RESTITUTION DE LA CONFERENCE SUR LES TECHNIQUES DE CONSTRUCTION DE L'HABITAT RURAL DANS LA REGION DES GRANDS LACS

« AMELIORATIONS AU GUIDE DE L'HABITAT ACTUEL »

BURUNDI AVRIL 2013

International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies
Shelter Research Unit
an initiative of the Benelux Red Cross Societies

croix-rouge luxembourgeoise
Humanitaire Développement

CROIX - ROUGE DU BURUNDI

L'ATELIER

L'atelier organisé par la Croix-Rouge du Burundi et la Croix-Rouge luxembourgeoise avec l'appui technique de l'IFRC-SRU s'est tenu du 22 au 24 avril 2012. L'objectif était de revoir le modèle de maison actuellement utilisé, qui fût établi par le HCR et d'identifier les améliorations possibles. Cinquante participants ont assisté à l'atelier durant les trois jours. Le public de cette conférence était composé d'acteurs divers intervenant directement ou indirectement dans la construction d'abris.

LES PARTICIPANTS

Nous tenons à remercier HCR, World Outreach Initiatives, Terre des Hommes, la Fédération Luthérienne Mondiale, le PARESI, la COPED, le SKAT, EELCO, la BTC CTB, l'Université du Burundi, la Fédération Internationale de la Croix-Rouge et du Croissant Rouge, la Croix-Rouge d'Allemagne, la Croix-Rouge de Belgique (communauté francophone), la Croix-Rouge Flamande, la Croix-Rouge de la RDC province Nord Kivu, la Croix-Rouge de la RDC province Sud Kivu et la Croix-Rouge du Rwanda pour leur participation.

CONTEXTE

Depuis 2002 des familles de réfugiés ont été assisté à leur retour au Burundi dans des programmes de réinsertion socio économique, ils ont été soutenus dans la construction d'abris par le HCR et autres organisations travaillant dans ce domaine comme la Croix-Rouge du Burundi.

Pour faciliter ces projets de construction un guide de construction a été développé depuis 2006 et revu entre temps. Néanmoins dans le domaine de la construction au Burundi on se retrouve toujours et encore plutôt avec une vision d'urgence qu'avec une vision de durabilité. Afin de se détacher de cette vision il est important que tous les partenaires impliqués dans ce domaine valident des nouvelles normes et standards dans un nouveau guide approuvé par les autorités burundaises.

L'atelier sur les techniques de construction d'abris avait comme but d'améliorer la qualité des constructions avec justement ces nouvelles normes et standards. Néanmoins lors de la conférence il est devenu de plus en plus clair qu'un tel guide ne peut pas être établi en trois jours et que de telles décisions doivent être prises par les plus hautes sphères politiques du pays. Il a donc été convenu qu'il soit produit un document mentionnant toutes les améliorations proposées par les participants à l'atelier et qui pourront par la suite faire objet d'un nouveau guide de construction de l'habitat. Ces améliorations tiennent compte du guide de l'habitat produit par le HCR qui inspire les constructions rurales habituelles. Elles résultent des expériences acquises sur terrain, des lacunes observées et des solutions proposées pour y remédier.

Ainsi donc, ce document se veut un répertoire de toutes les bonnes pratiques à promouvoir dans la construction d'abris ruraux afin de quitter l'urgence et s'inscrire plutôt dans la logique de développement et de durabilité. Le souci étant toujours d'améliorer la qualité des services rendus aux plus vulnérables.

LES PROJETS DE CONSTRUCTION

Les bénéficiaires de ces projets de construction sont principalement des réfugiés retournant dans leur pays ainsi que des vulnérables qui sont restés dans le pays. Les bénéficiaires reçoivent un kit de matériel (tôles, clous, ciment, portes et fenêtres, perches, fers plats) ainsi que de l'appui technique d'un maçon. De leur part les bénéficiaires appuient la construction en fabriquant les briques pour construire leur maison. On part d'une approche participative par les bénéficiaires. L'organisation se charge de la supervision et du suivi du chantier. Dans un souci environnemental la replantation des arbres abattus pour la construction est un autre volet de ces projets.

Description du modèle de base

7x5 mètres par ménage (35 m²)

2 chambres et un salon

Structure en adobe

Perches d'eucalyptus pour la charpente

Tôle pour couvrir la toiture

2 portes et 4 fenêtres pour la maison principale

Latrine séparée

Cuisine séparée

L'AGENDA

L'atelier comportait des travaux en groupes, des discussions et des présentations relatives au procès de construction. Chaque présentation a été composée de cas documentés par le IFRC-SRU lors d'une visite de terrain préalable, une comparaison avec les bonnes pratiques et donnant des recommandations pour chaque élément documenté.

Jour 1

- Présentation des participants
- Présentation du guide HCR et des innovations faites au guide
- Implantation et Site

Jour 2:

- Exercices pratiques d'implantation
- Fondations
- Test de sols
- Structure
- Toitures et Charpentes

Jour 3:

- Cuisines
- Latrines
- Cocnlusions (travails en groupes)
- Validation des conclusions
- Présentations des different participants

LES CONCLUSIONS

L'atelier n'a pas pu aboutir en un nouveau guide de construction mais néanmoins des améliorations à différents problèmes techniques ont pu être proposées et se trouvent regroupées, ci-contre. Aussi à un niveau plus vaste les causes de ces problèmes ont été cernées et discutées ainsi on a pu aboutir a des stratégies à implémenter et à utiliser.

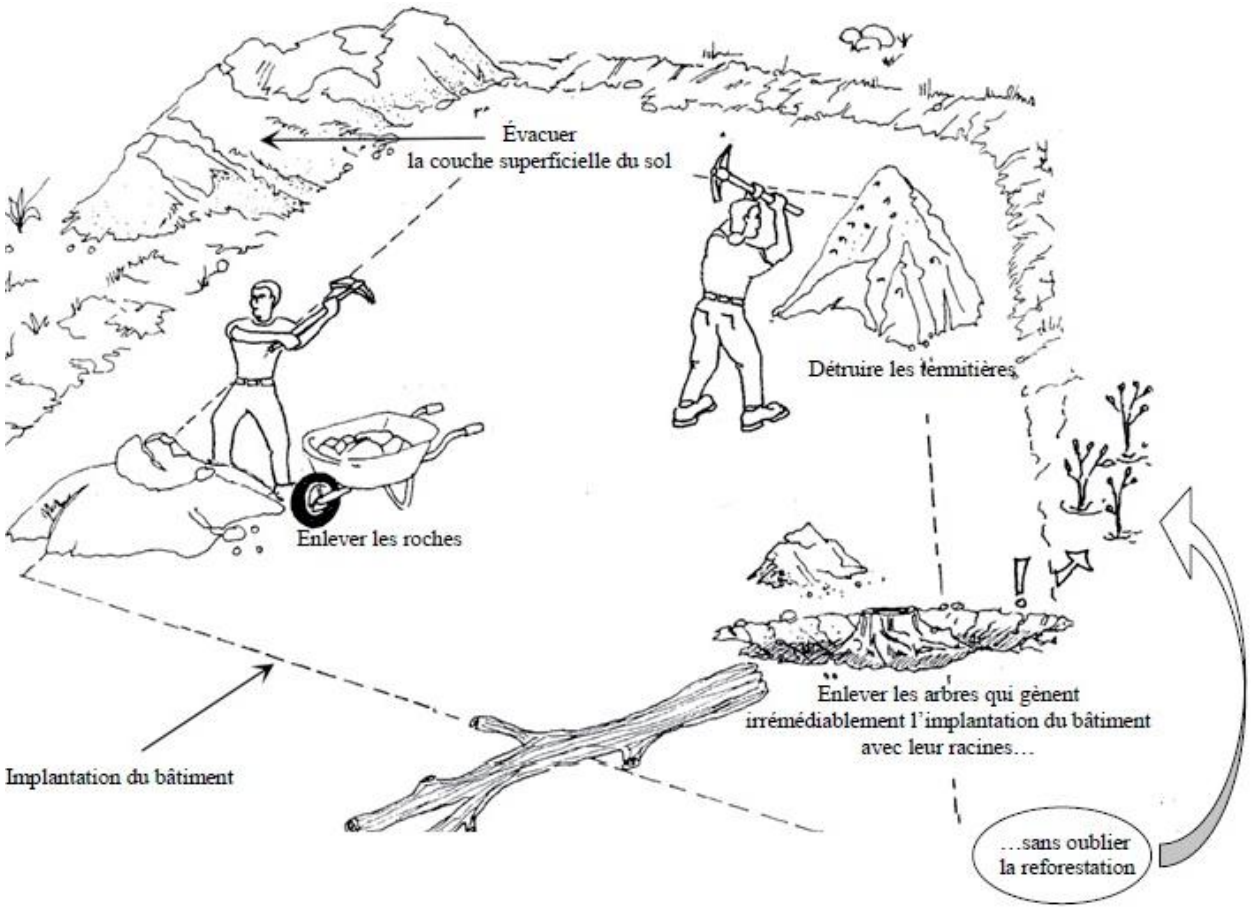
Dans ce document nous allons revisiter les points discutés de deux manières :

- Dans la première partie nous présentons des tableaux relatifs aux différents éléments de la maison en soi. Des tableaux reprenant les problèmes et les solutions proposés à ces différents problèmes ont été dressés pour les sujets du « SITE/IMPLANTATION », « FONDATION », « STRUCTURE » et « TOITURE »
- Dans une deuxième partie nous allons retracer les majeurs problèmes rencontrés au niveau technique, les causes de ces problèmes, quelles action peuvent être envisagées pour contrer ces problèmes et quelles sont les stratégies à suivre pour réduire ces problèmes et en fin den compte aboutir à l'amélioration des constructions.

