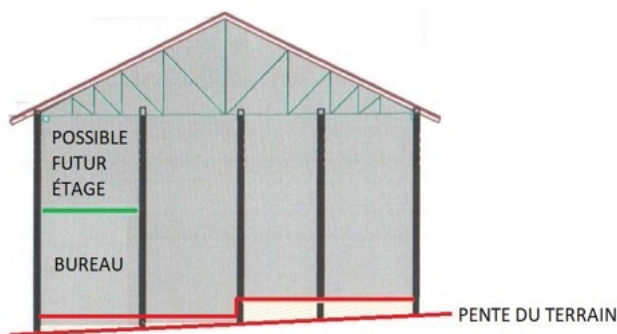
Le constat fait est que le BTC résistant une potentielle immersion dans l'eau -indésirable mais possible dans la zone- est dosé à 10% de ciment.



Le moment de la visite au terrain arrive finalement, accompagnés par le Secrétaire Provincial CRB de la Branche de Makamba. Plan d'avant-projet en main, les suivantes recommandations suivent à la visite :

Par rapport à l'architecture et les détails techniques :

- Le constat d'une pente accentuée vers l'intérieur du terrain fait suggérer une adaptation du bâtiment planifié, pour mieux répondre à ces caractéristiques, en profitant d'une double hauteur potentielle dans l'avenir -en renforçant la structure en prévision d'une future plateforme en étage :



- Prévoir un soubassement (hauteur 40 cm) pour séparer le bâtiment du terrain exposé aux ruissellements

- Assurer l'inclusion d'un chaînage supérieur qui servira aussi comme ancrage de la toiture
- Garantir la ventilation croisée du bâtiment

Par rapport au type de BTC à utiliser dans le bâtiment, tenant compte des résultats des essais précédents, et pour favoriser l'économie de ciment -un grand énergivore :

- Les BTCs dosés à 10% de ciment sont recommandés pour la maçonnerie des 5 premières rangées, en évitant l'érosion par rebond des pluies, et la continuation avec des BTCs à 7 - 8% pour le reste des murs.
- En cas de constat de fortes pluies et vents violents dans la zone, considérer l'utilisation des BTC à haute stabilisation sur les façades complètes plus exposées.
- Pour les cloisons intérieures, considérer la possibilité d'utiliser des BTC avec un bas ou nul pourcentage de ciment, décision toujours précédée des tests prescriptifs.

5. Musinga : diagnostic du premier dépôt en BTC

5.1 Le dépôt BTC au siège de la CRB

Après avoir fait une évaluation à distance lors de la construction et habilitation de ce dépôt BTC, le moment d'une évaluation directe arrive. L'objectif : capitaliser les points forts et corriger les erreurs face à l'avenir.



Concernant la manufacture des BTCs, leur mise en œuvre et la construction de l'ensemble, l'évaluation est très positive : les recommandations faites online ont été suivies. Cependant, certains points échappant l'analyse online sont susceptibles d'amélioration :

- Le plus important, de type structurel : manque de **chaînage supérieur** au niveau de rencontre avec la toiture, empêchant **son bon ancrage** et la rendant plus exposée à l'enlèvement par des vents violents



- Épaisseur des joints excessif dans les premières rangées de maçonnerie ; cependant le défaut était aperçu et corrigé presque immédiatement par la direction locale.
- Cassure des murs bien finis pour introduire les échafaudages, puis remplissage toujours visible. Une malheureuse mauvaise pratique étendue qui cause une rupture de la continuité de la maçonnerie. Un point faible créé pas les propres maçons et qui doit être toujours évité !



Gauche : système de drainage des eaux pluviales pour protéger le mur derrière le bâtiment, recommandation suivie

Centre : épaisseur excessive des joints, corrigé lors de l'avance de la construction

Droite : malheureuse intervention sur les murs impeccables pour introduire l'échafaudage, faiblesse toujours visible

5.2 L'adoption du BTC chez des particuliers

L'introduction délibérée d'une innovation pertinente peut avoir, en cas de succès, une expansion spontanée montrant son bon accueil social. Comme premier témoin de ce phénomène nous avons cet exemple: un propriétaire, ayant assisté à la construction du dépôt de la CRB, a construit sa maison en BTC à la Colline de Mukoni, un des quartiers de Muyinga. Une visite au chantier permet des constats et recommandations :

- BTCs bien fabriqués avec les presses Terstaram de la CRB (techniciens ECVET) ; cependant le manque de maîtrise de ce nouveau matériau par des maçons intervenants (inconnus), est évident et le résultat est une très pauvre maçonnerie, affaiblissant le bâtiment, et obligeant à l'utilisation de crépissage pour «cacher» les gros erreurs commis.
- Comme cité précédemment, placement des échafaudages à travers des trous remplis ultérieurement affectant sérieusement la continuité de la maçonnerie, voire de la cohésion permanente des murs.



Un cumule de mauvaises pratiques impropres de la maçonnerie en BTC -dont un de ses atouts est la visibilité

- Aucune bonne pratique concernant les appareillages.
- Mortiers ne respectant du tout les règles de la construction en terre crue - ni cuite !

Le mauvais -et incontrôlable- résultat risque de constituer *un frein à l'adhésion sociale aux systèmes de terre crue*. Pour cela, un renforcement des compétences qui aillent au-delà de la bonne formulation des terres, au-delà de l'efficace fabrication des BTCs, s'avère incontournable. Il faut offrir aux maçons déjà sur le marché, la formation nécessaire qui complète le cycle «de la terre au bâtiment».

6. Giteranyi



Les visites au patrimoine vernaculaire et aux projets d'habitat CRB-AICRL précédents commencent à Giteranyi.

6.1 Savoir-faire local : matériaux et techniques

Typologies

Tout au long de la visite, deux différentes typologies de bâtiments dominent le paysage habité. Elles partagent les traits principaux –géométrie rectangulaire, volumes simples, plusieurs chambres, petites ouvertures, toiture à faible pente. Cependant, cette toiture présente des variations : on trouve la solution à une pente avec galerie frontale indépendante, et à deux pentes, sans galerie.



Murs - structure

Les techniques de construction plus répandues sont l'adobe, sans variations spécifiques, et le torchis.

Selon certains voisins, les communautés préfèrent la construction en torchis, même si plus couteuse, parce que sa « structure de cage », très résistante, empêche les voleurs d'accéder aux maisons : les murs d'adobe, signalent-ils, peuvent être humidifiés pour creuser un trou quand elles sont inhabitées même si brièvement.

Une autre raison pour cette préférence est le fait que la structure peut se faire en saison pluvieuse, évidemment impossible pour l'adobe, et la remplir au rythme que les propriétaires déterminent, même en travaillant en famille. Considérant la durée des saisons pluvieuses au Burundi, l'argument se soutient bien.

Aussi, minoritairement, l'utilisation de brique cuite combinée avec pierre, maçonnées avec mortier de terre, est présente: ces bâtiments sont motif de fierté pour leurs propriétaires, dénotant leur niveau social.



Crépissages - enduits

La protection avec crépissage n'est pas généralisée dans les bâtiments en adobe, Par contre, ceux en torchis sont toujours crépis, faisant partie inséparable de système constructif pour compléter sa résistance.

Différents crépissages sont trouvés. La terre stabilisée avec paille et/ou bouse est partagée comme technique avec les régions voisines. Mais ici, un revêtement blanchâtre couvrant plusieurs bâtiments attire l'attention : un type de béton calcaire dont les caractéristiques nous sont expliquées par des amicales voisins, propriétaires et maçons locaux qui se présentent spontanément.



Ce mélange constitué par 5 parties calcaire et 3 de gravier 5-7 mm, une fois « dormi » est ajouté d' 1/4 du volume de bouse humide, ou bien de serrure en cas de maque de bouse. La communauté signale que ce

mélange ancestral appliqué en couche de 2 à 3 cm directement sur le mur en terre crue, est plus résistant que le ciment, ne s'érode que très lentement et peut dépasser une décade sans besoin de le refaire. Un excellent exemple d'adaptation aux ressources locaux : en effet, les carrières de calcaire et les graviers sont disponibles à 1 à 2 km. des zones habitées.

Au fil des heures de dialogue avec les habitants et voisins, on constate une grande potentialité au niveau communautaire concernant les différents types de crépissages, adaptés à chaque territoire (disponibilité, qualité, distance, coût), et efficaces comme protection des intempéries. Certains dépassent la décade d'existence et sont encore en bon état ! Ce savoir-faire devrait être vulgarisé non seulement dans les communautés impliquées, mais aussi faisant partie des actions d'échange technique, formules, etc., de grande valeur pour le staff technique et les décideurs.

Rarement le moderne « crépissage urbain » sable-ciment, est trouvé, aussi comme signe de statut dû à son haut prix, malgré son mauvais rapport avec la terre crue.

Toitures

Parmi les matériaux traditionnels, dans cette région les typiques toitures en paille ou en feuilles de bananier se voient en claire recul, en bénéfice des tuiles céramiques artisanales -une filière forte dans la zone grâce aux argiles abondantes et à l'ancien soutien politique des techniques locales, soutien tristement disparu lors des dernières décades.

Malgré ses avantages thermiques, acoustiques (!), sociales et économiques -moins cher que la moderne tôle métallique- les habitants de maisons en tuiles souffrent des infiltrations pluviales permanentes et rejettent ce matériau : interrogés directement sur le sujet, tous se montrent prêts à les remplacer avec des tôles métalliques dès que possible.



Cependant, en observant la structure en bois d'appui des tôles, il est évident que c'est là-bas, et pas dans les tôles elles-mêmes, où le problème réside : la structure est conçue comme copie celle des toitures végétales légères, donc *incapable de conserver la planéité sous le poids des tuiles* -en plus, souvent mouillés... C'est la déformation de la charpente qui produit le glissement des tuiles, et avec lui, l'entrée de l'eau. Un renforcement des capacités des « maitres tuiliers » pourrait aider à surmonter ce problème, très répandu dans cette région.

