



**Construire et Agir Par l'Architecture**

# RAPCHA REBUILDING PROJECT

## **Rapport de mission 01/2018**

Rapport final de mission

Date : Le 15 Janvier 2018

Auteurs : Julie KLEIN et Vincent PENA

Association partenaire : ANUVAM et FEILLS

*( Au népal un village une amitié en marche )*

## NOTE PREALABLE

Ce rapport final intègre le rapport intermédiaire de Julie Klein datant de Novembre 2017. Sa mission d'observation réalisée sur site était couplée avec la mission principale coordonnée par Vincent PENA (CAPA) et Yadav Kumar Rai (FEILLS). L'intégralité des informations se trouvent dans ce rapport et en font un compte rendu général de ce projet. Les faits et conclusion détaillés dans ce document sont parfois plus complexes qu'ils n'y paraissent et il est parfois difficile de tout retranscrire à l'écrit. Nous avons essayé de synthétiser au maximum afin de permettre une lecture fluide.

Dans le cadre du Rapcha Rebuilding Project, l'association ANUVAM en collaboration avec l'organisme de direction local de BASA dans le district du Solokhumbo au Nepal, ont décidé d'apporter une aide financière à des familles sinistrées par le séisme d'Avril 2015. Ce projet est mis en œuvre avec l'association CAPA en tant que support technique. L'objectif étant d'aider financièrement six familles du village en situations délicates, avec le financement de matériaux par ANUVAM, la gestion de la construction et de la technique parasismique par CAPA, et la coordination générale par le FEILLS.

Une première mission d'observation a été réalisé en novembre 2016 avec Jean Claude Rimbault, Marc Bechet et Vincent Pena. Nous avons recueilli un maximum d'informations sur la manière de gérer les sites de construction, ainsi que sur l'architecture locale. Nous avons pris soin de rencontrer chacune des 6 familles afin d'analyser : leurs situations, leurs besoins et les moyens dont ils disposent.

Une deuxième mission cette fois de construction a eu lieu de Janvier à Mars 2017. Durant cette mission sur place une maison (la première parmi les six prévues dans le cadre du RRP) a été reconstruite, le chantier était encadré par Vincent Pena avec une équipe locale de techniciens. Une formation a été dispensé et l'organisation de la suite du projet a été mise en place avec la communauté. Nous avons demandé aux familles d'approvisionner les futurs chantiers avec de la pierre, avec les sections de bois définies ainsi qu'avec de la nourriture pour les repas des techniciens. Entre Mars et Octobre 2017 une deuxième maison a été construite suivant les mêmes techniques enseignées avec la même équipe.

Ce présent rapport fait état de la troisième mission sur place d'octobre à décembre 2017. L'objectif était de reconstruire le plus de maisons possibles (parmi les quatre familles restantes), et de continuer la formation. Les objectifs fixés avec l'association ANUVAM sont détaillés dans le chapitre suivant.

L'objectif principal et la ligne conductrice de ce projet sont la mise en autonomie complète et la plus rapide possible des techniciens de construction sur la zone de Rapcha, afin d'améliorer le bâti et le rendre parasismique. Nous avons essayé de limiter notre ingérence et de les soutenir dans leurs choix de développement sans imposer une vision occidentale qui nous est propre.

## SOMMAIRE

Note préalable .....	2
Sommaire.....	3
Objectifs de la mission .....	4
Déroulement de la mission.....	5
Détails déroulement mission Julie Klein : .....	5
Détails déroulement mission Vincent Pena .....	6
Suivi de l'avancement chantier reconstruction .....	8
Maison de Sakal rai .....	8
Maison de Doma Laxmi Rai.....	9
Maison de Jange Magar et Mani Magar (MAISON CONSTRuite EN AUTONOMIE).....	14
Maison de Manbir Rai et Deepa Rai .....	15
Maison de Maiti Rai .....	17
Ecoles : états des lieux.....	18
BasaKhali .....	18
Bodu .....	20
Tholodunga .....	21
Services : réseau d'eau et piste routière .....	22
Réseau d'eau .....	22
Piste routière .....	23
Formation et sensibilisation.....	24
Manuel de reconstruction parasismique .....	24
Sensibilisation construction parasismique dans les écoles .....	25
Amélioration et réparation du bâti .....	26
Visites du village.....	26
Relevés four en terre .....	27
Informations concernant la conception de conduits de fumée.....	28
Conclusion et avenir du projet.....	30
Conclusions.....	30
Annexes .....	32

## OBJECTIFS DE LA MISSION

Selon document établi en octobre 2017 : « *Rapcha Rebuilding Project - Mission octobre 2017* », CAPA

### SUITE DE LA MISSION DE RECONSTRUCTION DE JANVIER 2017

- Observations et rapport sur la maison numéro 2 construite en autonomie au mois de mai 2017 suite à la formation dispensée durant la mission de janvier 2017.
- Coordination de la reconstruction de 2 autres maisons avec la même équipe déjà formée durant la mission de janvier 2017.
- Mise en place de micro-formation sur le chantier école (principes parasismiques et utilisation du manuel RRP) : Sensibilisation de 20 techniciens supplémentaires sur 1 mois
- Formation complète d'au minimum 2 leaders supplémentaires.
- Suivi des consommations de matériaux
- Suivi des plannings de chantier : effectif, jours travaillés, conditions de travail

### MISSION D'OBSERVATION POUR LA RECONSTRUCTION EN 2018

#### - Ecoles : états des lieux et relevés

Ecole de Bodu / Ecole de Basa Kali / Ecole construite par les pompiers :

- Coordination avec l'association allemande sur place (pour l'école de Bodu)
- Production de documents techniques suite aux relevés : plans, coupes
- Etat des lieux des matériaux / de la structure existante
- Prise de contact et informations sur gestion de l'école : nombre d'enseignants, d'élèves

#### - Services : réseau d'eau et piste routière

Réseau d'eau :

- Production de plans : localisation et état des portions du réseau + production d'un rapport
- Point sur l'avancement en cours

Piste routière :

- Etat des lieux : production d'un rapport

#### - Formation et sensibilisation

Formation sur le manuel :

- Suite de la formation grâce au chantier école
- Remise à jour du manuel

Sensibilisation auprès des plus jeunes :

- Rencontre avec un/des enseignants : travail sur un programme de sensibilisation aux risques sismiques / à l'utilisation des ressources et techniques locales

#### - Programme de réparation et amélioration du bâti :

- Identification des besoins : visites de maisons, rencontres habitants
- Etat des lieux des maisons du village : relevé et classement des bâtiments en fonction des types de construction

#### - Prise de contact et gestion avec les autorités locales

Rencontre des autorités et constitution des comités adaptés aux projets mis en œuvre

## DEROULEMENT DE LA MISSION

Ci-dessous un récapitulatif du déroulement de la mission.

