

# Haïti 2010-11 Abri Transitionnel (*T-shelter*)

Handicap International  
Département Action d'Urgence

## **Cahier des Charges**



**Rédigé par David SACCA sous la responsabilité de Laetitia Blezel**

## TABLE DES MATIERES

|                                                                        |           |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Avant Propos .....</b>                                              | <b>3</b>  |
| <b>Introduction .....</b>                                              | <b>4</b>  |
| Le Concept du T-sheter - FAQ .....                                     | 4         |
| Historique.....                                                        | 6         |
| Remerciements .....                                                    | 7         |
| <b>Préambule .....</b>                                                 | <b>8</b>  |
| A. Unité de mesure .....                                               | 8         |
| B. Outillage : Qualité et Renouvellement .....                         | 8         |
| C. Transport.....                                                      | 9         |
| <b>I- Qualité des matériaux.....</b>                                   | <b>10</b> |
| A. Introduction .....                                                  | 10        |
| B. Bois .....                                                          | 10        |
| C. Ciment .....                                                        | 11        |
| D. Toiture et faitière.....                                            | 12        |
| E. Clous, vis, rondelles, boulons et tiges filetées .....              | 12        |
| F. Charnière et Loquets (portes et fenêtres).....                      | 13        |
| G. Bride métallique, Coiled strap ou Hurricane strap (cf Annexe) ..... | 13        |
| H. Moustiquaire .....                                                  | 13        |
| I. Colle de bois .....                                                 | 13        |
| J. Sable .....                                                         | 13        |
| K. Gravier.....                                                        | 14        |
| L. Béton et mortier .....                                              | 14        |
| M. Eau.....                                                            | 14        |
| N. Parpaings/Blocs.....                                                | 14        |
| O. Pierres.....                                                        | 15        |
| <b>II- Atelier .....</b>                                               | <b>16</b> |
| A. Introduction .....                                                  | 16        |
| B. Cadre de sécurité pour l’atelier.....                               | 16        |
| C. Organisation de l’atelier.....                                      | 18        |
| <b>III- Chantier .....</b>                                             | <b>20</b> |
| A. Introduction .....                                                  | 20        |
| B. Cadre de sécurité pour les zones de construction.....               | 20        |
| <b>IV- DESCRIPTIF DES OUVRAGES.....</b>                                | <b>21</b> |
| A. En Atelier .....                                                    | 21        |
| B. Sur le chantier .....                                               | 32        |
| <b>V- QUANTITATIF DES MATERIAUX.....</b>                               | <b>39</b> |
| <b>VI- ENTRETIEN ET MAINTENANCE .....</b>                              | <b>40</b> |
| A. Evolution du T-shelter.....                                         | 40        |
| B. Maintenance du T-SHELTER.....                                       | 40        |
| <b>VII- ANNEXES .....</b>                                              | <b>42</b> |

## **AVANT PROPOS**

Le présent *cahier des charges* a pour objectif de relever l'ensemble des détails techniques de l'abri transitionnel réalisé par Handicap International/Atlas Logistique suite au séisme qui a touché Haïti le 12 janvier 2010.

Ce guide détaille étape par étape la **production** des éléments de l'abri pour décrire ensuite sa **construction** sur le terrain de chaque bénéficiaire.

C'est une première version réalisée en quelques semaines de travail, l'idée étant de capitaliser le travail d'une année de création et de construction de ce T-shelter.

Cette version est évolutive et nous espérons que les contributions actuelles et à venir permettront la rédaction d'une deuxième version.

## **Remerciements**

Merci aux personnes qui ont aidé à la rédaction de ce document par leur relecture et appui technique, tout en assumant parfois des fonctions au sein du projet à Petit Goâve telles que le suivi de ce projet.

Merci à Mathieu Simonard, et à Bioforce à travers lui, pour sa disponibilité.

Les photos incluses dans ce document ont été prises par :

- Sylvia Somella,
- Francois Berthaut,
- Olivier Dorighel,
- David Sacca,
- Federico Saracini,
- Michel Redondo,
- Jérémy Houdin et Pascal Panosotti.

*Laetitia BLEZEL*

*Référent Technique*

*Direction Action d'Urgence, Handicap International*

## INTRODUCTION

### ***L'organisation est le succès de chaque projet !***

Le T-shelter (Transitional Shelter, abri transitionnel en français) d'Handicap International en Haïti a rencontré un grand succès parce qu'il a été pensé en respectant la culture et les habitudes haïtiennes. Ce n'est pas un « copier-coller » d'un abri construit au Sri Lanka après le Tsunami, ou d'un abri pakistanais après le tremblement de terre... C'est un abri construit en Haïti, avec et pour les Haïtiens.

## Le Concept du T-shelter - FAQ

### *Qu'est ce qu'un T-shelter ?*

C'est un abri transitionnel qui s'initie dans la phase d'urgence/post urgence et qui peut évoluer grâce et en fonction de son bénéficiaire pour devenir un habitat dont la durée de vie est estimée entre 10 et 15 ans (dépendant de la qualité du matériel utilisé et de sa construction)! Nous emploierons volontairement dans ce document l'expression T-shelter pour parler de cet abri car cette expression est significative. Le T pour transitionnel mais induisant aussi l'évolutivité de l'abri.

### *Comment est né le concept du T-shelter de Handicap International ? Quels outils ont permis de le définir ?*

Le concept de ce T-shelter est né de séances de travail communautaire avec plusieurs familles de Petit Gôave et Grand Gôave pour comprendre leurs habitudes de vie (dormir, manger, loisir, travail), mais aussi pour appréhender les cellules familiales, saisir les problématiques de classe sociale, de construction, d'environnement, les peurs et les ambitions des populations.

Le concept de ce T-shelter a aussi pris en compte le travail des autres organisations sur place et les recommandations du Shelter Cluster (En Annexe).

Cette phase a duré presque 2 semaines. Elle a abouti à un travail théorique d'où a émergé un concept. Celui-ci a été mis en pratique par la construction du T-shelter pilote. Des améliorations et des corrections ont été faites ultérieurement.

### *D'où vient le design du T-shelter de Handicap International?*

La configuration est inspirée de l'habitat traditionnel : une entrée avec terrasse, un positionnement frontal, une forme rectangulaire, des ouvertures avant/arrière et latérales pour la ventilation.

Photos d'une maison traditionnelle haïtienne à Grand Goave et du T-shelter pilote de Handicap International à Petit Goave qui est devenu l'antenne DVFP de la ville.



La technique utilisée pour le bardage des façades est la technique de la « *clissade* ». C'est une technique locale courante d'encastrement de morceaux de fibre de « Palmis séché » qui est ensuite enduit de façon régulière.

Les structures principale et secondaire sont toutes en bois de pin blanc traité, directement importé des Etats unis.

Concernant le socle du T-shelter, deux versions ont été réalisées :

- 1 dalle en contreplaqué (ne sera pas détaillée dans ce document mais sera mis en œuvre à la demande du volet social si le bénéficiaire sélectionné rencontre des problématiques de propriété).
- 1 simple dalle en ciment (pris comme exemple dans ce document).

La structure des 2 versions est posée sur des pilotis qui s'enfoncent et qui sont cimentés en terre (entre 50 et 100 cm).

*Le T-shelter de Handicap International résiste t-il aux conditions climatique et sismique ?*

Le T-shelter est antisismique et anticyclonique ; ces caractéristiques sont liés à :

- l'utilisation du bois,
- la conception en 3 éléments séparés, vissés et encastrés entre eux (pilotis, charpente, panneaux),
- la bride métallique qui ceint les éléments,
- le toit double pente à 30°,
- la portée de l'ensemble de la structure directement sur des fondations profondes (entre 60cm et 100cm x 50cm largeur).

Ce T-shelter a été vérifié par les services de UNOPS et toutes les recommandations de UNOPS ont été prises en compte (Annexe, rapport de UNOPS et modifications sur le T-shelter + amendum de UNOPS).

L'élévation de sa dalle (au moins 30 cm) permet aussi de dire qu'il protège les occupants des inondations.

L'enduit du bardage (à venir) permettra aussi de protéger l'abri de la pluie et du vent. Il bénéficie d'une aération naturelle grâce à l'ouverture installée sur la partie inférieure des panneaux du côté ombragé de l'abri et des ouvertures entre le toit et les panneaux latéraux.

*Le T-shelter de Handicap International est il adaptable au terrain et à la dimension de la famille?*

Ce T-shelter est prévu pour s'adapter à la dimension du terrain ainsi qu'au nombre de personnes au sein de la famille.

Trois modèles ont été imaginés (sans compter les terrasses de 6m<sup>2</sup>) :

- 12 m<sup>2</sup>
- 18 m<sup>2</sup>
- 24 m<sup>2</sup>

*Combien d'abris seront construits ?*

Au regard de l'ampleur des dégâts du tremblement de terre, il a été estimé à près d'un million de familles le nombre de foyers relogés provisoirement dans des abris d'urgence de type tentes.

1050 abris transitionnels ont été prévus et budgétés dans cette première phase. Pour ce faire, il a été décidé rapidement de monter un atelier de production propre à l'organisation et permettant de recevoir le matériel brut, préfabriquer les éléments de l'abri, les stocker et les envoyer sur les chantiers, et enfin être la base logistique des équipes de construction, des outillages et des matériaux de construction.

## Historique

L'histoire de ce T-shelter commence juste après le tremblement de terre qui a frappé Haïti le 12 janvier 2010, quand la proposition d'expatriation de Handicap International arrive, me mettant tout de suite au travail, avant même d'arriver sur place pour comprendre la construction locale.

- Jeudi 4 mars 2010, arrivée sur place à Petit Goave (PG) avec pour mission de construire des abris pour les déplacés ;



- Après 2 semaines de travail participatif avec la population (inclus plan d'action, BoQ, dessins, localisation du terrain) feu vert du siège pour débiter la construction d'un T-shelter pilote;



- samedi 19 mars, le document de commande des matériaux et matériel nécessaires est envoyé au service logistique de Port au Prince (PaP) pour achat. S'ensuit une longue et difficile semaine logistique à Port au Prince pour participer aux achats et aux acheminements des matériels et matériaux vers Petit Goave ;



- lundi 29 mars, après une semaine de préparation du terrain, la construction du T-shelter pilote commence et durera 2 semaines de suite ;



- Mardi 13 avril à 12h Handicap International inaugure son premier T-shelter (pilote) qui est devenu l'antenne DVFP de Petit Gôave ;



Les mois qui suivent, avril, Mai et Juin, servent à mettre en place l'organisation qu'un tel projet nécessite ainsi que les propositions pour les bailleurs, l'achat de matériel, l'amélioration de certains points du T-shelter, la mise en place du volet social avec les différents formulaires liés à l'identification et la sélection des bénéficiaires. En plus de cela, il faut préparer la mise en place de l'atelier (machinerie, gabarie, recrutement, ...), penser à la phase de production (rechercher un atelier, l'organiser et le faire fonctionner) et envisager la phase de construction.

Lundi 5 juillet, l'atelier de Handicap international à Petit Gôave se met en place et 4 personnes y travaillent pour une semaine pour produire 1 T-shelter et le construire la semaine suivante.

- Aujourd'hui, plus de 150 personnes travaillent sur ce projet entre l'atelier, le terrain, les équipes logistiques et sociales. 6 T-shelters sont produits par jour et plus de 10 sont construits par semaine.

## **Remerciements**

Je tiens à remercier toutes les familles et les personnes Haïtiennes qui nous ont accueillis à chaque étape de ce projet, et leurs magnifiques deux villes de Petit Goâve et Grand Goâve !

Merci à tous les expatriés qui ont fait partie de ce projet de près ou de loin, et un merci spécial à Laetitia, Olivier et Laurent pour leur confiance et leur soutien, jusqu'au bout !

*David SACCA*

*Architecte, concepteur et réalisateur du T-shelter, Petit Goâve, Haïti*

*Direction Action d'Urgence, Handicap International*

*Mars 2010 - Mars 2011*

## **PREAMBULE**

### **A. Unité de mesure**

Les unités de mesure utilisées dans le présent cahier des charges, sur les plans d'exécution, sur le devis et sur les fiches techniques sont :

- Le mètre (m)
- Le mètre carré (m<sup>2</sup>),
- Le mètre cube (m<sup>3</sup>),
- Le centimètre (cm),
- La livre (lb),
- Le litre (l),
- Le kilogramme (kg),
- Le pouce (")
- Le pied (')

et toutes leurs décimales.