Finalement, le constat plus évident : toutes les techniques traditionnelles, végétales ou céramiques, sont en train d'être remplacées rapidement par la tôle métallique. Légère, demandant une charpente minimale, transportable même en vélo, pas chère, et... étanche ! Point pas négligeable dans un pays où la pluie est la protagoniste. La plupart des bâtiments traditionnels en terre de la dernière décade, ont des toitures en tôle.

6.2 Interventions de la CRB - AICRL (2017 – 2023)

N'importe l'année du projet, le constat est que la plupart des maisons, toutes en adobe, construites et réhabilitées, sont en bonne état. Le fait que les bénéficiaires les aient crépies -sans aide financier- avec différentes techniques locales, sans doute a contribué à cette bonne durabilité.

Différents crépissages : terre assez argileuse sans stabiliser, terre stabilisée avec paille et/ou bouse, béton de terre (terre et gravier de différente granulométrie), sont trouvés. Ou, rarement, le moderne -et cher- crépissage sable-ciment. Aussi on constate que certaines maisons n'ont pas été crépies, par des raisons économiques ou de composition du ménage (sans hommes jeunes).



Certains dégâts aperçus au niveau du soubassement se doivent au mauvais choix du moment de construction, en saison pluvieuse, situation à éviter si les fondations et le soubassement continuent à utiliser l'adobe comme élément de maçonnerie.

Les bénéficiaires expliquent aussi que les dimensions des fenêtres fournies -calculés pour permettre un minimum de ventilation et d'éclairage naturel- favorisent les vols ; pour cela toutes les familles ont ajouté soit des fers à béton $\phi 8$, soit des lattes en bois pour empêcher l'entrée des voleurs. Certainement facile à résoudre dans les futurs projets.



Un autre point : l'ancrage de la charpente et toiture aux murs d'adobe en utilisant du fil de fer, provoque une sollicitation à traction ponctuelle des adobes affectés sous l'effet des forts vents, avec le risque de décoiffement de la toiture en arrachant aussi une partie des murs (situation arrivée à Nakyoya, RD Congo). Pour cela, des feuillards en fer plat doivent être toujours utilisés dans cet ancrage.



7. Gashoho

7.1 Savoir-faire local : matériaux et techniques

Les systèmes, techniques et matériaux trouvés à Gashoho ne diffèrent pas de ceux présents à Giteranyi, sauf pour la présence de calcaire dans les crépissages, ici nulle.

Aussi la présence des toitures en tuile est très répandue dans cette zone, parlant de la bonne qualité des argiles.



7.2 Interventions de la CRB - AICRL (2017 - 2022)

Très bon état extérieur des maisons visitées. Les efficaces crépissages plus répandus dans cette région: terre argileuse sans stabiliser ou conformant un béton avec gravier, ont été appliqués par les bénéficiaires, en épaisses couches granuleuses. Voici différents exemples :





Même si rare, certaines maisons sont crépies avec mortier sable-ciment... Mais en contournant le périmètre, on peut souvent apprécier que *seulement la façade* est crépie avec cette technique « chère et prestigieuse », et le reste, en terre... Avec indépendance des critères de protection de la pluie dominante. Normalement, il s'agit des maisons faisant face à la route.



Un point faible pour la résistance des murs en terre crue, parfois bien traité, parfois non, est causé par la tradition locale de s'asseoir devant la maison pour développer différentes tâches agricoles, causer avec les voisins, surveiller les animaux et les enfants, etc. À niveau typologique, la réponse est d'élargir le soubassement pour produire un sort de banc continu, au moins dans la façade de la maison, parfois en l'entourant complètement, crépi en ciment pour augmenter sa durabilité. Cette disposition devient un point faible si aucune protection contre le rebond des pluies dès le soubassement vers le plus faible mur en terre

derrière, est prévue (*splashback*). Les images précédentes montrent les deux solutions : avec et sans splashback, et leur effet sur la base des murs. Un point à considérer dans l'avenir.

Finalement, exactement comme à Giteranyi, l'ajout spontané des bars de fer à béton ou bien des lattes en bois bloque les fenêtres, pour éviter les vols.

8. Bugabira, Kirundo

D'après les informations partagées par Tite Nimpaye, cette commune comprend 12 collines avec environ 140.000 habitants. Depuis 2020 elle accueille 12.000 rapatriés, en provenance essentiellement de Rwanda mais aussi d'Uganda, Tanzanie et Kenya. Une grande partie de cette population manque un habitat digne, et fait face à multiples pénuries : manque d'accès aux soins de santé, manque de terrains à cultiver et habiter, manque spécifique d'habitat chez les Batwa, les handicapés et les veuves, enfants en situation de rue.

C'est ici que le prochain projet d'habitat humanitaire aura lieu, donnant une valeur spéciale à cette visite, qui comprend deux des 12 collines - Gaturanda et Kigina, permettant :

- Se renseigner sur les traditions, savoir-faire locale, techniques constructives et matériaux existantes au sein de la commune, comme fait précédemment à Giteranyi et Gashoho,
- Croiser toute l'information existante, incluant les leçons apprises dans les projets précédents et les nouveaux constats faits dans les visites précédentes,
- Incorporer les nouvelles connaissances que l'introduction du BTC au Burundi permet et permettra.

Avant plonger dans l'analyse, il faut noter une anecdote curieuse : lors de la visite de présentation, on a noté que le bâtiment auxiliaire du Bureau Communal souffre, lui-même, les effets de la méconnaissance des compatibilités entre la terre crue et le crépissage en ciment.



Ayant perdu la plupart de sa « protection », les murs en adobe se montrent nus, mais en se rapprochant le constat est encore plus grave : la finition en ciment est complètement détachée du mur, ayant causé la dégradation de plusieurs centimètres de mur en terre avant tomber par son propre poids. Situation qui reste cachée très souvent : une silencieuse perte de masse des murs derrière l'apparence « dur » d'une finition peu adaptée à la terre crue.

8.1 Savoir-faire local : matériaux et techniques

Lors des visites, accompagnées des riches échanges avec certains voisins et avec la population, on aperçoit que les techniques, savoirs et matériaux présents dans l'architecture vernaculaire locale ne diffèrent pas grandement de celles des régions voisines :

- Les constructions sont érigées en adobe et en torchis, crépies en terre ou, parfois, sans protection. L'utilisation de briques cuites est rarement vu au niveau rural.
- Plus du 35% des maisons ont des toitures en paille ou en feuilles de bananier. La tuile céramique n'est pas fréquente ; la tôle métallique est très répandue dans les bâtiments plus récents.
- Les fondations des maisons en adobe sont aussi faites avec le même matériau, maçonnées avec mortier de terre. Leur faiblesse face aux intempéries, notamment aux effets de la remontée capillaire et aux ruissellements causés par les fortes pluies, conduit à une dégradation progressive.
- La commune de Bugabira est loin des lieux d'approvisionnement de sable, gravier, moellons : leur coût est ici plus haut que dans les voisines Giteranyi et Gashoho.
- Une pénurie d'eau est présente depuis quelque temps, avec des points d'accès lointains. Aspect important à l'heure de choisir le système de construction moins « hydrovore » pour le projet actuellement à ses balbutiements. Notamment, le BTC pourrait constituer une solution mixte avec l'adobe.
- Une grande diversité de typologies se superpose dans le tissu rural, côte à côte : dès la plus basique et humble chambre ronde en torchis et feuilles de bananier, évoluant dans la même solution en plan rectangulaire, puis l'amélioration avec chambres multiples et toiture en tôle à une pente, puis deux pentes, et finalement, des architectures plus complexes, toujours avec les mêmes matériaux. Parlant d'une certaine maîtrise de la matière et ses limites, par les maçons locaux.

Laisser les images parler aide à la compréhension des constats exprimés :





Finalement, il ne reste que croiser les données précédentes pour proposer des solutions techniques et des recommandations... Mais pour que ces recommandations soient internalisées, rien mieux qu'élargir le nombre de techniciens ECVET au Burundi - aux 16 de la première formation certifiante ECVET, 14 s'ajoutent lors de cette mission :

III. ECVET : formation et certification

9. ECVET

9.1 ECVET EARTH BUILDING³

Des centaines d'initiatives ponctuelles pour la valorisation de la construction en terre crue menées depuis des décades par les agences, les ONGs et leurs partenaires locaux ont resté invisibles les unes des autres -une des raisons de l'échec à l'heure de récupérer son prestige technique et social. L'AICRL a compris que ces efforts -et ses efforts- devraient s'inscrire dans un cadre plus ample pour maximiser la capitalisation que les individus, les institutions et la société font des programmes d'habitat durable.

Pour cela, à partir de 2022 une formation certifiante d'origine européen mais de portée globale a commencé à être déployée, capable pas seulement de reconnaître le savoir-faire des artisans et professionnels locaux, mais aussi de niveler les acquis partagés avec un langage technique commun, pour permettre un travail en réseau entre africains, une fois cette première phase de formation et certification soit complète dans tous les pays travaillant avec l'AICRL.

Le système de certification de métiers de la terre crue s'appelle ECVET EARTH BUILDING (ECVET EB), et il est conçu sur l'approche par compétences : *n'importe comment tu as appris ton métier, mais que tu saches l'exécuter*. Il offre aux artisans et travailleurs au chantier une nouvelle manière de se former et de certifier les compétences acquises, et favorise la formation tout au long de la vie, et la mobilité.

ECVET EB est un système d'unités définies comme le plus petit ensemble cohérent de savoirs (théoriques), d'aptitudes (pratiques) et de compétences (responsabilités) concernant l'un des différents champs d'activité professionnelle de la construction en terre. Ces unités sont évaluable et cumulables. Les 9 unités aujourd'hui disponibles couvrent les principales activités du secteur professionnel du bâtiment en terre, à différents niveaux : 1 (débutant), 2 (aide-maçon), 3 (maçon qualifié), et 4 (maçon chef d'équipe) pour s'adresser à tout le public potentiel -hommes et femmes- avec ou sans expérience avec la terre en construction.