### DETAILS DEROULEMENT MISSION JULIE KLEIN :

*Durée totale de la mission : 16 jours.*

*Durée totale sur site à Rapcha : 7 jours.*

*Arrivée à Rapcha : le Jeudi 26 Octobre 2017.*

*Départ définitif : Jeudi 02 Novembre 2017.*

<b>22/10 Dimanche</b>	<b>23/10 Lundi</b>	<b>24/10 Mardi</b>	<b>25/10 Mercredi</b>
Lyon - Paris-Katmandu	Katmandu	Katmandu	Katmandu - Paphlu
<ul style="list-style-type: none"> <li>Voyage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Arrivée à Katmandu, rencontre avec la famille Yadav Kumar Rai</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Accueil chez Pancha Kumar Rai et Yadav Kumar Rai</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Voyage Katmandu - Paphlu en jeep (1 journée)</li> </ul>
<b>26/10 Jeudi</b>	<b>27/10 Vendredi</b>	<b>28/10 Samedi</b>	<b>29/10 Dimanche</b>
Phaplu - Rapcha	Rapcha	Rapcha	Rapcha
<ul style="list-style-type: none"> <li>Voyage Phaplu Rapcha en jeep</li> <li>Visite de l'école de Basakhali</li> <li>Visite de la maison de Sakal Rai</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lancement du chantier de la maison de Doma Laxmi Rai</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visite du chantier</li> <li>Relevés du bâtiment financé par l'ANUVAM école Basakhali</li> <li>Visite de l'école de Bodu et réunion avec les associations locales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visite du chantier : expérimentations</li> <li>Séchage et fumage du bois</li> <li>Participation à un cours d'informatique niveau 8 à l'école de Basakhali</li> </ul>
<b>30/10 Lundi</b>	<b>31/10 Mardi</b>	<b>01/11 Mercredi</b>	<b>02/11 Jeudi</b>
Rapcha	Rapcha	Rapcha	Rapcha - Phaplu
<ul style="list-style-type: none"> <li>Visite du village : Lap : visite de la maison de Jange Mangar Tholodunga: visite de l'école et du village jusqu'à la centrale hydroélectrique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Brainstorming avec les ouvriers à propos du manuel de reconstruction parasismique</li> <li>Visite du haut de Rapcha et la maison de Manbir Rai</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cours d'architecture à une classe 10 à l'école de Basa Kali</li> <li>Visite de la maison de Maiti Rai</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Trek de retour à Phaplu</li> </ul>
<b>03/11 Vendredi</b>	<b>04/11 Samedi</b>	<b>05/11 Dimanche</b>	<b>06/11 Lundi</b>
Phaplu - Katmandu	Katmandu	Katmandu - Paris	Paris - Lyon
<ul style="list-style-type: none"> <li>Voyage Phaplu - Katmandu en jeep</li> <li>Réunion avec Jean-Claud Rimbault</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Journée tampon en cas de soucis sur le trajet de retour</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Voyage de retour</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Voyage de retour</li> </ul>

## DETAILS DEROULEMENT MISSION VINCENT PENA

*Durée totale de la mission : 59 jours.*

*Durée totale sur site à Rapcha : 36 jours.*

*Arrivée à Rapcha : Jeudi 26 Octobre 2017.*

*Départ définitif : Jeudi 13 Décembre 2017.*

### - Du 23 au 26 Octobre 2017

Arrivée à Katmandu et premier point avec Yadav K.Rai sur l'organisation de la mission. Nous partons en Jeep depuis KTM jusqu'à Rapcha. Nous emmenons avec nous du matériel de construction manquant type lame de rabot. L'essentiel du matériel est disponible à Saleri, village étape avant de prendre la piste pour Rapcha. Il nous faudra environ 12 heures pour faire Kathmandu-Saleri avec un réseau routier assez confortable. Le lendemain il nous faudra 3h (4h avec les pauses pour rejoindre Rapcha). Cette partie de piste a fait l'objet d'observation particulières détaillées plus loin dans le rapport.

### - Du 26 Octobre au 02 Novembre 2017

A notre arrivée au village, nous avons commencé par faire un point général sur le projet et l'organisation de la semaine. L'équipe de technicien prévu par le village était globalement la même que celle ayant réalisé la maison de Sakal Rai et celle de de Jange Rai. Lors de ce point nous avons pu constater que l'organisation pour la construction des futures maisons avait été anticipée et que les matériaux demandés aux familles ont été respectés. Ceci a permis de lancer le chantier de la maison de Doma rapidement et de pouvoir se concentrer sur les techniques de construction, le facteur matériaux n'étant plus un problème comme il a pu l'être dans le cas du chantier de la maison de Sakal.

Afin de contrôler les acquis de connaissances nous avons organisé un atelier à l'école de Basakhali avec tous les techniciens qui participaient à la construction de la maison de Doma. Cette équipe était composée de 15 personnes dont 3 leaders. Parmi ces personnes, 5 ont participé à la maison de Sakal et les 15 à la maison de Jange. Nous développerons plus tard les conclusions à en tirer mais cela signifie qu'il y a une transmission de connaissances dans cette équipe. C'est sur ce point que nous avons essayé de travailler afin d'étudier la manière dont cela avait été fait.

Nous avons ensuite visité les différents sites: l'école de Basakhali, de Thulodunga, de Bodu, la maison de Jange et celle de Sakal, Ceci a permis à Julie Klein d'avoir un aperçu global du village et de son architecture.

Nous avons divisé nos journées en deux parties: une partie construction et analyse de site sur la maison de Doma et la deuxième moitié en visite d'observation. Durant cette semaine nous sommes intervenus dans l'école de Basakhali et avons rencontré le responsable de la municipalité M.Asherman Magar. Lors de cet entretien il m'a fait part de la situation difficile dans laquelle se trouvent une quinzaine de familles dans le village.

Enfin avant le départ de Julie Klein, nous avons fait un débriefing complet sur sa mission sur place.

### - Du 02 Novembre au 12 Novembre 2017

Nous avons continué la maison de Doma, terminée le 12 Novembre 2017. La construction a donc duré 16 jours. Durant cette période Claudine et Bernard Simonet ainsi que Jean-Claude Raimbaut (membres d'ANUVAM) se sont rendus sur place. Ces derniers ont pu visiter la construction en cours et dire un mot aux techniciens de la part d'ANUVAM.



Figure 1 - Equipe de techniciens, membres de l'ANUVAM et partenaires du projet - Chantier de la maison de Doma - 11/2017

- **Du 12 Novembre au 27 Novembre 2017**

Le chantier de la maison de Manbir Rai a commencé le 16 Novembre. Durant cette période je me suis mis en retrait volontairement pour accélérer le processus d'indépendance et accentuer la formation personnalisée. Je me suis entretenu avec les techniciens un par un afin de mieux les connaître, de savoir quelles étaient leurs connaissances et leur motivation. Nous avons aussi pu aller plus loin dans l'apprentissage et aborder le dessin, la planification ainsi que l'évaluation économique. Durant ce temps j'étais accompagné de Pancha Kumar Rai. J'ai pu observer que la dynamique n'était pas la même que lorsque je suis accompagné par Yadav, Jase ou Arjun. Il n'y a rien de négatif dans ces mots mais le travail était différent. Nous avons pu échanger avec beaucoup de personnes du village et recueillir de précieuses informations. Nous avons suivi de près les élections régionales (district) qui ont eu lieu le dimanche 26 Novembre 2017.

- **Du 27 Novembre au 08 Décembre 2017**

Départ du village pendant 12 jours.

- **Du 08 Décembre au 13 Décembre 2017**

Retour au village, visite de 18 familles en difficulté avec Jase Rai, Asherman Magar et Sakal Rai. Lors de ces visites nous avons essayé d'enregistrer un maximum d'informations sur ces familles afin d'établir des fiches de suivi pour des organisations internationales mais également pour les institutions locales. Le retour au village m'a également permis d'observer la maison de Manbir terminée le 06 Décembre 2017, et de lancer le chantier de la maison de Maiti avec l'équipe locale. Enfin avant de quitter le village définitivement nous avons fait un point général sur la maison de Doma afin de répéter les principes parasismiques avec les techniciens et quelques personnes importantes de la communauté.

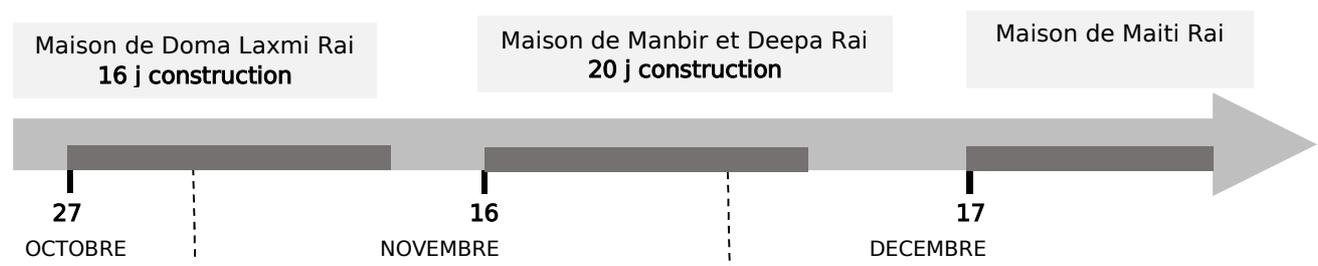


Figure 2 - Maison de Jange - 12/2017

- **Du 13 Décembre au 20 Décembre 2017**

Retour à Kathmandu où nous avons débriefé avec Yadav et Pancha sur la mission et sur l'avenir du projet. J'ai également pu visiter deux structures d'accueils pour bénévoles internationaux : ICYE (International Cultural Youth Exchange) et VIN (Volunteer Initiative Nepal). La première m'a personnellement fait une bonne impression ; la deuxième m'a paru accorder plus d'importance à son business qu'aux questions de solidarité.