Les conversions sont données ci-dessous à titre informatif :

- 1 lb = 0,453 592 37 kg
- 1 l = 1,50 kg
- 1 Drum = 55 galons
- 1 galons = 3,785 litres
- 1 pied (foot) = 0,3048 mètre
- 1 centimètre = 0,393701 pouces
- 1 pouce (inch) = 2,54 centimètres

### **B. Outillage : Qualité et Renouvellement**

Au regard des objectifs à atteindre, du temps de fabrication et de la longueur du projet (12 mois), un outillage professionnel de qualité devra toujours être recommandé. (Annexe liste de matériel atelier et chantier)

On distinguera :

- L'outillage de l'atelier de production qui est composé de différentes machines (scies table de 10", scies circulaire angle 12", scie circulaire main 7"1/4, perceuse bois, touret avec meule et disque à tronçonner) et d'outillage à main (marteaux, ...) ainsi que d'équipement (gants, lunettes de protection, ...).
- L'outillage de chantier pour le déploiement sur le terrain des équipes de construction qui est lui composé d'outils à main (marteaux, truelles, ...) mais aussi des quelques équipements (échelle, brouette, drum, ...) pour les équipes de constructions.

Cet outillage professionnel, bien que plus onéreux, assurera la continuité du travail de ainsi que la sécurisation du déploiement sur le terrain. En effet, les équipes de montage travailleront loin de la base logistique et il faut alors éviter qu'ils aient à revenir pour des questions techniques du type casse d'outillage ou inadaptation des outils.

Les premiers besoins d'outillage identifiés devront être multipliés par 1.5 lors de l'achat. Il faudra aussi budgétiser le renouvellement de l'ensemble des outillages de chantier après 4 mois d'utilisation et de l'outillage de l'atelier après 12 mois. Il est très important de prévoir la maintenance des machines électriques de l'atelier, et ce mensuellement.



Ainsi, les lames de scies doivent être changées et entretenues très régulièrement. En fonction de leur qualité, les lames entre 7 et 10 pouces doivent être changées tous les deux jours pour assurer un travail de 6 à 7 heures par jour.

Les scies table devront stoppées après chaque heure de travail continu. Une pause de 10 à 20 minutes permettra aux moteurs de se refroidir. Il faudra profiter de ce temps pour changer les lames sales (car il y aura la résine du bois de pin collée dessus) par des lames nettoyées et faire tremper les premières dans un produit nettoyant. Les lames dureront ainsi plus longtemps.

## C. Transport

Pour faire sortir un abri de l'atelier, un document doit être signé (voir annexe).

Trois types de moyens de transport ont été utilisés pour livrer le T-shelter chez les bénéficiaires :

- Pour les zones urbaines, un camion plateau peut contenir l'ensemble des matériaux pour un abri (quelque soit sa taille),
- Pour les zones non urbaines mais accessible par piste, un camion M6, peut transporter un abri (quelque soit sa taille),
- Pour les zones qui n'ont aucun accès possible pas piste, on utilisera les hélicoptères du PAM/cluster logistique (MI-8), chacun peut transporter 2 abris de 18 m<sup>2</sup> (sans le ciment).



## I- QUALITE DES MATERIAUX

**La durabilité de l'abri doit conditionner le choix et la qualité des matériaux utilisés !**

### A. Introduction

Lors de l'ensemble des commandes de matériaux pour la construction, il faudra prévoir une marge (entre +5% et +30%) pour différentes raisons :

- Les BoQ (quantitatif estimatif des matériaux) ne sont, à ce stade, pas stabilisés (ce qui est normal lors des premiers mois de mise en place),
- Dans cette phase de mise en place, les moyens ne sont pas encore réellement installés et des pertes, des vols ou des malfaçons peuvent survenir,
- Des problèmes d'approvisionnement peuvent survenir ; et dans ce cas, nous pourrions continuer à travailler avec les surplus cumulés (importance d'anticiper les commandes, dans les temps, car certains approvisionnements prennent des délais importants, jusqu'à un mois parfois entre commande et livraison).

La marge à considérer dépend des matériaux, de notre degré de confiance en notre « BoQ » et de notre budget (par exemple, on peut commander 10% de la quantité totale pour le bois et 20% sur celle des clous).

A la réception de chaque matériau, il faudra veiller à sa qualité et aux caractéristiques du produit. En cas de doute sur le produit, il ne faudra pas hésiter à contacter le fournisseur ou à retourner les marchandises.

### B. Bois

Le bois utilisé pour la construction de ce T-shelter est exclusivement du bois traité sous pression.

#### Spécifications requises :

Le bois doit être traité sous pression et S4S (les 4 surfaces du bois) devront être rabotées.

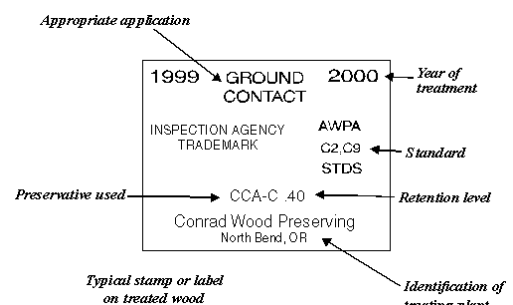
Tout le bois doit être tamponné par un certificat officiel du vendeur indiquant :

- Immatriculation
- Grade du bois
- Contenu d'humidité
- Chiffre d'identification de rupture

L'humidité doit être équivalente à KD19.

Le grade du bois (qualité du bois) doit être compris entre 1 et 2 (En fonction du coût).

L'origine du bois doit être spécifiée (pays et région).



Typical stamp or label on treated wood



Spécifications recommandées :

Le traitement et le niveau de pénétration doit satisfaire les autorités internationales du code « Council, Evaluation Service Report (ESR) et/ou American Wood Protection Agency Book of Standards ». Les documentations contenant ces spécifications doivent être présentées lors de la signature du contrat de vente ou lors des livraisons de bois).

Le bois doit provenir d'une source sécurisée respectant les normes de protection et de gestion des forêts ([http://www.fscus.org/product\\_inquiry](http://www.fscus.org/product_inquiry)). Il doit avoir par exemple une certification de FSC ou de «Southern Pine Inspection Bureau Quality Audit Programme » ou équivalent.

Lors de la réception du bois, il faudra veiller au respect de la qualité requise et à caractéristiques demandées sans faire de compromis. Tout bois non satisfaisant devra être renvoyé chez le fournisseur.

Ce bois doit être sain : il ne devra pas avoir de nœuds vicieux, de nœuds pourris ou de mauvais nœuds. Il ne devra présenter aucune trace de gélivure, roulure, cadranure, fente et fracture d'abattage ou gerçure Il ne sera admis que de légères fentes à la condition qu'elles ne compromettent pas la solidité de l'ouvrage (il est important que le bois choisi pour les colonnes et les fermes soit du bois sans nœud et fissures car c'est une partie structurelle du T-shelter).



Le stockage du bois devra se faire de la manière suivante :

- A l'horizontal (pour ne pas que les pièces de bois se déforment).
- Aéré : prévoir des tasseaux bois entre chaque rangée.

Photos de la réception du bois et de son stockage



## C. Ciment

L'ensemble des travaux de maçonnerie et des bétons se feront avec du ciment Portland type 1.

Attention à respecter de la date limite de « consommation » du ciment.

Stocker le ciment à l'abri de l'humidité

## D. Toiture et faitière

Les tôles utilisées pour la couverture de l'abri sont des tôles de marque « Onduline » simples. Ces plaques bitumées, monocouche, à ondulation régulière composées de fibres cellulosiques imprégnées de bitume, avec adjonction de résine thermodurcissable et de pigments qui résiste bien à la chaleur et au bruit.

Les performances techniques de ce matériel sont les suivantes (des certifications de performance existent) :

- Conductivité thermique : L'Onduline a des propriétés d'isolation thermique qui se rapprochent des qualités du liège.
- Atténuation acoustique
- Résistance mécanique
- Résistance aux agents chimiques
- Résistance et sécurité / antisismique – anticyclonique : la légèreté du matériel le rend moins dangereux au cas d'un tremblement de terre.

En plus de toutes ces qualités techniques, il faut tenir compte de la facilité de transport et de montage ainsi que la durabilité de ce matériau (15 ans pour l'Onduline).

La dimension est de 2m x 0,95 m avec un profil de 10 ondes

Photos du transport et de coupe des tôles Onduline



## E. Clous, vis, rondelles, boulons et tiges filetées

Au regard du climat haïtien et de la composition de la maison, une majorité des intersections de bois du T-shelter devront supporter l'humidité et l'eau.

Les clous et les vis, en contact avec le bois, peuvent avoir des réactions chimiques avec les traitements du bois utilisés. Ces réactions peuvent avoir pour conséquence la dégradation partielle ou totale de ces items. Il faut donc privilégier les clous et vis galvanisés à chaud (Hot Dip Galvanised - G185).

Site de vérification : <http://www.galvanizeit.org/aga/about-hot-dip-galvanizing/how-long-does-hdg-last/in-contact-with-treated-wood>

Par contre, pour tout ce qui est rondelles, boulons et tiges filetées, ils peuvent être simplement électro galvanisés (électrozingage) puisqu'ils ne percent pas le bois mais entrent dans des orifices préparés en atelier.

## **F. Charnière et Loquets (portes et fenêtres)**

Ils doivent être galvanisés.

Les charnières tiennent le poids de la porte et de la fenêtre, ce qui par conséquence détermine la dimension et le nombre de charnière à utiliser. Il y a plusieurs qualités sur le marché avec des prix très variés, et il est préférable d'opter pour une bonne qualité même si le prix est cher car elles peuvent s'user rapidement.

## **G. Bride métallique, Coiled strap ou Hurricane strap (cf Annexe)**

Cette bride (straps) métallique sert à renforcer les intersections de bois en cas de cyclone ou de vents violents. Pour notre cas, il s'agit de RS 300 ou CS22 ou équivalent (avec une tension de 845 Kg). En fonction des intersections (nœuds) des pièces de bois, la longueur de ces bandes métallique est adaptée. Les longueurs sont comprises entre 25 et 60 cm. Cette bride est installée sur les nœuds les plus soumis aux tensions et rotations afin d'en augmenter la résistance et de répartir les forces. La position des brides sera expliquée dans la partie relative à la construction et dans les dessins techniques. Une annexe est consacrée exclusivement à cette problématique.

## **H. Moustiquaire**

Il faut quelle soit en plastique, d'un maillage maximum de 1 mm<sup>2</sup> pour une réelle efficacité contre le passage de différents insectes (moustiques, araignées).

## **I. Colle de bois**

Colle de qualité professionnelle, résistante à l'humidité.

## **J. Sable**

Il doit être siliceux et ne pas contenir d'argile et/ou de matière organique. Lorsque le sable disponible contient une proportion importante de grains fins ou d'argile, il est indispensable de l'en débarrasser par tamisage, en prenant la précaution de n'utiliser que du sable parfaitement propre et sec. Toutes les composants organiques (feuilles, herbes, branches,...) devront être enlevés.

Le diamètre des grains du sable concassé utilisé pour la composition du béton, est compris entre 2 et 6 mm.

Les normes de construction, imposées par le gouvernement haïtien, interdisent formellement l'emploi du sable de mer ou du sable calcaire. Il en est de même sur les chantiers Handicap International.

## **K. Gravier**

Le gravier doit être dur, résistant, composé d'arrêtes saillantes et issu du concassage d'une roche granite. L'utilisation des petits galets ronds et lisses (de rivière) est aussi recommandée.

La granulométrie des graviers utilisables pour la composition du béton est comprise entre 10mm et 25mm. Si cela est nécessaire, le tamisage du gravier permet d'éliminer les éléments inférieurs à 10mm. Tous les composants organiques (feuilles, herbes, branches,...) devront être enlevées.