Unit	Subunit	EQF Level					Description
		L1	L2	L3	L4	L5	
M							From raw material to earth mix
P							Production of prefabricated elements
B	B1 earth Masonry						Building with earth
	B2 Cob						
	B3 rammed earth						
C							Application of clay plaster
F							Formwork for earth building
R	R1 building						Repair and conservation in earth building
	R2 clay Plaster						
D							Interior design
O							Decorative techniques
E							Earth building market

Chaque unité est évaluée séparément par les organismes européens partenaires, présents à la plupart des pays. L'association ESTEPA⁴ est le partenaire espagnol, et la déléguée PFCT- Point focal Construction en terre de l'AICRL est sa présidente, au même temps que formatrice et évaluatrice internationale de l' ECVET EB. L'évaluation est indépendante de la formation préalable : le point clé est *savoir faire un travail, n'importe comment et où les candidats/es l'ont appris*.

Les certificats ECVET EB sont délivrés depuis plus d'une dizaine d'années en Europe, à partir de 2021 ESTEPA les a introduits au-delà de leur continent d'origine, et sont devenus un prestigieux indicateur des compétences au chantier pour leurs titulaires. L'expérience de son adaptation au-delà de l'Europe s'est confirmée très positive déjà en Amérique Latine depuis 2015 : dans un contexte si différent à l'original, les argentins se sont inspirés à l'ECVET pour *concevoir leur propre certification nationale*, et d'autres exemples sont en marche. La capitalisation de ces résultats aussi en Afrique est, donc, le pas qu'on vient de donner à partir de 2022, ensemble entre l'AICRL (qui forme) et ESTEPA (qui certifie).

9.2 ECVET EB pour l'Afrique

Lors des formations certifiantes ECVET EB Unité M – la matière terre, menées entre 2022 et 2023 par l'AICRL à Burundi, RDC et Niger, chaque une avec sa particularité et jugées très riches en contenus et résultats, 48 candidats et candidates ont été évalués à la fin du programme, et *ils ont obtenu les mêmes certificats de qualité que leurs pairs obtiennent en Espagne ou en Allemagne*. Dans le cas du Tchad, une première visite a servi pour établir les besoins, permettant une approche spécifique pour la prochaine formation et certification. Dans le cas du Mali, les besoins spécifiques et le grand group à former ont déterminé une

³ <https://ecvetearth.hypotheses.org/download/units-download>

⁴ www.estepa.org

formation basée sur l'ECVET Unité M, mais pas achevée : une prochaine mission complètera le programme pour les premiers 15 candidats sélectionnés, le couronnant de l'examen de certification.

Puisque la conformation d'équipes polyvalentes – ingénieurs, techniciens, maçons, briquetiers, enseignants, volontaires – est poursuivie comme stratégie, tant la formation comme l'examen s'organisent en français et en langue locale, ouvrant l'opportunité aux personnes ne parlant pas le français : à Burundi en Kirundi, à RDC en Swahili, au Niger en Haoussa et Djerma, et la liste continuera.

La liste continuera avec tous les pays travaillant avec l'AICRL en Afrique. L'objectif : dépasser la centaine des techniciens et techniciennes ECVET parlant le même langage technique, avec les mêmes capacités en construction en terre renforcées, pour établir un réseau africain d'échange technique et de main d'œuvre spécialisée. Favorisant justement un des piliers de l'ECVET : la mobilité des ressources humains qualifiés.

De différents défis inexistantes dans le contexte européen original accompagnent les différentes éditions d'ECVET en Afrique. Non seulement la traduction à la langue locale est garantie : parfois *il s'agit de deux langues*, ou même *de participants illettrés*. L'examen écrit, de choix multiple, doit en conséquence s'organiser avec une stratégie historiquement inconnue pour l'ECVET : la traduction simultanée aux deux langues, accompagnée d'assistance personnalisée pour identifier la réponse correcte sur la feuille, tout guidé par un volontaire. Malgré tous ces efforts, il y a eu un cas où certains candidats n'ont pas obtenu le 50% de réponses correctes qui valident le Niveau 2, introduisant un troisième élément innovant : une nouvelle opportunité en considérant la théorie adaptée au Niveau 1 (débutant), mais toujours conservant les bons résultats pratiques obtenus avec les exigences du Niveau 2, avec la réussite ainsi garantie.

9.3 BURUNDI : la première équipe ECVET de l'Afrique a besoin de s'élargir !

En vue des très bons résultats qualitatifs à court terme, obtenus par l'équipe de techniciens ECVET certifiée en 2022 avec l'Unité M – Niveau 2, la CRB décide d'élargir cette base technique en formant et certifiant un deuxième groupe.

L'Unité et la méthodologie restant toujours les mêmes, voici un résumé de la formation et son examen.

SESSION 1. 14 février

THÉORIE

- Présentation des participants.
- ECVET Earth Building : la certification de compétences, fondement du futur réseau technique africain.
- La terre : les constituants et leur comportement. Exemples pratiques.
- L'argile : élément clé.

PRATIQUE

- Organisation des outils et des espaces de travail.
- Essai de la décantation avec les terres amenées par chaque participant.
- Étiquetage : son importance incontournable.

SESSION 2. 15 février

THÉORIE + ÉCHANGE

- Récapitulation en groupes des contenus de la veille.
- Résultats du test de la décantation. Son utilité.
- Granulométrie.

PRATIQUE

- Tamisage : granulométrie des échantillons des participants, avec les tamis disponibles.
- Résultats du tamisage : comparaison entre des échantillons différentes.



Introduction et échange entre tous : c'est quoi, la terre ?



Test de la décantation : préparation, repos, résultats, fonction



Granulométrie de la matière. Tamisage : procédure, enregistrement des résultats, étiquetage





Test du cigare : tamisage de la terre, préparation et exécution. Résultats



Test de la plaquette : stabilisation avec sable. Dosage. Étiquetage

SESSION 3. 16 février

THÉORIE

PRATIQUE

- Tamisage des « fins », particules < 2 mm, pour les tests suivants.
- Test du cigare : exercice complet. Son utilité.
- Test de la pastille : confection.

SESSION 4. 19 février

THÉORIE

- Stabilisation, la clé des bons mélanges.

PRATIQUE

- Stabilisation, dosage et étiquetage : test de la plaquette, chaque participant avec sa terre tamisée.
- Adobe: préparation du mélange à partir des déchets des tests (terres différentes) + terre locale.
Addition d'eau : état plastique. Repos. Préparation des moules.



Adobe simple et fibré : préparation des mélanges. Comparaison des résistances. Moulage, séchage et stockage



Résultats des tests de la décantation, du cigare et de la pastille

SESSION 5. 20 février

THÉORIE

- Stabilisation avec des fibres. Mélanges fibrés pour adobe et torchis.

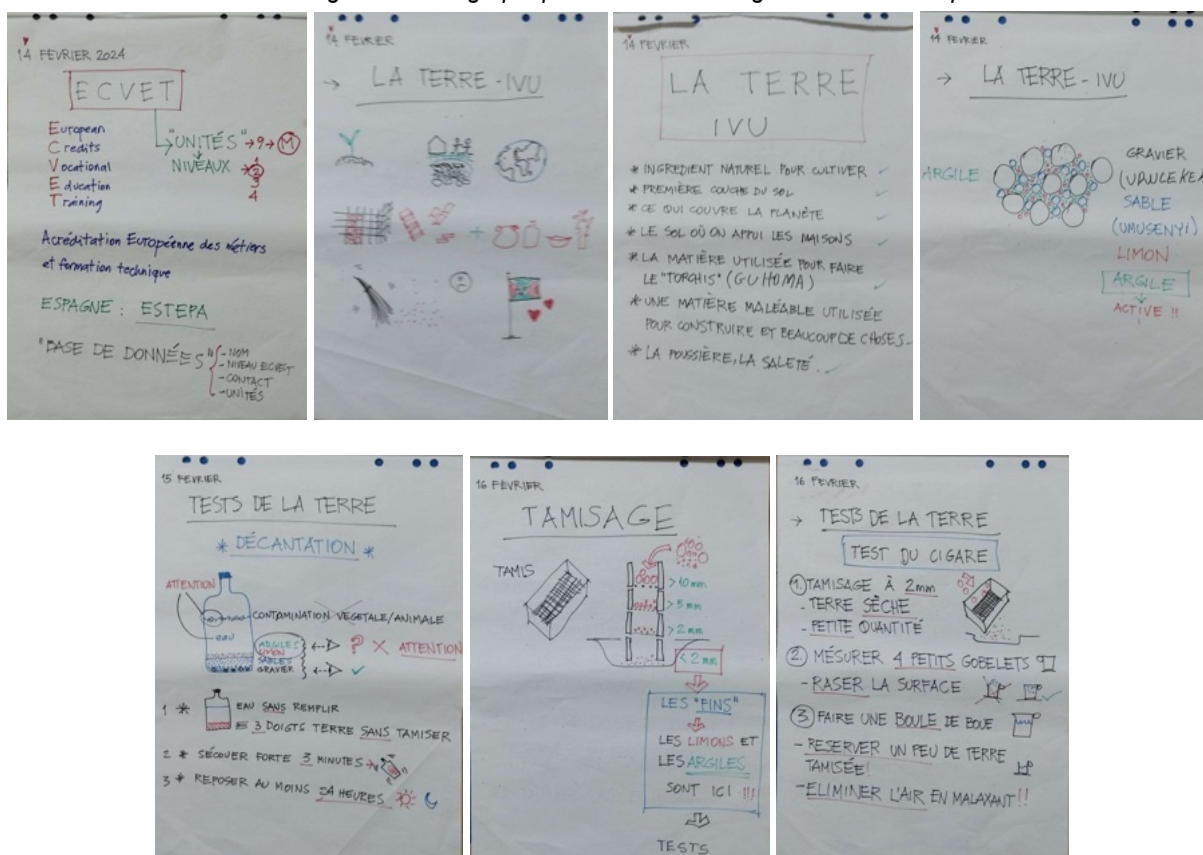
PRATIQUE

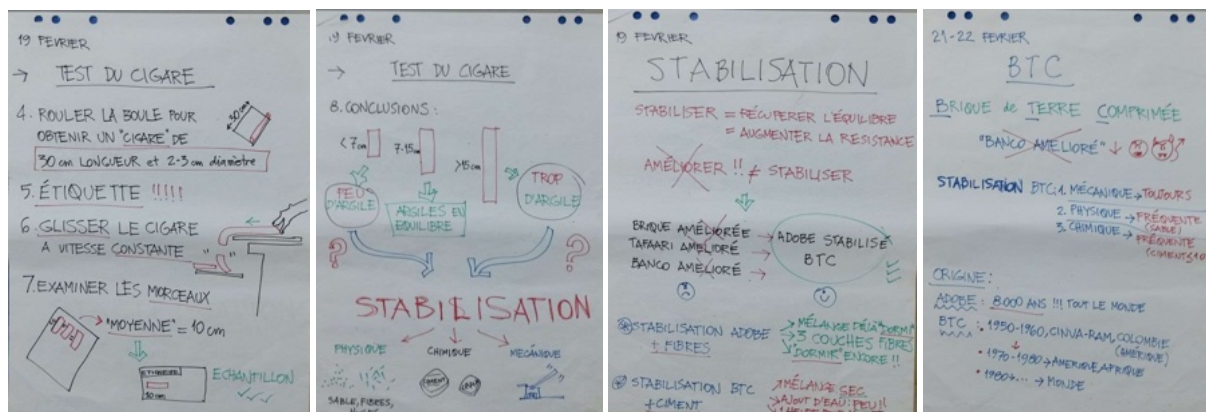
- Fabrication des adobes-échantillon sans fibres.