SITE

Six améliorations ont pu être constatées au niveau du site dont les plus importantes sont **la préparation du site, l'établissement du bon sol et le traçage des ouvrages**. Il est primordial d'avoir des bons maçons qui sont bien formés et qui sont équipés de bon matériel afin de pouvoir assurer une bonne préparation du site.

Avant la construction, il est nécessaire de nettoyer le terrain



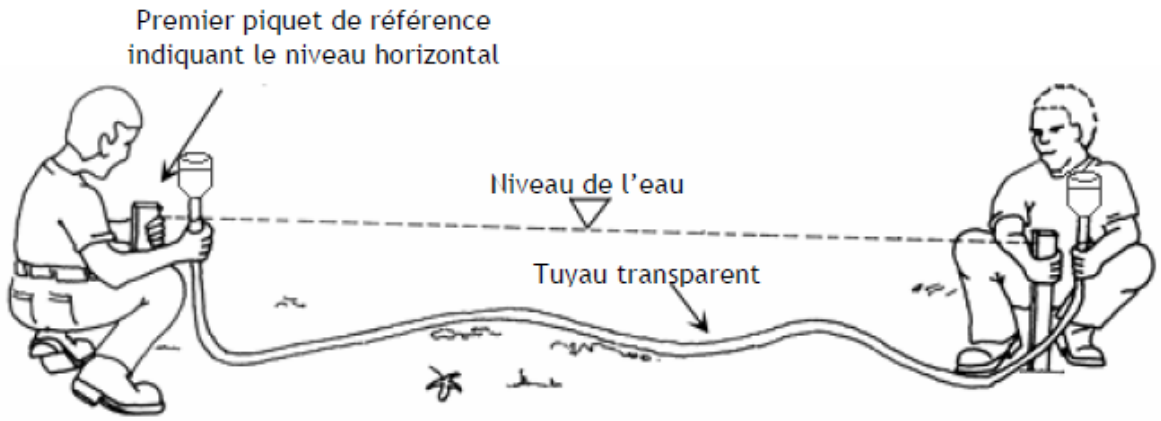
- La couche de terre non stable doit être enlevée. Cela permettra à la construction de reposer sur un sol ferme et stable.
- Enlever les matières organiques qui pourraient éventuellement se trouver sur le site choisi : sinon ces matières organiques vont pourrir et attirer les animaux (rongeurs, termites).
- Mettre le terrain à niveau pour garantir le démarrage de la construction sur une surface parfaitement horizontale.

Après le nettoyage du site on va utiliser le niveau pour deux choses:

- Identifier la pente du terrain afin de connaitre la direction de pente pour l'évacuation des eaux de ruissellement des eaux
- Sinon préparer le terrain en pente d'approximativement 2 cm sur 1 m (2%)

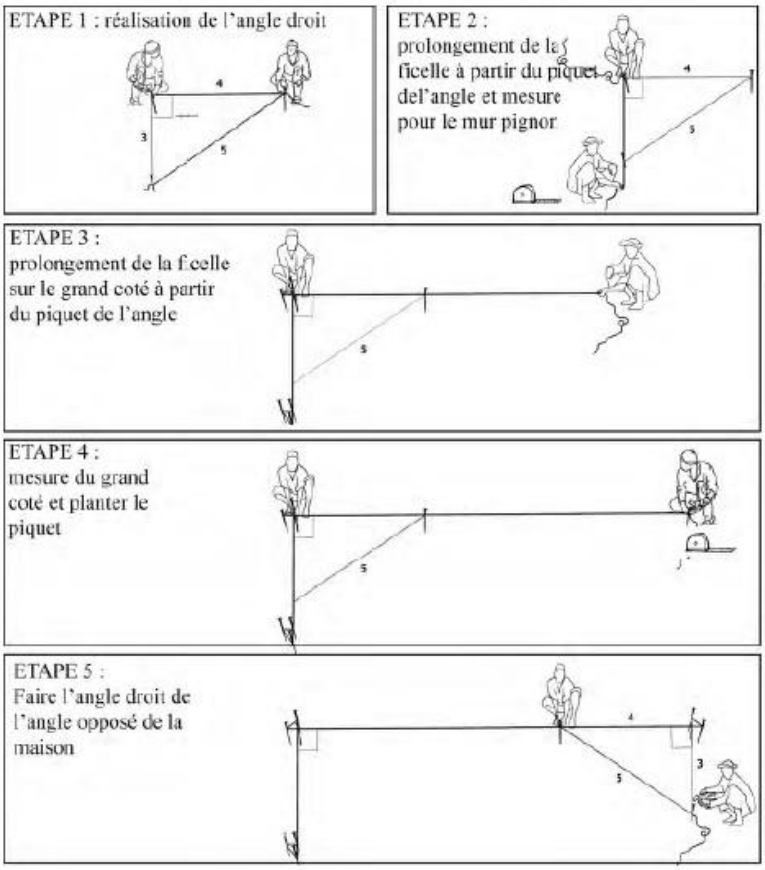
- Niveller le terrain pour la construction.

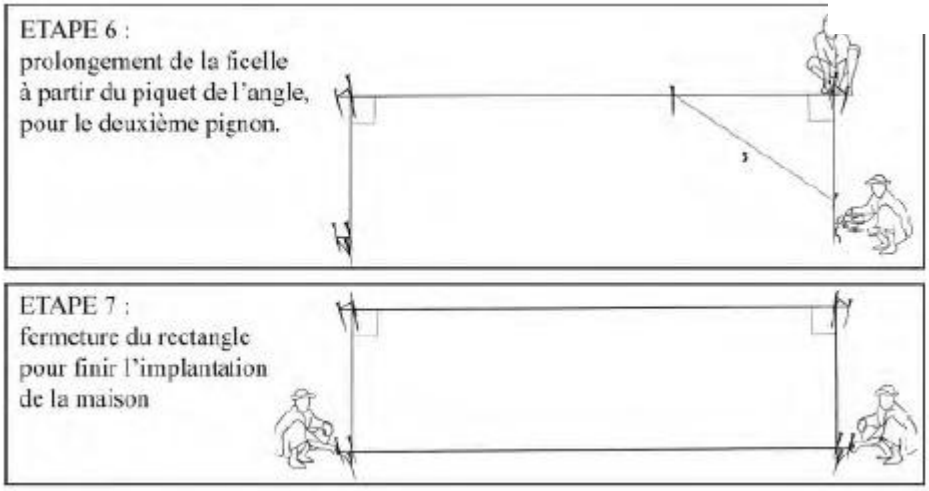
Utilisation du niveau à Eau :



- A l'aide d'un tuyau transparent, il est très facile de reporter le niveau horizontal de référence sur tous les autres points du terrain.
- Une fois l'eau stabilisée dans le tuyau, faire une marque sur les autres piquets.
- Cette marque indiquera le niveau horizontal de référence.

Une fois que le terrain est bien en niveau horizontal, il est primordial de tracer les angles de 90° parfait. Car si au moment du début de chantier et de préparation du site, ces aspects ne sont pas respectés, toute la stabilité et longévité du bâtiment seront mises en péril.





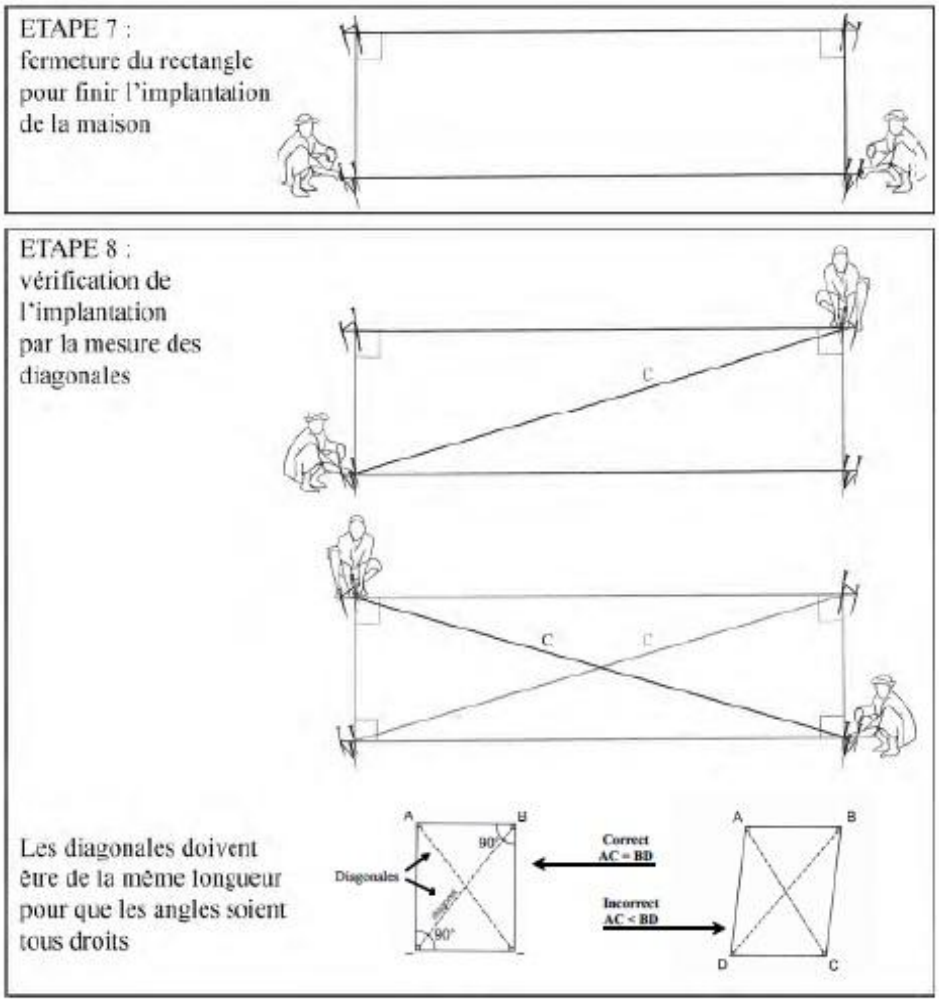
Définition :

Le tracé au sol d'une construction est le marquage (repérage) de sa position (fondations, largeurs des murs, poteaux, etc.) sur le terrain.