## **L. Béton et mortier**

Le mélange du béton doit se faire de manière à ce que les différents éléments se mélangent correctement et que le béton soit le plus homogène possible.

Lors de sa fabrication, il est important de:

- Préparer le béton sur une surface plane et propre.
- Tenir le béton préparé à l'abri du vent, de la pluie et du soleil.
- Ne pas utiliser, ni re-gâcher du béton qui a commencé à prendre.
- Racler et rincer les outils et récipients utilisés tous les soirs.

Par définition, les proportions utilisées pour le dosage du mortier et du béton est fait à partir d'un VOLUME ETALON. Pour que le dosage soit respecté, on ne peut pas mélanger des unités de mesure (volumes) différentes.

Pour les fondations et la dalle, le dosage des bétons est de 350 kilos de ciment par mètre cube de béton et sera réalisé selon les proportions suivantes :

◇ 1 volume de ciment pour 2 volumes de sables concassé et 4 volumes de gravier (pour 1m<sup>3</sup> de béton : 350 kg de ciment, 840 l de gravier et 420 l de sable)

Pour la dalle en béton du T-shelter, le dosage du mortier est de 250 kilos de ciment par mètre cube de mortier et sera réalisé selon les proportions suivantes :

◇ 1 volume de ciment pour 3 volumes de sable de rivière lavé.

## **M. Eau**

L'utilisation de l'eau de marécage est proscrite. Il est impératif d'utiliser une eau débarrassée de toutes matières organiques. L'eau de mer, salée est tout aussi interdite.

## **N. Parpaings/Blocs**

Les parpaings ou blocs doivent être vibrés mécaniquement et dépourvus de bulles d'air. Les parpaings/blocs contenant du calcaire et/ou friables sont interdits.

La dimension des parpaings/blocs est de 20x20x40 cm.

Pour vérifier la qualité d'un parpaing/bloc, il est recommandé de le faire chuter au sol d'une hauteur d'environ 1,50 mètre. Il ne devrait pas casser. Ce test doit être fait avec plusieurs pièces sélectionnées au hasard dans un lot afin de valider l'ensemble du lot.

## 0. Pierres

L'ajout de pierres dans les bétons de fondation est soumis à certaines conditions:

- Les pierres ajoutées devront être de bonne qualité : dures, résistantes et non lisses (arrêtes saillantes).
- Le diamètre des pierres ne doit pas dépasser 1/3 de la largeur du trou dans lequel elles sont insérées (exemple: pour un trou de 50 cm, le diamètre maximum des pierres est de 16 cm).
- Les galets de rivière lisses sont à proscrire.
- Les pierres devront être bien mélangées avec le béton et disposées d'une façon variée pour ne pas former de point de faiblesse dans les fondations.
- Les pierres doivent être réparties entre les clous disposés sur la colonne de la fondation pour créer plus de stabilité (cf. photo).
- Le volume de pierres ajoutées ne devra pas dépasser 40% du volume total de la fondation.



## II- ATELIER

**Le montage d'un atelier requiert une chaîne de production très claire.**

### A. Introduction

Il est important, dans la conception de l'atelier, de commencer par la sélection du terrain pour prendre en compte les contraintes logistiques (gestions des flux).

Avant de commencer la recherche du site, il faut avoir une idée claire des besoins techniques (par exemple du nombre de personne qui y travaillera, les quantités estimées de production) et logistique (la gestion des achats sera-t-elle internationale ou nationale ?) afin d'orienter les recherches sans perdre de temps, d'énergie et d'argent.

Quelques points à prendre en considération dans la recherche :

- Les possibilités de stockage disponibles (zone de stockage du matériel brut volumineux, stockage des produits finis, différents types de stock (quincaillerie et outillage)
- Les zones de production, espace service, espace générateur, garage, ....
- Les accès pour les camions et les voitures,
- La distance de la route principale, du port ou de l'aéroport ou de la capitale,
- Les différentes portes ou possibilité d'ouverture pour le chargement et déchargement,
- L'alimentation électrique, capacité et entretien
- La présence de station de carburant dans la zone environnante
- La relation avec le bailleur ou propriétaire
- Le type de contrat signé (attention, nous sommes régulièrement sur une création « d'entreprise » sur un site qui n'est pas originellement conçu pour de telle activité).

### B. Cadre de sécurité pour l'atelier

L'ensemble du personnel de l'atelier est badgé. Ce badge les autorise à circuler dans les différentes zones de travail. Il faudra veiller à éviter toute déambulation dans les zones où les personnes n'ont rien à faire.

Tous doivent recevoir une formation aux premiers secours.

La sécurité de l'atelier sera sous l'entière responsabilité du Responsable de production expatrié et en son absence sous la responsabilité du chef d'atelier national.

Les risques majeurs pouvant survenir sont les suivants:

- Incendie : Sécurisation obligatoire de l'ensemble des prises et câbles électriques. L'installation doit être réalisée par des professionnels et l'ensemble des câblages doit être vertical dans les connexions au niveau du sol. Les ampérages électriques (intensité) des disjoncteurs, prises et câbles devront être d'un ampérage important pour éviter les risques d'échauffement, d'incendie ou de fonte du système électrique.  
L'atelier ainsi que le stock doivent être nettoyés et dégagés des résidus de matériaux tous les soirs. Les sciures de bois doivent être évacuées vers l'incinérateur plusieurs fois par jour (environs toutes les deux heures). Attention au risque de combustion spontanée des sciures !



Pendant le temps de pause des machines, la nuit et les jours non travaillés, le disjoncteur principal doit être éteint. Le courant ne doit pas passer dans les circuits et les machines à l'arrêt.

Il est important de prévoir le nombre d'extincteur ainsi que la localisation de ceux-ci (surtout à coté des sorties/entrées) et la formation à leur utilisation dans l'atelier de production et les stocks. Un système d'alerte (sonnerie puissante) ou mégaphone pourrait être envisagé afin que les personnels soient informés en cas d'incendie.

Des zones restreintes en terme de personnel mais aussi en terme de comportement doivent être mise en place : interdiction de fumer dans les zones de stockage, protection des abords de l'incinérateur (sable à disposition).

Un système de circulation des personnes doit aussi être mise en place (indication vers la sortie la plus sûre).

- Blessure : il faut être extrêmement vigilant quant à l'utilisation des machines. Les « boss » (chefs) charpentiers, expérimentés formeront les ouvriers à l'utilisation et la maintenance des machines et le travail de ces ouvriers doit être systématiquement encadrés. Certaines consignes peuvent être prises pour prévenir ce risque comme l'interdiction de porter des vêtements à manches longues, des bijoux aux doigts et au cou.
- Stockage : Attention à prévenir les risques de chute de matériel / matériaux sur les personnes travaillant au sein de l'atelier. La position des matériaux doit être vérifiée régulièrement, les piles de bois sont contrôlées et ne montent pas trop haut, etc. Nous ne sommes pas à l'abri de vents violents ou d'un nouveau tremblement de terre, ces facteurs de risque doivent être pris en compte dans l'aménagement du site de production.
- Chute : Attention aussi au risque de chute (manutentionnaire sur une pile de bois par exemple). Contrôle et vigilance ! Des garde-corps amovibles pourront être installés à l'aplomb des différents niveaux dans les trois parties de l'atelier. Ces garde-corps seront amovibles afin de faciliter les manutentions des éléments d'abris lors de leur stockage. Des plus, des marquages au sol pourraient être envisagés afin de porter l'attention sur ces différences de niveaux.

Lorsque les machines industrielles seront mises en place, il est impératif de prévoir :

- Un EPI (Equipements de Protection Individuel / EPI) ; les lunettes de travail, chaussures de sécurité, gants, masque à poussière, bouchons (oreilles),
- les pauses régulières (hommes et machines).

Outre les formations aux premiers secours, il faut mettre en place les mécanismes d'urgence (qui appelle qui ? quel hôpital ? quel véhicule ? qui remplace qui ?). Il faudra aussi mettre en place les trousse de secours et prévoir le nécessaire en cas de déplacement du blessé (couverture de survie dans kit « ambulance », gant, garrot, bâche...). Voir avec les ONG médicales sur le terrain pour la constitution des trousse de secours (rapidement).

Attention : la trousse de secours n'est pas une trousse médicale pour soigner le quotidien des employés (maux de tête, vitamines...) ceci peut être mis en place mais pas dans le même endroit sinon, nous prenons le risque de trouver la trousse de secours vide au moment où nous en aurons le plus besoin !

La gestion de cette trousse (renouvellement, expiration des certains produits) doit être confiée à une (1) personne (responsable de stock ou chef d'atelier) qui est en permanence sur le site. Une deuxième personne doit être identifiée aussi pour pallier en cas d'absence. Attention, ces personnes doivent être connues de l'ensemble du personnel atelier.

## C. Organisation de l'atelier

Quand on parle de l'organisation de l'atelier et d'une chaîne de production claire, on parle des personnels et de leurs besoins pour qu'ils produisent le mieux et le plus possible tout en garantissant leurs sécurités.

Ainsi, l'organisation de l'atelier doit considérer les besoins de chaque ouvrier qui y travaille ainsi que les quantités à produire (au jour et à la semaine).

### Point à considérer

Il faut réduire les distances effectuées par le personnel pendant le travail et sur leur temps de pause (importance de stocker le bois par zone de production, création d'accès direct entre la zone de production et son stockage, plusieurs points d'eau, ...).

Ainsi, le personnel évite les déplacements dans des zones où ils n'ont pas besoin de se rendre.

### Plan de l'atelier et de son stock à Petit Goave

1750 m<sup>2</sup> (zone travail et zone stockage)  
50 personnes (Boss + Ouvrier)  
Production de 40 abris par semaine

■ Zone stockage

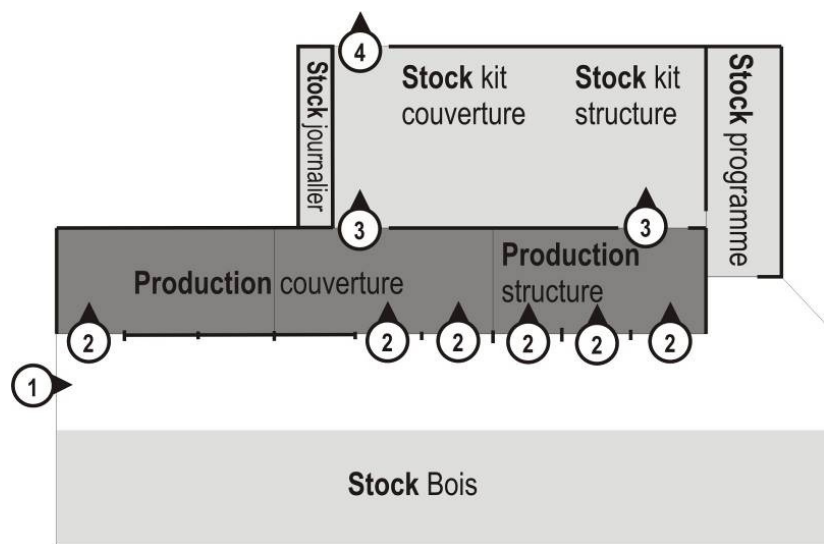
■ Zone production

① Entrée camion pour réception des matières premières

② Entrée du bois brut en unité pour production

③ Entrée en stock pour matières transformées (kits T-shelter)

④ Sortie Kit pour chargement et ensuite livraison chez les Bénéficiaire

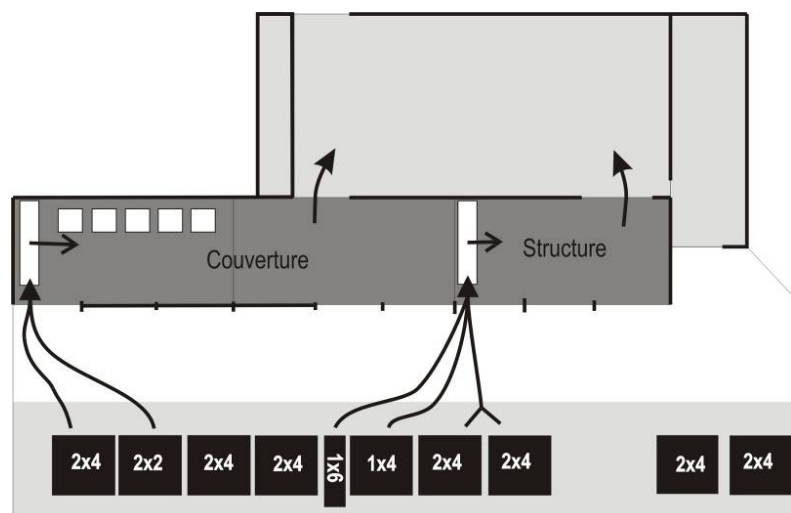


### Organisation des machines dans la zone de production

La zone de production est située au milieu des deux zones de stockage.