**Déroulements des chantiers**



## SUIVI DE L'AVANCEMENT DU CHANTIER DE RECONSTRUCTION

### MAISON DE SAKAL RAI



Figure 4 – Maison de Sakal Rai - 26/10/2017



Figure 3 – Maison de Sakal Rai - Champignons sur la poutre principale du plancher - 26/10/2017

#### Visite de la maison (lire le rapport de la mission de janvier 2017).

La famille ne s'est pas encore installée dans la maison, les menuiseries n'ont pas été posées.

Après avoir échangé avec le propriétaire il semblerait que le manque de temps et de finance retarde l'installation de la famille. En effet, Sakal souhaite terminer le sol et les murs avant d'aménager. Un sol en ciment a été réalisé et les abords de la maison ont été nettoyés et aménagés.

On observe la formation de champignons (moisissure) dans les éléments bois de la structure à l'intérieur de la maison. Cette moisissure est due à l'humidité contenue dans le bois lors de la pose. En effet en Février 2017 lors de la construction de cette maison nous avons utilisé du bois vert (par manque de moyens) que nous avons traité au DOT. Huit mois après la construction nous constatons l'apparition de moisissures sur le bois non-peint dans une maison qui n'est pas hors d'air et dans laquelle aucun feu n'a été fait. Nous devons continuer de rester vigilant sur l'évolution de ces bois et leur concentration en humidité car cela peut impacter la structure. Malheureusement ce problème était prévisible, mais le seul moyen de le combattre efficacement est d'anticiper la coupe du bois et de le laisser sécher suffisamment longtemps. Dans le cas des maisons déjà construites, les propriétaires doivent assurer une bonne ventilation de l'habitat et utiliser le foyer central pour cuisiner et se chauffer afin de diminuer le taux d'hydrométrie des bois.

Nous avons eu beaucoup de mal à construire cette maison à cause du manque d'anticipation, du manque de connaissance, de la volonté du propriétaire d'agrandir la structure, de la confrontation entre connaissances locales et connaissances apportées.

Il s'agit d'un bon exemple à étudier dans le temps pour connaître l'évolution et sensibiliser les techniciens.

## MAISON DE DOMA LAXMI RAI



Figure 6 - Chantier Maison de Doma Laxmi Rai - 27/10/2017



Figure 5 - Chantier maison de Doma Laxmi Rai - 29/10/2017

### Lancement de la construction de la maison le 27/10/2017

**Durée de construction : 16 jours.**

Les matériaux (pierres, bois) ont été triés avant notre arrivée. Le terrain a été préparé, la cuisine de chantier construite.

Le premier jour sur place, un atelier bois a été mis en place au-dessus du site de reconstruction. Un point a été fait sur les fondations : Vincent Pena a échangé avec les ouvriers pour déterminer ce qu'ils avaient compris, ce dont ils se rappelaient.

L'équipe était fixe à partir du deuxième jour. Ce sont les leaders Jasebahadur Rai et Dilbahadur Magar qui ont défini l'équipe avec difficulté. De vives discussions ont eu lieu entre eux pour définir le nombre de techniciens par rapport au budget fixé. Un suivi de présence a été mis en place et des informations recueillies à propos des ouvriers afin de pouvoir mieux les connaître, adapter les échanges et garder une trace qui pourra servir de base pour de futures études.

**Equipe : 7 ouvriers + 3 leaders**

À Rapcha, la préparation et l'anticipation d'un chantier n'est pas un processus établi. Lorsqu'on leur demande combien de temps ils pensent mettre pour construire ou la quantité de matériaux nécessaire, la réponse reste approximative et basée sur des connaissances empiriques. Nous avons cependant pu constater une réelle amélioration sur l'organisation du site de construction. Les bois et les pierres étaient triés et le site préparé.

Nous avons pu améliorer cette organisation en retriand le bois de cette manière :

- **Bois utilisable** : bois ayant une section intéressante pour réaliser des éléments de structure ou des menuiseries.
- **Bois inutilisable** : bois attaqué par l'humidité ou des insectes ou de trop petite section pour être intégré. Ce bois est alors utilisé comme consommable pour chauffage ou cuisine.
- **Bois intermédiaire** : Bois difficile à classer ou partiellement endommagé ou qui nécessite un travail supplémentaire pour le rendre utilisable.
- **Bois nouveau**

Ce classement permet d'optimiser l'utilisation du bois ancien (sec) afin de diminuer le coût lié à l'utilisation de bois neuf. Comme indiqué dans le paragraphe concernant la Maison de Sakal Rai, le bois neuf mis en œuvre non sec est un réel problème. La préparation du bois a été respectée sur ce chantier, cependant il n'a qu'entre un et deux mois de séchage. Ce temps est largement insuffisant.

Nous avons pu construire rapidement grâce à plusieurs facteurs :

- Les techniciens ont travaillé plus rapidement le bois, notamment la réalisation des bandes sismiques.
- L'organisation de chantier avec un planning et une meilleure anticipation.
- Sur ce chantier, les anciennes pierres d'angles étaient de bonne qualité et réutilisables.
- Beaucoup d'anciens bois et anciennes menuiseries (fenêtres) ont pu être réutilisés.

Le bois n'a pas été traité aux sels de bore (traitement DOT), contrairement à la maison de Sakal Rai. En effet, en vue du manque de connaissances sur ce produit et surtout de structure sécurisée pour traiter le bois, nous avons préféré ne pas renouveler l'expérience et attendre les résultats du travail de recherche que nous menons actuellement.

## Charpente

Lors de la construction de la maison de Doma, nous avons trouvé ensemble avec l'équipe de technicien une technique de charpente qui paraît être un bon compromis entre l'architecture locale et l'amélioration parasismique. Il ne s'agit pas de la meilleure technique mais elle est plus stable que celles déjà présentes localement. L'idée qui a guidé cette évolution était encore une fois de ne pas dénaturer l'architecture locale mais de la faire évoluer et d'intégrer de nouvelles techniques.

En effet lors des précédents chantiers, les travaux de charpente ont été difficile à gérer pour plusieurs raisons. La charpente étant la dernière partie à construire, nous avons pu constater qu'à ce moment-là la patience et l'attention des techniciens avaient tendance à baisser. De plus, le bois encore disponible ne l'est plus toujours en quantité suffisante ou de sections adéquates pour réaliser la charpente et la majorité voire la totalité du budget a été utilisé.

Face à ces problématiques, nous avons travaillé sur le développement d'une technique de fabrication d'une charpente légère, stable, assez sécurisée pour les habitants et qui permet l'utilisation de l'espace à l'étage.

Le bois de charpente généralement utilisé est très hétérogène. On trouve des essences de feuillus et de résineux qui sont souvent mises en œuvre non séchées. Le travail à faire en premier lieu est sur l'essence de bois utilisé, la manière et le moment où l'arbre est abattu, ainsi que sur le stockage et le séchage.

Il n'y a pas de neige dans cette région. En revanche, il y a une forte exposition aux vents qui s'engouffrent dans la vallée de la rivière Dudhkosi. De plus le village se trouve dans une zone à fort risque sismique.

La couverture proposée est donc composée uniquement de tôles galvanisées ondulées de 0.46mm d'épaisseur et de dimensions 900mm par 2100mm de longueur. Elles sont posées à recouvrement de 100mm minimum. Les arêtiers du débord de toit ainsi que le faitage sont traités avec de la tôle galvanisée lisse de 0.46mm d'épaisseur. Si on s'intéresse au poids de la couverture par rapport à la structure de la charpente, on constate que la tôle galvanisée représente environ une charge de 3,6 kg/m<sup>2</sup><sup>1</sup>, soit 4 kg/m<sup>2</sup> si on considère une marge de sécurité. Il n'y a pas d'isolation, le complexe de couverture à porter est donc léger.

Pour cette raison la charpente doit être adaptée. Bien qu'une charpente lourde permette une meilleure assise de la maison lors de sollicitations, elle reste plus dangereuse en cas d'effondrement. Le choix s'est donc porté sur une charpente légère. De plus, la pente de la toiture des maisons construites dans le cadre de ce projet est de 30%.