Fonction :

Cette étape est très importante et exige beaucoup de précision.

Elle permet d'éviter les problèmes de liaison entre les murs du bâtiment, entre ses mêmes murs et la toiture. Elle permet aussi de garantir une esthétique correcte du bâtiment.



Outre les problèmes liés à la préparation, des problèmes ont été constatés au niveau de l'**implantation** des maisons. Il faut absolument vérifier que des constructions soient possibles sur les terrains attribués aux bénéficiaires.

- Vérifier la zone de construction et au besoin changer de terrain, avant l'attribution du terrain au bénéficiaire
- Un terrain idéal possède une faible pente pour assurer l'écoulement des eaux de ruissellements
- Pas de remblais
- Respecter les distances minimum (10 mètres par rapport aux pentes et aux rivières)

Absolument à proscrire sont toutes les zones inondables, les pentes pour éviter les glissements de terrain et porter une attention particulière aux zones sismiques.

En ce qui concerne les pentes, on peut dire que

- Pente de moins de 10% : ok
- Entre 10% et 35% : une étude par un ingénieur géotechnique est *nécessaire*
- Plus de 35% : ne pas construire

Au niveau de l'**orientation** il faut anticiper les effets du climat sur la construction.

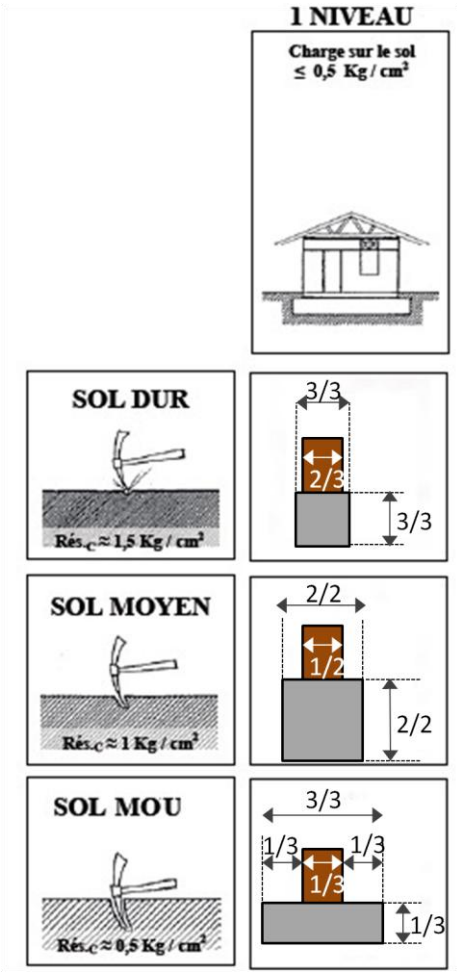
- Il faut éviter d'exposer la façade qui a le plus d'ouvertures face aux pluies
- Pour éviter les fortes chaleurs, il faut éviter d'exposer la façade qui a le plus d'ouvertures face au soleil

On peut aussi diminuer les effets du vent en implantant la maison à l'abri de fortes végétations pour les protéger des vents violents. Ou bien y remédier avec des plantations, s'il n'y a pas de végétation présente.

En ce qui concerne les **ouvertures** il est primordial de privilégier une ventilation transversale, qui garantit le taux de renouvellement d'air, ainsi qu'une luminosité dans toute la maison. Pour des raisons de santé, il faut impérativement sensibiliser les bénéficiaires afin de ne pas obstruer ou fermer les trous de ventilation.

FONDATION

Huit améliorations possibles ont été identifiées et validées au niveau de la fondation. Il a été retenu la plus importante qui est de respecter les **proportions des fondations**.

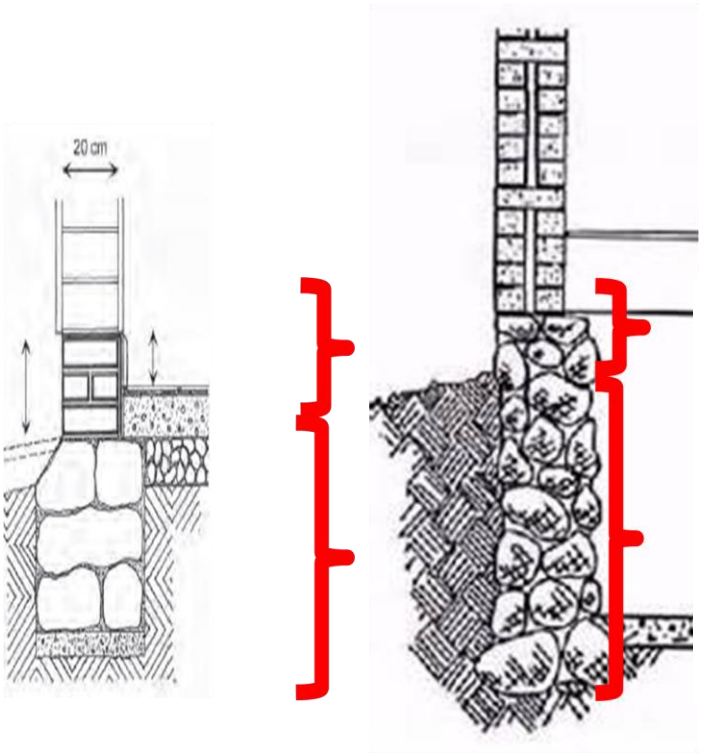


Les fondations doivent être dimensionnées en fonction de:

- la taille de la maison (nombre d'étages, surface)
- la qualité (capacité porteur) du sol
- le type de construction (structure en bois, structure en brique ou bloc ciment, structure en béton, etc.)

En règle générale on peut postuler que la fondation doit être au minimum 2 fois plus large que l'épaisseur du mur. Ceci dépend naturellement de la qualité du sol. Il faut aussi uniformiser les contraintes au sol afin d'éviter les poinçonnements.

La descente des charges doit bien être comprise. Le stricte respect de la verticalité et de l'horizontalité est primordial afin d'assurer que la fondation puisse avoir ses effets. Les alignements verticaux et horizontaux doivent déjà se faire lors de l'implantation sur le site, avec les méthodes vues plus haut.



- Le soubassement est la partie au dessus du sol.

- La fondation est la partie qui reste enterrée.

Importance des **soubassements**. Afin de mieux protéger la construction contre les pluies il est important de surélever le niveau final du mur de fondation. Ainsi on peut protéger le pied du mur. Si néanmoins il reste un débordement il faut éviter les eaux stagnantes :

- Gérer l'évacuation d'eau autour de la maison à l'aide de pentes et caniveaux pour diriger l'eau loin de la construction
- Entretenir les abords directs du bâtiment (dégager la végétation)
- Respecter une pente minimum de 2% du soubassement
- Protéger les fondations et le soubassement contre l'humidité avec des finitions en ciment

Pour éviter les remontées capillaires, trois différentes variantes ont été proposées afin d'introduire une **barrière d'étanchéité** : le cimentage, le plastic roofing (plastic sheeting) et/ou une couche bitumeuse. Il faut être très attentif à respecter la relation entre niveau extérieur et niveau intérieur.

Afin de prévenir les **eaux de ruissèlement** on peut :

- réaliser des toitures débordantes pour que l'eau de pluie qui s'écoule du toit retombe plus loin et ne vienne pas rebondir sur la base du mur
- monter le soubassement avec une petite pente pour évacuer les eaux de pluie et protéger les murs
- installer des rigoles périmétriques avec une pente minimum de 2% avec des caniveaux en matériaux étanches
- intégrer un point d'enfouissement (puisart) pour ne pas créer des zones avec eaux stagnantes

Le problème du **déchaussement du pied des murs** peut être contourné avec les méthodes décrites ci-haut. Si néanmoins le pied du mur se déchausse, il faut être très attentif, car ceci peut engendrer des problèmes de stabilité graves, voir irréversibles.

Un autre moyen pour remédier à ce problème consiste dans le **remblayage interne et compactage**. Pour le sol intérieur de la maison il faut remblayer et compacter ces sols en faisant attention à ne pas utiliser de la terre végétale.

Afin **d'étanchéiser les structures**, le crépissage ou le recouvrement avec des pierres plates, peut garantir cet effet. Ce crépissage doit se faire sur une hauteur minimum de 1 mètre. Aussi faudra-t-il sensibiliser les bénéficiaires sur la bonne maintenance et expliquer l'importance d'un bon suivi.