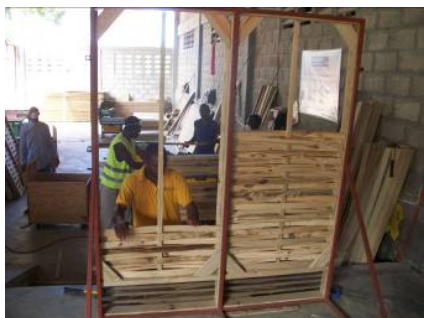
Les machines doivent être positionnées entre les deux stocks (matières premières) et celui des matières transformées.

Mise en place des outillages qui rendent le travail systématique, continu et efficace.



Ainsi par exemple :

- création de gabarits en métal adaptés aux kits et aux hommes pour rendre le travail plus rapide (photo).



- création d'un gabarit (guide/ règle) pour les scies angle circulaire pour le découpage de bois en série, avec le marquage des dimensions nécessaires pour la découpe de bois du T-shelter et ce afin d'éviter la perte de temps liée à la prise de mesure sur les bois (les dérouleurs métriques, mètres à rubans sont interdits dans ce genre d'atelier).



- Création de malles de stockage mobiles pour favoriser le déplacement des matières premières en stock et de prévision ou estimation. Par exemple le chariot sur la photo ci dessous, une fois plein, indique la possibilité de faire l'ensemble des panneaux clissés pour un T-shelter de 18 m<sup>2</sup>.



## III- CHANTIER

### A. Introduction

Comme pour la production, la construction a sa chaîne de montage, ses outils et ses besoins logistiques. HI a commencé avec une équipe par pick-up par T-shelter par semaine avec l'intention de passer à 2 T-shelters par équipe par pick-up par semaine. La capacité de construction dépend de :

- La dispersion géographique des localités dans lesquelles nos équipes doivent construire,
- l'accessibilité au terrain à construire (il faut parfois transporter les morceaux de l'abri, les outils et les matériaux sur plusieurs Kilomètre à pied),
- du support en ressources humaines que la famille peut donner à nos équipes pour la construction de leur T-shelter (au regard de notre cible bénéficiaire, il est parfois difficile de trouver des aidants),
- de la taille du T-shelter à construire (12m<sup>2</sup>, 18m<sup>2</sup> ou 24m<sup>2</sup>) : faible influence sur la capacité de construction.

### B. Cadre de sécurité pour les zones de construction

La sécurité du chantier sera sous l'entière responsabilité de chef de chantier de Handicap International qui s'engage à l'assumer pour son équipe. Attention : la zone de chantier, à terme, comprendra le T-shelter mais aussi la latrine et les travaux de mise en accessibilité nécessaires.

Comme dans tout travail, il est impératif que des règles de sécurité soient mises en place avant, pendant et après la réalisation de l'ouvrage. Celles-ci doivent par conséquent, être respectées scrupuleusement pour prévenir et réduire tout risque éventuel d'accident (chute ou ensevelissement de personne, blessure corporelle, perte de matériel, etc....).

Mesures de sécurité :

- Avant le début de chaque phase de réalisation, il faut mettre en place un périmètre de sécurité autour de la zone de travail afin d'éviter toute intrusions sur le chantier et proscrire ainsi tout risque d'accident sur les personnes étrangères au chantier.
- Avant de commencer une phase de travail, le chef de chantier devra informer le reste de l'équipe :
  - o De la nature exacte des travaux à effectuer, des risques d'accidents liés à ces travaux et du matériel indispensable à l'exécution desdits travaux.
  - o De l'utilisation systématique du matériel de sécurité (port obligatoire du casque de protection, de ceinture de charpentier, des bottes, gants).
- Après le travail, il faut recouvrir les trous et barricader le chantier de manière à ce qu'il n'y ait aucune pénétration étrangère sur le site.
- Panneau avec inscription « Interdit aux public ».

Le chef de chantier a aussi sous sa responsabilité quotidienne :

- La vérification de la stabilité et de la conformité sécuritaire des échafaudages, s'il y en a.
- La vérification des périmètres de sécurité autour des zones de travail de l'ensemble des ouvriers présents sur le chantier.
- Après le travail, de fermer le site ou bien de briefier les bénéficiaires sur l'état du lieu.
- La sécurisation du matériel et matériaux (annexe sortie matériel pour chantier).

## IV- DESCRIPTIF DES OUVRAGES

### A. En Atelier

#### A.1- Structure de l'abri

La structure de l'abri est formée par plusieurs morceaux totalement préparés (coupés, cloués et percés) à l'atelier, suivant une chaîne de production bien définie, puis entreposés dans la zone de stockage « structure » des matières transformées.

Les différentes parties de la structure du T-shelter sont les suivantes :

- colonnes,
- structure centrale,
- ceinture externe,
- fermes,
- contreventement verticale,
- contreventement angulaire,
- structure latérale balcon,
- lattes

Kit structure pour les différents types de T-shelter

| Pièce                               | T-shelter 12 m <sup>2</sup> | T-shelter 18 m <sup>2</sup> | T-shelter 24 m <sup>2</sup> |
|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Colonne en pièce                    | 8                           | 10                          | 12                          |
| Structure centrale en pièce         | 4                           | 5                           | 6                           |
| Ceinture externe en <b>lot</b>      | En lot voir tableau suivant |                             |                             |
| Ferme en pièce                      | 4                           | 5                           | 6                           |
| Contreventement vertical X en pièce | 8                           | 10                          | 12                          |
| Contreventement angulaire en pièce  | 4                           | 4                           | 4                           |
| Structure latérale balcon en pièce  | 2                           | 2                           | 2                           |
| Lattes en lot                       | En lot voir tableau suivant |                             |                             |

Photos du stock de structure de l'abri par type de T-shelter



**Colonnes, structure centrale et ceinture externe**

La colonne est constituée de 2 morceaux de bois (3.35 m x 4" de largeur), 1 morceau de bois pour la fondation (1 m x 4" de largeur) liés entre eux par des « taquets » coupé aux dimensions requises (reste du bois standardisé 4" de largeur).

En atelier et sur un gabarit spécifique horizontal (gabarit en photo dans le paragraphe organisation de l'atelier), la colonne, la ferme et la structure centrale sont percés ensemble avec une mèche de 3/8 et numérotés.

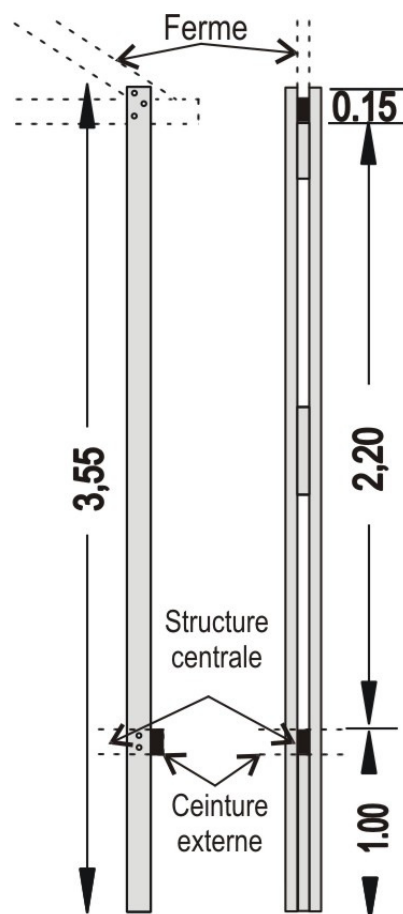
Sur un gabarit spécifique vertical, la ceinture externe est percée avec une mèche de 5/32<sup>ième</sup> (ou 9/64<sup>ième</sup>) directement sur les colonnes.

Sur le terrain, à l'aide des tiges filetées coupées sur mesure, des rondelles et d'écrous, les colonnes sont boulonnées à la ferme sur le haut et à la structure centrale sur le bas.

La colonne est fixée verticalement dans la fondation par du ciment et de la roche, et elle est fixée horizontalement avec une ceinture externe boulonnée qui lie l'ensemble des colonnes.

Ainsi la structure devient résistante et stable aux différents types de tremblements de terre (verticale et horizontale), aux effets de vents violents, aux rotations ou aux déformations.

Les clous utilisés à l'atelier pour la fixation des morceaux de bois pour l'assemblage des colonnes sont les clous 4" (24 unités /colonne)



| Kit par unité               | 2"x4"                                                                                       |                                             |                                                             | Volume tot            | Poids tot |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------|
| Colonne en pièce            | 2p de 3,35 m<br>1p d'environ 80 cm à 1m (chute)<br>2p comprise entre de 20 et 40 cm (chute) |                                             |                                                             | 0,0361 m <sup>3</sup> | 22 Kg     |
| Structure centrale en pièce | 1p 3,58 m                                                                                   |                                             |                                                             | 0,0131                | 9,09      |
| Ceinture externe en lot     | <b>T-shelter 12m<sup>2</sup></b><br>2p de 3,8m<br>2p de 1,86 m                              | <b>T-shelter 18m<sup>2</sup></b><br>4p 3,8m | <b>T-shelter 24m<sup>2</sup></b><br>4p de 3,8<br>2p de 1,80 | 0,0128                | 10        |

Photo atelier du gabarit vertical et terrain du nœud (ceinture externe, centrale et colonne)



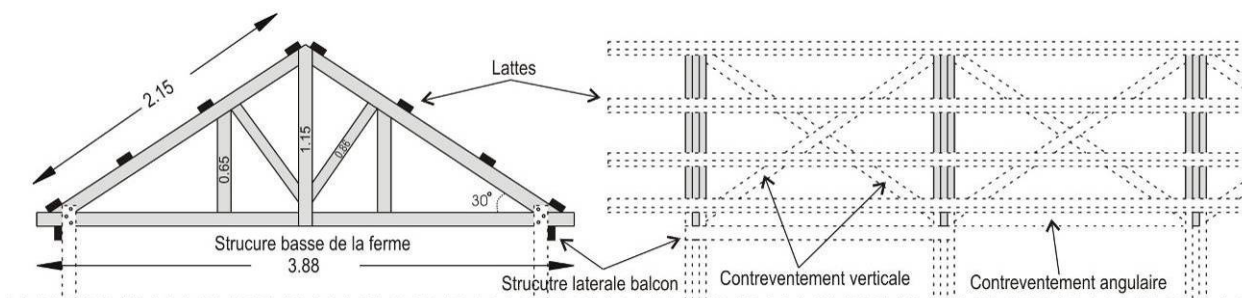
**Fermes, contreventement verticale et angulaire, structure latérale balcon, lattes**

La ferme supportera la toiture du T-shelter, à double pans avec un angle de 30° qui résistera mieux à la force du vent.

Toutes les intersections de cette structure vont être renforcées par des brides métalliques (coiled strap/ huracan strap).

Les clous utilisés pour la production d'une ferme, sur son gabarit, sont les clous 4" et les clous 3" selon les quantités suivantes :

- 4" = 11 unités par ferme
- 3" = 20 unités par ferme



La ferme doit être percée et numérotée en atelier pour qu'elle soit aisément boulonnée sur le terrain avec les colonnes correspondantes.