- Préparation des mélanges fibrés : paille et écorces de riz.
- Avantages et faiblesses
- Test de la plaquette. Résultats et interprétation.
- Test de la pastille : résultats.
- Adobes fibrés : fabrication.



La théorie nécessaire pour ECVET M Niveau 2, sous forme de cahier individuel...
...et aussi de grand cahier graphique de classe - enregistré avec les téléphones !





EXTENSION BTC - SESSION 6. 21 février

THÉORIE

- BTC - brique de terre comprimée :
 - Exemples de son utilisation en Afrique : projets sociaux, bâtiments publics, maisons privées.
 - La presse CINVA-RAM : humble mais utile dans le contexte humanitaire et du développement.
 - Les GIEs des « femmes béticières » itinérantes au Sénégal, un exemple répliquable.

PRATIQUE

- BTC : mélange simple et stabilisée au ciment. Volume. Pourcentage. Humidité. Essais.
- La presse Tersta-Ram : présentation. Son utilisation et entretien. Mesures de sécurité.

EXTENSION BTC - SESSION 7. 22 février

PRATIQUE

- Fabrication des BTCs
- Présentation d'une autre presse fabriquée localement : BTC encastrables. Comparaisons

EXTENSION BTC - SESSION 8. 23 février

- Fabrication des BTCs. Manipulation, cure humide, séchage, étiquetage



Pourcentage et volume expliqués de façon pratique



Arrivée de l'équipe de la RDC pour la formation complémentaire en BTC : tamisage, dosage, présentation et entretien de la presse Terstaram ; fabrication, manipulation, cure, séchage





Alternatives possibles : presses de fabrication locale et transportables, BTCs encastrables



Essais de capillarité et de résistance post-trempage. Comparaison BTC – adobes produits lors de la formation



FIN DE LA FORMATION ! Tous préparés pour...

EXAMEN ECVET UNITÉ M. 26 - 27 février

- Examen écrit tous ensemble.
- Examen pratique en groupes de 4, selon langues parlées, avec ou sans traduction.
- Examen orale individuel, avec ou sans traduction.

- Correction et préparation des documents ECVET. Entretien avec chaque candidat.
- Cérémonie officielle de remise des diplômes aux 14 nouveaux techniciens, organisée par les autorités CRB.



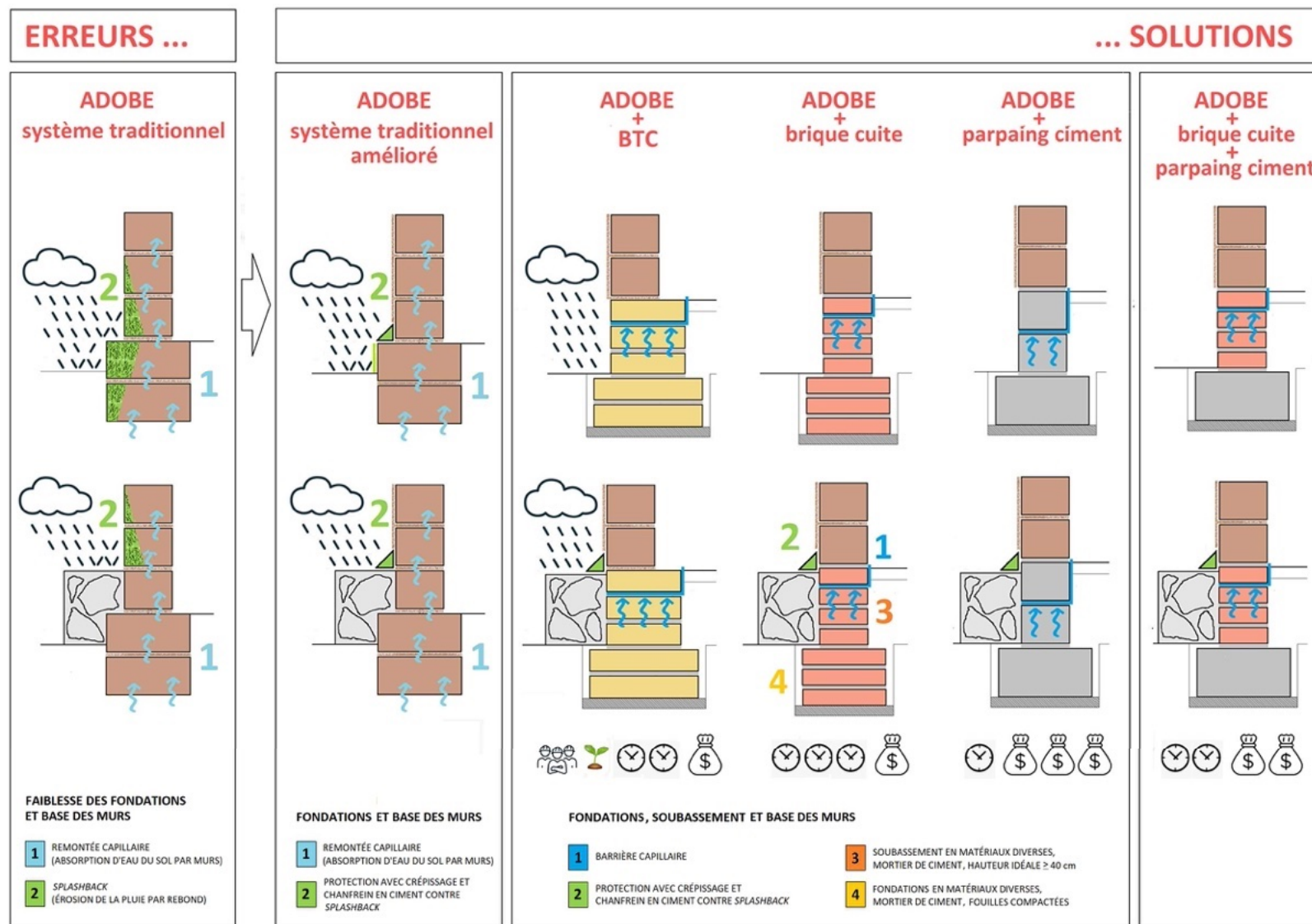
Examen écrit tous ensemble. Examen pratique en groupes, examen oral individuel. En Français et Kirundi



Remise des diplômes aux 14 nouveaux techniciens et techniciennes ECVET ! Avec cérémonie et fête !

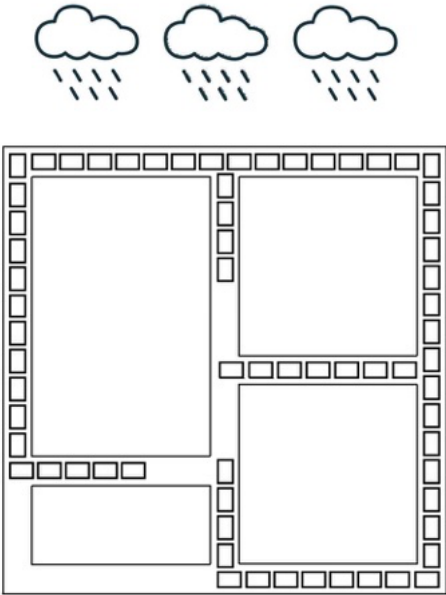
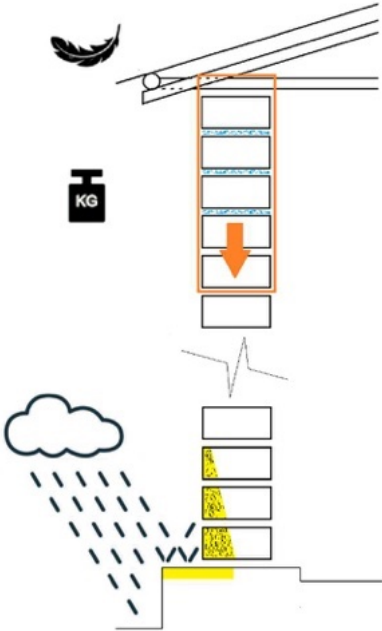
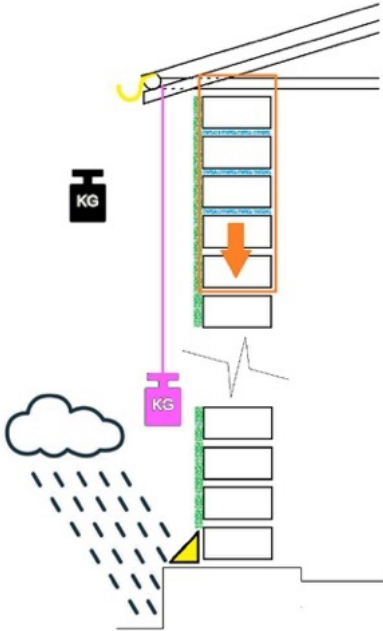
IV. PROPOSITIONS