STRUCTURES

Au niveau des structures on peut retenir plusieurs améliorations proposées et retenues, dont entre autre la **composition de l'adobe** pour fabriquer les briques ainsi que la promotion d'une certaine taille de blocs afin de garantir une meilleure stabilité.

Il est important à indiquer ici qu'il n'existe pas une seule recette unique et appropriée pour le mélange de l'adobe. Le mélange dépendra toujours de la nature du sol utilisé, donc de la nature du sol sur lequel la construction a lieu. (Attention dans une même région, province, commune ou même colline, celle-ci peut changer de site en site) Il est donc primordial de former les maçons et les bénéficiaires à appliquer des tests simples de stabilité.

L'adobe est composé de différentes matières (ceci ne représente pas une recette type) :

- Argile (10% -18%)
- Limon (10% -28%)
- Sable (55% -75%)
- Paille (0% -3%)
- Eau

Les étappes à suivre :

- Arroser la terre
- Ajouter la paille progressivement.
- Malaxer en piétinant l'adobe afin de bien mélanger la paille (brins de 3 cm de long). Veiller à obtenir un mélange homogène
- Humidifier les bords du moule puis le poser sur un fond (plaque de bois...).
- Avec les deux mains, décoller en tirant et roulant vers soi une boule de boue
- La déposer dans le moule, égaliser.
- Démouler après quelques minutes
- Laisser sécher sans exposition à un soleil trop mordant.
- Les briques seront assemblées avec un mortier de terre qui pourra être une préparation similaire à celle des briques.

Il existe différents test de sols qu'on peut faire, ici on va utiliser le test des cigares :

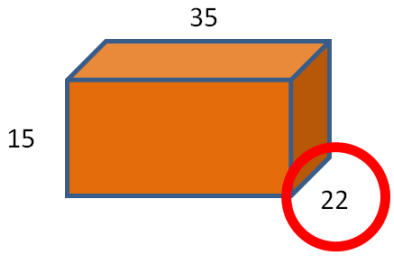
- Avec la terre mouillée mais plastique, former un cigare d'une longueur de 20 à 25 cm

- En le soulevant dans la main sans pression et que le bout qui tombe a une longueur entre 5 et 15 cm la terre testée est de bon mélange. Pour assurer plus de stabilité on peut néanmoins rajouter de la paille.

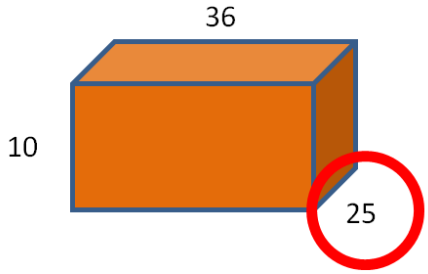
- Si le bout qui tombe a une longueur de moins de 5 cm, la terre contient trop de sable est devient donc inutilisable. Il faut y rajouter de l'argile et du limon.

- Si le bout qui tombe à plus de 15 cm, la terre contient trop d'argile, il faut y rajouter du sable et du limon.

La **forme des blocs** joue un rôle important en ce qui concerne la stabilité du bloc.



- Taille de bloc standard utilisée au Burundi



- Proportion présentant le meilleur produit fini garantissant la meilleure qualité
  - meilleur stabilité (plus de largeur +/- 10%)
  - nombre de brique total plus grand
  - ht = 1/3 en moins

On a pu retenir aussi d'autres améliorations possibles, dont **l'utilisation d'un tamis** avant la fabrication des briques, ainsi on peut extraire tous les morceaux trop gros comme des cailloux et autres qui peuvent affaiblir la construction. Passer la terre à travers d'un tamis avant utilisation pour fabrication de briques garantit une meilleure qualité de terre en fin de compte.

Pour le **séchage** et le stockage des blocs ainsi que pour la **cure** il faut prévoir un endroit propre et pas trop exposé au soleil. Afin d'assurer une meilleure qualité et longévité des blocs et du bâtiment.

Si les moyens financiers le permettent dans le cadre d'un projet on peut stabiliser les blocs d'adobe en y rajoutant du **ciment**. Le rajout de ciment se fait selon proportion, on peut indiquer environ 10% comme proportion moyenne. Il est important de prendre en compte la cure du ciment dans ce cas.

Pour le **montage du mur** il est important de respecter le maximum de routes. Comme exemple on peut dire qu'il ne faut pas faire plus de 4 courses par jour et prévoir un à deux jours de repos entre chaque route.

L'épaisseur des joints ne doit pas dépasser la hauteur de 1/3 de la hauteur de la brique. Dans le cas de la nouvelle brique proposée, les joints ne doivent pas être plus hauts que 3,33 cm.

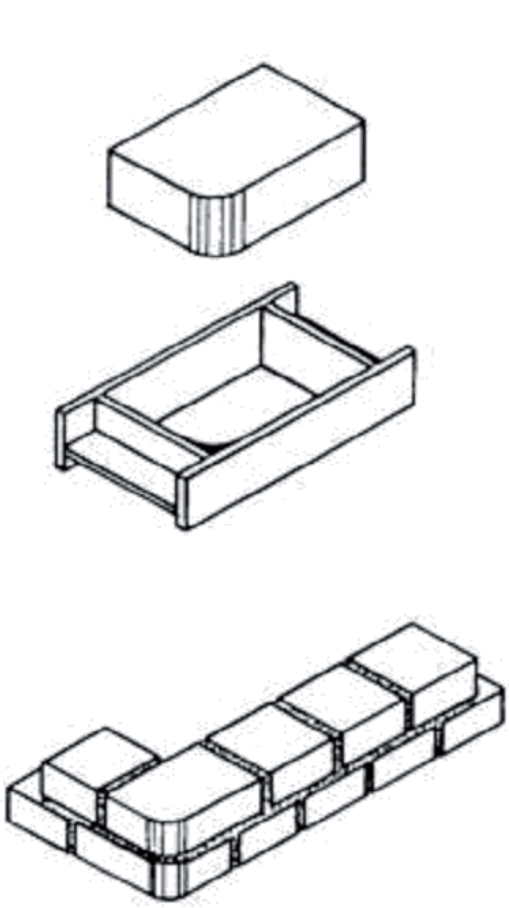
Les **percements et linteaux** au niveau des ouvertures sont primordiaux pour garantir la stabilité de la construction.

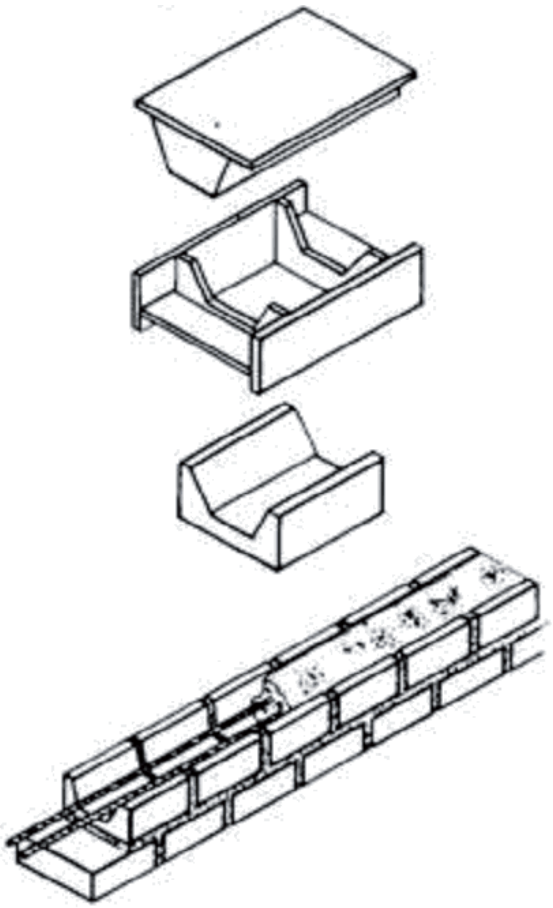
- Il faut observer des dimensions proportionnelles à l'ouverture.
- Encastrement latéral
- Epaisseur propre
- Triangle de décharge
- Il ne faut pas faire des percements d'ouvertures sous les points de poinçements de la ferme de la charpente
- Il faut faire attention et insister au séchage du bois car si le bois est utilisé encore humide, il travaille plus, ce qui mène à des déformations et donc une déstabilisation du bâtiment.

Le crépissage protège le bâtiment de l'extérieur ainsi que de l'intérieur. Il est très important d'utiliser du bon matériel lorsqu'on fait le crépi. Les matériels adoptés sont la taloche et le lissoir. Il faut appliquer le crépi avec beaucoup de force pour une bonne cohésion. Il faut impérativement sensibiliser les bénéficiaires à l'entretien régulier du crépissage afin d'assurer une longévité du bâtiment.

Pour les hauts des murs, il est proposé d'utiliser un modèle de **bloc** adobe spécifique en forme de **canal** qu'on puisse remplir de béton avec des armatures de liaison, afin d'assurer une meilleure assise des fermes et d'éviter les poinçonnements des efforts.

Il est aussi proposé d'utiliser un moule spécial pour fabriquer des **blocs d'angles** afin d'éviter les arrêtes vives et les points de tension du crépissage.