Les fermes, au moment de la construction sur le terrain, sont soutenues par 3 autres éléments qui sont :

- Les pannes (appelé précédemment lattes) de 2"x4", qui lient horizontalement toutes les fermes ensemble et sur lesquelles viendront se fixer la couverture (tôles). Chaque intersection de bois sera renforcée avec une bride métallique. Il y a 4 pannes par pans de toit (8 au total).
- Les contreventements verticaux (appelés X), de 2x4, qui tiennent verticalement toutes les fermes pour éviter tout mouvement vertical.
- Les structures basses de la ferme, et pour seulement les deux fermes avant et arrière du T-shelter, doivent être supportées par deux contreventements angulaires horizontaux.

| Kit par unité                        | 2"x4"                                                                        |                                                              |                                                                            | Volume tot         | Poids tot |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------|
| Ferme en pièce                       | 1p de 3,88 m<br>2p de 2,15 m<br>2p de 1,15 m<br>2p de 0,86 m<br>2p de 0,65 m |                                                              |                                                                            | 0,4 m <sup>3</sup> | 35Kg      |
| Contreventement verticale X en pièce | 1p de 2,09 m                                                                 |                                                              |                                                                            |                    |           |
| Contreventement angulaire en pièce   | 1p de 2,44 m                                                                 |                                                              |                                                                            |                    |           |
| Structure latérale balcon en pièce   | 1p de 1,76 m                                                                 |                                                              |                                                                            |                    |           |
| Lattes en lot                        | <b>T-shelter 12m<sup>2</sup></b><br>8p de 3,92m<br>8p de 2,28 m              | <b>T-shelter 18m<sup>2</sup></b><br>8p de 3,84<br>8p de 4,04 | <b>T-shelter 24m<sup>2</sup></b><br>8p de 3,84<br>8p de 4,04<br>8p de 1,82 |                    |           |

## A.2- Panneau de façade de l'abri

Les panneaux de façade de l'abri sont formés de plusieurs morceaux totalement préparés (coupés et cloués) en atelier suivant une chaîne de production bien définie. Ils seront ensuite entreposés dans la zone de stockage « Façade » des matières transformées.

Les différentes parties de la structure du T-shelter sont :

- Panneaux
- Panneaux latéraux aveugle,
- Panneaux latéraux ventilés
- Panneaux frontaux aveugle
- Panneaux frontaux avec fenêtre
- Panneaux frontaux avec portes
- Porte et Fenêtres
- Tôles « onduline » et faîtières
- Bardages des fermes (façade pignon)
- Bardages des colonnes



### Panneaux

Comme indiqué ci-dessus, il existe 5 types de panneaux différents avec lesquels sont couverts les 4 côtés du T-shelter.

Leurs quantités et le type de panneaux changeront selon la taille du T-shelter.

Ci-dessous un tableau récapitulant le nombre et le type de panneaux par taille de T-shelter :

| Shelter /Panneaux       | Frontale aveugle | Frontale porte         | Frontale fenêtre       | Latérale aveugle | Latérale ventilés |
|-------------------------|------------------|------------------------|------------------------|------------------|-------------------|
| <b>12 m<sup>2</sup></b> | 1 (derrière)     | 1                      | 2<br>(devant+derrière) | 2                | 2                 |
| <b>18 m<sup>2</sup></b> | 0                | 1                      | 3                      | 3                | 3                 |
| <b>24 m<sup>2</sup></b> | 0                | 2<br>(devant+derrière) | 2                      | 4                | 4                 |

Les cadres des différents panneaux sont faits avec des sections de bois différentes :

- Le bois formant le cadre est de 1"x4" et de 2"x4". Les « bids » ou tringles (morceaux de bois soutenant les clissades) sont de 1"x4" coupés sur leur longueur pour former des tiges de 1"x1".
- Les bois de clissade sont encastrés dans les panneaux l'un sur l'autre de façon à faire un mur en bois du clissade.
- Le bois de clissade, dans tous les panneaux du T-shelter aura une longueur de 80,5 cm ; la largeur est d'environ 4 cm et l'épaisseur est d'environ 1 cm.

Les lattes des clissades seront exemptes de piqûres, nœud ou gros trous de vers. Ils ne devront pas présenter de trace de pourriture. Ils ne devront contenir aucun corps étranger.

Photos de coupe de clissade, des bids et leurs fixations





### Panneau latérale aveugle

- Hauteur : 2,05 m
- Largeur du panneau : 1,68 m
- Bois du cadre haut, bas et milieu vertical : 2"x4" (dimension comme suivant 1,64cm ; 1,64cm et 1,97 cm)
- Bois des cotés du cadre : 1"x4" (dimension de 2,05cm).
- Nombre de clissades : 90 unités. Chaque partie du panneau est composé de 45 clissades
- 2 tringles fixées en longueur verticalement au milieu de chaque partie du panneau coincent les clissades par leur centre (dimension 1" x 1½" x 2,06 m)
- 4 tringles fixées verticalement au bord du cadre interne pour coincer les clissades aux extrémités (dimension 1" x 1" x 2,06 m)
- 8 coins en bois de 1x4 fixé au 8 coins des 2 parties du panneau (0,26m - à positionner du même coté du panneau)

Nombre de panneaux selon taille du T-shelter :

12 m<sup>2</sup>/ 2 panneaux

18 m<sup>2</sup>/ 3 panneaux

24 m<sup>2</sup>/ 4 panneaux

Lors de la construction, ces panneaux doivent positionnés sur la façade latérale la plus ensoleillée.

Volume : 0,3235 m<sup>3</sup>

Poids : 45,45 Kg

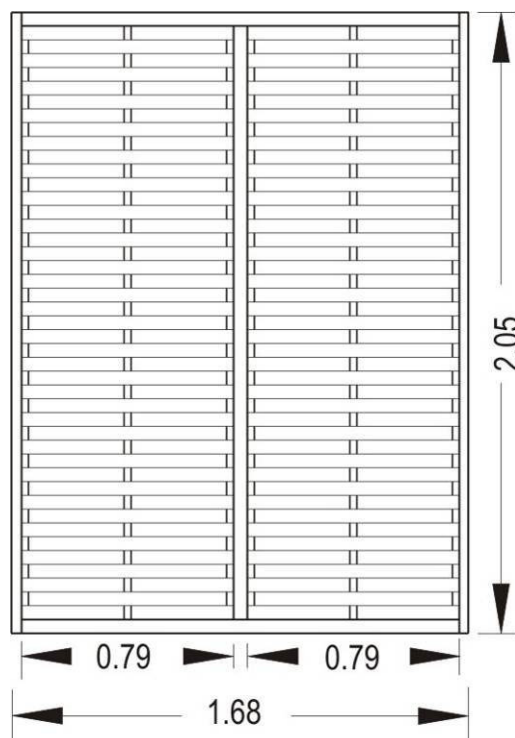
Clous utilisés pour la fabrication du panneau

4"=10 unités

3"=18 unités

2"=10 unités

1½"=40 unités



**Panneau latéral ventilé**

- Hauteur : 2,05 m
- Largeur du panneau : 1,68 m
- Bois du cadre haut, bas et milieu vertical ainsi que les 2 bois du cadre de ventilation : 2"x4" (dimension comme suivant 1,64cm ; 1,64cm ; 1,97 cm ; 0,80 cm et 0,80 cm)
- Bois des cotés du cadre : 1"x4". (dimension 2,05 m)
- Nombre de clissades : 78 unités. Chaque partie du panneau est composé de 39 clissades.
- 2 tringles fixées en longueur au milieu de chaque parti du panneau coincent les clissades par leur centre (dimension 1" x 1½" x 1,71 m)
- 4 tringles fixées au bord du cadre interne pour coincent les clissades aux extrémités (dimension 1" x 1" x 1,71 m)
- 8 coins en bois de 1x4 fixés au 8 coins des 2 parties du panneau (0,26m – sur un même coté du panneau)
- 6 tringlettes positionnées horizontalement pour protéger la partie ventilée au bas du panneau. Cette espace sera couvert avec de la toile moustiquaire (dimension 1" x 1½" x 1,68 m)

Nombre de panneaux selon taille du T-shelter :

- 12 m<sup>2</sup>/ 2 panneaux
- 18 m<sup>2</sup>/ 3 panneaux
- 24 m<sup>2</sup>/ 4 panneaux

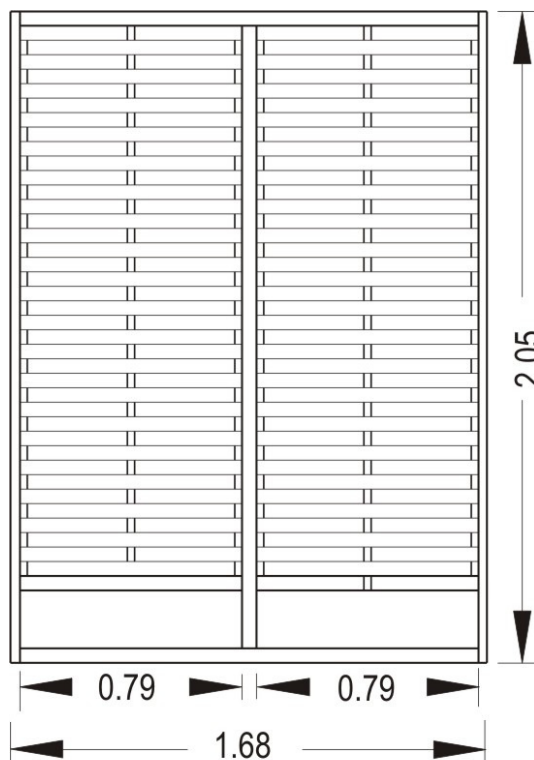
Lors de la construction, ces panneaux doivent être positionnés sur la façade latéral la moins ensoleillée pour faire rentrer l'aire fraîche de la ventilation.

Volume : 0,3081 m<sup>3</sup>

Poids : 44,54 Kg

Clous utilisés pour la fabrication du panneau

- 4" = 10 unités
- 3" = 30 unités
- 2" = 10 unités
- 1"½ = 32 unités



**Panneau frontal à fenêtre**

- Hauteur : 2,14 m
- Largeur du panneau : 1,68 m
- Bois du cadre haut, bas, milieu vertical et pour la base de la fenêtre : 2"x4" (dimension 1, 64 cm ; 1,64 cm ; 2,05cm et 0,80 cm)
- Bois du coté gauche et droite du cadre : 1"x4" (dimension 2,14 m).
- Nombre de clissades : 63 unités.
- La partie pleine du panneau est composée de 45 /46 clissades.
- La partie « fenêtre » du panneau est composée de 18 clissades.
- 2 tringles fixées en longueur au milieu de chaque partie du panneau coincent les clissades par leur centre (1 de dimension 1" x 1½" x 2,06 m et 1 de dimension 1" x 1½" x 0,80 m)
- 4 tringles fixées au bord du cadre interne pour coincent les clissades au bord (2 de dimension 1" x 1" x 2,06 m et 2 de dimension 1" x 1" x 0,80 m)
- 8 coins en bois de 1x4 fixé au 8 coins des 2 parties du panneau (0,26m – même coté du panneau).

Nombre de panneau selon la taille du T-shelter :

- 12 m<sup>2</sup>/ 2 panneaux
- 18 m<sup>2</sup>/ 3 panneaux
- 24 m<sup>2</sup>/ 2 panneaux

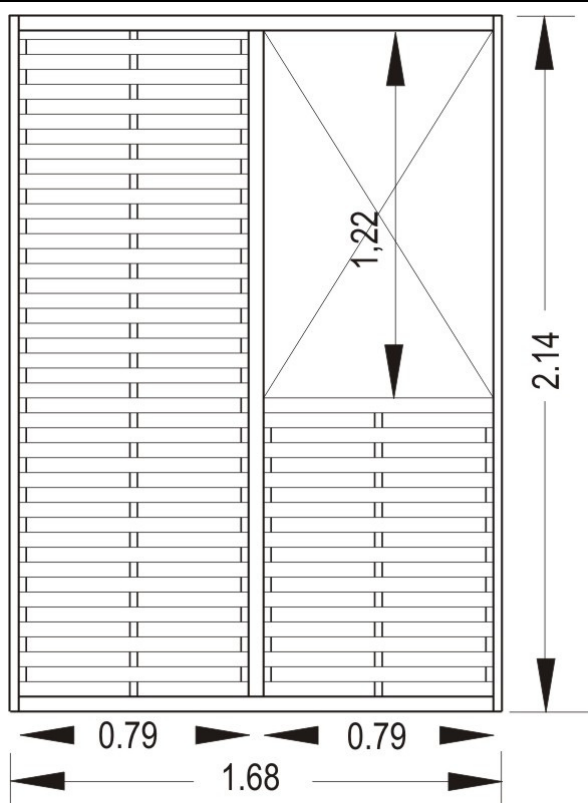
Lors de la construction, ces panneaux doivent être positionnés sur les faces avant et arrière du T-shelter. Il faut cependant impliquer les bénéficiaires dans le positionnement de ces fenêtres.