## Principes

Les deux dernières bandes sismiques sont reliées entre elles par des éléments bois afin de consolider la "tête de mur en pierre", cf figure 8. Elles permettent de confiner les pierres et maintenir une pression lors d'éventuelles sollicitations. En effet sur les parties de mur en pierre entre les autres bandes sismiques, le poids des pierres du niveau supérieur exerce une pression suffisante. En tête de mur les pierres sont libres d'où l'importance de les confiner.

Cette région est exposée à des vents forts qui ont arraché plusieurs toitures cette année. Cette technique permet également d'offrir une meilleure résistance aux vents.

La charpente est composée de plusieurs fermes, dont les dimensions sont à définir suivant la longueur de la maison. Les arbalétriers des fermes sont bloqués par les bandes sismiques sur la partie longitudinale de la maison. Une pièce de bois liée aux bandes sismiques permet d'encastrement l'arbalétrier comme on peut le voir sur les figures 9 à 11. Ainsi grâce à cet encastrement, les forces vont rentrer "en opposition" lors de sollicitations.

---

<sup>1</sup> Pour une masse volumique de la tôle galvanisée = 7800 kg/m<sup>3</sup>



Figure 7 - Débord toiture Maison de Doma - 11/2017



Figure 8 - Charpente de la maison de Doma - 11/2017

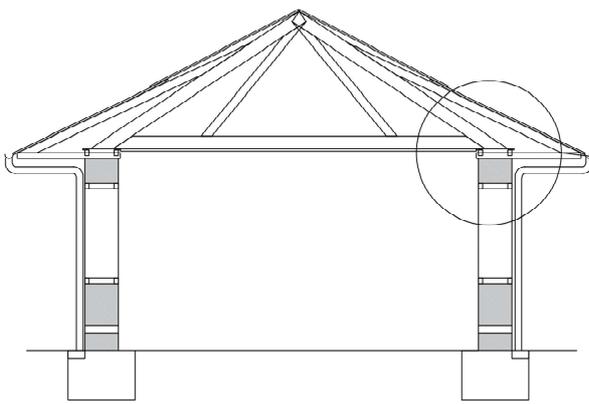
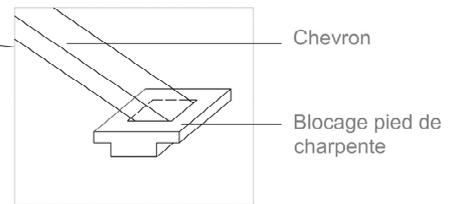


Figure 9 - Schéma explicatif encastrement arbalétrier



Détail pied de charpente



Figure 10 - Encastrement arbalétrier charpente de la maison de Doma - 11/2017



Figure 11 - Pièce pour encastrement arbalétrier - 11/2017

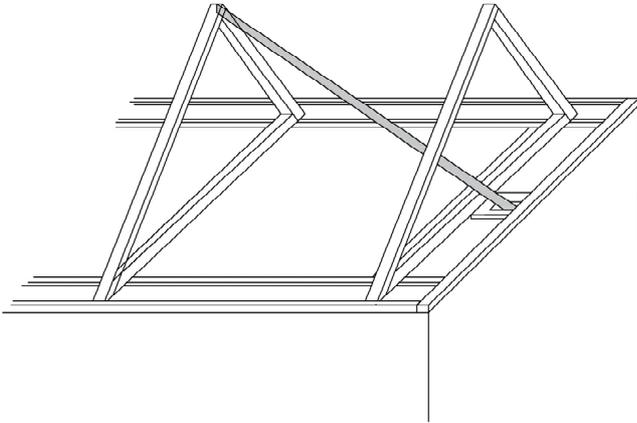


Figure 12 - Pièce qui assure le contreventement longitudinal



Figure 13 - Charpente maison de Doma - 11/2017



Figure 14 - Liaison arbalétriers - 11/2017

Les bandes sismiques jouent le rôle d'entrait sur les deux murs pignons. Concernant les entrants des fermes intermédiaires, ils sont volontairement placés hauts dans le cas de la maison de Doma afin de permettre la circulation des personnes à l'étage. Cependant, dans le cas d'une école (cf figure 7) où il n'y pas d'accès sous la charpente, les entrants sont placés en partie basse des fermes. Cela donne une meilleure résistance mécanique et permet de fixer les planches de contreplaqué utilisées en sous-face de la charpente.

La liaison entre les deux arbalétriers est assurée par une clef en bambou et un découpage à mi-bois (cf figure 14).

L'entrait est également découpé en mi-bois de manière à s'encaster dans les arbalétriers et assurer une meilleure liaison. Des "litageux" relient les fermes entre elles et permettent de fixer les tôles.

Nous avons conservé une technique locale qui consiste à fixer un élément bois depuis le milieu de l'arbalétrier jusqu'à l'extrémité du débord de toit, de manière à assurer la continuité de la toiture.



Figure 16 - Maison de Doma terminée - 11/2017



Figure 15 - Maison de Doma terminée - 11/2017

## Recherches séchage et traitement du bois



Figure 17 - Expérimentations séchage des bois neufs - Maison Doma Laxmi Rai - 29/10/2017

Le bois neuf ayant été stocké à même le sol, nous avons entrepris de le ranger de façon à ce qu'il sèche. En leur expliquant comment stocker du bois et l'importance de bien le faire.

Ayant la possibilité de mesurer l'humidité interne du bois, nous avons commencé à expérimenter des techniques de séchage et potentiellement de traitement du bois.

Une des pistes explorées est le fumage afin d'imiter le processus local involontaire qui se produit à l'intérieur des bâtiments. En effet les foyers traditionnels sont au centre de l'habitation et sont utilisés comme cuisine, chauffage et zone de cérémonie.

Cette technique illustrée ci-contre consomme beaucoup de bois et la fumée n'est pas utilisée à 100% si elle n'est pas contenue dans une chambre spécifique. De plus les résultats obtenus sont significatifs sur les couches extérieures des sections de bois mais le processus de séchage ralenti ensuite. Il faudrait donc plusieurs jours afin d'obtenir un résultat satisfaisant. L'expérience que nous avons faite aurait eu besoin de plus de préparation et de documentation. Elle a cependant été utile pour sensibiliser les techniciens et leur prouver l'effet du fumage grâce à l'hydromètre.

Nous continuons de travailler activement et de mener des recherches sur l'utilisation de la ressource bois de manière durable. Pour cela nous sommes en contact avec plusieurs ONG, avec des professionnels de la filière bois, et le réseau de l'IUT de La Rochelle.

Notre objectif est de proposer une solution pérenne avant fin 2018.

Une des possibilités que nous préconisons et conseillons afin de gérer au mieux la ressource bois est de former les personnes du comité de la forêt. En effet pour une gestion durable, il serait préférable d'avoir sur place une scierie ou une plateforme de stockage de bois. Ceci permettrait d'avoir des personnes formées sur les ressources bois pour :

- Couper les arbres en fonction de la lune et la sève au bon moment de l'année.
- Faire sécher et stocker le bois convenablement.
- Identifier les essences de bois et les utiliser de manière adaptée (bandes sismiques, charpente, menuiseries, mobilier).
- Imaginer dans le futur un système de traitement centralisé...

Cette organisation leur appartient. Nous pouvons cependant les informer sur les risques d'utilisation de bois vert :

- Pourritures ou échauffures qui favorisent l'apparition de champignon lignivore et affectent la structure du bois mais aussi les personnes qui vivent à l'intérieur (engendrent des problèmes respiratoires par exemple)
- Diminue la résistance mécanique des éléments structuraux en bois
- Diminue la résistance du matériau aux insectes xylophages (qui se nourrissent du bois)

## MAISON DE JANGE MAGAR ET MANI MAGAR (MAISON CONSTRUITE EN AUTONOMIE)



Figure 18 - Intérieur maison de Jange Magar - 30/10/2017



Figure 19 - Liaison charpente - Maison de Jange Magar - 30/10/2017

### Visite de la maison

Nous avons pu visiter la maison reconstruite en autonomie par l'équipe d'ouvriers formés pendant le chantier de la maison de Sakal Rai.