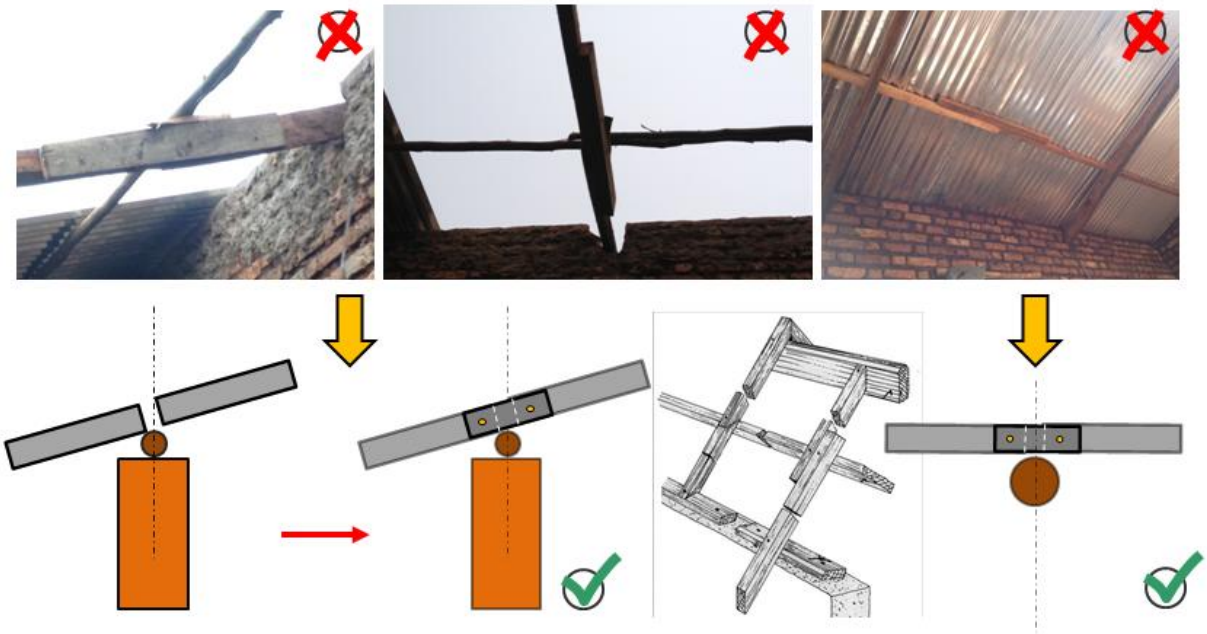




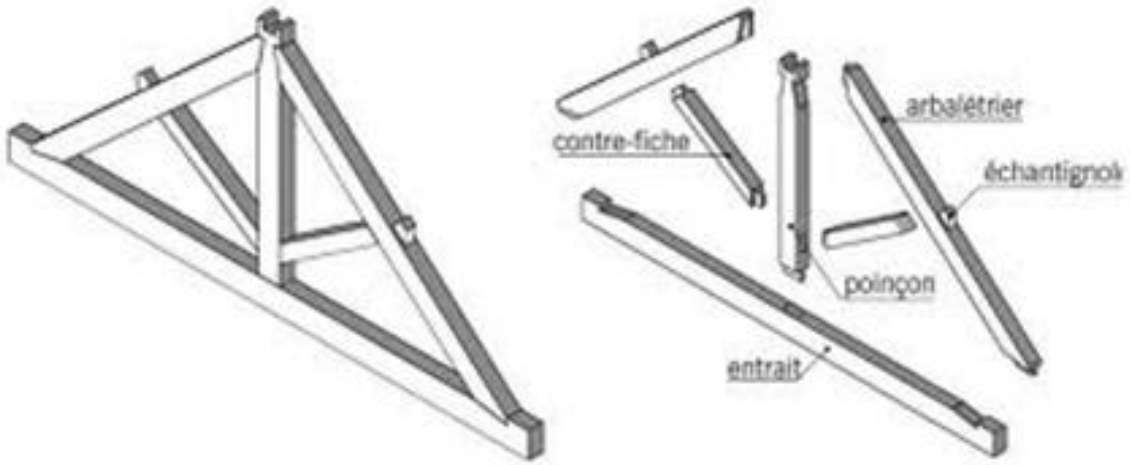
TOITURES

Au niveau de la toiture, les jonctions et connections et le mauvais assemblage des différents éléments pose de grands problèmes car après des observations sur le terrain il est devenu clair que ces principes semblent mal compris.

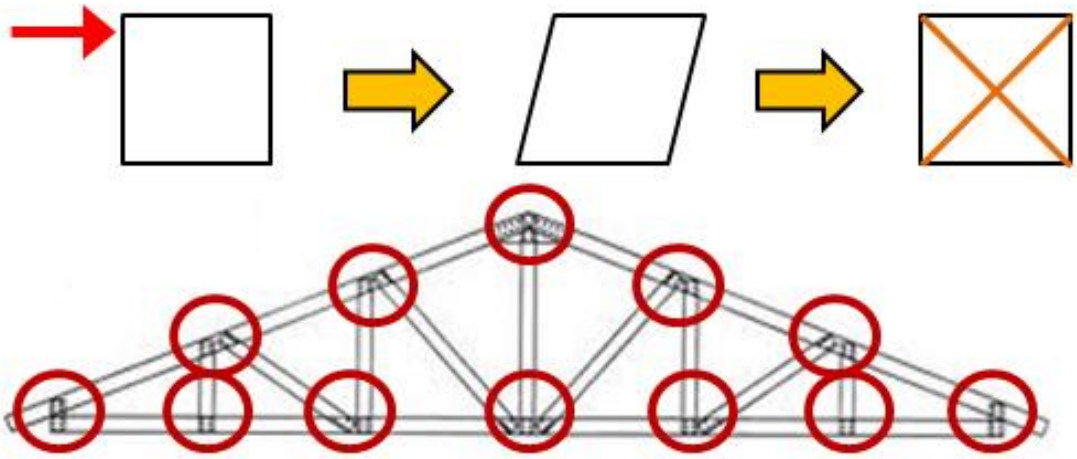
- les jonctions : exemples et bonnes pratiques