Volume : 0,3254 m<sup>3</sup>

Poids : 37,27 Kg

Clous utilisés pour la fabrication du panneau

- 4"=10 unités
- 3"=24 unités
- 2"=10 unités
- 1"1/2=30 unités



**Panneau frontal aveugle**

- Hauteur : 2,14 m
- Largeur du panneau : 1,68 m
- Bois du cadre haut, bas et milieu vertical : 2"x4" (dimension 1,64 cm ; 1,64 cm ; et 2,06 cm)
- Bois des cotés du cadre : 1"x4" (dimension 2,14 cm)
- Nombre de clissades : 92 unités. Chaque partie du panneau est composée de 46 clissades.
- 2 tringles fixées verticalement au milieu de chaque partie du panneau coïncent les clissades par leur centre (dimension 1" x 1 1/2" x 1,97 m)
- 4 tringles fixées verticalement au bord du cadre interne coïncent les clissades aux deux extrémités (dimension 1" x 1" x 1,97 m)
- 8 coins en bois de 1x4 fixé au 8 coins des 2 parties du panneau (0,26m- même cotés du panneau)

Ce panneau est utilisé seulement pour les T-shelter de 12 m<sup>2</sup>.

12 m<sup>2</sup>/ 1 panneaux

18 m<sup>2</sup>/ 0 panneaux

24 m<sup>2</sup>/ 0 panneaux

Lors de la construction, ce panneau doit être positionné sur la façade arrière. Il faut cependant impliquer les bénéficiaires dans le positionnement de ces fenêtres.

Volume : 0,327 m<sup>3</sup>

Poids : 44,54 Kg

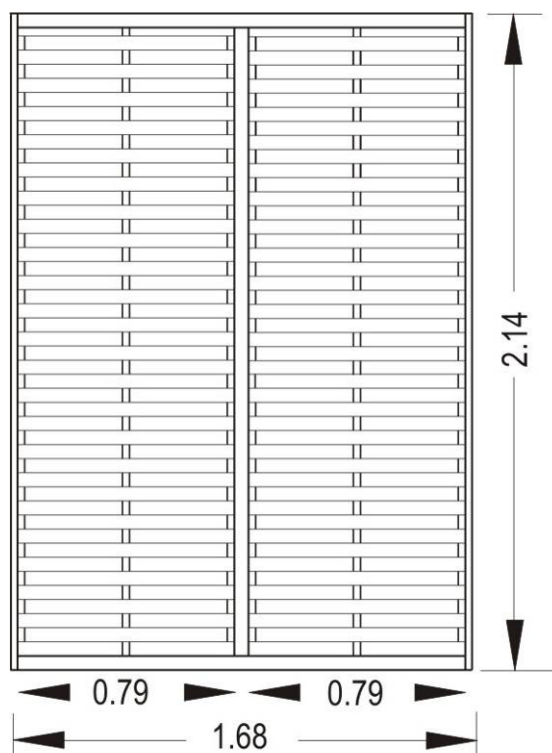
Clous utilisés pour la fabrication du panneau

4" = 10 unités

3" = 18 unités

2" = 10 unités

1"1/2 = 40 unités



**Panneau frontal avec porte**

- Hauteur : 2,14 m
- Largeur du panneau : 1,80 m
- Bois du cadre haut, bas et milieu vertical : 2"x4" (dimension 1,78 m ; 0,83 m et 2,06 m)
- Bois du cadre extérieur 1"x4" (dimension 2,14 m)
- Nombre de clissades : 47 unités
- Une tringle fixée verticalement au milieu du panneau a clissé coince les clissades par leur centre (dimension 1" x 1½" x 2,06 m)
- 2 tringles fixées verticalement au bord du cadre interne pour coincer les clissades à leurs deux extrémités (dimension 1" x 1" x 2,06 m)
- 4 coins en bois de 1x4 fixé au 4 coins des 2 parties du panneau (0,26m – même coté du panneau)

Nombre de panneaux selon la taille du T-shelter :

- 12 m<sup>2</sup>/ 1 panneaux
- 18 m<sup>2</sup>/ 1 panneaux
- 24 m<sup>2</sup>/ 2 panneaux

Pour une construction de 12 et 18 m<sup>2</sup>, ce panneau sera placé sur la partie frontale de l'abri.

Pour un abri de 24m<sup>2</sup>, deux panneaux avec porte seront placés sur les parties frontale et arrière.

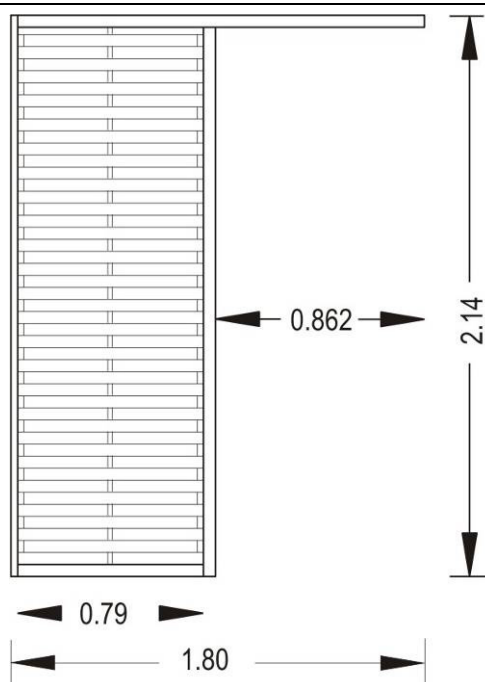
Il est important d'impliquer les bénéficiaires pour le positionnement de ces panneaux.

Volume : 0,1983 m<sup>3</sup>

Poids : 27,27 Kg

Clous utilisés pour la fabrication du panneau

- 4"=8 unités
- 3"=15 unités
- 2"=6 unités
- 1"1/2=20 unités



Les clissades sont issues d'une pièce de bois de 2"x4"x14" (5x10x426 cm) qui nous permet de réaliser 50 unités de clissades. Le reliquat de matériaux servira à la fabrication des colonnes.

Le nombre total de clissades pour un T-shelter de 18 m<sup>2</sup> sera d'environ 714 unités, décomposé comme suit :

- Panneaux aveugles = 84x3 = 252 unités
- Panneaux ventilés = 76 x3 = 228 unités
- Panneaux fenêtre = 63 x3 = 189 unités
- Panneau porte = 45 unités

Tant que faire ce peut, le bois des clissades est récupéré des autres éléments du T-shelter. Pour un T-shelter de 18 m<sup>2</sup>, près de 40% du bois des clissades provient des bois coupés pour la fabrication d'autres éléments.

Une attention particulière devra être portée aux lames utilisées lors de la coupe des clissades (mais aussi bien sûr de l'ensemble des éléments en bois). Le nombre, l'angle et les formes (denture couchée, denture crochet, ...) des dents déterminent le degré de finesse de la coupe.

Les lames pauvres en dents permettent une coupe plus rapide et grossière, et coûtent moins cher et durent plus longtemps que les lames avec plus de dents.

Pour cette coupe de clissades, l'objectif est bien d'en couper le plus grand nombre, le plus vite possible, avec un nombre de lames limité. Puisque la finesse de la coupe des clissades n'est pas importante, on peut donc utiliser des lames avec moins de dents et donc moins chères.

### Portes et fenêtres

Les portes et fenêtres sont fabriquées avec du contreplaqué brut et traité de 1/2".

Le cadre des fenêtres, comme spécifié plus haut, est lui constitué de bois de 2"x2".

Il y a sur chaque fenêtre 2 charnières de 3" (la qualité et la provenance de la charnière sera importante pour l'utilisation et la pérennité de la fenêtre).

| Kit par unité | 2"x2"                                        | Plywood 1/2   |
|---------------|----------------------------------------------|---------------|
| Porte         | 2p de 2,10 m<br>2p de 0,85 m<br>2p de 0,77 m | 0,85mx2,10m   |
| Fenêtre       | 2p de 1,22 m<br>2p de 0,80 m<br>1p de 0,72 m | 0,80m x 1,22m |

| Types    | Volume              | poids    |
|----------|---------------------|----------|
| Porte    | 0,903m <sup>3</sup> | 22,72 kg |
| Fenêtres | 0,488m <sup>3</sup> | 16,81 kg |

La superficie des ouvertures doit être équivalente à 15% de la superficie totale du T-shelter.

| Nombre de personnes par famille | Type de T-shelter | Nbre de portes | Nbre de fenêtres |
|---------------------------------|-------------------|----------------|------------------|
| Entre 1 et 3 personnes          | 12 m <sup>2</sup> | Une porte      | 2 fenêtres       |
| Entre 4 et 7 personnes          | 18 m <sup>2</sup> | Une porte      | 3 fenêtres       |
| Entre 8 et 10 personnes         | 24 m <sup>2</sup> | 2 portes       | 2 fenêtres       |

### **Tôles et faitières**

La toiture du T-shelter est formée par 3 différents types de tôles :

- Tôles entière (2m x1m)
- Tôles coupées
- Tôles faitières

Les tôles sont coupées à l'atelier et stockées selon la taille des T-shelters dans la zone de stockage « couverture » des matières transformées.

| Types           | Volume (m <sup>3</sup> ) | Poids (kg) |
|-----------------|--------------------------|------------|
| tôles           | 0,0098                   | 9,09       |
| tôles 1/2       | 0,0049                   | 4,54       |
| tôles faitières | 0,0019                   | 4,54       |

| T-shelter         | Tôles entière | Tôles coupées | Tôles faitières |
|-------------------|---------------|---------------|-----------------|
| 12 m <sup>2</sup> | 14            | 14            | 9               |
| 18 m <sup>2</sup> | 18            | 18            | 11              |
| 24 m <sup>2</sup> | 22            | 22            | 13              |

### **Bardage des fermes**

Les fermes frontales et arrière de l'ensemble des T-shelter sont couvertes.

Deux types de couvertures sont réalisés:

- à l'arrière, la couverture est réalisée en contreplaqué brut et traité de ½" d'épaisseur 1,02mX1,83m (volume de 0,0074 m<sup>3</sup> / poids de 18,18 Kg) découpé en triangle.
- à l'avant, on utilise des éléments de bois de 1"x6" coupés et fixés verticalement en laissant un espace de 20 cm entre chaque morceau (le volume de l'ensemble des éléments nécessaires est de 0,0158 m<sup>3</sup> / le poids est de 18,19 Kg). Une toile moustiquaire est apposée sur ces éléments pour recouvrir l'ensemble des espaces laissés vacants.

Couverture de la ferme frontale avec de 1"x6" (2p de 1,00m ; 2p de 0,88m ; 2p de 0,71 m ; 2p de 0,55 m ; 2p de 0,37 m)

### **Bardage des colonnes**

On couvre la partie intérieure d'une colonne pour couvrir l'espace vide entre les pièces de bois qui la composent. Cette couverture est réalisé avec du bois 1" x 4" coupé longitudinalement dans sa largeur de façon à obtenir des feuilles de 0,5 cm d'épaisseur. Chaque 1" x 4" nous fait 3 morceaux aux dimensions 0,5 cm x 10 cm x 2,14 m.

Pour un abri de 12 m<sup>3</sup> on aura besoin de 3 feuilles.

Pour un abri de 18 m<sup>3</sup> on aura besoin de 5 feuilles .

Pour un abri de 24 m<sup>3</sup> on aura besoin de 7 feuilles.