10. Problèmes et solutions identifiées pour Bugabira



11. Solutions techniques proposées aux autres pays

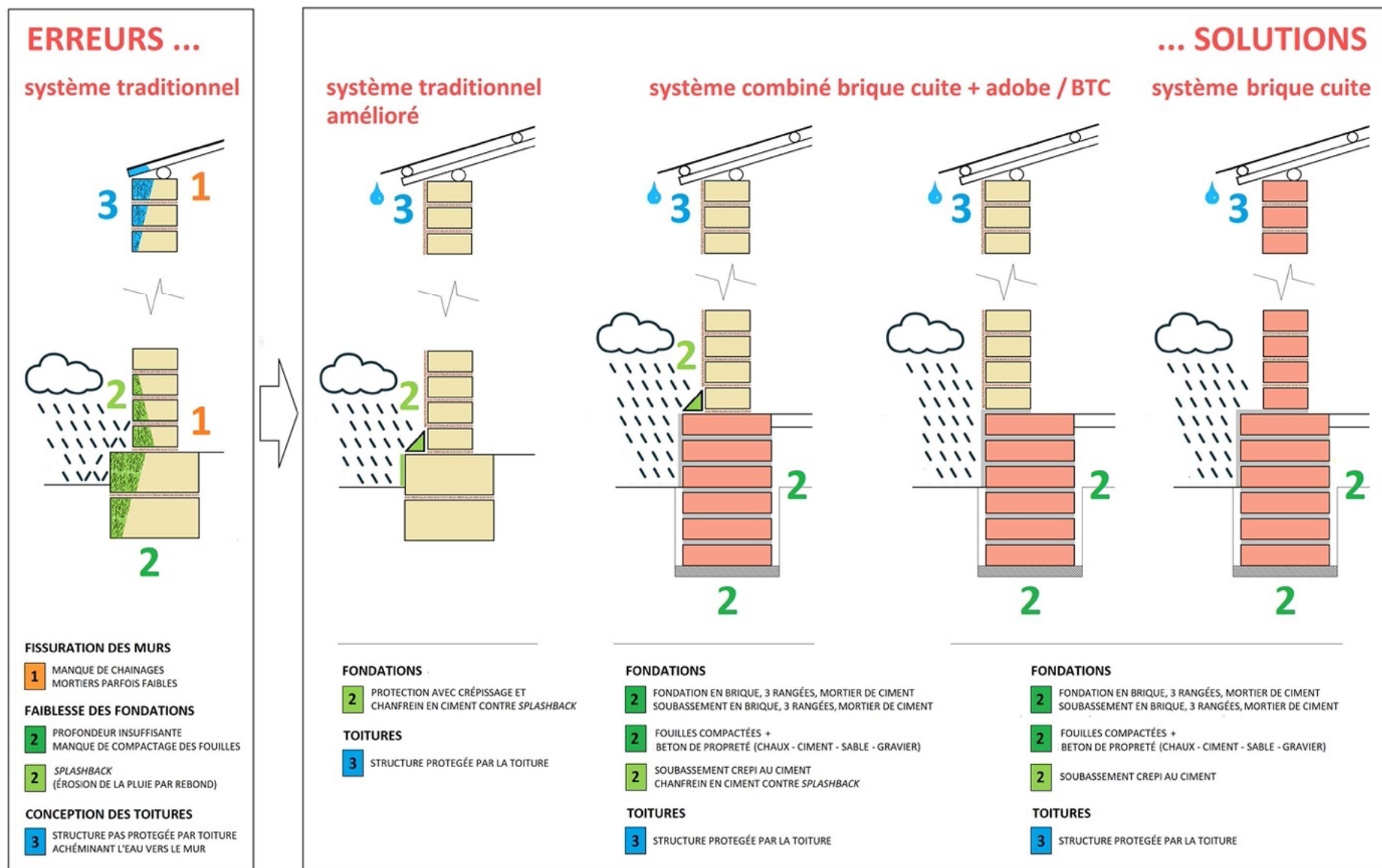
Lors des visites dans les différents pays sous la guide du staff AICRL, le constat direct des situations à corriger permet de proposer des détails techniques spécifiques. En attendant la création de la Base de Données africaine, qui contiendra toute l'information technique actuelle et produite dorénavant, nous avançons avec les aspects graphiques -facilement partageables avec maçons et bénéficiaires sans connaissances techniques- des solutions proposées, pays par pays, où l'AICRL travaille avec les Sociétés Nationales. L'équipe burundaise pourra, donc, identifier plusieurs détails en commun et s'en servir pour les adapter aux besoins locaux.

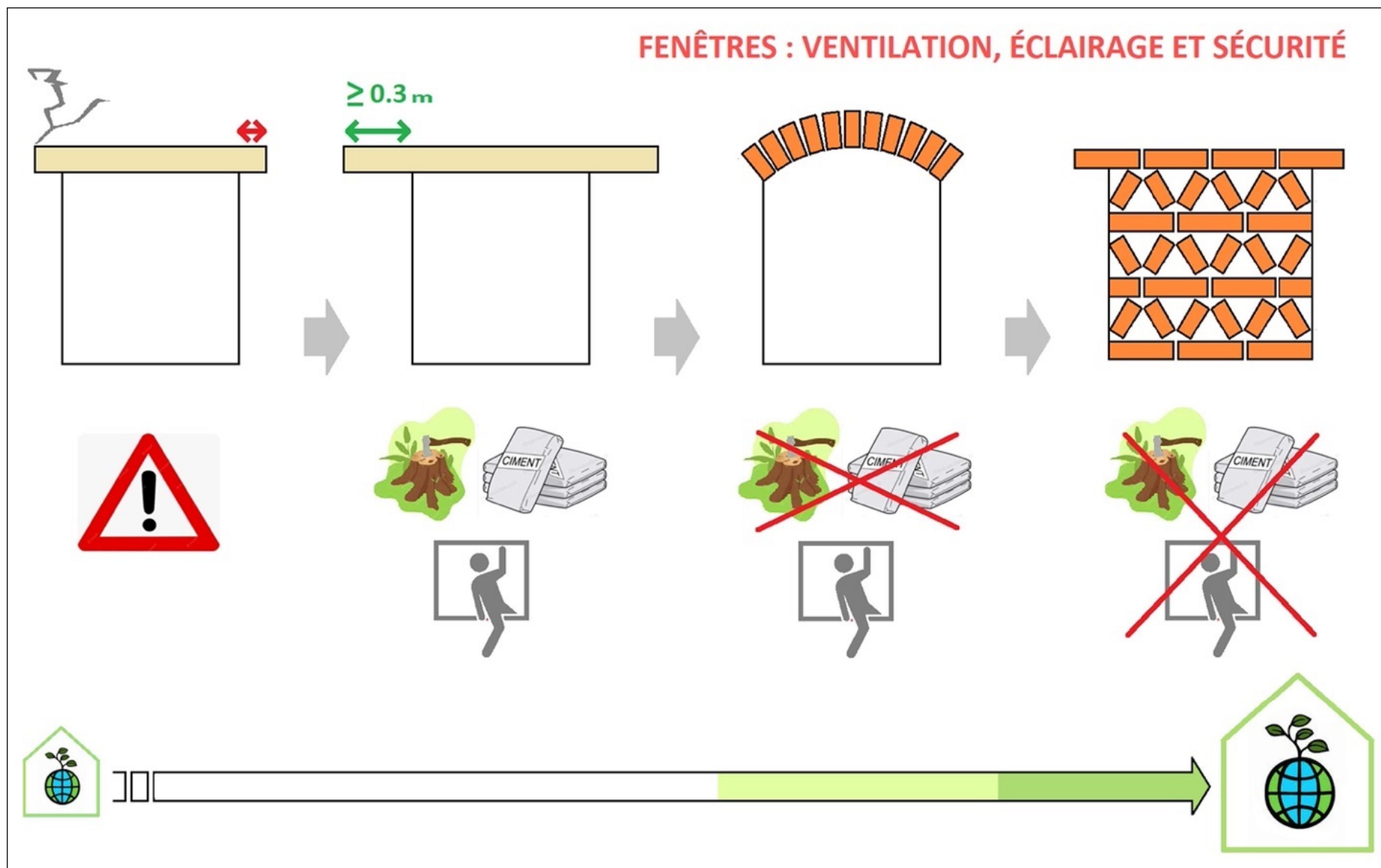
LES 115 MAISONS DÉJÀ CONSTRUITES À NAKYOYA	PROBLÈMES TROUVÉS	SOLUTIONS PROPOSÉES
		
- MURS SUR AXES DES FONDATIONS FAVORISANT L'ÉROSION	1. SPLASHBACK	1. CHANFREIN EN MORTIER + GOUTTIÈRES
- APPAREILLAGE EN PANNERESSE => MURS DE 20 CM : * ÉPAISSEUR CRITIQUE DES MURS ORIENTÉS VERS LES PLUIES	2. FAIBLE POIDS POUR ATTACHE DE TOÎTURE	2. AJOUT DE POIDS AUX 4 COINS
	2. MORTIERS MAL DOSÉS / MAL HYDRATÉS	2. MORTIERS FINS / BIEN HYDRATÉS
		3. CRÉPISSAGE TERRE - SABLE - CHAUX