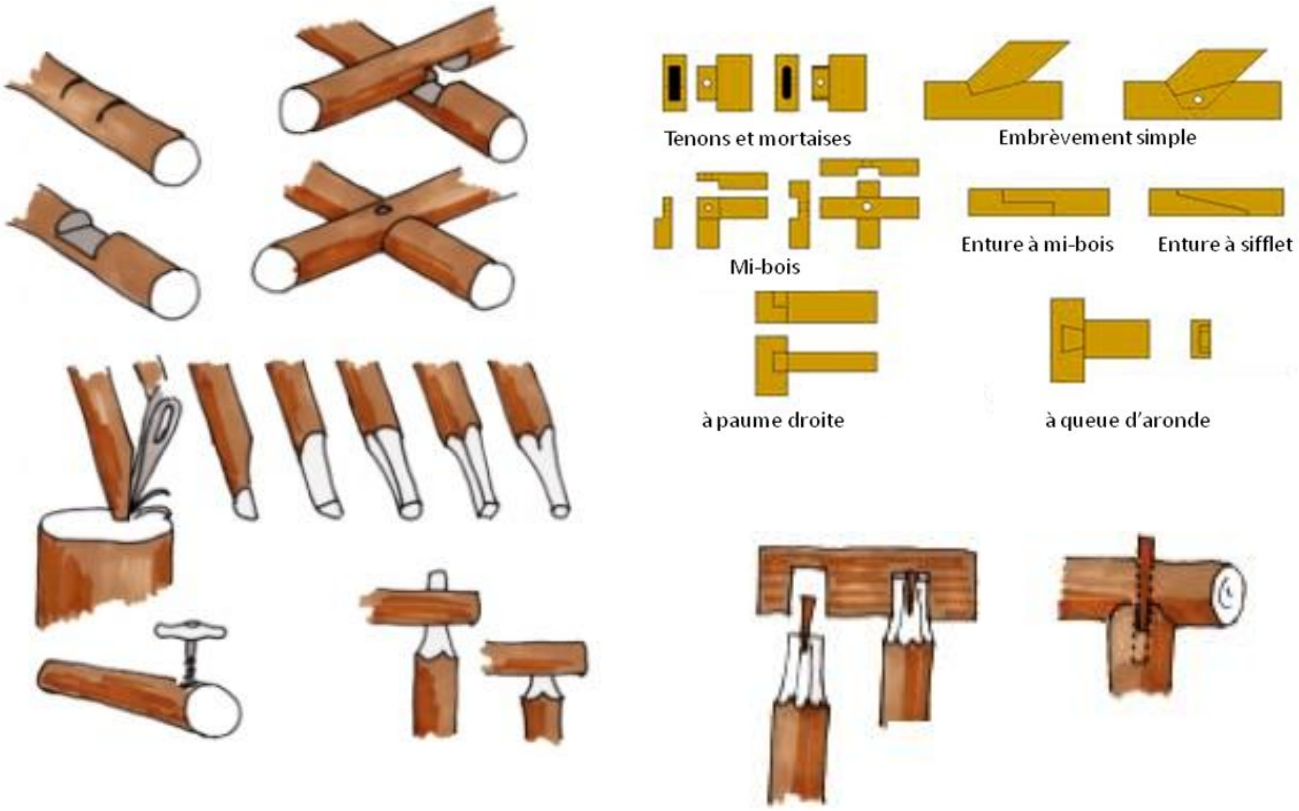


- la ferme de la charpente : exemple

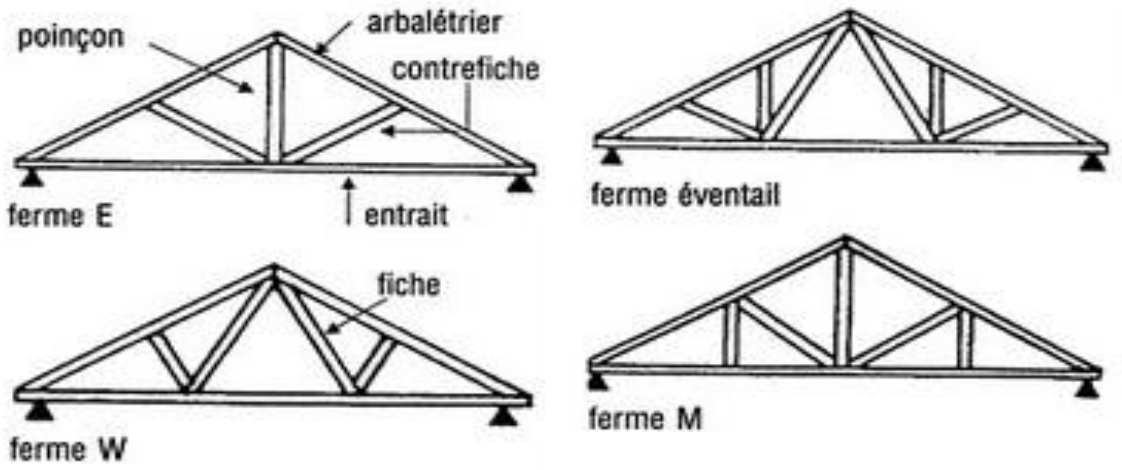


- assemblage et nœuds

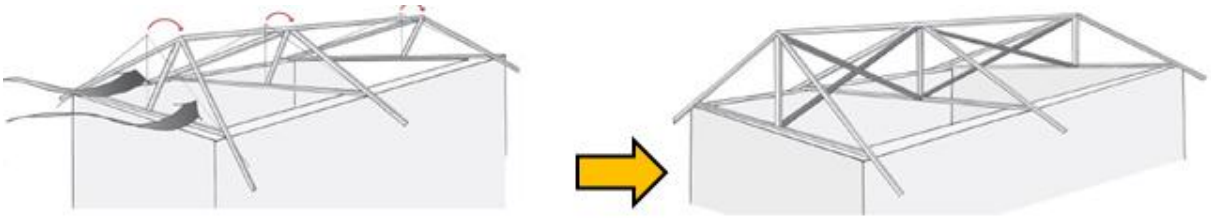




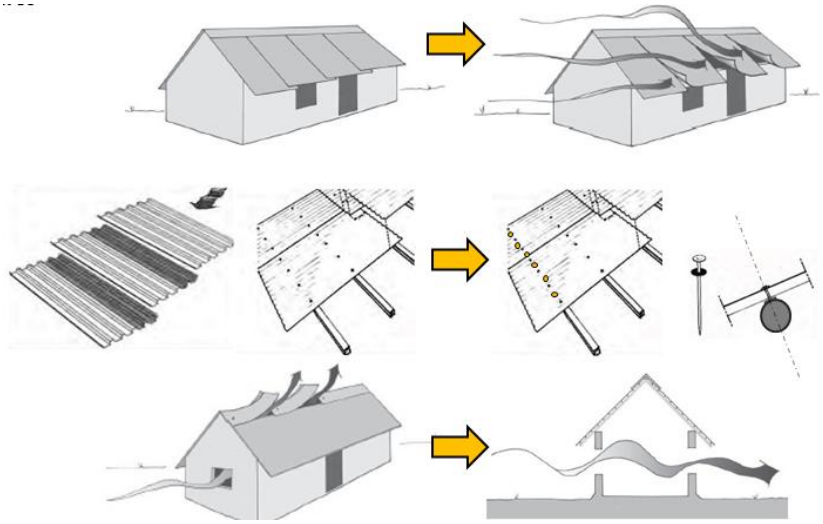
- Exemples de fermes



Les contreventements, mise en œuvre de la croix de Saint-André



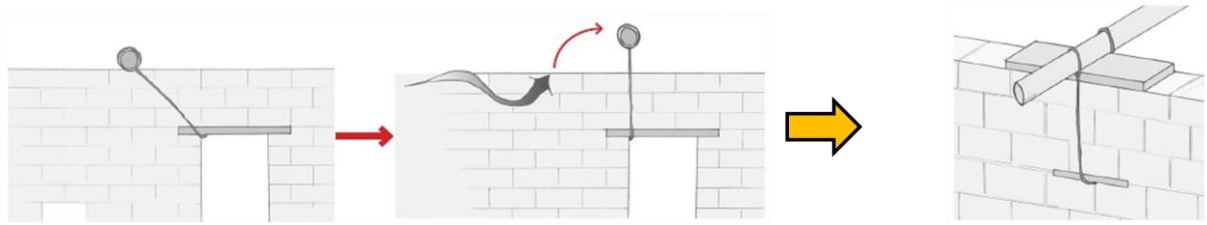
Lors de l'implantation il est important de savoir d'où viennent les vents dominants afin de pouvoir assembler le toit d'une manière cohérente. Ceci est surtout important à savoir pour bien superposer les différentes tôles.



- Positionner les tôles selon les vents dominants
- Eviter la surpression en s'assurant que les baies d'ouverture sont symétriques afin d'assurer que si le vent entre, il puisse aussi sortir

Afin de pouvoir protéger les structures et les murs ainsi que le crépissage de ces derniers, une possibilité proposée sera d'installer un toit avec **débordement**. En plus de protection ce débordement pourra offrir de l'ombre. Mais afin d'éviter des arrachements de ce toit débordant, il faut impérativement installer des bracons.

Au niveau de la fixation, l'ancrage de la toiture doit être fait avec des asselets de répartition afin d'éviter les risques d'arrachement et de cisaillement.



Afin de maintenir les pannes il faut créer une assise à travers une échantignole.

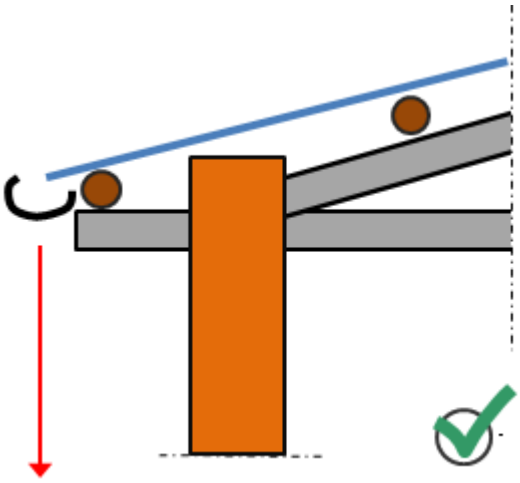
Pour éviter les risques d'infiltration d'eau, surtout en tête du mur, il faut s'assurer de la bonne mise en place du recouvrement et surtout d'un double clou afin d'éviter un arrachement. Une toiture non étanche équivaut à une durée de vie très réduite du bâtiment.

La pente ainsi que le poids propre de chaque matériel de toiture dépend fortement du matériel utilisé. Chaque matériaux à une pente propre afin d'éliminer l'eau. Le poids des différents matériaux doit être calculé et pris en compte lors du choix de la charpente, car le poids impacte directement le dimensionnement des éléments. Une charpente calculée pour un recouvrement en tôle ne peut être recouvert avec des tuiles ou de la paille.

	Poids	**Structure Dimension et portée**	**Pente**
Paille	20 - 25 kg/m2	Bois équarri Chevron diam: 8cm Perches diam: 6cm	40 ° à 50°
Tuiles	50 - 90 kg/m2	Bois équarri Pannes diam: 15cm Chevron diam: 8cm	30°
Tôles	8 - 10 kg/m2	Bois équarri Fermes diam: 10cm Pannes diam: 8cm	15°

Le faîtage, la protection du point de jonction des 2 pans de la couverture de la toiture, doit respecter l'orientation par rapport aux pluies et au vent dominant.

Les gouttières doivent respecter une pente unique de 1,5% à 2% et doivent être en débordement du toit.



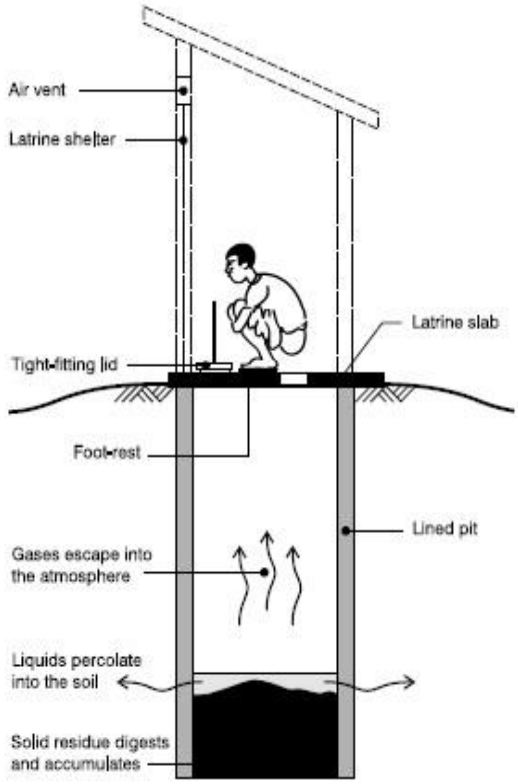
SERVICES

La dalle de latrine fournie, soit 60x60 cm n'est pas assez généreuse, il faut impérativement augmenter la taille de la dalle, une proposition serait de fournir des prédalles armées plus légères et plus grandes et de faire sur place un béton structurel de 80x80 cm.