## B. Sur le chantier

Comme pour la production, la construction a sa chaîne de montage, ses outils et ses besoins logistiques. Handicap International a commencé avec une équipe par pick-up par habitat par semaine avec l'intention de passer à deux (2) habitats par équipe par pick-up par semaine. La capacité de construction dépend de :

- Les localités dispersées sur lesquelles nos équipes interviennent.
- l'accessibilité au terrain à construire (quelque fois on se retrouve à transporter les morceaux de la maison, les outils et les matériaux à plusieurs kilomètres à pied)
- du support en ressource humaine que la famille peut donner à nos équipes pour la construction de leur abri (vue que l'on travaille avec des personnes extrêmement vulnérables on se trouve souvent confronté à réaliser l'ensemble des tâches du chantier)
- de type d'abri transitionnel à construire. 12m<sup>2</sup>, 18m<sup>2</sup> ou 24m<sup>2</sup>.

### B.1- Généralité sur la construction

#### Forme du T-shelter

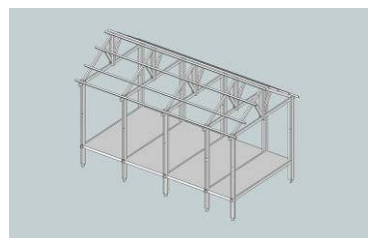
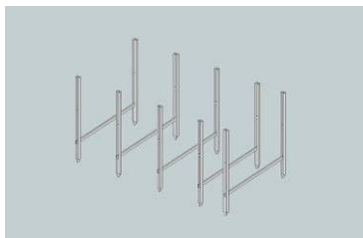
Le T-shelter est un rectangle formé d'une seule pièce et d'un seul balcon.  
Les dimensions générales de l'abri sont :

- Pour la hauteur de l'abri :
  - o du sol à la dalle : 0,3 m et 0,5 m de fondation en ciment dans le sol.
  - o de la dalle à la ferme : 2,20 m
  - o de la ferme à la toiture : 1,55 m.
- Pour la largeur 3,56 m
- Pour la longueur il y a trois versions différentes :
  - o T-shelter de 12 m<sup>2</sup> avec un balcon de 6 m<sup>2</sup> = 4,95 m
  - o T-shelter de 18 m<sup>2</sup> avec un balcon de 6 m<sup>2</sup> = 6,77 m
  - o T-shelter de 24 m<sup>2</sup> avec un balcon de 6 m<sup>2</sup> = 8,68 m

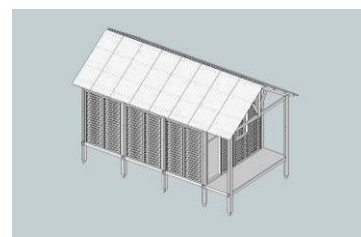
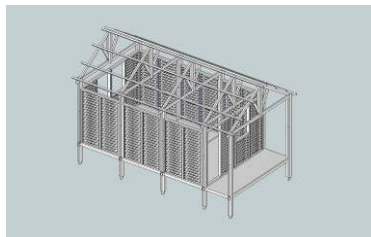
#### Phases de construction du T-shelter

Comme expliqué dans la partie production, le T-shelter est constitué de deux (2) parties principales :

- La structure (colonnes, charpente, ...) les ceintures centrales et ceintures externes



- couverture (panneaux de clissades, tôles, ...).



























Ces parties sont montées et fixées entre elles par des tiges filetées et des écrous, directement sur le terrain du bénéficiaire. Ces structures peuvent être démontées à n'importe quel moment.

**Etapes de construction du T-shelter**

Les étapes de la construction commencent une fois que la famille bénéficiaire est sélectionnée par l'équipe sociale et le terrain validé par le responsable technique (wash/shelter) et le responsable logistique. Les étapes sont les suivantes :

- Marquage au sol fait par l'équipe technique de HI
- Nettoyage et mise à niveau du terrain fait par les bénéficiaires
- Creusage des puits de fondations fait par les bénéficiaires
- Construction du T-shelter par l'équipe technique de HI
- Finition par l'équipe technique de HI

| Etape de construction                        | Ressources humaines                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | jours  |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Marquage au sol                              | 2  + 6                                                                                                                                                                                 | Jour 1 |
| Creusement des fondations                    | 6                                                                                                                                                                                                                                                                       | Jour 2 |
| Boulonnage et fixation des piliers           |  +  + 6  + 6  | Jour 3 |
| Remblai                                      | 6                                                                                                                                                                                                                                                                     | Jour 4 |
| Installation de la charpente et des panneaux |  + 6  + 3                                                                                     | Jour 5 |
| Coulage de la dalle en ciment                |  + 6  + 3                                                                                     | Jour 6 |
| Fixation du toit, des portes et des fenêtres |  + 6  + 3                                                                                     | Jour 7 |

 Responsable technique     ouvrier     bénéficiaire     chef menuisier     chef maçon  
 Certaines étapes peuvent être faites simultanément pour rendre le travail plus rapide.

Lors de la validation du terrain par le responsable technique (wash/shelter), il faut prendre en considération :

- la surface constructible dont on a besoin.
  - o Pour les abris de 12 m<sup>2</sup>, il faudra une surface de 20m<sup>2</sup> minimum (5x4m).
  - o Pour les abris de 18 m<sup>2</sup>, il faudra une surface de 28 m<sup>2</sup> minimum (7x4m).
  - o Pour les abris de 24 m<sup>2</sup>, il faudra une surface de 36 m<sup>2</sup> minimum (9x4m).
- La configuration du terrain doit être le plus plat possible.
- les risques (érosion, glissement de terrain, couloir de vent, passage de cours d'eau....).
- l'état du sol, qui doit idéalement être sec et non argileux.
- La présence de bâtiments ou structures dangereuses a proximité.

En même temps, le responsable technique doit informer la famille des travaux préliminaire à réaliser avant de commencer le marquage au sol.

## **L'accessibilité du T-shelter**

L'accessibilité de la maison se décompose en 4 parties :

- L'accessibilité du terrain : préparation du terrain, petite rampe d'accès.
- L'accessibilité de la maison : une rampe, une marche, une main courante...
- Ouvertures de la maison : largeur des portes, hauteur des fenêtres.
- Adaptation au bénéficiaire et à ses capacités physiques et sensorielles.

## **B.2- Détail de la construction**

### **Marquage au sol et creusement des fondations**

Les travaux préliminaires qui précèdent le marquage et le creusage des fondations sont exécutés sur la base des indications données par le responsable technique HI lors de sa visite de vérification de terrain. Ceux-ci comprennent :

- Le nettoyage/défrichage complet du site du chantier et évacuation des débris et végétaux.
- Elagage des arbres.
- Nivellement de la parcelle, déblais et remblais de la terre et des gravas superflus.
- Délimitation de l'emprise (implantation) du T-shelter et de la latrine.

L'installation du chantier commence par le marquage au sol par l'équipe de HI. Ce jour-là, l'équipe de HI :





- identifie les points/espaces à creuser par les bénéficiaires (des trous de 50cmx50cm et 90 cm de profondeur)
- distribue des outillages pour ce travail (brouette, pelle, pioche, barre à mine et machette).

Le marquage au sol est capital, car il indique les fondations du T-shelter et il est nécessaire de tracer des angles droits et des lignes parallèles !




Inutile de dire qu'une simple équerre de maçon ne suffit pas, car les distances sont trop grandes. Pour tracer un angle droit, il faut utiliser en plus de l'équerre, la corde de maçon, un niveau à bulle ou à air et des piquets. Il faut les placer de bout à bout et former des triangles rectangles au bout de coin (Méthode Pythagore ou 3-4-5).






**Boulonnage et fixation des piliers**

| Étapes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Détails techniques, Photo, Qui, Où                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Boulonner chaque structure centrale avec ces deux piliers aux extrémités. Il faut faire attention à ne pas mélanger les morceaux de la structure car ils sont percés ensemble à l'atelier.</p>                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                             |
| <p>La partie des colonnes qui se pose dans la terre doit être clouée arbitrairement par des clous longs et épais.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <p>On garde le ¾ de la longueur des clous dehors pour créer des attaches solide dans le béton et les roches de la fondation</p>                                                                                                                                                               |
| <p>Poser au fond des trous quelques grandes pierres afin que les poteaux ne soient pas en contact direct avec la terre.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <p>Laisser des espaces entre les pierres qui seront ensuite occupés par le béton lors du coulage</p>                                                                                                                                                                                          |
| <p>Installer chaque pilier et sa structure centrale dans les trous correspondants. Il faut faire attention à l'ordre car il y aura la ceinture externe (percée à l'atelier avec les colonnes) qui se boulonnera une fois que la structure est à niveau.</p>                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                             |
| <p>Mettre toutes les structures centrales et leurs piliers à niveau. Fixer le tout en clouant des morceaux de bois temporairement et ensuite boulonner la ceinture externe. Une fois la structure à niveau, certains poteaux entrèrent dans ces trous à 70 cm de profondeur, d'autres à 50 cm. Cette différence est due au dénivelé général du terrain et les fondations doivent avoir une assise horizontale.</p> | <p>Pour faire ce travail, il faut utiliser du fil maçon, un niveau à bulle et une équerre</p>                                                                                                              |
| <p>Une fois la structure positionnée, ajouter des pierres dans les trous autour des colonnes avec du béton (veiller à bien les espacer les unes des autres)</p>                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>Ne pas oublier de mouiller les trous avant de couler le ciment et de faire vibrer le mélange dans le trou en le coulant pour que tous les espaces se remplissent</p>                                                                                                                       |
| <p>Construire un mur en bloc, en roche ou en débris (les restes des morceaux de blocs cassés) tout le long de la maison, vers l'intérieur de la structure en bois et jusqu'au niveau du bois. La sélection du matériel de construction dépend des matériaux trouvés sur le terrain. Le mur joint les piliers déjà fixés dans les trous.</p>                                                                        | <p>Creuser environ 10 cm et mouiller. Composition du béton (agrégats : pierrailles concassées, gravier ou laitier granulé + sable : moyen ou gros + ciment : dosage de +/- 250 kg par m3 d'agrégat).</p>  |
| <p>Autour des piliers, construire une bordure en ciment de 10 cm du niveau du sol afin d'empêcher le contact direct avec la terre. La superficie de cette bordure est enduite avec du béton et du sable très fin en créant une pente de 45° afin que l'eau de pluie ne stagne pas sur le haut de la fondation et n'entre pas dans la structure (humidifiant ainsi le bois et le ciment de la fondation).</p>       | <p>Composition du béton pour les fondations (agrégats : pierrailles concassées, gravier ou laitier granulé + sable : moyen ou gros + ciment : dosage de +/- 350 kg par m3 d'agrégat)</p>                 |






**Installation de la charpente et des panneaux**

| Etapes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Détails techniques, Photo, Qui, Où                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>La structure basse de la ferme s'encastre solidement entre les deux piliers sur lesquels elle est boulonnée.<br/>Chaque ferme doit s'encaster dans les piliers correspondants. Faire attention car ils sont numérotés et percés ensemble à l'atelier et il ne faut pas les mélanger</p>                                                         |    |
| <p>On encastre les différents panneaux clissés et préfabriqués à l'atelier en prenant en considération l'ensoleillement et la ventilation, comme expliqué dans le paragraphe atelier.<br/>Il faut toujours consulter le bénéficiaire s'il a des préférences.<br/>On ne cloue pas avant d'avoir fixé les différents contreventements de l'abri.</p> |    |
| <p>On fixe les contreventements verticaux (X), les contreventements angulaires et ensuite la structure latérale balcon.<br/>Une fois ces contreventements bien fixés, on ajuste puis on fixe les panneaux définitivement.</p>                                                                                                                      |   |
| <p>Sur tout le long de la toiture, on dispose 4 lattes de 5''x4''de chaque côté.<br/>Ces lattes sont directement clouées sur la charpente. Ensuite, chaque intersection de bois doit être couverte par un coiled strap pour supporter la pression du vent (cf Annexe).</p>                                                                         |  |

