



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral des affaires étrangères DFAE

Direction du Développement et de la Coopération DDC
Aide humanitaire et CSA

Bureau de la Coopération Suisse, Haïti

CENTRE DE COMPETENCES RECONSTRUCTION - CCR

GN Piazza, rue Métellus n°48, Pétion-Ville, HT 6140

Tél. : + 509 2816 1980

Courriel : ddc-ccr-haiti@sdc.net



Rapport de visite des chantiers CONCERT-ACTION **8^{ème} Section de Petit Goave, Savanette et Allium**

23-26/01/2012

Table des matières	page
Contexte	01
Description de l'habitation	
Organisation et déroulement de la construction	
Objectif de la formation	03
Maison type, exemple de Savanette et Allium	04
Description de la construction, exemples de Savanette et Allium	05
Choix et préparation du site	
Fondations en maçonnerie	
Soubassement en maçonnerie et sol	
Murs – structure en bois	07
Murs – Panneaux contreventés et non contreventés	08
Toiture – charpente en bois	11
Menuiserie et huisseries	13
Éléments parasismiques dans la construction	14
Éléments paracycloniques dans la construction	15
Protection du bois	16
Les mélanges	18
Remarques et observations	19
Sur la méthode et le processus de formation	
Sur les détails constructifs	
Coût de la construction	20

Annexes

Annexe 01 : Exemple d'habitation traditionnelle à Savanette, 8 ^e Section Petit Goave	21
Annexe 02 : Exemple d'habitation traditionnelle à Bare, Procy	22
Annexe 03 : Bâtiment Corail, EDM – CRATerre	23
Annexe 04 : Bâtiment administratif de l'association GADRU, Belot	24
Annexe 05 : Situation des zones d'étude	25
Annexe 06 : Nouvelle école d'Allium, Agence de Développement Japonaise	26



Bureau de la Coopération Suisse, Haïti

CENTRE DE COMPETENCES RECONSTRUCTION - CCR
GN Piazza, rue Métellus n°48, Pétion-Ville, HT 6140
Tél. : + 509 2816 1980
Courriel : ddc-ccr-haiti@cdc.net

31.01.2012

Rapport de visite des chantiers CONCERT-ACTION – 8^{ème} Section de Petit Goave, Savanette et Allium – 23-26/01/2012

Contexte

L'objectif du séjour était de prendre connaissance des projets de construction de l'ONG CONCERT-ACTION et se faire une meilleure idée des méthodes de construction traditionnelles en milieu rural.

CONCERT-ACTION est l'une des dix plus importantes ONG haïtiennes travaillant dans le développement et existe depuis 13 ans. L'organisation a des activités dans la santé, l'éducation, la création de petites entreprises locales (production de café ou de sucre) l'amélioration des infrastructures (accès à l'eau, routes) ou encore la reforestation.

A la 8e section de Petit Goave elle conduit un programme agro-écologique en étroite collaboration avec les collectivités rurales, visant à promouvoir leur développement en accord avec une bonne gestion des ressources naturelles. Depuis le séisme du 12 janvier 2010 les activités dans la zone se sont élargies à la reconstruction d'habitations.

Pour ce dernier point, l'accent est mis sur l'utilisation des matériaux locaux et la formation de la main d'œuvre locale au travers de consultants formés à CRATerre (architectes spécialisés dans la construction en terre) et mis à disposition par un bailleur (l'organisation Allemande MISEREOR).

Description de l'habitation

Le principe du projet est de proposer un logement de typologie traditionnelle et techniquement amélioré en tenant compte de critères parasismiques et paracycloniques. Pour chaque zone d'intervention, les habitations émanent d'un modèle réalisé sur place par l'architecte de CRATerre en tenant compte des conditions et pratiques locales. Les résultats peuvent donc présenter des variantes dans le choix des matériaux ou des détails constructifs.

Le projet se concentre sur la construction d'un corps de bâtiment principal d'une ou deux pièces, mais accompagne également le bénéficiaire dans sa réalisation des sanitaires, de la cuisine et de l'aménagement des espaces extérieurs.

Organisation et déroulement de la construction

CONCERT-ACTION s'appuie sur un réseau de collectivités appelées *konbits*, qui sont simultanément acteurs et bénéficiaires des projets. L'organisation en *konbit* est très répandue en Haïti ; elle consiste en une association volontaire de personnes pour une tâche donnée (réparation d'une route, récolte...) dans le but d'aider un individu ou la communauté.

Dans le cas présent, chaque *konbit* est composé d'une dizaine de familles qui se sont associées pour reconstruire leur habitation endommagée pendant le tremblement de terre. Tous les chantiers sont réalisés sur la base de l'organisation suivante :

Organisation de la construction au sein d'un <i>konbit</i>		
Acteur	Rôle	Intervention
Architecte de CRATerre	Formation de l'ingénieur agronome, des <i>bos</i> et <i>ti bos</i> (apprentis) ; Encadrement de l'ingénieur agronome ; Explications sur le projet au <i>konbit</i> sous forme de séances de sensibilisation sur le chantier ; Contrôle des techniques et de la qualité ; Eventuelles adaptations de détails constructifs ;	Présence sur place tout au long du chantier modèle, puis visites ponctuelles sur le chantier.
Animateur social	Fait le lien entre les ingénieurs et le terrain, rôle crucial pour un déroulement fluide des chantiers ; Gestion des tensions et conflits ; Organisation des réunions de <i>konbit</i> ; Gestion des quantités et distribution des matériaux de construction sur les chantiers ;	Rotation sur tous les chantiers, présence lors des réunions de <i>konbit</i> .
Ingénieur agronome	Suivi et contrôle de l'organisation, de la qualité et de la sécurité jusqu'à la fin du chantier ; Achat, acheminement et stockage des matériaux de construction ; Versement des salaires des <i>bos</i> (payés par l'ONG) ; Choix des bénéficiaires, avec animateurs sociaux ;	Participation au chantier modèle puis présence sur les chantiers plusieurs fois par semaine.
Contre maître	Après le chantier modèle (chantier formation) il est choisi parmi les <i>bos</i> et assure le suivi de l'ensemble des chantiers.	Rotation sur tous les chantiers.
2 <i>bos</i> maçons et 2 <i>bos</i> charpentiers	Organisation et exécution des travaux de construction dans leur domaine respectif, assistés par les éventuels <i>ti bos</i> ;	Participation quotidienne aux chantiers.
<i>konbit</i>	Fourniture des matériaux de construction locaux (eau, sable, roches, <i>pit</i> , terre, ...) Main d'œuvre pour le chantier ; Stockage du matériel de construction dans un lieu adapté ;	Préparation du chantier (fouilles pour les fondations, identification des sites d'approvisionnement en matériaux locaux)
Bénéficiaire	Choix du site de construction ; Choix du plan de l'habitation ; Restauration sur le chantier pour les ouvriers (aliments achetés dans la zone et partiellement remboursé par l'ONG) ; Choix des matériaux de construction ;	Participation aux chantiers plusieurs fois par semaine.

Un premier chantier modèle permet aux *bos* maçons et charpentiers (ayant préalablement une expérience professionnelle) d'acquérir les méthodes qui seront répliquées sur toutes les habitations suivantes. Des jeunes membres du *konbit* peuvent aussi suivre cette formation pour devenir *ti bos* (apprentis). Ce chantier dure trois semaines et comprend des cours dispensés par l'architecte et leur application directe in situ. A l'issue de ce chantier un contremaître est choisi parmi les *bos* et suivra plusieurs chantiers à la fois.