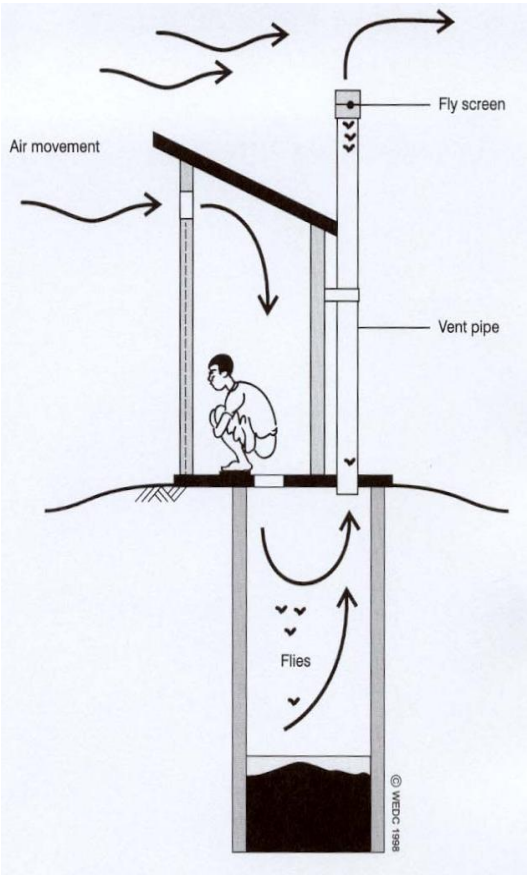
Il faut orienter la latrine avec la longueur dans le sens de l'écoulement des eaux de ruissellements.

Au niveau du terrassement de la latrine, il faut impérativement prévoir un blindage de fouille, mais attention on risque l'enfouissement du travailleur lors de l'ouvrage.

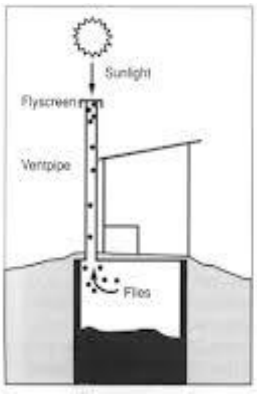
Ci contre deux modèles de latrines le modèle utilisé ainsi qu'un modèle amélioré.

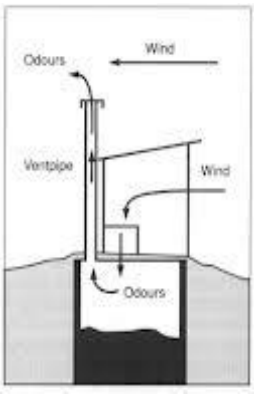


Dans le modèle simple utilisé, la propagation des moustiques ainsi que les odeurs posent problème.

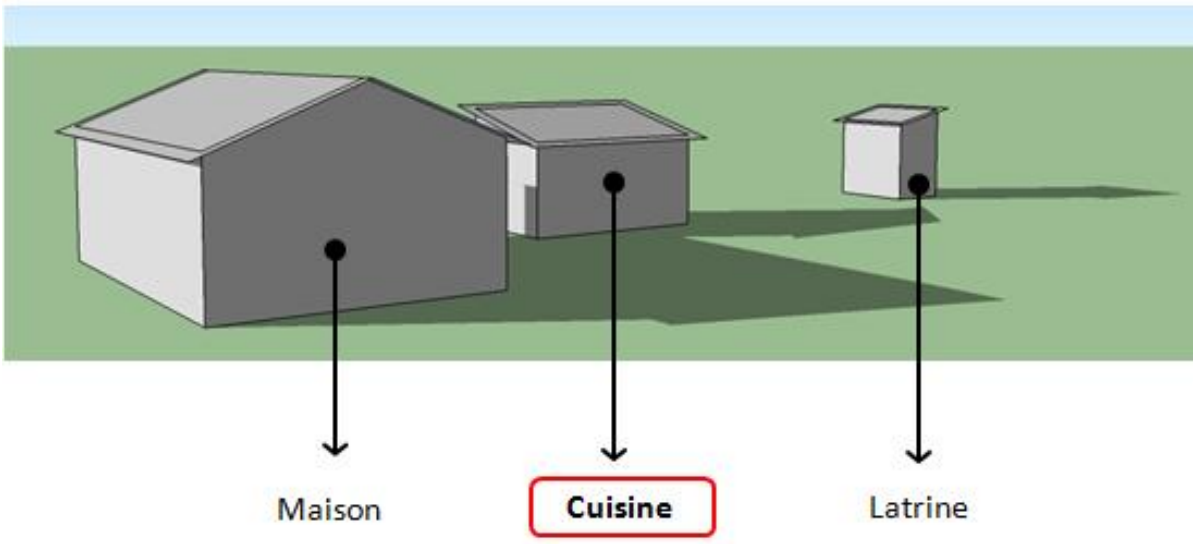


Dans le modèle amélioré, le problème des mouches et moustiques est contourné par l'installation d'un tuyau d'évacuation des odeurs, et les mouches y périssent grâce à l'installation d'une moustiquaire (voir ci-contre)

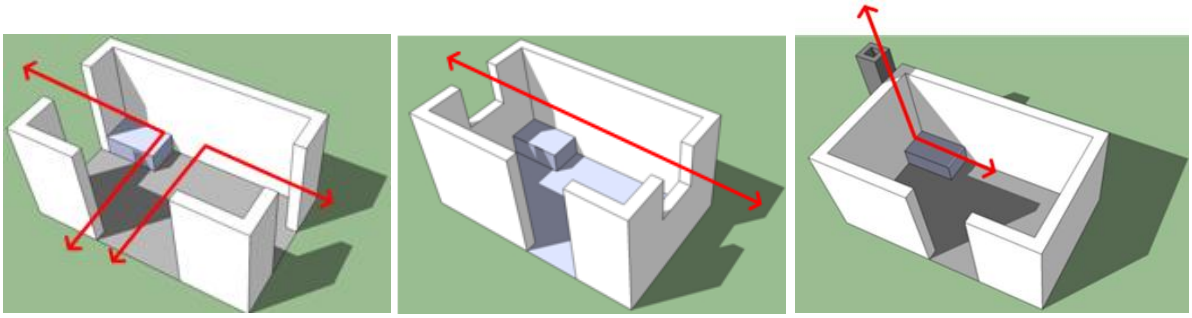




Au niveau de l'implantation des services il faut prévoir les distances requises entre les bâtiments et être attentifs à l'écoulement des eaux de toiture.



Un grand problème constaté au niveau des cuisines est l'aération souvent manquante ou inappropriée. L'ouverture de la cuisine ou bien la création d'une ventilation peuvent être des solutions à ce niveau. Si on construit des foyers améliorés il est nécessaire de construire des vrais conduits de cheminée afin d'assurer la longévité de ces derniers.



Une amélioration possible dans le cadre de l'approvisionnement en eau serait la récolte des eaux de toitures. A cette fin il faudra prévoir un réservoir et le relier avec les gouttières. Il faut par contre être très attentif au nettoyage de ces réservoirs et à la poussière.

DIMENSIONS ET NOMBRE DE CHAMBRES

En prenant en compte l'aspect sociologique de l'habitat, il a été évident lors de la conférence que l'on doit impérativement agrandir les maisons afin de pouvoir prévoir pour chaque famille une chambre pour les parents, deux chambre pour les enfants (une pour les garçons et une autre pour les filles) afin que les enfants de sexe opposé, surtout adolescents, ne dorment pas dans la même chambre. Ainsi, afin de pouvoir offrir un nombre plus élevé de chambres il est donc impératif d'augmenter les dimensions des maisons.

Ci-contre une proposition pour l'augmentation de dimensions.