Il est important de rappeler la situation particulière de cette maison. L'ancienne maison de cette famille était située sur une zone sensible au glissement de terrain. Pour cela il était impossible de reconstruire sur ce même terrain. Lorsque nous avons soulevé ce problème en Mars 2017, nous avons beaucoup échangé avec les techniciens et les responsables du village. Cependant la solution pour cette famille n'avait pas été fixée à ce moment-là. La famille de Dilbahadur Magar (leader charpente de l'équipe) a donné l'ancienne maison des grands parents avec le terrain afin d'utiliser les matériaux pour la reconstruire. Nous ne savons pas précisément comment a été géré la donation de manière officielle.

La maison est bien construite, la plupart des points enseignés ont été respectés. L'architecture et sa forme sont sans risques pour la famille. Une adaptation a été faite avec un « auvent » sur le devant la maison. Ce dernier n'étant pas lié à la structure principale, il ne représente pas de danger. Les bandes sismiques sont bien positionnées à l'exception de la première qui est un peu trop proche du sol. L'emplacement des menuiseries est équilibré et leurs positions respectent les zones dites de sécurité (distance par rapport aux angles par exemple). La conception du plancher en système poteaux-poutre est bonne.

Un point important a été la charpente : une liaison correcte a été mise en place comme on peut le voir sur la figure 7. La technique a donc été bien comprise malgré le fait qu'elle n'ait pas été appliquée sur la maison de Sakal Rai. Elle avait été montrée sous forme de maquette aux leaders charpente, qui l'ont donc réutilisée sur ce chantier. Cependant la réalisation de la charpente peut encore être améliorée (cf figure 8). Nous avons donc insisté sur ce point dans la réalisation de la maison de Doma Laxmi Rai puis dans les suivantes.



Figure 20 - Charpente - Maison de Jange Magar - 30/10/2017

## MAISON DE MANBIR RAI ET DEEPA RAI

### Visite de la maison le dimanche 29/10/17

Cette visite a permis de se rendre compte que les matériaux étaient prêts (pierres, bois). Ce chantier était initialement prévu pour être le dernier. Cependant par rapport aux autres sites, celui-ci était le plus préparé. Le chantier a donc commencé dès celui de la maison de Doma Laxmi Rai terminé.

### Lancement de la construction de la maison le 16/11/17

**Durée de construction : 20 jours.**

Le site du chantier avait été préparé par la famille avec l'aide de voisins et amis. Le terrassement ainsi que les fouilles pour les fondations avaient été réalisés. Nous avons changé l'organisation générale du chantier afin d'optimiser le temps et de gagner en précision. En effet lorsque les menuiseries et les bandes sont préparées avant le début du chantier cela permet de les traiter avec de la peinture (primaire + peinture) en respectant le temps de séchage. Cela évite de peindre les menuiseries en place et de concentrer les leaders d'abord sur la menuiserie puis sur la maçonnerie et non les deux en même temps. Cette nouvelle organisation signifie qu'une équipe réduite commence le chantier une semaine avant l'équipe complète. Cette équipe réduite composée de deux leaders et deux jeunes techniciens permet selon nous une meilleure transmission des connaissances et un meilleur déroulement de chantier.

L'organisation du site de construction s'est également améliorée avec un positionnement adapté de l'atelier bois, l'atelier pierre, l'atelier peinture et la cuisine. L'objectif final est en effet de réduire le surcout des maisons parasismiques par rapport aux maisons standards en optimisant l'organisation et la rapidité de travail. Il ne s'agit pas d'induire une pression supplémentaire sur les techniciens mais plutôt de leur montrer qu'avec une organisation différente, il est possible de mieux construire en respectant le budget initial. Autre point important, cela permet aussi de réduire la pénibilité du travail et augmenter la sécurité sur site.



Figure 21 - Chantier maison de Manbir et Deepa Rai - 12/2017



Figure 22 - Chantier maison de Manbir et Deepa Rai - 12/2017



*Figure 24 - Maison de Manbir terminée - 12/2017*



*Figure 23 - Maison de Manbir terminée - 12/2017*

## MAISON DE MAITI RAI



Figure 25 - Maison de Maiti Rai - 01/11/2017

### Visite de la maison le 01/11/17

Les matériaux, notamment le bois, n'ont pas pu être amenés sur place, l'abri servant à loger la famille pendant la période du chantier n'a pas encore été construit. Il a donc été décidé que le chantier de la maison de Manbir Rai serait réalisé avant, pour laisser le temps à la famille de finir de préparer le chantier et ne pas perdre de temps.

### Lancement de la construction de la maison le 07/12/2017. Temps de construction : NC

Avant le lancement de la construction de la maison, des discussions ont eu lieu entre Yadav et le propriétaire Maiti. Cette dernière voulait récupérer l'argent (4000,00euros) afin de les gérer elle-même. Il semblerait donc que nous n'avons pas été suffisamment précis sur la gestion du projet avec le FEILSS.

L'architecture de la maison a elle aussi posé problème puisque la famille souhaitait trois fenêtres de petites tailles alors qu'il est plus économique et moins dangereux d'un point de vue parasismique d'en faire deux « grandes ». Ce genre de situation pose des problèmes aux techniciens qui ont des difficultés à se positionner. En effet, ils ont l'habitude de suivre les directives du propriétaire puisque c'est lui qui les rémunère. Nous leur avons donc proposé des solutions alternatives afin qu'ils puissent trouver un terrain d'entente, ce qui a finalement abouti.



Figure 26 - Chantier de la maison de Maiti Rai - 12/2017



Figure 27 - Chantier de la maison de Maiti Rai - Atelier bois - 12/2017

## ÉCOLES : ETATS DES LIEUX

### BASAKHALI



Figure 28 - Mur de soutènement nouveau bâtiment Ecole de Basakhali - 26/10/2017

#### Observations générales sur tous les bâtiments de l'école

Le mur de soutènement d'un des nouveaux bâtiments construit en gabion il y a un an est déjà fragilisé. Le bâtiment a été construit sur 3 niveaux de murs de soutènement pour être aligné à celui d'à côté.

L'état du mur (cf photo ci-contre) est inquiétant. La présence de terre à l'intérieur combiné à l'eau engendre une pression sur cette partie de mur.

Cette construction a été faite par les villageois afin de gagner de la place pour la cour de l'école. Selon nous elle aurait dû être réalisée en renforçant et stabilisant les terres avec des murs de soutènement adaptés. On peut donc en déduire qu'il n'y a pas les compétences locales pour réaliser ce type d'ouvrage ou qu'ils n'ont pas su les trouver s'il y en a. De plus, il semble qu'ils n'ont pas compris comment gérer les différences de niveau ainsi que l'eau. En effet, si l'eau n'est pas drainée, cela engendre une pression supplémentaire à celle de la terre, ce qui fragilise les ouvrages de ce type.

Nous proposons plusieurs solutions :

La première et la plus radicale serait de démolir l'ensemble et de le reconstruire convenablement.

La deuxième, qui nous paraît plus adaptée, est de renforcer l'ouvrage. Dans ce cas, une possibilité serait de créer un mur de soutènement en gabion tout le long, dimensionné pour contenir l'effort. Il sera également nécessaire de drainer le bâtiment afin de réduire l'impact de l'eau sur les éléments structuraux.

Des conseils ont déjà été donnés sur place, mais nous pourrions fournir un descriptif détaillé au besoin.



Figure 30 - Mur de soutènement bâtiment de l'école de Basakhali 11/2017



Figure 29 - Mur de soutènement bâtiment de l'école de Basakhali - 11/2017

## Bâtiment R+1 construit par l'ANUVAM

Le relevé a été organisé avec Djunkumar Rai et Dsankaji Chetri, un enseignant de l'école. L'objectif était de les familiariser avec les méthodes de relevés de bâtiments, de dessin et d'observations des pathologies.