Les chantiers suivants durent 12 à 15 jours. Ils sont suivis par l'ingénieur agronome avec un suivi ponctuel de l'architecte. Pour s'assurer que les membres du *konbit* participent aux travaux même après réception de leur maison, les fixations des portes et volets ne sont distribués qu'à la fin du dernier chantier.

Objectif de la formation

- Du fait de leur disponibilité, les matériaux locaux sont utilisés depuis longtemps et ont permis de développer des techniques de construction et un savoir faire permettant de construire et d'entretenir les bâtiments facilement.

Pourtant ils sont souvent dénigrés pour leur connotation trop rurale, fragile ou encore « pauvre ». A la 8^e Section cela se traduit par un faible entretien des maisons ou des nouvelles constructions en blocs de béton qui sont chers, difficiles à acheminer et dont la mise en œuvre est trop méconnue et donc dangereuse.

- Le premier objectif de la formation est donc la revalorisation de ces matériaux locaux. Un travail sur les convictions est décisif. Il se fait au travers des explications des formateurs et surtout sur la base d'exemples de constructions : le chantier modèle mais aussi des photographies de maisons construites en *clissage*, bois ou terre dans d'autres régions d'Haïti et du monde et qui permettent une meilleure acception.

- Le deuxième objectif est de permettre la réappropriation des méthodes utilisant les matériaux locaux en intégrant les améliorations techniques. Ceci se fait par un transfert de méthodes puis un détachement progressif de l'encadrement de la communauté : cours théorique et pratique assisté par un consultant, formation des encadreurs (ingénieurs agronomes, contre maître, *bos*) puis la conduite des chantiers et du processus par la communauté.

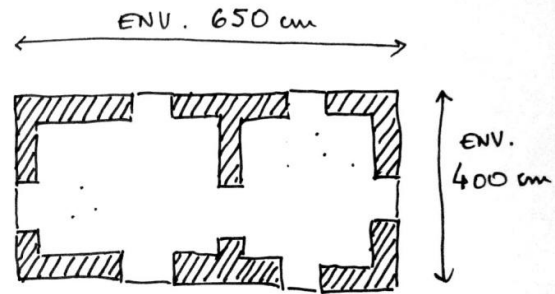


Le cours théorique avant la pratique, et des exemples de constructions utilisant les techniques traditionnelles pour aider à leur revalorisation.

Maison type, exemple de Savanette et Allium

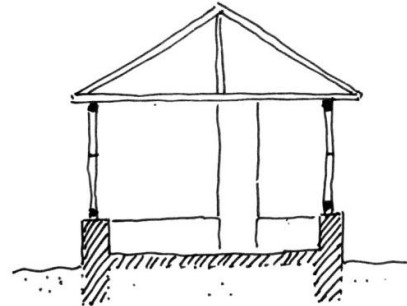
- Le bénéficiaire décide du plan de la maison (entre deux plans types proposés), de son insertion sur le terrain, du nombre et du placement des ouvertures.

- Le plan No 1 (environ 22 m²) comprend deux pièces sous une même toiture. Le bénéficiaire pourra rajouter lui-même une galerie par la suite.

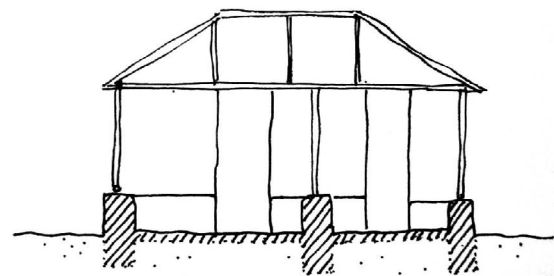


Type No 1, plan.

- Le plan No 2 (environ 22 m²) comprend une seule pièce et une galerie sous une même toiture. L'habitant pourra rajouter lui-même d'autres pièces par la suite. Ce type rencontre généralement moins de succès auprès des bénéficiaires.



Type No 1, coupe longitudinale schématique.



Type No 1, coupe transversale schématique.

Description de la construction, exemples de Savanette et Allium

Choix et préparation du site

- Le site est généralement le même que celui où habitait le bénéficiaire. Le chantier se trouve souvent à quelques mètres de l'ancienne habitation, qui est reconverte en dépôt, abri à grain ou encore démolie pour réutiliser les matériaux de construction (pierres, bois, ...).



Nouvelle et ancienne maisons.

Fondations en maçonnerie

- Une fouille linéaire de 30 x 35 cm (P x L) est creusée à l'emplacement des futurs murs.

- Les fondations sont en maçonnerie et mortier de terre. Les pierres sont récoltées et taillées sur place. Elles sont choisies pour leur taille et leurs proportions puis placées en position horizontale et si possible traversante pour assurer une meilleure stabilité.

La hauteur de la fondation est de 25 cm au dessus du niveau le plus élevé du sol.



Fondation (droite) et début de soubassement (gauche).

Soubassement en maçonnerie et sol

- Le soubassement est construit dans la continuité de la fondation, en maçonnerie de pierres si l'on en trouve suffisamment dans la zone du chantier. Sinon une variante est possible avec 2 ou 3 rangées de blocs en béton et un mortier ciment. La hauteur du soubassement est environ de 45 cm au dessus de la fondation, pour limiter les remontées capillaires dans la charpente.

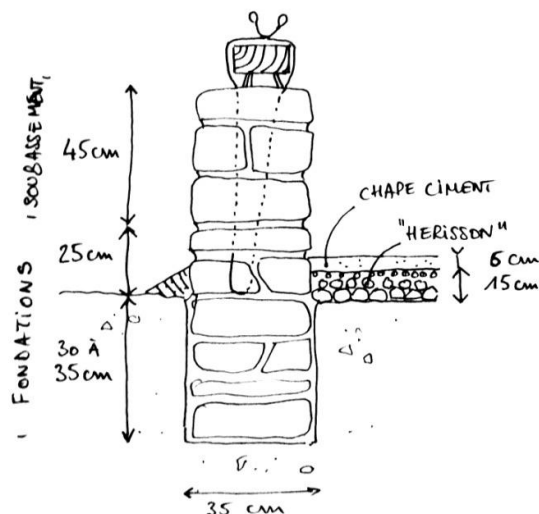


- Le mortier de terre est gratté en surface pour dégager les pierres qui recevront un mortier bâtard (ciment + chaux) ultérieurement.

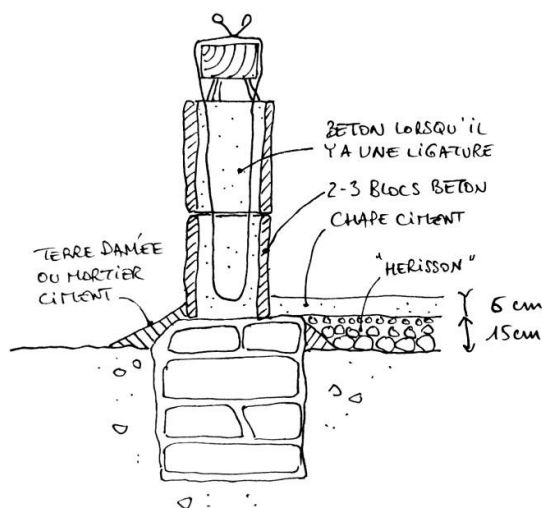


Joints du mortier de terre après le grattage.

- Sur le sol naturel à l'intérieur de la maison, on pose une couche de 15 cm de gravats en « hérisson » (granulométrie décroissante du bas vers le haut) pour éviter les remontées capillaires dans la chape ciment (6 cm) qui sera coulée plus tard.