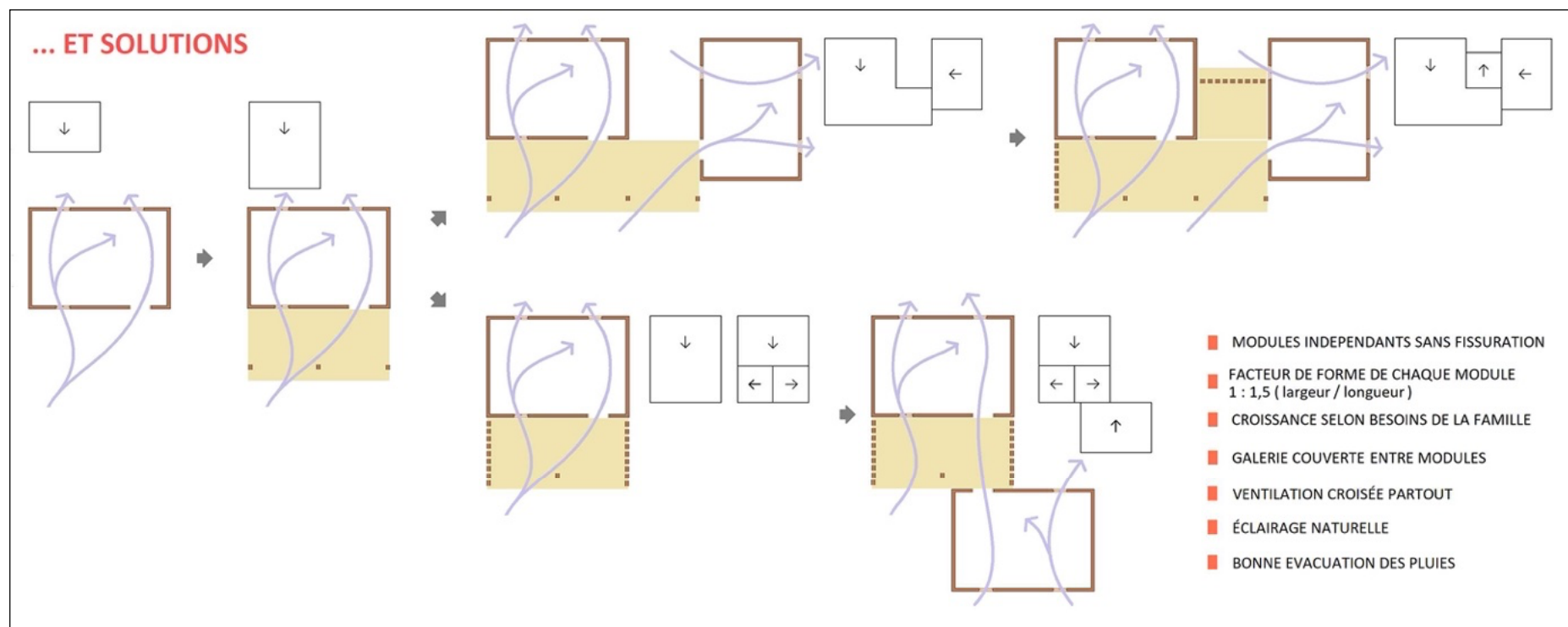
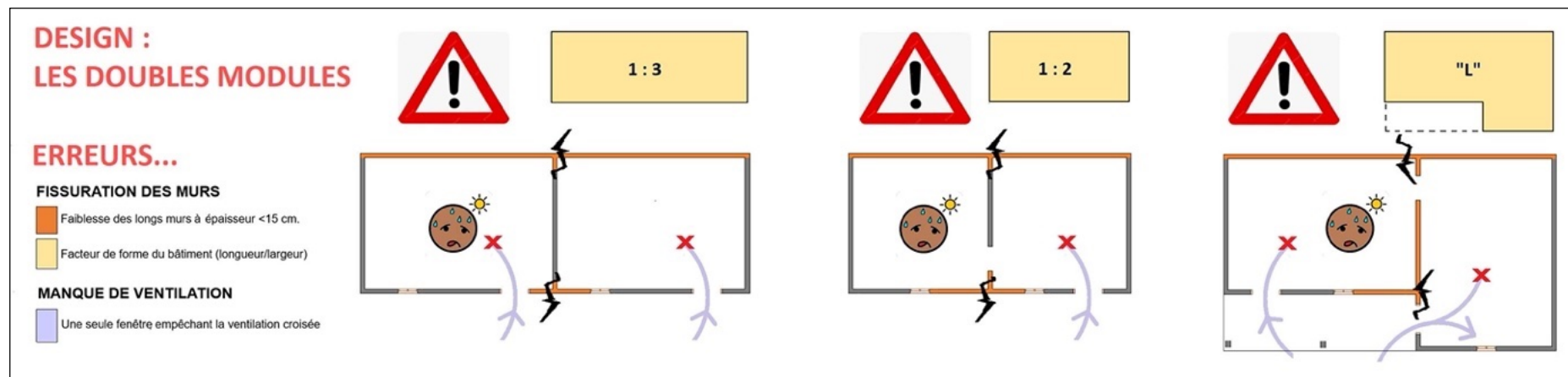
RD
CONGO

PROPOSITION POUR 35 MAISONS À CONSTRUIRE	MUR EXTÉRIEUR EXPOSÉ AUX PLUIES	RESTE DES MURS EXTÉRIEURS
- PÉRIMÈTRE ALIGNÉ AVEC L'EXTÉRIEUR DES FONDATIONS	1. ALIGNEMENT EXTÉRIEUR SUR FONDATIONS	1. ALIGNEMENT EXTÉRIEUR SUR FONDATIONS
- MURS ORIENTÉS VERS LES PLUIES, EN BOUTISSE => 30 cm : *ÉPAISSEUR SUPPORTANT MIEUX LES FORTES INTEMPÉRIES *POIDS FAVORISANT L'ATTACHE DE LA TOITURE SOUS LE VENT *15 % PLUS DE MATIÈRE TERRE TOTALE (ADOBES + MORTIERS)	1. GOUTTIÈRES 2. MUR DE 30 cm: TOITURE BIEN ATTACHÉE 2. MUR DE 30 cm: RÉSILIENT AUX ÉROSIONS 2. MORTIERS FINS / BIEN HYDRATÉS	1. GOUTTIÈRES 2. AJOUT DE POIDS AUX 4 COINS 2. MORTIERS FINS / BIEN HYDRATÉS
- LES AUTRES MURS RESTENT EN PANNERESSE (20 cm)	3. CRÉPISSAGE TERRE - SABLE - CHAUX	3. CRÉPISSAGE TERRE - SABLE - CHAUX

RD CONGO







ERREURS ...

maison pilote en BTC encastrable

MAÇONNERIE DEFECTUEUSE

- 1 ÉCARTEMENT IRRÉGULIER ENTRE RANGÉES
- 1 ÉPAISSEUR DU MORTIER CHANGEANTE OU NULLE
- 1 *SPLASHBACK* (ÉROSION DE LA PLUIE PAR REBOND)

FAIBLESSE DES FONDATIONS

- 2 PROFONDEUR ET DIMENSIONS INSUFFISANTES
- 2 MATÉRIAUX DE FAIBLE RESISTANCE

CONCEPTION DES TOITURES

- 3 MANQUE D'ÉTANCHÉITÉ ENTRE TOITURE ET MUR

... SOLUTIONS

maison pilote en BTC encastrable améliorée

MAÇONNERIE DEFECTUEUSE

- 1 PROTECTION AVEC CRÉPISSAGE + CHANFREIN EN CIMENT CONTRE *SPLASHBACK*
- 3 ÉTANCHÉITÉ ENTRE TOITURE ET MUR

système combiné terre crue + bloc ciment

BTC encastrable

MAÇONNERIE

- 1 BTC ENCASTRABLE, POSE AVEC "BARBOTINE" (MORTIER FLUIDE), CRÉPISSAGE FACULTATIF

SOUBASSEMENT ET FONDATIONS

- 1 SOUBASSEMENT EN BLOC DE CIMENT 20x40x15 cm + CRÉPISSAGE AU CIMENT
- 2 FONDATION EN BLOC DE CIMENT 20x40x15 cm
- 2 FOUILLES COMPACTÉES + BETON DE PROPRIÉTÉ (CHAUX / CIMENT - SABLE - GRAVIER)

BTC simple (recommandé)

MAÇONNERIE

- 1 BTC SIMPLE, POSE AVEC MORTIER DE TERRE, CRÉPISSAGE FACULTATIF

TOITURES

- 3 ÉTANCHÉITÉ ENTRE TOITURE ET MUR

adobe / "banco"

MAÇONNERIE

- 1 ADOBE LARGEUR ≥ 20 cm, POSE AVEC MORTIER DE TERRE, CRÉPISSAGE EXTERIEUR NECESSAIRE

Lors de la mission au Niger, la visite directe des exemples d'abris durables sous la guide du staff AICRL a été impossible, à cause de la situation sécuritaire. Les visites ont été remplacées par des présentations préparées par les responsables de chaque projet, dont les points clés ont été résumés dans ce tableau.

Les solutions s'adaptent, donc, aussi : parmi les détails proposés aux autres pays l'équipe du Niger peut identifier plusieurs détails en commun et s'en servir pour les adapter aux besoins locaux.