Figure 11 - Pignon bâtiment ANUVAM - Ecole de Basakhali- 28/10/2017



Figure 12 - Façade 1er étage côté cour - 28/10/2017

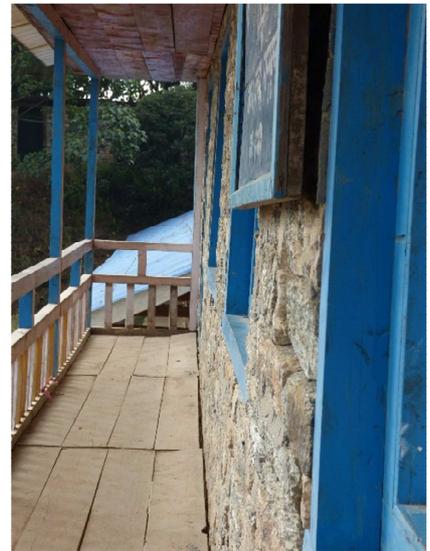


Figure 13 - Façade 1er étage côté cour 28/10/2017

### Observations :

Le pignon est fissuré (cf 1<sup>ère</sup> photo), ainsi que la façade sur cour (cf 2<sup>ème</sup> photo). On observe aussi que les murs en pierre se sont déformés, notamment le mur de façade côté cour (cf 3<sup>ème</sup> photo : les pierres ne sont plus au même nu que les menuiseries, elles ont « avancé » sous l'effet des sollicitations.

La charpente est en bon état suivant notre constat visuel.

Les fissures apparentes ne sont pas un problème en soit puisque c'est le mortier qui a rompu sous l'effet des sollicitations du tremblement de terre. Les pierres ont bougé de 1cm tout au plus sur ce type de fissures. Structurellement elles jouent encore leur rôle. En revanche les déformations plus importantes comme la sortie d'alignement sont plus dangereuses (cf photo 3). En effet en cas de nouveau séisme, elles représentent une faiblesse supplémentaire si bien que la déformation du bâtiment en serait accélérée.

Démolir précautionneusement le premier étage et le toit et les reconstruire en réutilisant les matériaux paraît être une solution pour éviter tout risque lié à un effondrement ou à de nouvelles sollicitations.

## BODU



Figure 14 - Chantier en cours - Ecole de Bodu - 28/10/2017



Figure 15 - Chantier en cours - Ecole de Bodu - 28/10/2017



Figure 16 - chantier en cours - Ecole de Bodu 28/10/2017

Le terrassement et la construction d'un mur de soutènement pour le nouveau bâtiment au même niveau que le bâtiment récent (cf Figure 13) sont en cours. Les travaux ont commencé le 25/10/2017.

Une association allemande finance ces travaux à hauteur de 18 000,00 dollars (information à vérifier). L'organisation à l'origine du financement du bâtiment de classes n'est pas clairement identifiée.

### Observations générales

Un débat a eu lieu au moment de la construction sur la localisation du nouveau bâtiment. Les associations locales ne souhaitent pas reconstruire au même endroit que le bâtiment initial se situant en bord de terrasse (cf figures 11 et 12) par peur d'un glissement de terrain.

Selon nous (CAPA), le terrassement peut potentiellement déstabiliser les terres si aucun renfort n'est prévu. De plus, le terrain en aval de l'ancien bâtiment n'avait subi aucun dommages (pas de glissement), bien que nous n'ayons pu observer plus précisément son état.

### Réunion avec les associations locales

Cette visite a été l'occasion d'une rencontre avec les associations locales : « Parents-teachers association » et le « School Management committee »

Un débat a eu lieu sur la question de la rémunération de la main d'œuvre. Les ouvriers ne souhaitent/ne peuvent pas travailler bénévolement. Une suggestion faite par Vincent a été de travailler sur l'utilisation de matériaux locaux (plutôt que ciment/béton) et une gestion efficace de ces matériaux pour faire des économies, comme levier possible pour rémunérer la main d'œuvre.

La demande actuelle est de 4 salles de classe, avec différents besoins explicités :

- Salle informatique
- Salle de librairie
- Salle pour les professeurs
- Salle de classe

À notre avis il y a un problème de cohérence entre le nombre d'élèves et de professeurs et leur projet de construction.

Selon nous, il est possible de repenser l'agencement des espaces demandés (1 salle pour 1 usage) pour optimiser les constructions et économiser. Par rapport au coût, il serait plus économique de faire plusieurs grandes salles que des petites.

**Informations sur l'enseignement de Bodu :**

Les élèves proviennent de 70 maisons environs dont 46 à Bodu et 24 à Lawale.  
 L'enseignement va de la classe 1 à 3 avec également une classe pour les enfants en bas âge.  
 Cela représente environ 80 enfants.

A notre avis il est nécessaire d'interroger plusieurs fois ou d'avoir un entretien avec la responsable de l'école pour obtenir les informations exactes sur la situation actuelle et leurs projets. Il ne semble pas recevoir d'aide du gouvernement pour cette école.

**THOLODUNGA**

**Visite de l'école**



Figure 17 - Mur de soutènement - Ecole de Tholodunga - 30/10/2017



Figure 18 - Mur de soutènement, Ecole de Tholodunga

Nous avons pu constater la reconstruction du mur de soutènement de l'école. Ce dernier est bien fait et semble stabiliser l'ensemble.



Figure 19 - Ecole de Tholodunga - 30/10/2017



Figure 20 - système d'évacuation des eaux - Ecole de Tholodunga

La reconstruction par l'association *Classroom in the clouds* a permis la mise en place d'un système de récupération et évacuation des eaux de pluie. Des robinets ont été mis en place devant chaque salle de classe, ainsi que des sanitaires de bonne qualité derrières les bâtiments. Il nous apparaît important d'identifier les techniciens qui ont travaillé sur cette rénovation car elle est très bien faite.

## SERVICES : RESEAU D'EAU ET PISTE ROUTIERE

### RESEAU D'EAU

Nous nous sommes déplacés sur place avec un ingénieur local. Nous avons pu visiter les trois réservoirs qui ont été construits et récupérer les documents ingénieurs de l'entreprise.

Globalement il s'agit d'un stockage d'eau dans des réservoirs qui récupèrent de l'eau depuis trois sources différentes.

Ces réservoirs ont une capacité de 5000L et la source alimente 12960L/24H. Un réservoir permet donc d'alimenter 13 familles soit 80 personnes avec 45L/personne environ. L'eau s'écoule par gravité en réduisant le diamètre des tubes d'alimentations suivant le relief et la distance. Le réseau principal est enterré à plus d'un mètre et chaque ligne secondaire est pontée sur la principale. Il y a un robinet en béton fabriqué pour chaque famille.

Le travail est de qualité et le projet ingénieur semble également viable puisque la pression est bonne et qu'il n'y a pas de mauvais retour. Nous ne connaissons pas le nombre exact de bénéficiaire, (il est indiqué sur les documents ingénieurs népalais). Mais nous avons pu constater qu'une bonne partie du village ne bénéficie pas de ce projet. Après discussion avec les ingénieurs responsables il semblerait que le débit des autres sources ne soit pas suffisant.

Ce projet a été financé par la Nepal Fondation et devrait être terminé en Mars 2018.