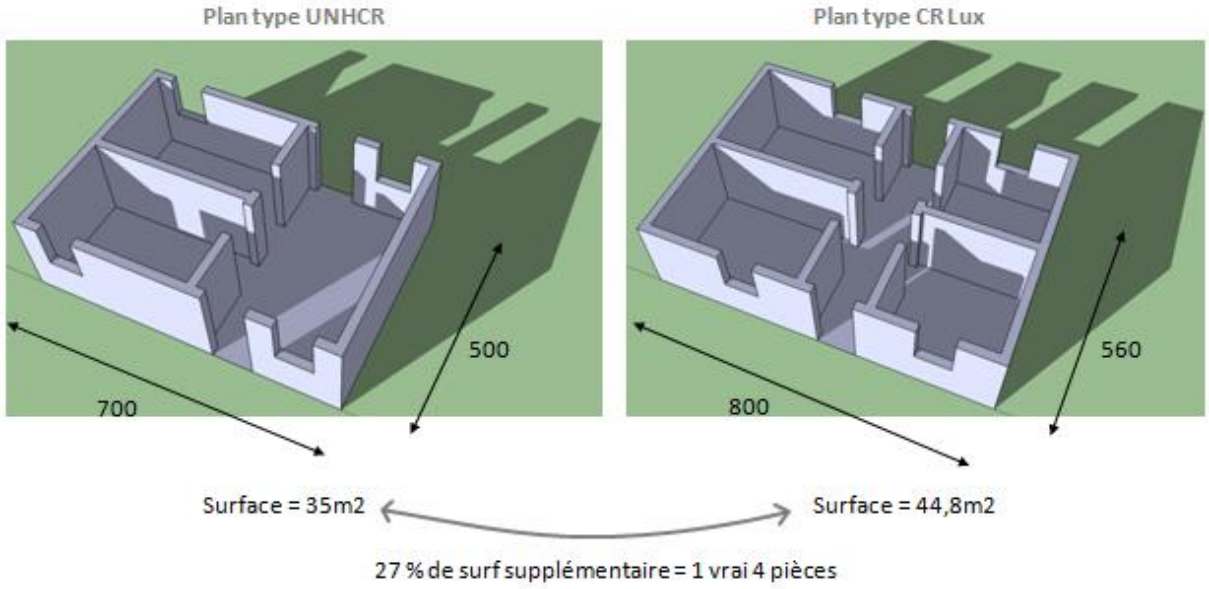


TABLEAU RECAPITULATIF DE TOUTES LES AMELIORATIONS PROPOSEES

SITE		
Problèmes constatés	**Solutions techniques**	**Remarques / Commentaires**
Implantation	• Vérifier la zone de construction et au besoin changer de terrain, avant l'attribution du terrain au bénéficiaire • Terrain idéale = faible pente pour écoulement des eaux de ruissellements • Pas de remblais • Respect distance minimum	Zones à proscrire = - Inondables - Pentes (glissements de terrain) - Attention particulière en zones sismiques
Orientation	• Eviter pluies battantes et vents dominants • Eviter l'ensoleillement majeur	- Diminution effets du vent avec plantations
Ouvertures	• Privilégier la ventilation transversale	- Garanti le taux de renouvellement d'air - Ouvertures pour apport lumineux - Rem : attention à ne pas les obstruer ou fermer
Préparation	• Utiliser le bon matériel	- Niveau à eau
Etablissement du bon sol	• Mise à niveau pour départ mur de fondation = arasement	- Préparation du site et enlèvements des terres arables ou végétales
Traçage des ouvrages	• Repérage et implantation	- Triangle 3 4 5 pour angle 90°

FONDATIONS		
Problèmes constatés	**Solutions techniques**	**Remarques / Commentaires**
Compréhension d'une descente des charges	• Stricte respect de la verticalité	- Problèmes d'alignements tant verticaux qu'horizontaux
Proportions des fondations	• Dépend des matériaux mis en œuvre et de la nature du sol	Au min 2x plus large que l'épaisseur du mur semble un min. acceptable mais dépend de la nature du sol + nécessité d'uniformiser les contraintes au sol = pas de poinçonnement
Importance du sous bassement	• Surélever le niv. final du mur de fondation = plus de protection par rapport aux pluies	- Protection pied de mur - Si débordement besoin de créer une pente pour éviter les eaux stagnantes
Barrière d'étanchéité	• Insertion d'une membrane plastique • 3 manières simples : cimentage, plastic roofing, couche bitumineuse (comparer prix/efficacité)	- Positionnement d'une barrière anticapillaire - Attention relation avec niveaux extérieur et intérieur
Créer une récolte des eaux de ruissellement	• Rigoles périmétriques avec pentes min 2% • Caniveaux = matériaux étanches	Intégrer un point d'enfouissement (puisart) pour ne pas créer de zones avec eaux stagnantes
Déchaussement du pied des murs	• Récolte par caniveaux	Peu engendrer des problèmes de stabilité graves voir irréversibles
Remblayage interne + compactage	• Compactage des terres rapportées non végétales	N'est pas appliqué et participe au déchaussement des pieds de murs
Etanchéisation des murs	• Crépissage ou recouvrement par pierres plates	Action à prévoir sur une hauteur min. de 1m Doit faire parti d'un manuel de maintenance afin d'expliquer le besoin d'un suivi

STRUCTURE		
Problèmes constatés	**Solutions techniques**	**Remarques / Commentaires**
Composition d'un adobe + temps de séchage	Compréhension requise !!! voir présentation car dépend de plusieurs facteurs	Une recette unique n'existe pas car elle dépend de la nature du sol donc besoin d'expérimenter pour chaque implantation (voir tests) - Possibilité d'ajouter des végétaux et sable Interaction avec les saisons car nécessité un séchage avant mise en œuvre - Pas de terres végétales
Si recourt ADOBE	Besoin outillage spécifique	Le tamis !!!
Forme des blocs	Dimensionnement 36x10x25 pour meilleure stabilité	Voir présentation
Séchage et cure	Dédier une zone de séchage propre	= qualité des blocs = longévité du bâtiment
Adjuvant possible	ciment	Selon proportion soit environ 10%
Montage d'un mur	Respect d'un maximum de route	Max. 4 courses
Percements et linteaux	Ancrages des linteaux Mise en place d'un linteau	Dimensionnement proportionnel à l'ouverture - Encastrement latéral - Épaisseur propre - Triangle de décharge Pas de percements sous poinçonnement ferme de charpente Attention séchage du bois car bois humide travail beaucoup plus donc déformations
Crépissage	Très important • Utiliser les outils adaptés = Taloche et lissoir • Besoin d'appliquer le crépis avec force pour bonne cohésion • Si le mortier est en ciment, ajouter des morceaux de briques cuites pour une meilleure adhésion au mur en adobe	Entretien annuel systématique Notion de couleur avec pigmentation
Crépissage	Il serait possible de donner plus de luminosité en pigmentant le mélan de couleur plus clair ou de chaux afin de réfléchir plus de lumière	Valable tant à l'extérieur qu'a l'intérieure Serait un réel plus à l'intérieur

Traitement du haut des murs	Amélioration par chaînage • Proposition d'utilisation d'un bloc adobe spécifique de forme canal pour remplissage de béton avec armatures de liaisonnements	Objectifs : = liaisonnement haut = Meilleure assise des fermes, éviter poinçonnement des efforts
Angles	Proposition d'utilisation d'un moule spécial pour bloc d'angle	Éviter les arrêtes vives et les points de tensions du crépissage
Ventilation	Création de ventilation Idem percements avec claustras	Peut être intéressant d'en contrôler l'ouverture avec un système de volet interne

TOITURE

Problèmes constatés	Solutions techniques	Remarques / Commentaires
Orientation	Lors de l'implantation être vigilent aux vents dominants Superposition suivants les vents et pluies dominantes	Ne pas inviter l'eau à entrer
Ouvertures	Symétrie des baies pour éviter mise en pression du bâtiment	Si le vent entre il faut assurer une sortie
Jonctions et connections Mauvais assemblages	Revoir les règles de l'art et les principes élémentaires d'assemblages - Points d'appuis - Connections entre éléments - Assemblages	Est primordial car semble très peu compris
Triangulations des fermes	Règles de contreventements Cfr assemblages correctes	Nécessité de croix de Saint André
Débordements	Créer un débordement pour protéger les maçonneries d'élévation	Offrira également de l'ombrage et protégera les crépis Attention aux risques d'arrachement besoin de bracons
Fixation toiture	Ancrage de toiture avec - Asselet de répartition - Feuillards et positionnement	- Attention aux risques d'arrachements et de cisaillements
Nécessité de créer une assise pour maintenir les pannes	Recours à une échantignole	
Risques d'infiltrations Note : surtout en tête de mur	S'assurer de la bonne mise en place du recouvrement et surtout d'un double clous pour éviter arrachement	Une toiture non étanche équivaut à une durée de vie très réduite du bâtiment
Matériaux et pente	Chaque matériaux à une pente propre afin d'éliminer l'eau	Respect strict de cette règle Voir présentation
Matériaux poids propre	Attention car une charpente destinée à une couverture en tôle ne sera pas la même que celle pour des tuiles	Impact le dimensionnement des éléments Nombreux constats de flèches
Faîtage	Protection du point de jonction des 2 pans de la couverture	Respect de l'orientation par rapport aux pluies et vents dominants
Gouttières	Pente unique de 1,5 à 2 %	Dessin technique d'accrochage de la gouttière Positionnement de la panne
Fermes Réduction des volumes de bois	Proposition de recours à de la maçonnerie interne et création de pignons allant jusqu'à la toiture	Objectif = réduire les quantités de bois

SERVICES		
Problèmes constatés	**Solutions techniques**	**Remarques / Commentaires**
Implantation Corps de logis + Cuisine + latrine	Prévoir les distances requises entre bâtiment et être attentif à l'écoulement des eaux de toiture	
latrine	Toujours orienter la latrine avec la longueur dans le sens de la pente pour éviter au max les ruissellements	
Terrassement latrine	Prévoir impérativement un blindage de fouille	*** Risque d'enfouissement majeur du travailleur
Dalle latrine	Une dalette de 60x60 n'est pas acceptable en projet de développement, il faut être vraiment plus généreux	*** stabilité de la construction Éventuellement sur base de l'idée du UNHCR pourquoi par exemple ne pas fournir des prédalles armées plus légères et plus grande et faire sur place un béton structurel ? (80x80)
Cuisine ventilation	Créer des ouvertures en fonction des vents dominants	
Cuisine cheminée	Nécessité d'un vrai conduit de cheminée pour les foyers améliorés	
Récolte eaux de toiture	Prévoir un réservoir et relier avec gouttière (faire une comparaison des coûts)	Attention à la poussière Voir présentation système nettoyage Attention différents matériaux du réservoir peuvent changer le goût de l'eau
Latrine ventilation	Transformer les latrines en latrines VIP avec tuyau et principe de ventilation	Attention il ne suffit pas d'ajouter un tuyau de ventilation … Cfr présentation + détails