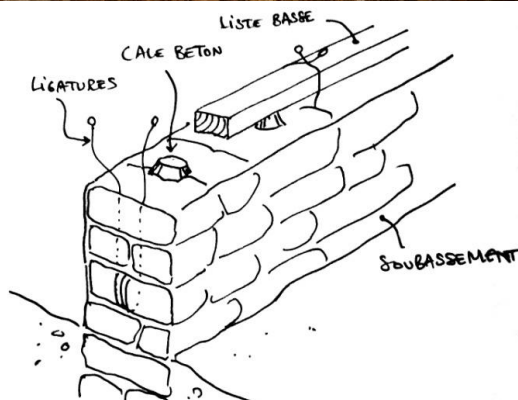


Coupe du soubassement en pierre.



Coupe du soubassement en blocs béton.

- Des ligatures en fil de fer galvanisé sont fixées tous les 90 cm environ sur des pierres situées à la base du soubassement. Elles le traversent sur toute la hauteur et serviront à fixer la liste basse de la charpente.
- Des cales ponctuelles en béton sont nivelées sur le dessus du soubassement pour assurer l'horizontalité de la liste basse.



Soubassement, ligatures filaires et calles en béton.

Murs – structure en bois

- Le bois utilisé pour la structure est en pin importé des Etats Unis, en carrelets de 14 pieds de long et section 2x4 pouces.

Section des pièces de bois :

Poteaux d'angles et de croisement: 2 carrelets de 2x4 pouces cloués ensemble

Poteaux intermédiaires : carrelet de 2x4 pouces

Éléments de contreventement et raidisseurs des panneaux : carrelet de 1x4 pouces.

- Tout le bois est traité contre les parasites avec du *Zincomat* appliqué au pinceau sur le chantier. Le produit est encore appliqué ponctuellement lorsque des découpes sont faites pour les assemblages.

Application du Zincomat sur un joint mi-bois.



- Les éléments de la liste basse sont liés par un joint de type *mi-bois*, cloués puis montés sur les calles en béton du soubassement.

Des feuillards métalliques en acier galvanisé (largeur 1 pouce) sont cloués (clous crantés) sur la surface inférieure de la liste basse et serviront à solidariser les poteaux. Idem pour la liste haute.

Les ligatures filaires sortant du soubassement seront serrées sur la liste basse après le montage des poteaux.

Liste basse et ligatures plates en attente des poteaux.



- Les poteaux d'angles (hauteur 180 cm) sont montés, positionnés verticalement à l'aide d'un niveau puis maintenus avec des poutrelles diagonales temporaires.

Les poteaux intermédiaires ne sont ajustés qu'une fois la liste haute fixée.

- Les assemblages des poteaux avec les listes basse et haute sont réalisés avec des clous et les feuillards métalliques. Ceux-ci ne sont cloués sur les poteaux (clous crantés) qu'après avoir contrôlé la verticalité des plans des structures. Des pièces de renfort en bois peuvent être rajoutées à la rencontre de la liste haute et des poteaux.



- Les feuillards métalliques assurent la solidarité entre les éléments de la structure en bois. Les ligatures filaires garantissent l'ancrage de la structure en bois sur le soubassement.



Ligatures filaires et ligatures plates.

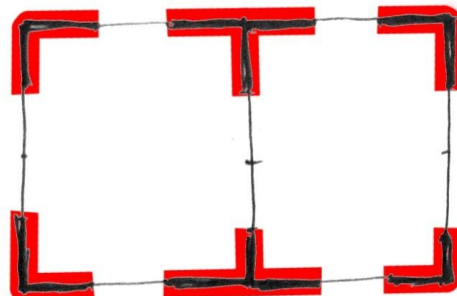
Murs – Panneaux contreventés et non contreventés

- Le plan horizontal de la structure obtenue est stabilisé par des bras de contreventement cloués dans les angles de la liste haute.
- Des raidisseurs horizontaux sont cloués entre poteaux. Ils serviront aussi de supports pour les croix de saint André des panneaux de contreventement ou d'élément de confinement pour les panneaux non contreventés.



*En haut : bras de contreventement dans le plan horizontal.
Au centre : raidisseurs horizontaux.*

- Pour assurer une stabilité optimale, des panneaux de contreventement (avec 2 croix de saint André puis un remplissage en roches par exemple) sont utilisés au minimum dans les points les plus sollicités du bâtiment : les angles et les croisements de murs. Les autres panneaux recevront un remplissage non contreventé (en clissage par exemple). Si la zone est pierreuse, on peut utiliser ces mêmes panneaux sur tout le pourtour de bâtiment.

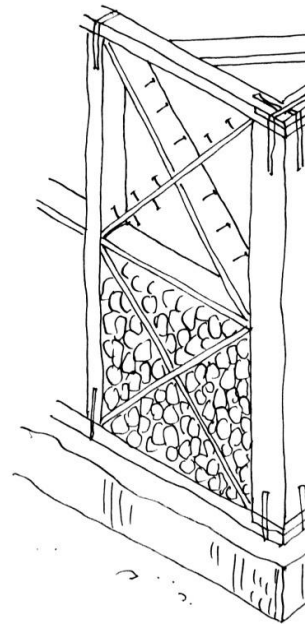


Zones de contreventement : angles et croisements.



Gauche : panneaux contreventés : remplissage en *ti woch* : et croix de saint André.
Droite : panneau non contreventé (*clissage*).

- Exemples de panneaux contreventés : avec remplissage en *ti woch* (petites pierres agencées), briques d'adobe ou encore lattage de bois contreventé.
- Il est cependant important que le remplissage des panneaux contreventés soit le même dans tout le bâtiment pour que celui-ci soit homogène et donc plus solide.
- Des clous plantés dans les croix de saint André permettent de mieux fixer les remplissages dans les panneaux.



Gauche : croix de saint André et *ti woch*.

- Construction des panneaux contreventés avec remplissage en *ti woch* : les pierres sont taillées sur mesure et placées avec du mortier de terre armé avec du *pit* (cisal en français) dans les quatre triangles créés par chaque croix de saint André.

Des clous plantés dans le bois et pris dans le mortier renforcent la liaison de ces triangles avec le panneau. S'ils venaient à se décrocher en cas de séisme, la petite taille de ces triangles limite aussi les risques pour les occupants de la maison.

Pour simplifier la pose, le *bos maçon* fixe des panneaux de coffrage (souvent les portes récupérées sur l'ancienne maison) d'un côté et travaille de l'autre.

Construction du panneau contreventé en ti woch.



De chaque côté des panneaux, les joints entre les pierres seront ensuite grattés avant de recevoir un mortier bâtard (ciment - chaux) et éventuellement un enduit de finition.

mortier de terre gratté



mortier bâtard



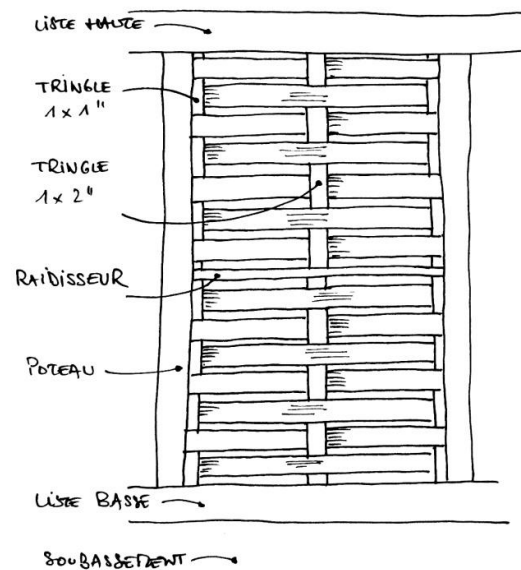
enduit de finition en terre / badigeon à la chaux



- Panneaux non contreventés en *clissage* : le *clissage* est une technique traditionnelle très répandue en Haïti. Elle consiste tendre des fines lattes de bois ou bambou (ici en tronc de palmiste) entre des tringles verticales en bois (ici en pin). Les deux tringles latérales (section 1x1 pouce) sont clouées au poteau. La tringle centrale (1x2 pouces) traverse le raidisseur horizontal et est maintenue par les lattes, sans clous.