Figure 31 - Réseau d'eau - 12/2017

## PISTE ROUTIERE

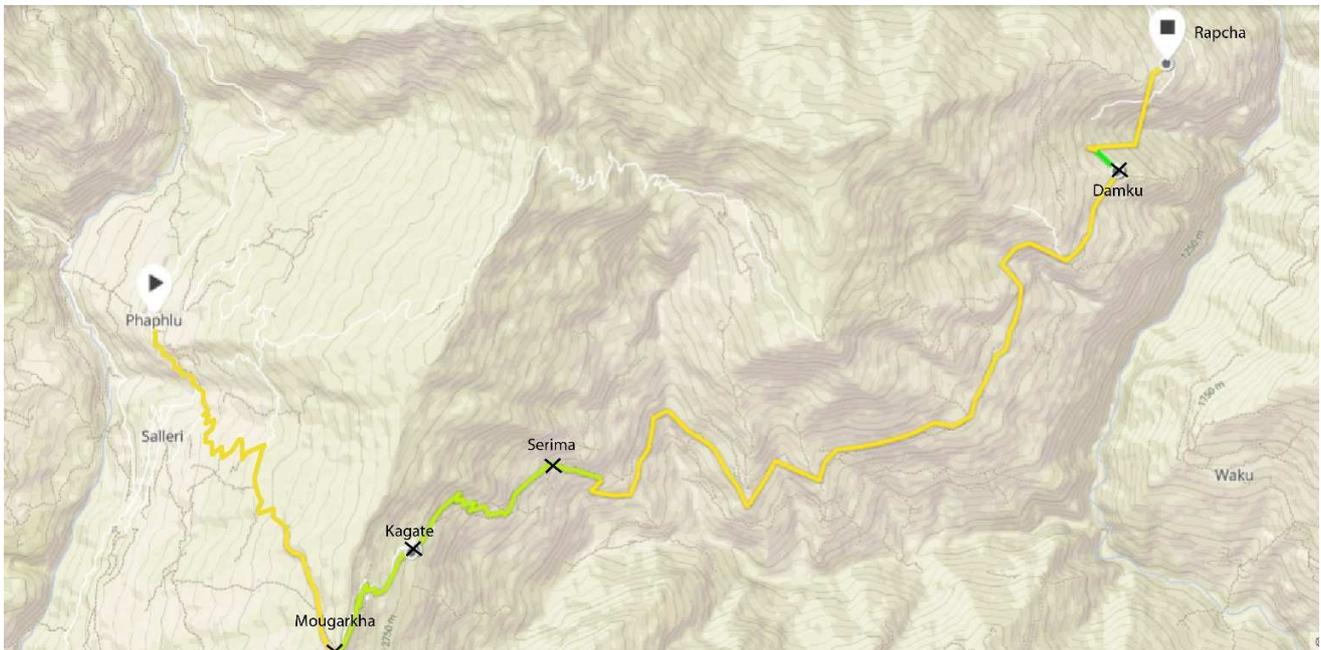


Figure 21 - Carte de la route entre Phaplu et Rapcha - CAPA

La piste va désormais de Phaplu jusqu'au village.

Distance : 25 km

Durée : 3h00 (en jeep)

Certaines parties sont aménagées, d'autres sont très difficiles à passer.

L'état de la piste se dégrade en période humide (Avril jusqu'à Septembre) si bien qu'elle peut devenir impraticable et instable.

Une jeep est sortie de route à l'arrivée du village depuis Damku. Le 22 Décembre 2017. Le conducteur était alcoolisé depuis la veille. Il n'y a eu que des blessés légers. La police s'est rendue sur place afin de mener une enquête.



Figure 32 - Photo de la jeep sortie de route - 12/2017

## FORMATION ET SENSIBILISATION

### MANUEL DE RECONSTRUCTION PARASISMIQUE



Figure 2233 - Réunion de travail avec l'équipe de la reconstruction - Ecole de Basakhali - 31/10/2017



Figure 23 - Réunion de travail avec l'équipe de la reconstruction - Ecole de Basakhali - 31/10/2017

#### Organisation d'une réunion de travail avec l'équipe travaillant sur la maison de Doma Laxmi Rai

La démarche a été tout d'abord d'expliquer et de discuter de la production du manuel comme d'un livre co-construit entre CAPA et les ouvriers.

Nous avons ensuite travaillé pour identifier les points de la construction parasismique qu'ils avaient retenus et compris. Cela a été l'occasion de leur demander de dessiner et d'évaluer leur niveau en termes de dessin technique. En dessinant nous-mêmes et en leur demandant de coter ces dessins par rapport aux mesures limites dont ils se souvenaient, nous avons pu constater leur niveau de compréhension.

Leur conception des plans est très intéressante puisque qu'afin de représenter l'ensemble de la maison il mélangent la vue en plan et la vue en coupe (cf figure 23). Il semble qu'ils comprennent la vue en perspective mais n'arrivent pas à la représenter.

Ces exercices vont nous permettre de proposer des dessins pertinents dans le manuel, de le structurer différemment pour qu'il réponde aux besoins que nous avons pu identifier. De retour sur place avec le manuel, nous proposerons une séance pour expliquer rapidement et simplement comment s'en servir à quelques personnes, qui pourront ensuite transmettre aux autres.

Lors de la construction de la maison de Manbir, nous avons continué à former les techniciens sur la représentation du bâti. Au-delà d'en tirer des informations pour éditer un manuel, cela leur permet d'apprendre les techniques de dessin. Il nous paraît primordiale qu'ils l'apprennent afin de pouvoir anticiper la construction. L'anticipation permet une meilleure organisation et donc de réduire les coûts. Cela permet également de préparer le bois en amont et donc de le faire sécher. L'objectif est de leur donner les « outils » et de l'information. C'est ensuite à eux de se saisir ce qui les intéresse.

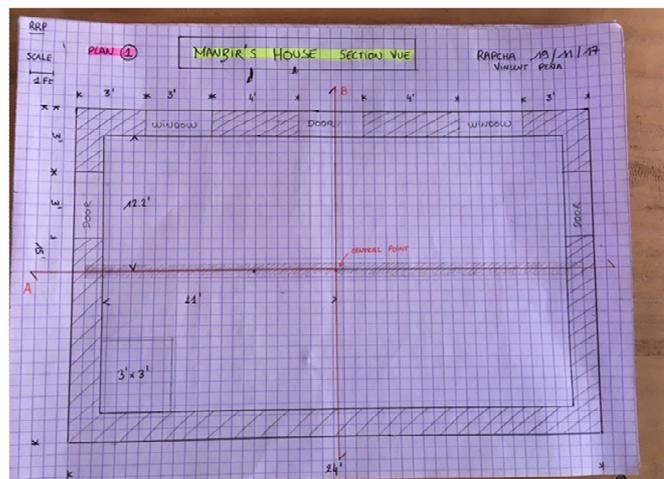


Figure 34 - Exemple de plan dessiné avec les ouvriers - 12/2017

## SENSIBILISATION CONSTRUCTION PARASISMIQUE DANS LES ECOLES



Figure 35 - Classe 10 - Ecole de Basakhali - 01/11/2017

L'idée proposée a été d'aborder l'architecture par le dessin et son utilité dans la construction. Elle est née du constat que ce n'était pas un outil utilisé sur place pour prévoir et organiser en amont un chantier. Cette pré-organisation serait selon nous un moyen d'économiser du temps de travail et des matériaux.

L'objectif du cours était de faire un état des lieux des savoirs des élèves autour de l'architecture, la construction, la vision dans l'espace, la géométrie. Cet état des lieux permettra de créer une série de cours pour la prochaine visite de Vincent sur place à propos de l'architecture, le dessin, les matériaux et les techniques parasismiques.

Nous avons donc pris contact avec les enseignants et le directeur de l'école à propos de ce projet.

Le cours donné à la classe 10 de l'école de Basa Kali s'est déroulé ainsi :

- Tout d'abord des échanges avec les élèves sur ce qu'est un architecte : son rôle dans la construction d'une maison, par rapport à celui qui veut construire, puis à ceux qui vont construire
- Des échanges sur ce qu'est l'architecture
- Des explications sur l'intérêt pour les documents techniques comme les plans, les élévations, la perspective dans la construction
- Des exercices pratiques et échanges sur les différents types de dessin techniques : dessin d'une maison en papier en plan, en élévation, en perspective
- Des exercices autour des méthodes de cotations et de leur intérêt dans la construction. Cet exercice s'est fini sur le dessin du plan de la classe, comprenant portes, fenêtres et cotations.

Nous pensons que le travail d'apprentissage sur la construction à l'école est un bon levier pour améliorer les constructions au village et aussi parce qu'il s'agit de connaissances intéressantes pour les élèves.

## AMELIORATION ET REPARATION DU BATI

### VISITES DU VILLAGE

Visites de Tholodunga, Lap, Bodu et Rapcha



Figure 25 - Maison avec balcon - Rapcha - 31/10/2017



Figure 2636 - Maison avec toiture traditionnelle bois - Tholodunga -

\*

Ces visites des différentes parties du village nous ont permis de mieux comprendre les typologies de maisons construites sur place. Nous avons pu constater comment certaines techniques locales sont peu à peu remplacées pour des questions de coût et de temps, comme notamment les toitures bois (tavaillon). Ces toitures ont certains avantages, notamment le fait être plus isolante que la tôle, et plus lourde, permettant de lester la structure parasismique en bois. L'accès facilité à la tôle, sa rapidité de mise en place et les difficultés de gestion du bois expliquent ce remplacement de la technique.

La tôle remplace aussi progressivement les pignons des façades, ce qui les rend moins dangereux, cette partie de la façade pierre étant la plus fragile en cas séisme. (cf figure 20). Elle est aussi utilisée pour les sous-faces de toiture (cf figure 20 et 19), étant plus simple à mettre en place que cette technique plus traditionnelle (figure 19).