PROBLÈME	MANIFESTATION	SOLUTION PROPOSÉE PAR AICRL-CRN	DÉJÀ CORRIGÉ PAR AICRL-CRN						AUTRES SOLUTIONS PROPOSÉES par SRU aux pays voisins
			DIFFA					DOSSO	
			2015	2016	2017	2018	2020-24		
1 MAUVAISE CONCEPTION ET CONSTRUCTION DE L'ABRI	Longs murs faibles sans divisions, fissurés	Division en 2 chambres	✗	✗	✗	✗	✓	⊖	TCHAD (pages 23-24)
	Chaleur-froid insupportables dedans	Augmentation de la hauteur intérieure	✗	✗	✓	✓	✓	⊖	
	Fissures (sévères) des murs aux angles	Augmentation d'épaisseur des murs de 20 à 40 cm	✗	✗	✓	✓		⊖	
		Murs de 20 cm. renforcés aux angles					✓	⊖	
		Formation des maçons en jointage			✓	✓	✓	⊖	
	PASSA inexistant	Application d'approche PASSA	✗	✗	✗	✓	✓	⊖	
2 FONDATIONS FAIBLES	Fissuration des murs Remontée capillaire	Augmentation de la profondeur des fouilles en terrain meuble	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	✓	TCHAD (page 22) MALI (page 25)
3 EROSION HYDRIQUE DU SOUBASSEMENT	<i>Splashback</i> : érosion par rebond des pluies Perte d'épaisseur due aux ruissellements	Augmentation des assises des briques cuites	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	✓	RD CONGO (pages 20-21) TCHAD (page 22) MALI (page 25)
4 ABSENCE DE CRÉPISSAGE RÉSISTANT	Destruction de l'abri par effondrement des murs	Crépissage faible en terre	✗	✗				⊖	RD CONGO (pages 20-21) TCHAD (page 22) MALI (page 25)
	Dégradation prématurée des murs	Crépissage terre + bouse de vache + paille pourrie 1 semaine			✓	✓		⊖	
		Crépissage (grillagé) au ciment					✓	✓	
5 ATTAQUE DE TERMITES	Affaiblissement de la maçonnerie	Traitement du sol d'assise (fondations)	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	✓	TCHAD (pages 22-23) MALI (page 25)
	Linteaux + ouvertures : bois de mauvaise qualité	Utilisation de bois de rônier	✗	✗	✓	✓	✓	⊖	
		Arcs + ouvertures métalliques	✗	✗	✗	✗	?	⊖	
6 FAIBLESSE DE LA TOITURE	Mauvaise qualité de la structure et des tôles causant la perte d'étanchéité	Utilisation de tôles de bonne qualité	✗	✗	✓	✓	✓	⊖	RD CONGO (pages 20-21) MALI (page 25)
		Structure métallique	✗	✗	✗	✗	✓	⊖	
	Toiture emportée par le vent violent	Diminution du débordement des tôles versantes	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	✓	
		Attache de la structure de toiture à la maçonnerie avec fil galvanisé	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	✓	
	Pauvre protection des murs et étanchéité	Prolongation de la toiture vers la pente	✗	✗	✗	✓	✓	⊖	
7 OUVERTURES	Mauvais scellement maçonnerie - cadres	Changement du dosage du mortier	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	✓	TCHAD (page 23)
	Arcs incorrectement maçonnés	Formation des maçons en arcs	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	✓	

12. Conclusions et recommandations

L'AICRL et sa SRU-Unité de recherche sur l'hébergement sont particulièrement engagés avec l'évolution constante vers des solutions durables, appropriées et respectueuses de l'environnement en matière d'habitat. La transition des systèmes constructifs plus polluants, énergivores et responsables de la déforestation, vers des techniques de construction anciennes ou nouvelles utilisant des matériaux locaux, terre crue notamment, est un de ses objectifs actuellement.

L'objectif de cette longue mission était varié : diagnostic des projets précédents, recherche typologique, évaluation des premiers pas données et à donner avec le BTC, formation certifiante ECVET. Le dynamisme et engagement de l'équipe locale, plus l'excellente accueil par les communautés et bénéficiaires participant des entretiens sur le terrain, ont permis la découverte d'un bagage de connaissances locales qui méritent l'attention et le partage, au-delà des réponses constructives potentielles ici suggérées, et à développer par le très compétente et maintenant élargie, équipe locale. Cette riche expérience a permis de proposer les suivantes conclusions et recommandations :

1. Le savoir-faire local réveillé lors des échanges au terrain sur les matériaux, techniques et mélanges locaux montrent un grand potentiel de recherche de base, prête pour être abordée dès les endroits plus enclavés du pays par ce corpus de 30 techniciens -16 du premier groupe, 14 du deuxième- qui ont prouvé leur connaissance des protocoles des essais. **L'expérimentation, validation et partage des solutions locales devraient être encouragés par les responsables de chaque région**, avec du temps réservé aux essais et leurs conclusions: ils font partie des objectifs de l'ECVET Africain et ne doivent pas se considérer une perte d'heures de travail - plutôt au contraire.
2. Malgré la croissante maîtrise des secrets de la fabrication des BTCs, la **faible connaissance des règles de la maçonnerie en BTC** par les maçons actuellement en actif, a été constatée lors de la mission. **Un renforcement des compétences en maçonnerie en BTC, et en terre crue en général, se voit nécessaire.**
3. Pour cela, un premier pas serait l'élaboration d'une **fiche technique de fabrication et construction en BTC**, disponible en français et en kirundi.
4. Considérer dans les prochains projets, **l'incorporation des corrections observées par les bénéficiaires et par la PFCT lors des visites** (de fenêtres, *splashback*, ancrage de la charpente, crépissage adapté à la zone, etc.).
5. **L'appropriation populaire des avantages de la terre crue est un défi didactique à considérer** -point partagé dans différents pays. Des démonstrations publiques avec discussion et participation active dans les quartiers sont prouvées efficaces : avec une presse de BTC pour permettre à chacun de s'y exercer, immerger et gratter le produit; avec des adobes bien conformés en comparaison avec les actuels, etc. Vulgariser les essais permettant l'identification des bonnes terres au même temps que montrer des images de maisons bien construites en matériaux locaux, raconter des témoignages de personnes, en particulier de femmes devenues des «bétécières» propriétaires aujourd'hui leurs propres presses, etc.
6. L'incorporation des détails techniques d'amélioration proposés lors des missions précédentes se fait avec la même vision : ces **solutions des détails constructifs adaptés à la réalité locale et aux petits budgets** sont créées pour **les imprimer en grand format et les partager** lors des séances communautaires et au sein des corps des artisans impliqués -n'importe de quel pays. Aussi pour **s'inspirer et créer d'autres** localement.

Dans l'avenir proche, ce *corpus* de solutions devrait s'intégrer au **Réseau Africain de la Terre**, à créer une fois que chaque pays travaillant avec l'AICRL ait certifié ses premiers 15 techniciens ECVET pour constituer une première **base de données** de formateurs, ingénieurs, chefs de travaux, maçons, briquetiers, hommes et femmes dépassant la centaine de personnes. Mis en ligne, ce réseau suivra l'exemple d'autres, comme la Red PROTERRA⁵ (Amérique Latine, Espagne, Portugal) et permettra non seulement **l'échange technique** entre collègues lointains sur des problèmes en commun et solutions valides, mais aussi la création d'une **bourse d'emploi** potentielle ouvrant l'horizon professionnel en déplacement aux techniciens ECVET.

Pour conclure, l'idée essentielle, avec de petits changements de pays en pays, de rapport en rapport, se présente ainsi au Burundi : si l'AICRL-SRU, avec la CRB et ses techniciens certifiés, arrivent à dévoiler et confirmer les avantages de la terre crue à travers **un bâtiment en adobe, torchis ou BTC, un crépissage, une configuration spatiale et structurelle de qualité**, aussi **technologique et économiquement abordable et compatible avec d'autres systèmes** durables, le résultat sera des maisons *résistantes, confortables et bien finies* comme la population locale désire, et la transition vers l'habitat adapté au 21^{ème} Siècle sera une réalité.

Merci à toute l'équipe burundaise pour l'engagement, la disponibilité et la chaleur humaine qui me font, à chaque reprise, me sentir chez moi quand je suis chez vous.

María Brown Birabén - PFCT

⁵ <https://redproterra.org/es/>

ANNEXES

1. TERMES DE REFERENCE

M. Brown / Lionel Tatenou

Mission	Bâtir en terre au Burundi : vers la modernisation et l'excellence à travers le diagnostic, l'amélioration technique, le partage des leçons apprises et la formation certifiée
Période de mise en œuvre	Du 29 janvier au 03 mars 2024
Source de financement	Projet 19ZZ05 – Lignes budgétaires 2101 - 2303
Budget estimé de l'activité	
Date justification / validation dépenses	15 mars 2024
Date estimée rapport final A4 complet	29 avril 2024
Date estimée restitution en ligne	10 mai 2024
Experte AICRL responsable	María Brown Birabén – PFCT Point Focal Construction en Terre
Responsable local de l'activité	Joselyne NINGANZA
Superviseur local	Tite NIMPAYE

Contexte et justification

L'Aide Internationale de la Croix-Rouge luxembourgeoise (AICRL) intervient depuis 2009 en partenariat avec la Croix-Rouge du Burundi (CRB) au Burundi. Dans ce cadre, la CRB et l'AICRL se sont particulièrement engagés dans la construction d'habitats durables dans le contexte du retour et du rapatriement des réfugiés burundais qui reviennent essentiellement de la Tanzanie et du Rwanda par la construction de maisons, plus particulièrement dans la province de Muyinga. Dans ce cadre, une expérience importante a été, au fur et à mesure, acquise au niveau technique. Ici nous citerons aussi l'expérience qui a été acquise avec l'appui du Shelter Research Unit (SRU) lors de plusieurs missions de recherche et de formation.

En 2019 la CRB et l'AICRL ont organisé l'atelier national « De l'urgence au durable » lors duquel un standard pour la construction de maisons durables dans ce contexte des rapatriements a été fixé sur base du modèle de maison, construit par la CRB et sur base d'une étude sur l'impact environnemental des constructions en terre du SRU. Cette étude a mis en évidence les nombreux avantages au niveau de l'impact environnemental des murs en briques en terre crue, notamment en comparaison avec les murs en briques cuites mais aussi en briques de terre comprimée (BTC).

Au niveau constructif, la CRB met en œuvre une approche originale s'appuyant sur la solidarité communautaire et sur l'implication des volontaires de la CRB dans le processus de construction et la stratégie de choix des bénéficiaires cibles à la fois les rapatriés et les populations hôtes vulnérables dans une approche de cohésion sociale et de cohabitation pacifique.

A partir de 2021, des projets de construction des maisons dans le cadre du processus de réinsertion des rapatriés et autres vulnérables ont été mis en œuvre dans la province de Muyinga selon les normes standards de construction du format d'urgence au format du durable qui ont été adoptés en Avril 2019 tel que cité ci haut.

- Assurer un transfert de compétences au staff des projets concernant les principes techniques de la construction en BTC et l'utilisation et entretien des presses; la production des matériaux didactiques de capitalisation y comprise
- Organiser le chantier-usine pour la fabrication des BTC
- Encadrer le démarrage de la construction d'un bâtiment pilote en BTC, futur entrepôt des presses

Ainsi, depuis tout ce parcours de construction sous des formats variés, il s'avère nécessaire d'effectuer une évaluation de la durabilité de l'un et l'autre, du degré de satisfaction de leur bénéficiaire et de vérifier s'il n'y aurait pas un quelconque besoin d'amélioration.