**Remblai et coulage de la dalle en ciment**

| <b>Etapes</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Détails techniques, Photo, Qui, Où</b>                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>A l'intérieur de l'abri et du mur construit tout le long, il faut mettre du remblai. Remblayer de presque 25 cm de hauteur (cela dépend du dénivelé de chaque sol)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>20 cm des grandes roches + une couche de 5 cm de gravier et après une couche de sable fin</p>  |
| <p>Pour la dalle en ciment, il y aura 2 couches : la première couche est épaisse de 8 cm et s'arrête à 2 ou 3 cm du niveau haut de la structure centrale. Il faut bien secouer le ciment, surtout dans les coins et sous le bois, de façon à ce qu'il remplisse tous les vides.</p>                                                                                                                                                             | <p>dosage de la première couche : +/- 250 Kg par m<sup>3</sup> avec du gravier</p>                |
| <p>Une deuxième couche de ciment, moins épaisse, de l'ordre de 2 à 3 cm, arrive au niveau de la structure centrale. Il est très important de bien secouer le ciment sur tout le bord de l'abri sous les panneaux de façon à ne pas laisser de vide. La surface peut être talochée ou bien lissée, cela dépend de la préférence du bénéficiaire (la surface lissée peut provoquer des risques de glisser et donc de chute des bénéficiaires)</p> | <p>dosage de la deuxième couche : de 200 Kg par m<sup>3</sup> avec du sable très fin.</p>       |

**Fixation du toit, des portes et des fenêtres et des autres ouvertures**

| Etapes                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Détails techniques / Qui / Où                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Les tôles sont fixées avec des clous tôles striés.<br/>Les tôles sont fixées sur les 4 lattes de la toiture et elles sont clouées sur les 10 ondes de la tôle.<br/>On peut attacher un fil maçon sur les 2 bords de lattes pour que le clouage soit facile et propre.</p>                          |     |
| <p>La tôle faitière vient couvrir le vide au sommet encore ouvert. Elle est fixée sur les 2 lattes des cotés.</p>                                                                                                                                                                                     |     |
| <p>Porte et fenêtre sont fixées directement sur leurs ouvertures avec des charnières.</p>                                                                                                                                                                                                             |    |
| <p>Moustiquaire à placer dans l'ouverture de la ferme en face et tout le long des cotés en haut.</p>                                                                                                                                                                                                  |                                                                                       |
| <p>Les ouvertures des fermes extérieures sont différentes entre elles :<br/>Celle de l'entrée est réalisée avec du bois 1"x6" cloué directement sur la ferme avec un petit espace entre elles<br/>Celle de la ferme derrière est réalisée avec du contre plaqué ½ cloué directement sur la ferme.</p> |   |
| <p>Couverture de la colonne : le morceau de bois est directement cloué sur le pilier.</p>                                                                                                                                                                                                             |  |

Finition et fixation des clissades par des baguettes (bids) de 1" x ½" x 2,05 m

- T-shelter de 12 m<sup>2</sup> : 78 pièces
- T-shelter de 18 m<sup>2</sup> : 94 pièces
- T-shelter de 24 m<sup>2</sup> : 136 pièces

## V- QUANTITATIF DES MATERIAUX

| Material |                                                 |         | Price/Unit | Quantité          |                   |                   |
|----------|-------------------------------------------------|---------|------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| N°       | Item                                            | Unit    | USD        | 12 m <sup>2</sup> | 18 m <sup>2</sup> | 24 m <sup>2</sup> |
| 1        | Bois 2"x2"x14', préparé et traité sous pression | Piece   | 3,95       | 4                 | 5                 | 6                 |
| 2        | Bois 2"x4"x14', préparé et traité sous pression | Piece   | 6,6        | 90                | 112               | 129               |
| 3        | Bois 1"x4"x14', préparé et traité sous pression | Piece   | 4,25       | 23                | 29                | 40                |
| 5        | Bois 1"x6"x14', préparé et traité sous pression | Piece   | 8,4        | 2                 | 2                 | 2                 |
| 6        | Plywood 1/2, préparé et traité sous pression    | Piece   | 27,1       | 3                 | 3                 | 4                 |
| 7        | Moustiquaire en plastic 48"x98,4'               | Rouleau | 28         |                   |                   |                   |
| 8        | Colle bois                                      | Gallons | 18,5       |                   |                   |                   |
| 9        | Tôle onduline 0,95mx2m                          | Piece   | 9,25       | 19                | 24                | 30                |
| 10       | Tôle faitière onduline (0,90m x 0,48m)          | Pièce   | 10,3       | 9                 | 11                | 13                |
| 12       | Clou tole strié 2 1/2" x 9                      | Livre   | 0,91       | 10                | 14                | 16                |
| 13       | Tige filetées 3/8 2m galvanisé                  | Piece   | 5,46       | 3,5               | 4,2               | 5                 |
| 14       | Ecrou 3/8 galvanisé                             | Piece   | 0,02       | 80                | 100               | 120               |
| 15       | Rondelle 3/8 galvanisé                          | Livre   | 2,2        | 80                | 100               | 120               |
| 16       | Vise 3 1/2"x12 cruciforme galvanisé a chaud     | Piece   | 0,016      | 30                | 40                | 50                |
| 17       | Clou 5" galvanisé a chaud                       | Livre   | 1,75       | 3                 | 4                 | 5                 |
| 18       | Clou 4" galvanisé a chaud                       | Livre   | 1,75       | 16                | 20,2              | 25,1              |
| 19       | Clou 3" galvanisé à chaud                       | Livre   | 1,75       | 9,28              | 12                | 13,5              |
| 20       | Clou 2 1/2" galvanisé à chaud                   | Livre   | 1,75       | 2,4               | 3                 | 3,6               |
| 20       | Clou 2" galvanisé à chaud                       | Livre   | 1,75       | 2,6               | 3,5               | 4,7               |
| 21       | Clou 1 1/2 galvanisé à chaud                    | Livre   | 1,75       | 2,7               | 3,6               | 4,9               |
| 22       | Clou 1" galvanisé à chaud                       | Livre   | 1,75       | 1,6               | 2,1               | 3,15              |
| 24       | Fastener                                        | Piece   | 0,0055     | 20                | 30                | 40                |
| 25       | coiled strap (Hurricane strap)                  | m       | 2,8        | 15                | 25                | 35                |
| 26       | Charniere porte 4"x4"                           | Paire   | 2          | 1                 | 1                 | 2                 |
| 27       | Charniere fenetre 3"x3"                         | Paire   | 1,75       | 2                 | 3                 | 2                 |
| 28       | Verrou porte 4"                                 | Piece   | 1,25       | 1                 | 1                 | 2                 |
| 29       | Verrou fenetre 3"                               | Piece   | 1,2        | 2                 | 3                 | 2                 |
| 30       | Ciment 42,5 kg                                  | sac     | 6          | 13                | 16                | 19                |
| 31       | Sable                                           | Truck   | 60         | 1                 | 1                 | 1                 |
| 32       | Gravier                                         | Truck   | 60         | 0,5               | 0,5               | 0,5               |
| 33       | Block                                           | Pièce   | 0,6        | 60                | 80                | 100               |

## VI- ENTRETIEN ET MAINTENANCE

### A. Evolution du T-shelter

La taille du T-shelter est modulable comme expliqué dans le document. Ainsi le dimensionnement des panneaux de bardage correspond au dimensionnement d'une porte permettant ainsi à chaque bénéficiaire de faire une ouverture supplémentaire. Cette ouverture permettrait au bénéficiaire d'agrandir la surface habitationnelle par l'ajout d'une extension accessible par cette ouverture à l'arrière.

#### **Les clissades**

Les bardages extérieurs de la maison sont constitués de lames de bois clissé, qui peuvent être enduits et crépis avec différents matériaux :

- du sable/ciment,
- tiffe/chaux
- tiffe/ciment



Certains bénéficiaires couvrent, dans un premier temps et pour préserver leur intimité, leur shelter avec du plastic sheeting ou des couvertures, ce qui fait aussi partie de l'évolution du shelter. Autres options peuvent être avec des nattes traditionnelles, du contreplaqué, ... .

Mais ces solutions seront toujours temporaires par rapport aux enduits.



#### **Mobilité du T-shelter**

Le T-shelter est constitué de 3 parties principales :

- les pilotis,
- la charpente,
- les panneaux de clissade.

Le tout est majoritairement boulonné, permettant ainsi le déplacement de l'ouvrage.

### B. Maintenance du T-SHELTER

La durée de vie d'un T-shelter en bois est liée à son entretien.

Le bois est un matériau naturel et biodégradable. Il est pratiquement éternel s'il est séché et maintenu à l'abri de l'humidité.

Avant de commencer à parler des risques et des précautions pour un T-shelter en bois, il est très important de noter qu'une bonne qualité de conception, d'implantation et d'exécution avec des matériaux adéquats permettent de limiter les risques.

Malheureusement, dans notre travail, les idées conceptuelles, l'implantation, l'exécution ou tout simplement les qualités techniques des matériaux sont souvent conditionnées par des décisions budgétaires, politiques, environnementales.



## **Risques**

### *Termites :*

Les ennemis principaux d'une maison en bois sont les rongeurs, les insectes, les champignons et dans notre cas les termites.

Les termites sont des insectes sociaux organisés, très dangereux car difficile à détecter. Aspect des attaques : dégâts lamelliformes avec de la terre compactée à l'intérieur.

### *Environnementale :*

Une alternance de cycles d'humidité et de sécheresse crée généralement au fil du temps un déséquilibre au niveau des sols dans la plupart des maisons traditionnelles. Cela cause un affaissement sérieux des fondations qui ne va pas menacer le T-shelter avec son ossature de bois. Mais il faudra protéger de l'humidité le bois qui se trouve dans les fondations.

Dans notre cas, on utilise du bois traité sous pression (le traitement augmente significativement sa durée de vie) et on enduira la partie enterrée dans le sol avec de l'huile de vidange. De plus, l'ensemble des bois se trouvant à 20 cm au dessus du niveau de la terre sera protégé en créant une légère pente qui laisse l'eau couler sans qu'elle puisse stagner.

### *Feu*

Les éléments mobiliers (nattes, matelas,...) seront sans doute plus inflammables que les murs (surtout enduits). Il n'en reste pas moins que le matériau principal de l'abri est le bois et que celui-ci est inflammable.

## **Entretien générale**

- Refaire le ciment des fondations avant chaque saison pluvieuse pour limiter le plus possible que l'eau n'entre dans les fondations.
- Remplacer dès que possible les morceaux en bois qui ont pourri au contact de l'humidité.
- Eradiquer systématiquement les termites en employant les produits adaptés à leur disparition.
- Entretenir régulièrement le revêtement des bardages choisis.

## **Précautions**

Comme tous les êtres vivants, les agents destructeurs du bois ont besoin d'eau, d'air et d'une température adéquate pour se développer. En l'absence d'une seule de ses composantes la dégradation est stoppée.

- Nettoyer régulièrement la toiture et l'environnement du T-shelter (par exemple la mousse sur la toiture) pour éviter les dommages sur l'onduline.
  - Ne jamais stocker de bois contre ou à proximité du T-shelter. En cas de besoin de stockage, surélever le bois sur des parpaings et le couvrir pour éviter l'humidité et l'attraction des rongeurs.
  - Éliminer toute source d'humidité aux abords d'une habitation (regards encombrés, gouttières en mauvais état eaux stagnantes...)
  - Enduire les panneaux en clissade protégera le bois et la maison de la chaleur et du froid.
  - Éliminer les souches d'arbres
  - Ne pas obstruer l'ensemble des systèmes d'aération.
  - Ne pas poser/faire reposer à l'intérieur des T-shelter d'objets lourds sur les murs en bardage.
  - Dans le cas d'une dalle en contreplaqué, laisser le vide sous la dalle et ne pas l'obstruer.

## **VII- ANNEXES**

### **A. UNOPS**

- Rapport UNOPS
- Dessins modifiés selon recommandations
- Approbation

### **B. Liste du matériel**

### **C. Listes de sortie**

- Outils chantier
- Autorisations de sortie (12, 18 et 24)

### **D. Dessins techniques**

- Plan des T-shelter 12/18/24m<sup>2</sup>
- Plan Fondation et toiture (12m<sup>2</sup>)
- Plan des façades (12/18/24m<sup>2</sup>)
- Plan de section/ détails techniques 1
- Plan de section/ détails techniques 2

### **E. Positionnement des Hurrican Straps**

### **F. Recommandations du Shelter Cluster**