Vue des tringles et du raidisseur horizontal pour le panneau en clissage.



Panneau non contreventé en clissage.

- Le *clissage* sera ensuite noyé dans un enduit en terre armé de *pit*, d'un deuxième mortier plus argileux et d'un enduit de finition.

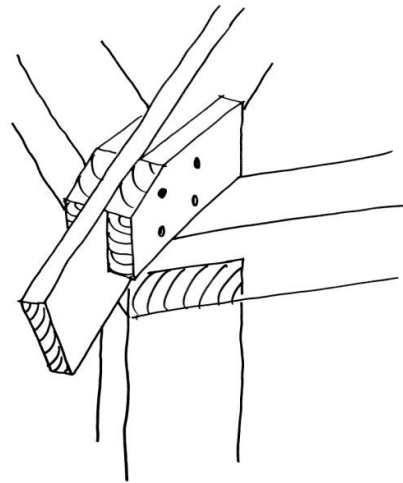
Toiture – charpente en bois

- Les fermes sont préparées sur le chantier, puis ajustées avec des croix de saint André. Celles-ci sont conservées même si elles sont obsolètes lorsque la toiture est terminée (contreventement assuré par les quatre pans de toiture).



Contreventement des fermes dans la toiture.

- Des carrelets sont utilisés pour faire les arêtiers et les chevrons. Les arêtiers sont calés sur la liste haute à l'aide de deux pièces de bois horizontales clouées de part et d'autre.



Arêtiers posés sur la liste haute avec des cales en bois.

- La structure primaire (fermes et chevrons) de la toiture obtenue est clouée et fixée avec des fils de ligature sur la liste haute.

- Le lattage est cloué puis ligaturé sur les fermes, chevrons et arêtiers. Des lattes supplémentaires sont fixées comme renforts à la rencontre des plans de toiture.



*Ligature lattage – fermes et
ligature fermes – liste haute.*

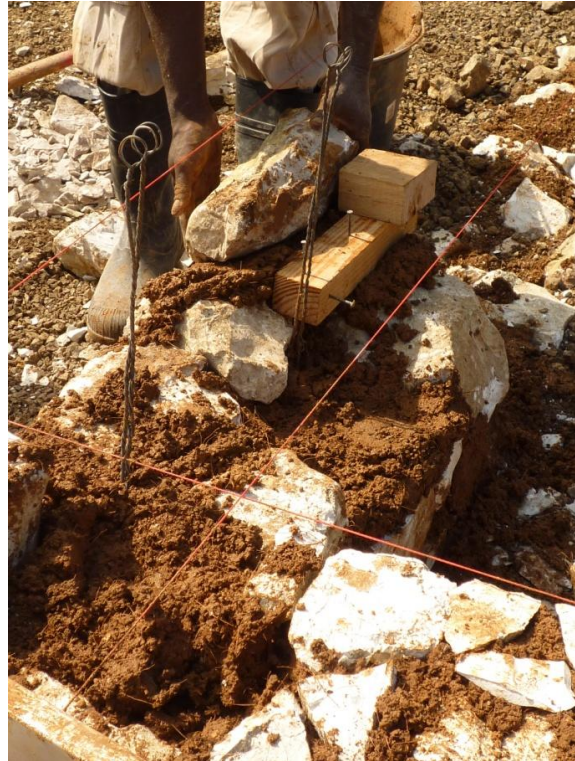
- Les tôles sont clouées (clous crantés) sur le lattage avec un recouvrement de 20 cm sur la hauteur et de deux ondulations latéralement. Et des chéneaux sont fixés sur la bande de rive.



*Vue de la structure de la toiture, avec
les lattes renfort dans les angles.*

Menuiserie et huisseries

- Lors de la construction du soubassement, des pièces de bois sont prises entre les pierres : 1 pièce d'ancrage (cloutée pour une meilleure prise) avec les fibres parallèles au plan du mur et 1 pièce courte avec fibres perpendiculaires qui recevra la partie inférieure du cadre de porte. La partie supérieure est fixée aux poteaux.
- Pour les fenêtres, seulement une croix de saint André est construite sous le contre cœur.



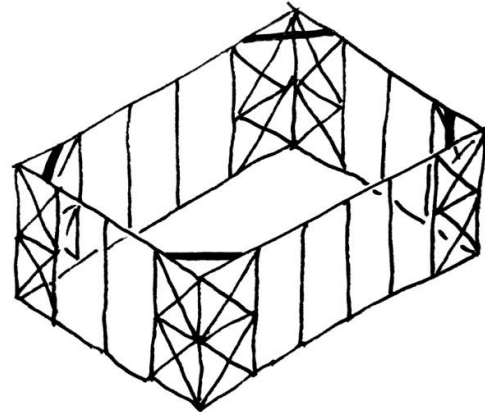
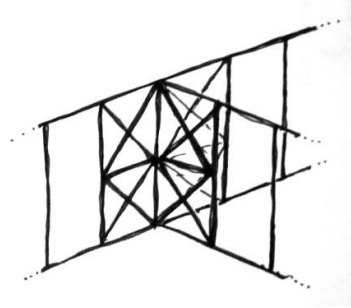
Pièce de fixation du cadre dans le soubassement.



Fixation du cadre de porte au soubassement et aux poteaux.

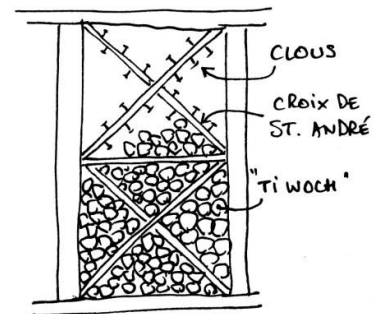
Éléments parasismiques dans la construction

- Principe de contreventement dans le plan vertical et horizontal au minimum dans les angles.

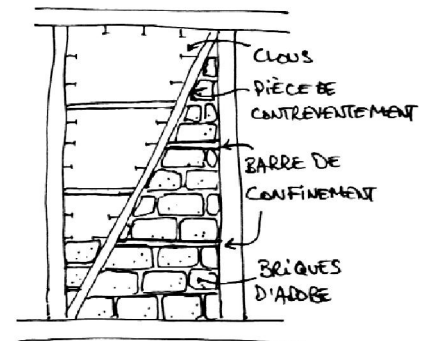


- Utilisation de panneaux contreventés de construction variable.

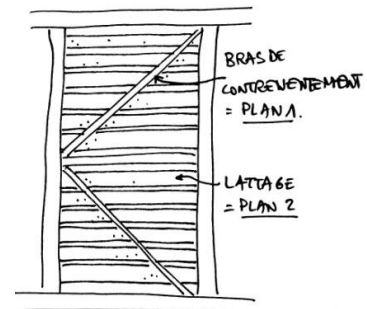
Croix de saint André et ti woch.



Bras de contreventement et briques d'adobe.



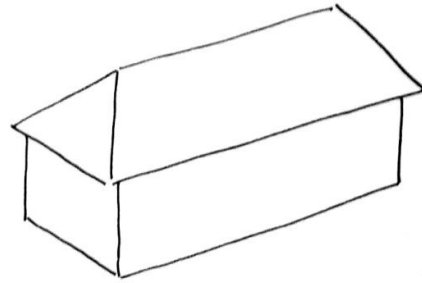
Lattage de bois contreventé.