A map of Burundi showing its administrative regions and major cities. The map is color-coded by region: Muryika (yellow), Kayanza (light green), Murenke (light blue), Murungu (light orange), Kibimba (light green), Bujumbura (light blue), and Mubumba (light green). Major cities are marked with blue dots and labeled: Bujumbura, Gitega, Gashoho, Kirundo, Giteranyi, Musinga, and Mubumba. The map also shows the Great Lakes of Africa, including Lake Tanganyika to the east and Lake Kivu to the south. The word 'Burundi' is prominently displayed in the center of the map.

Il ne s'agit pas d'élargir la base de techniciens certifiés au Burundi, mais en Afrique en général : RDC et Niger ont aussi déjà leurs propres équipes certifiées, et Tchad, Mali, Burkina Faso et Madagascar sont les prochains à suivre. Au fil de 2024, plus d'une centaine de personnes travaillant avec l'AICRL seront certifiées en

compétences essentielles concernant la terre comme matière première en construction : la base pour lancer un réseau africain de communication technique entre pays, suivant l'exemple d'autres continents comme l'Amérique Latine avec sa puissante Red PROTERRA.

Objectifs de la mission

1. L'objectif principal de la mission est focalisé sur une étude de faisabilité de l'amélioration des techniques de construction des maisons en terre en faveur des rapatriés et autres vulnérables, partant de l'expertise acquise dans la province de Muyinga et aboutissant à des propositions techniques et budgétaires pour la construction et réhabilitation de 500 maisons à Bugabira, province de Kirundo, au cours des années 2023-25.
2. En deuxième terme, proposer une approche technique intégral pour la potentielle construction en BTC de l'entrepôt de Makamba.
3. À Bujumbura, faciliter la deuxième Formation et Certification européenne ECVET Earth Building au Burundi, Unité M Niveau 2, pour un maximum de 12 candidats, provenant des différentes zones citées et de la RDC.

Il s'agit plus spécifiquement de :

d) Maisons individuelles construites dans le cadre de la réinsertion socio-économique

5. Analyser la qualité technique des maisons construites à Muyinga dans les communes de Gashoho et de Giteranyi et formuler des conseils d'amélioration technique, faisable par les bénéficiaires et d'entretien.
6. En partant de cette analyse et du modèle de maison, développé lors de l'atelier sur l'habitat de l'année 2019, proposer des améliorations techniques en vue de la construction et de réhabilitation de 500 maisons dans la province de Kirundo, notamment à Bugabira, tenant compte des aspects suivants :
 - a. Approche constructive de la CRB : quels sont les apports envisageables et faisables des volontaires et des bénéficiaires pour la construction des maisons ? Développer une approche basée sur la plus-value de l'approche existante tenant compte des contraintes telle que la vulnérabilité spécifique de certains ménages.
 - b. Qualité technique des maisons : améliorations faisables au niveau social et technique pour l'implantation, les fondations, les murs, les ouvertures, la charpente et le toit.
 - c. Impact environnemental des activités constructives : conseils sur l'utilisation des matériaux et quantification d'éventuelles mesures compensatoires, p.ex. remplacement des bois utilisés pour la construction d'une maison par la plantation d'arbres.
7. Elaboration participative de modèles de maisons adaptés au contexte de la construction d'habitats dans le contexte de la réinsertion socioéconomique des rapatriés dans la province de Kirundo (500, comprenant la construction et réparation de maisons prévues pour 75% de rapatriés et 25% de populations hôtes) tenant compte :
 - a. Des techniques constructives locales et disponibilités de matériaux à Kirundo
 - b. Des leçons apprises lors de la construction de maisons à Muyinga
 - c. Des réalités socio-économiques à Kirundo
 - d. De la taille des ménages bénéficiaires en prévenant deux modèles de maisons : un pour les ménages plus petits (≤ 4 personnes) et un autre pour les ménages plus grands, tout en analysant l'impact à long terme (changements ultérieurs, agrandissement de ménage, etc.).
 - e. Du budget disponible par maison
8. Faire une analyse de la logistique utilisée et son coût afin de se fixer sur de nouvelles stratégies en termes d'acquisition des matériaux, exécution des travaux, gestion du suivi, etc.

e) Construction d'infrastructures en BTC

4. Analyser la qualité technique de l'entrepôt construit en BTC à Muyinga et donner des conseils pour l'amélioration du bâtiment et sa maintenance durable.
5. Voir la faisabilité de la construction de l'entrepôt en BTC à Makamba sur le terrain proposé par la CRBu
6. Elaborer, avec l'équipe technique locale, des pistes de travail pour la valorisation des machines et techniciens formés en BTC : utiliser les informations déjà existantes à partir de l'expérience de Muyinga, fournies par l'équipe locale, pour définir, à niveau local, le coût unitaire des BTCs ainsi qu'un plan et un budget pour la construction d'un entrepôt en BTC.

f) Formation certifiante ECVET Earth Building

La formation suivie d'examen ECVET Earth Building est mise en place et évaluée par ESTEPA, association espagnole représentée sur le terrain par son évaluatrice internationale, coïncidemment la PFCT de la AICRL. Dès sa première implémentation à Muyinga, les rapports -disponibles- des missions à Burundi (2022), RDC, Mali et Niger (2023) témoignent les détails de ce système et son influence sur les ultérieurs projets à chaque pays, jugée très positive partout. Le protocole s'appliquera exactement pareil dans cette mission à Bujumbura.

Méthodologie

La méthodologie sera participative et impliquera toutes les parties prenantes : l'équipe projet, les volontaires et les bénéficiaires. Elle cherchera à valoriser :

- Les capacités des communautés locales ;
- Les capacités des hommes et femmes de métier locaux (producteurs de briques, maçons, charpentiers, crépisseurs, etc.)
- Les capacités de l'équipe du projet AICRL/CRB ;
- Les capacités de l'expert/e

Les outils qui seront mis en œuvre pour l'atteinte des objectifs:

- Visites terrain et diagnostic des maisons existante et des sols disponibles ;
- Analyse rapide de la réalité logistique (routes, camions, etc.) et des moyens techniques (presses, marché local, expertise endogène);
- Rencontres avec les communautés bénéficiaires, les hommes et femmes de métier, l'équipe du projet ;
- Réunions de présentation et validation ;
- Atelier de réflexion avec toutes les parties prenantes locales ;
- Pour la formation certifiante, application des protocoles ECVET Earth Building déjà bien connus au Burundi

Résultats attendus

7. **KIRUNDO** : Une proposition de stratégie de construction et réhabilitation pour Bugabira, après analyse technique des constructions locales tenant compte des leçons apprises dans la province de Muyinga. Elle comprend :
 - a) Amélioration du design des maisons actuellement bâties en terre crue du point de vue structurelle, constructif, fonctionnel, bioclimatique. Intégrée par de schémas et détails graphiques, la proposition est basée sur la disponibilité et coûts des matériaux (fournis par l'équipe locale) ;
 - b) Proposition de stratégie de construction et réhabilitation comprenant l'implication des personnes (volontaires et bénéficiaires), le processus d'acquisition de matière première, la stratégie et les outils de suivi ainsi que les critères de qualité à suivre.

8. MUYINGA : Conseils d'amélioration et d'entretien pour l'entrepôt.
9. MAKAMBA : Pistes de travail pour la valorisation des machines et techniciens formés en BTC. Partage de la méthode pour élaborer un BoQ et budget pour maçonnerie en BTC, y compris la brique individuelle.
10. BUJUMBURA : 12 nouveau techniciens ECVET formé/es et certifié/es en compétences concernant la terre en construction ; compte rendu du processus.
11. BUJUMBURA : Rapport graphique des leçons apprises entre participants des différents régions et pays.

Livrables

Ces résultats s'intégreront dans le RAPPORT FINAL, en format A4, à élaborer par la PFCT, document à valider en commun une fois partagé et étudié.

Chronogramme détaillé

Activité	Où / Quoi	Quand	Qui
ARRIVÉE	Provenance Sénégal	30 janvier	PFCT María
1 DÉMARCHES, CIVILITÉS, SÉCURITÉ	BUJUMBURA	31 janvier	Equipe AICRL + CRB Bujumbura, PFCT
2 REUNIONS DÉMARRAGE TECHNIQUE	BUJUMBURA	1-2 février	AICRL Bujumbura + RDC, SRU Daniel, PFCT
3 TERRAIN SUD : ENTREPÔT BTC	MAKAMBA	05 février	AICRL Bujumbura, maçons, PFCT
4 TERRAIN NORD : DIAGNOSTIC	MUYINGA: voyage, entrepôt	07 février	AICRL Muyinga, techniciens ECVET, PFCT
	GITERANYI: diagnostic	08 février	AICRL Muyinga, maçons, bénéficiaires, PFCT
	GASHOHO: diagnostic	09 février	AICRL Muyinga, maçons, bénéficiaires, PFCT
	KIRUNDO: voyage dès Muyinga	10 février	PFCT
	BUGABIRA: diagnostic	12 février	AICRL Kirundo, maçons, bénéficiaires, PFCT
5 ECVET EARTH BUILDING UNITÉ M - FORMATION + CERTIFICATION	Voyage + préparation ECVET	13 février	AICRL Bujumbura, André B., PFCT
	BUJUMBURA - ECVET UNITÉ M	14-20 février	12 candidats BUJUMBURA : Tite N. + 1 CRB BUGABIRA : 1 PFABris + 5 maçons MAKAMBA : 2 maçons RDC : 2 maçons de la RDC + André B., PFCT
	BUJUMBURA - EXTENSION BTC	21-23 février	12 candidats Burundi + 3 ECVETs RDC : 3 ECVETs (Paulin, Destin, Gladdys) + André B., PFCT
	BUJUMBURA - EXAMEN ECVET	26-28 / 02	12 candidats Burundi, André, PFCT
	6 ATELIER TERRE - LEÇONS APPRISES	29 février - 01 mars	8 BURUNDI (AICRL, CRB, autres) + 3 RDC (ECVETs Uvira) + autres? = 12 à 15 personnes
DEPART	Destination Sénégal	02 mars	PFCT

Matériels et budget

Pour la formation-certification ECVET, voir Annexe 2 en Excel séparé.