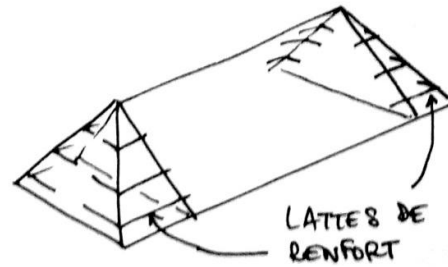
- Utilisation de mortier de terre qui tolère mieux les petites déformations qu'un mortier de ciment.

Éléments paracycloniques dans la construction

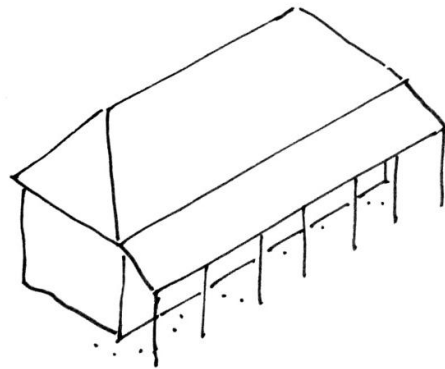
- Construction d'une toiture à quatre pans, qui réduit la prise au vent dans toutes les directions.



- Renforcement de la fixation des tôles dans les angles de la toiture, par l'ajout de lattes de supplémentaires.

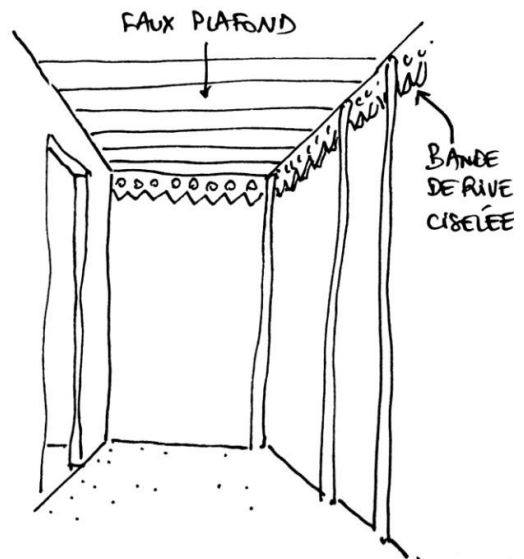


- Construction d'une galerie couverte indépendante de la structure de la maison. En cas de cyclone la galerie peut être arrachée sans porter de dégâts sur le reste de l'habitation.



- Dans l'architecture vernaculaire, ciselage des bandes de rive de la galerie, sensé diminuer la force d'arrachement du vent en créant des petites turbulences, même si ce phénomène n'est pas démontré.

- Construction d'un faux-plafond sur la galerie pour limiter



Protection du bois

Lorsqu'on utilise le bois dans la construction en Haïti, il est indispensable de prendre des mesures pour le protéger compte tenu de sa rareté, de la rigueur du climat et des parasites. Il faut alors considérer les points suivants :

1. Traitement du bois :

- Dans la construction traditionnelle on peut rencontrer des poteaux qui ont été passés au feu avant d'être plantés dans le sol. Ce processus peut protéger le bois en surface mais ne fait que ralentir sa dégradation au contact de l'humidité puis par les parasites (termites ou *poud bwa* en créole).
- Du fait de la rareté des bois en Haïti, l'importation de bois de construction étranger est une alternative, mais celle-ci ne peut pas être pertinente sans considérer une préparation ou un traitement du bois :
- Huile de vidange (voir annexe 06): au delà de l'impact sur l'environnement, c'est un produit intéressant car relativement facile à trouver, et bien visible lors de l'application. Par contre la couche de protection reste en surface du bois et n'empêche pas une progression des termites en profondeur si elles parviennent à y rentrer, d'autant plus qu'elle est invisible de puis l'extérieur.
- *Zincomat* (chlorure de zinc) : ce produit est plus cher, très toxique mais plus efficace en profondeur du bois. Il faut être méthodique lors de son application car il est incolore et rend plus difficile le contrôle des surface traitées.
- Traitement par autoclave : processus industriel d'anoxie consistant à retirer l'air du bois pour le remplacer par de l'azote. Le bois est protégé jusqu'à une certaine profondeur mais pas s'il est découpé ou travaillé. Il faut alors un traitement ponctuel.
- Autres traitements : par fumigation (avec du fluorure de Sulfuryle) ou encore par trempage.
- Quelque soit le traitement du bois, industriel ou sur le chantier, on ne tient pas actuellement de réponse valable testée sur le long terme. On peut se poser la question de la durabilité du traitement et de sa résistance aux intempéries (lavage par la pluie).
Il n'est donc pas suffisant de traiter le bois, il faut surtout concevoir les constructions pour le tenir éloigné de l'humidité.

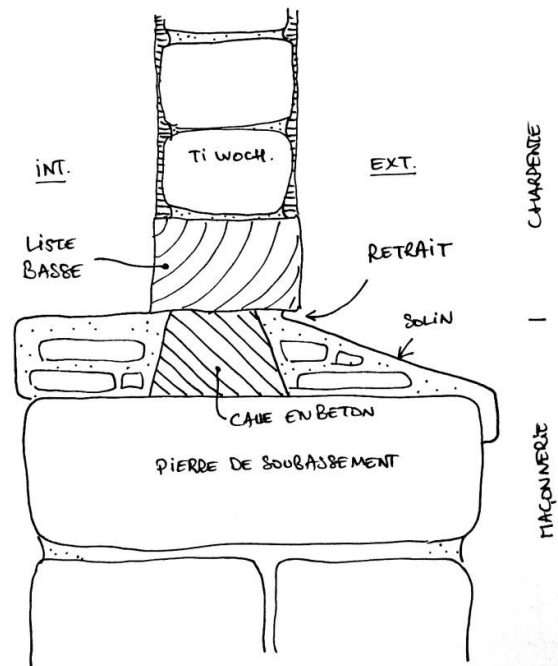
2. Mise en œuvre du bois :

- Généralement des bois durs ou semi durs sont choisis pour réaliser la structure des habitations. Le problème majeur est qu'une construction consiste très souvent à planter les poteaux directement dans le sol (profondeur d'environ 1,5 pied) pour pouvoir poser la toiture et plus tard d'ajouter un sol et un soubassement en maçonnerie autour de la structure en bois. Quelque soit la dureté du bois, l'humidité du sol affecte invariablement sa résistance et ouvre la voie aux termites qui peuvent y accéder sans qu'on les voie par le sol ou la maçonnerie.
- Dans les projets de CONCERT-ACTION la structure en bois est considérablement protégée par le fait qu'elle est maintenue loin de l'humidité du sol et des remontées capillaires (fondation hors sol 25 cm et soubassement 45 cm). On diminue aussi le risque de parasites décelant facilement les tunnels que les termites doivent construire sur le soubassement pour y accéder.



*Poteau planté dans la sol et dégradé par les termites.
Détail la liaison du soubassement et de la charpente.*

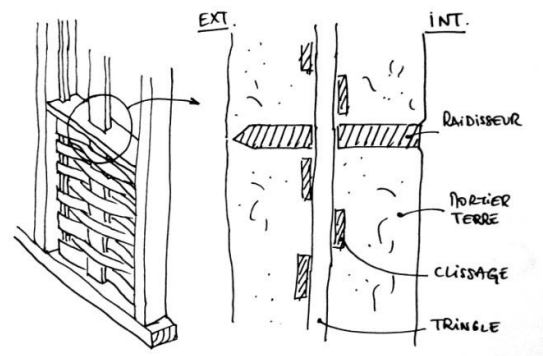
- La liaison maçonnerie – structure en bois est aussi un point important. Pour faciliter l'évacuation de l'eau de pluie et éviter qu'elle ne stagne à proximité de la liste basse, la face supérieure du soubassement est recouverte par une fine couche de béton inclinée (solin). On demande aux *bos maçons* de laisser un retrait de quelques millimètres sous la liste basse pour s'assurer qu'elle ne soit pas « noyée » dans le béton, comme cela arrive souvent pour des raisons esthétiques.



Détail la liaison du soubassement et de la charpente.



- D'autres détails peuvent être conçus pour limiter la pénétration de l'eau dans les zones où se trouve le bois, par exemple à mi-hauteur des panneaux de clissage, au niveau du raidisseur horizontal. Du côté extérieur, il est taillé en biseau pour ne pas interrompre la couche d'enduit. L'eau de pluie. Coule jusqu'en bas du mur sans stagner sous la pièce de bois.



Détail du raidisseur horizontal pour éviter l'entrée d'eau dans le mur.

Les mélanges

- Le mortier terre est un mélange de terre locale tamisée, de sable, de *pit* (fibre végétale) et d'eau. Les proportions sont fixées sur la base de tests simples faits sur place et dépendront de la composition de la terre.

Mélange indicatif : 1 pit + 10 terre tamisée + 3 sable (ou terre sableuse).



Les tests pour déterminer le mélange.

- Le mortier bâtard est appliqué sur les deux faces des panneaux en *ti woch* après grattage du mortier de terre.

Mélange indicatif : 3 chaux + 1 ciment + 12 sable



Avant (droite) et après (gauche) l'application du mortier bâtard.

- Le *pit* (cisal en français) est une sorte d'acante ou aloe vera. Il fournit des fibres résistantes qui sont séchées, coupées (longueur 4 à 6 cm) et utilisées pour armer le mortier.



Le pit vert.



Préparation du pit pour le mortier.

Remarques et observations

Le présent rapport s'appuie sur des observations faites in situ et des conversations avec les différents acteurs du projet. Même s'il n'a pas été possible de suivre la construction complète d'une maison, les visites de chantiers à différentes étapes permettent d'émettre les remarques et observations suivantes :

• Sur la méthode et le processus de formation :

- La bonne transmission des méthodes de construction est importante lors de la formation et sur le terrain pour garantir la qualité des maisons. Elle requiert de s'adapter aux bénéficiaires qui ne sont pas forcément familiers avec les méthodes pédagogiques ou le chantier. Il faut aussi tenir compte du fait qu'il ne s'agit pas d'une entreprise privée avec une structure claire et hiérarchisée, et qu'il ne convient pas pour les superviseurs de se placer en donneur d'ordre ou de maintenir un rendement de la production.

• Sur les détails constructifs :

- Des efforts considérables sont mis en œuvre pour tenir la charpente en bois éloignée de l'humidité. Au lieu de planter les poteaux en bois dans le sol ou dans le soubassement, la solution retenue propose de « poser » la structure comme une seule pièce sur un soubassement assez haut en maçonnerie.

Pour solidariser les deux parties (soubassement et charpente en bois) on utilise du fil de fer galvanisé de diamètre environ 2 mm. Même s'il est doublé et torsadé pour plus de résistance, une importante surface est exposée à l'humidité notamment lorsqu'il est noyé dans le soubassement.

On peut alors se demander si cette solution est suffisante pour garantir durablement l'ancrage de la charpente, d'autant plus que l'état des ligatures est difficile à surveiller lorsqu'il est caché dans le soubassement ou sous les enduits de terre. Le fait de le tordre ou torsader augmente fragilise aussi le traitement de protection de surface du fil de fer, réduisant sa résistance en présence d'humidité.

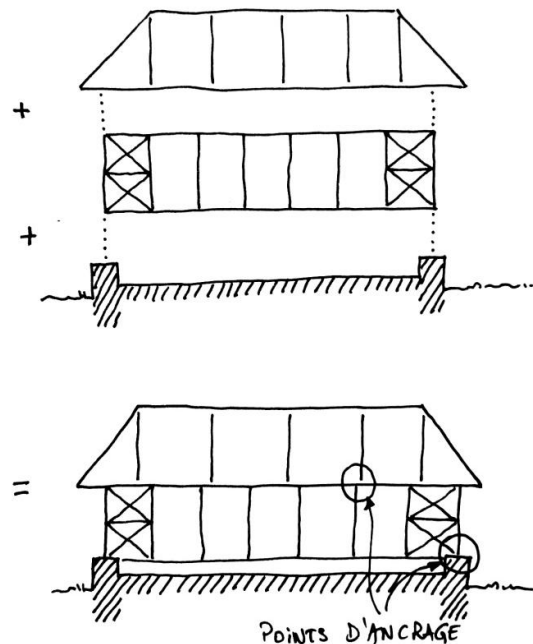
Une alternative pourrait être l'utilisation d'aciers lisses de diamètre 6 mm, facilement disponibles en Haïti (utilisés pour les étriers dans les armatures à béton).

- Cette remarque est aussi valable pour les ligatures qui maintiennent la toiture (lattes, arêtiers et fermes) en sur la liste haute en cas de cyclone. Dans ce cas l'utilisation des feuillards peut améliorer la solution sur le long terme, même si elle est plus coûteuse.

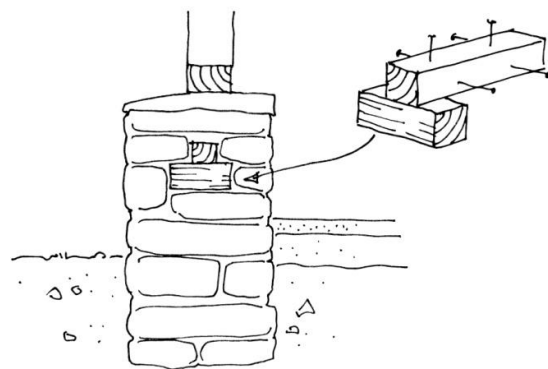
- Une autre remarque concerne les pièces en bois sur lesquelles sont fixés les bas des cadres de portes : ils sont pris dans le soubassement à proximité du sol et donc de l'humidité. Ils sont donc sujets à une dégradation plus rapide.

- Enfin, l'utilisation du bois comporte encore beaucoup d'inconnues : le choix des essences, l'efficacité du traitement dans le temps en font un choix constructif sans garantie sur le long terme.

Il est donc important de prévoir un suivi de l'évolution des maisons dans les années à venir (état et entretien par les habitants).



Schémas de construction des maisons.



Détail de la pièce de fixation des cadres de portes.

Coût de la construction

• Les coûts annoncés pour des projets de construction sont souvent difficiles à comparer car les projets divergent par leur approche et par les phases ou intervenants pris en compte dans le calcul. Ce calcul ne se résume d'ailleurs pas aux seuls coûts des matériaux et de la main d'œuvre, et devrait aussi considérer le travail fourni en amont, comme l'administration et le développement de relations avec les communautés, ainsi que les moyens mis en œuvre pour assurer le bon fonctionnement et l'entretien des bâtiments.

Dans ce sens, le travail réalisé par CONCERT-ACTION auprès des communautés depuis plus de 10 ans est difficile à chiffrer mais aura quand même contribué à assurer une meilleure appropriation du projet et garantir un certain succès du projet.

• Pour tenter de résumer les coûts d'une habitation :

Désignation	Coût approximatif
Matériaux et outils achetés puis acheminés sur le chantier (bois, métal ...)	USD 1'500.00
Matériaux fournis sur place (terre, sable, roches, ...) * non chiffré *	USD 0.00
Main d'œuvre fournie par le <i>konbit</i> * (calculée sur une base de 140 HTG/personne/jour) USD 610.00 *	USD 0.00
Travail des <i>bos</i> et contre maîtres	USD 600.00
Travail des employés administratifs, comptables, chauffeurs	USD 400.00
Total approximatif par maison	USD 2'500.00

* les textes en gris peuvent être estimés mais ne sont pas comptabilisés car ils sont pris en charge directement par les *konbit* sous forme de main d'œuvre ou d'approvisionnement en matériaux locaux.

• On peut remarquer que la participation de la main d'œuvre du *konbit* (610 USD) est équivalente à celle des ouvriers qualifiés fournis par l'organisation (600 USD), et il en est presque de même pour la fourniture des matériaux (pas en valeur d'achat mais certainement si l'on considère le coût de l'acheminement des matériaux locaux).

Le projet financier du projet est donc partagé en deux parties : d'une part une prise en charge importante du *konbit* par l'apport du matériel élémentaire et de la main d'œuvre, et d'autre part l'apport des financements et de la technique par le bailleur.

• Il faudrait encore ajouter travail des consultants, qui est variable d'un projet à un autre. En moyenne on peut estimer que 140 maisons sont construites sur 12 mois, pour lesquelles un consultant est actif pendant 1,5 mois, avec des honoraires équivalents.

Annexe 01 : Exemple d'habitation traditionnelle à Savanette, 8^e Section Petit Goave

Coordonnées GPS : N 18.39501 W 072.91528

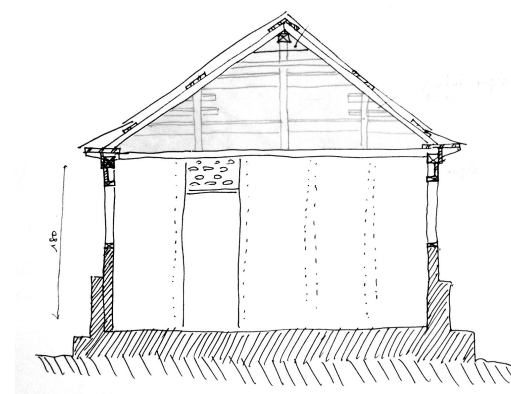
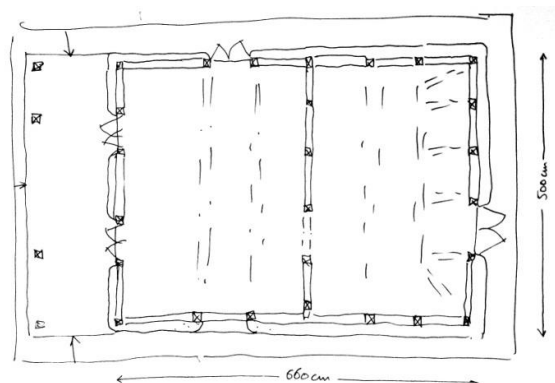
• Descriptif :

Maison construite avec une structure de poteaux en bois plantés dans le sol et enrobés dans un socle haut en maçonnerie. Le soubassement de pierre monte à environ 60 cm autour des poteaux. La partie supérieure des murs est faite en remplissage *ti woch* non contreventé.

La toiture en tôle à 4 pans est posée sur une charpente de fermes contreventées entre elles.

La galerie incluse sous la toiture principale. Les poteaux de la galerie ont déjà été doublés avec des planches, sans doute à cause de l'humidité qui les a dégradés.

La première pièce sert de salle à manger et chambre à coucher, la deuxième de chambre. On accède à un *galata* (grenier) situé au dessus de la première pièce.



Annexe 02 : Exemple d'habitation traditionnelle à Bare, Procy

Coordonnées GPS : N 18.46155 W 072.39085

• Descriptif :

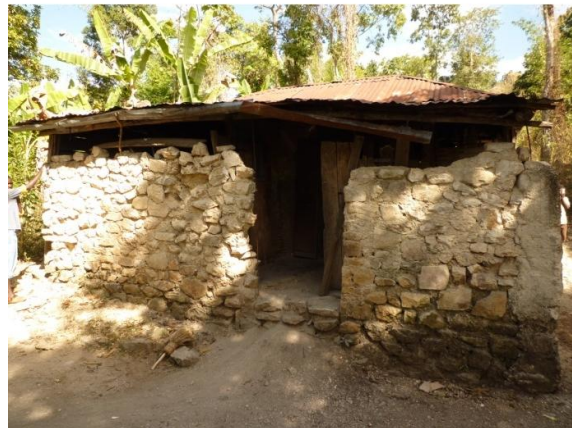
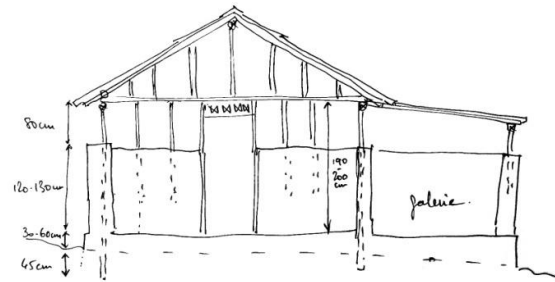
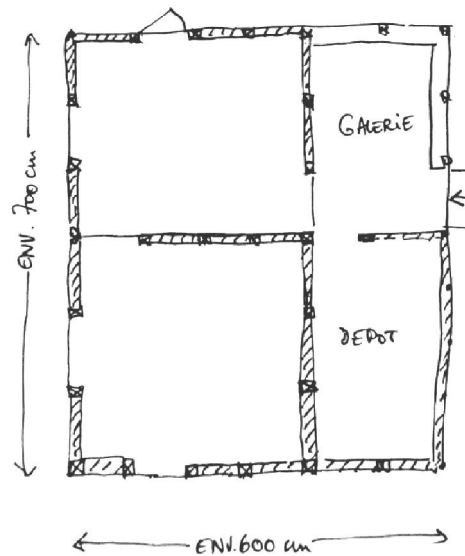
Maison construite avec une structure de poteaux en bois plantés dans le sol et enrobés dans un socle haut en maçonnerie. Le soubassement de pierre s'élève à 120 cm environ autour des poteaux, technique appelée *mi-mur* commune dans cette zone.

La partie supérieure des murs est faite en *clissage*.

La toiture en tôle à 4 pans est posée sur une charpente simple.

La galerie et le dépôt sont couverts par la toiture principale. La première pièce sert de salle à manger et la deuxième de chambre à coucher. On accède à un *galata* (grenier) situé au dessus de la deuxième chambre.

La maison a subi d'importants dommages durant le séisme du 12.01.2010 comme le montrent les photographies.



Annexe 03 : Bâtiment Corail, EDM - CRATerre

- Descriptif :

Les trois bâtiments constituent un centre de formation bâti au Nord de Port-au-Prince à Corail par l'organisation Entrepreneurs du Monde, avec des collaborateurs issus de CRATerre.

Les techniques de construction sont les mêmes que celles présentées plus haut, avec des murs faits en *ti woch* & croix de saint André et en *clissage* & enduit de terre.

L'un des bâtiments est bâti sur deux étages, le rez-de-chaussée en maçonnerie / bois et l'étage en bois.

Les différences constructives se traduisent par l'ajout de barbelés pour armer les panneaux en *ti woch* (finalement jugé peu décisif), un redimensionnement adapté de la charpente en bois, la pose d'un solivage pour le plancher et l'utilisation de tuiles faites à partir de débris de béton.



Annexe 04 : Bâtiment administratif de l'association GADRU, Belot

Coordonnées GPS : N 18.451229 W 72.350559

- Descriptif :

Le bâtiment est construit par l'association haïtienne GADRU, qui travaille de manière similaire à CONCERT-ACTION dans la zone de Belot, à l'Ouest de Kenscoff. Il servira de bureau administratif pour les ingénieurs agronomes de la zone et pourra héberger des apprentis en formation sur les chantiers de la zone.

La technique de construction, l'organisation de la formation et des chantiers sont les mêmes que celles employées par CONCERT-ACTION dans la 8^e Section de Petit Goave.

Les murs sont faits en *ti woch* & croix de saint André et en *clissage* & enduit de terre.

Le bâtiment se distingue par son implantation en escalier dans la pente, ses dimensions et sa toiture à charpente élaborée.

Il est alimenté en électricité (panneaux solaires), en eau (citerne de récupération) et dispose d'une fosse septique à double compartiment.



Annexe 05 : Situation des zones d'étude

- Situation et accès aux sites de la 8^e Section :

Les zones d'intervention sont situées entre 400 m et 650 m d'altitude. Depuis Petit Goave il faut un véhicule tout terrain pour arriver à Allium par la route appelée Axe A (45 minutes) ou pour arriver à Savanette par l'Axe B. D'une zone à l'autre il faut 1h45 à pied.

L'accès difficile au site conforte l'approche consistant à utiliser un maximum de matériaux et de main d'œuvre locaux.

Il faut pourtant mentionner la nouvelle école d'Allium, construite récemment par l'Agence de Développement Japonaise en blocs et béton armé. Les matériaux ont été acheminés sur place par camion tout terrain (voir annexe 06).

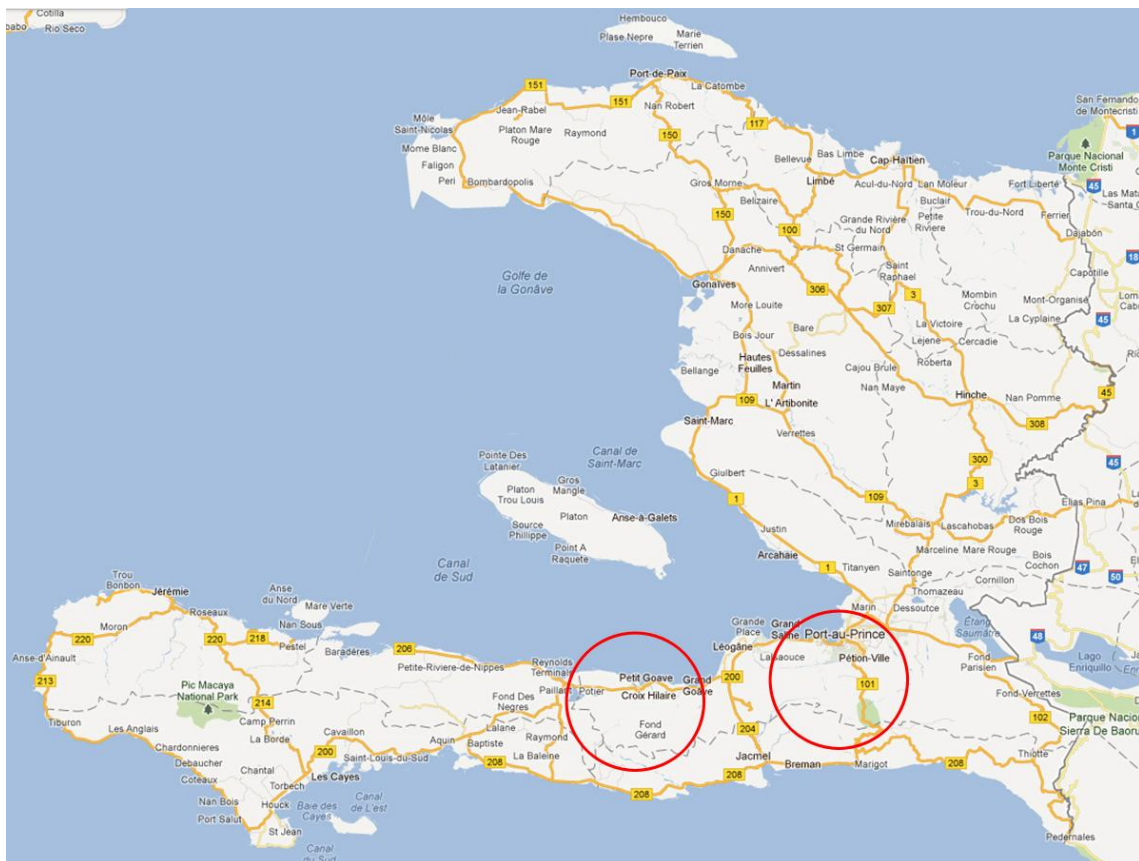
Coordonnées GPS : N 18.39501 W 072.91528

- Situation et accès aux sites de Procy :

Les zones d'intervention sont situées entre 1000 m et 1800 m d'altitude. Depuis Kenscoff il faut 25 minutes en véhicule tout terrain pour arriver à Belot puis encore 15 minutes jusqu'à Clémenceau. L'accès aux chantiers se fait à pied par un réseau de sentiers. Il faut 3 heures de marche de Clémenceau à Platon Feté.

L'accès difficile au site conforte l'approche consistant à utiliser un maximum de matériaux et de main d'œuvre locaux.

Coordonnées GPS : N 18.46155 W 072.39085



Cercle rouge gauche : zone de la 8^e Section de Petit Goave
Cercle rouge droite : zone de Procy

Annexe 06 : Nouvelle école d'Allium, Agence de Développement Japonaise

Coordonnées GPS : N 18.38244 W 072.93521

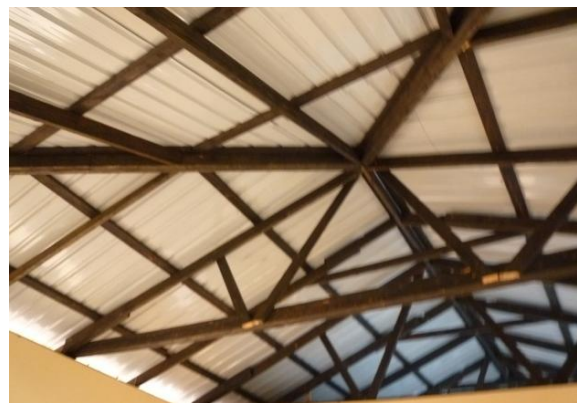
• Descriptif :

Le chantier était presque terminé lors de la visite. La nouvelle école remplace un bâtiment détruit par le tremblement de terre. Elle est apparemment construite en structure de béton armé et remplissage de blocs de béton. Les matériaux de construction ont été acheminés en camion tout terrain malgré l'éloignement et la mauvaise qualité de la route.

Deux corps de bâtiments principaux sont placés perpendiculairement autour de la cour et comprennent 7 grandes salles de classe et un réfectoire. Ces deux bâtiments sont liés par structure en béton armé de la galerie, ce qui peut poser un problème en cas de séisme.

La toiture en tôle repose sur une charpente en bois traitée en surface. Par contre les extrémités des poutres ne sont pas traitées et sont donc exposées.

Les sanitaires sont placés dans un bâtiment indépendant et sont équipés de toilettes à eau courante alimentée par une citerne.



Noter le traitement de la charpente à l'huile de vidange.