L'utilisation de ces nouveaux matériaux est vraie en particulier pour les maisons construites en haut de Rapcha, maisons reconstruites après le tremblement de terre, par des familles habitant le bas de la vallée. et craignant une nouvelle catastrophe.

La technique parasismique en bois proposée dans le cadre du Rapcha Rebuilding Project semble être bien comprise est appréhendée par les habitants. Selon nous, cela est entre autres dû au fait que la technique est utilisée sur place au moins partiellement. On peut observer la mise en place de bois sur le mur dans toute sa longueur pour la mise en place du plancher. De même, certaines maisons ont des bandes intermédiaires, comme on peut le voir sur la figure 27.

D'autres techniques de reconstruction sont utilisées, notamment la construction de petites maisons/abris en tôles sur une structure bois (cf figure 28). Il nous paraît nécessaire d'alerter sur le besoin de contreventement(s) de ces structures (nous n'avons pu savoir si celle en photo était terminée ou toujours en cours), pour éviter la déformation et l'arrachement en cas de sollicitations.

Une autre amélioration possible est celle du renforcement des charpentes. La mise en œuvre d'un entrain sur les charpentes existantes et de renforts transversaux permettraient de trianguler la charpente et de la bloquer dans les deux directions (cf explication charpente).



Figure 2737 - Trace de bande sismique - Rapcha - 31/10/2017



Figure 29 - Structure bois pour maison en tôles - Rapcha 31/10/2017

## RELEVES FOUR EN TERRE



Figure 3038 - évacuation fumée lodge RapchaView - 01/11/2017



Figure 31 - Four en terre lodge RapchaView - 01/11/2017

Nous avons constaté un dysfonctionnement du four du lodge *RapchaView* : la fumée s'évacue dans la maison. Un relevé des dimensions et de la géométrie du four a été fait. La fumée semble ne pas s'évacuer correctement car le conduit à l'extérieur de la maison n'est pas placé assez haut. De plus, de notre point de vue les techniciens manquent d'informations à ce sujet. Nous proposons dans la page suivante des informations pour une conception plus efficace de ces fours en terre.

## INFORMATIONS CONCERNANT LA CONCEPTION DE CONDUITS DE FUMÉE

*Ces Informations sont tirées de site professionnels français. Nous les communiquons ici pour poser les bases de ce que pourrait être un projet d'amélioration des fours en terre.*

Différents paramètres interviennent dans la vitesse des gaz, parmi lesquels les quatre principaux sont :

- Hauteur du conduit : Celui-ci est pris entre la souche (sortie des gaz à l'extérieur) et la sortie de l'avaloir
- Section du conduit (S2)
- Section des ouvertures de la pièce vers l'extérieur (Si) ou arrivée d'air frais.
- Température des gaz dans le conduit.

L'air chaud créé par la combustion du feu pénètre dans le conduit. Il est continuellement évacué et renouvelé par le seul fait que sa densité soit inférieure à la densité de l'air extérieur. C'est le principe de fonctionnement d'un conduit de fumée.

### Conduit de fumée et tirage

Le conduit de fumée assure le tirage de la cheminée (vitesse d'aspiration des gaz brûlés). Le tirage sera fonction de la section et de la hauteur du conduit. Le conduit fonctionne comme une pompe ne comportant ni moteur ni hélice. Il utilise le principe selon lequel les gaz intérieurs au conduit sont moins denses que les gaz extérieurs à la maison. Plus ce gaz est chaud (donc léger) plus le conduit de fumée évacue facilement.

Il est en général préférable d'avoir un petit conduit de grande hauteur plutôt qu'un grand conduit de faible hauteur. En effet, dans ce cas la vitesse des gaz chauds est supérieure, ce qui rend la cheminée moins sensible aux conditions atmosphériques. En revanche, l'encrassement des conduits sera plus rapide et les ramonages devront être plus fréquents. Attention aux conduits trop courts. La hauteur de 3,50 m à 4 m est un minimum pour un conduit de cheminée à feu ouvert. Si la hauteur est insuffisante il est possible de gagner 50 cm en surélevant la souche.

### Prise d'air frais

Les arrivées d'air constituent un paramètre très important pour le bon fonctionnement de la cheminée. La surface totale de ces arrivées d'air frais intervient au même titre que la section du conduit. Prenons l'exemple d'une cheminée ayant un conduit de fumée d'une section de 20 x 20 cm et d'une hauteur de 6 m. Prenons comme hypothèse que la section d'air frais est égale à celle du conduit de fumée. Avec une température de 550° à la sortie du foyer, on a une vitesse des gaz à l'intérieur du conduit de 4,50 correspondant à un débit de 180 l/s à l'intérieur du conduit. Ce débit correspond à celui des gaz qui quittent la pièce. Il est relativement important, car à ce rythme la cheminée consomme 65 m<sup>3</sup> en 6 min soit le volume total d'air de la pièce. Sans arrivée d'air frais, la cheminée ne pourrait plus tirer au bout de 6 min. Ce qui compte pour un tirage efficace, ce n'est pas la valeur absolue de la section de la prise d'air mais le rapport de cette section à celle du conduit de fumée. Plus celui-ci est grand, plus la prise d'air devra être importante.  $S1/S2 = 1$

Pour que le tirage soit efficace, il faut que le rapport  $S1/S2$  (section de la prise d'air extérieure sur la section du conduit de fumée), soit de l'ordre de 1. C'est le rapport optimal où le débit passant par la cheminée est égal à 80 % du débit maximum possible. Si ce rapport est égal à 1/4 il est insuffisant, car le débit passant dans la cheminée est réduit à 40% du débit maximal. Si l'on constate une amélioration du tirage lorsqu'une fenêtre est entrouverte, c'est que les dimensions des arrivées d'air frais sont insuffisantes.

### Emplacement de la prise d'air frais

L'ouverture de la prise d'air extérieure doit se trouver du côté surpressionnaire, ce qui permettra d'aviver le foyer tout en contribuant à l'amélioration du tirage. Si la prise d'air se trouvait placée dans la zone dépressionnaire, une inversion du tirage pourrait se produire. S'il s'avère impossible de puiser l'air à l'extérieur (quelle qu'en soit la cause), il pourra être prélevé soit dans un vide sanitaire, soit dans un sous-sol ventilé, à condition bien évidemment que ce dernier ne serve ni de garage ni d'entrepôt pour des produits inflammables.

### Les vents dominants

En règle générale la souche se place sur le versant de toiture situé sous le vent. En effet, le versant au vent est en surpression tandis que le versant sous le vent est en dépression, ce qui favorise le tirage. Le problème des vents dominants reste cependant un problème difficile à maîtriser. En effet, toutes les régions n'ont pas la chance d'avoir un seul vent dominant. La plupart des régions en ont deux, parfois trois.



### **Direction des vents**

La direction principale des vents ainsi que leurs forces moyennes selon les saisons ont été déterminées par l'Office national météorologique. Celui-ci s'est fondé sur des observations rapprochées poursuivies depuis plusieurs années dans ses 21 stations régionales. Les conditions topographiques locales peuvent évidemment modifier les prévisions générales. Des élévations ou des dépressions de terrain ainsi que des zones boisées sont souvent la cause de variations importantes. Dans tous les cas, il est important de se renseigner auprès des habitants du lieu de la construction. La position du faîtage qui favorise un bon tirage est celle perpendiculaire à la direction des vents dominants.

### **Emplacement de la souche**

Après le franchissement du faîtage de la maison, il se produit une zone dépressionnaire à l'intérieur de laquelle sera placé le conduit de fumée. Les gaz de combustion auront une dispersion plus facile dans l'atmosphère. Les turbulences s'avèreraient gênantes pour la dispersion des gaz si la souche était située dans la zone de surpression. En cas de vent violent les gaz risquent d'être refoulés dans le conduit.

## CONCLUSION ET AVENIR DU PROJET

Voici quelques points de conclusions et observations annexes.

### CONCLUSIONS

#### Projet de reconstruction habitat

- La construction des six maisons prévues dans le programme est presque achevée à l'exception du cas de la maison de Janak.
- La même équipe de techniciens a participé aux 5 maisons. Les techniques constructives ont ainsi pu évoluer et être assimilées par les techniciens. Trois leaders sont formés sur la structure et ont compris le principe. Plusieurs jeunes se sont intéressés aux projets y compris en dehors de l'équipe. La présence récurrente sur place a permis au projet de prendre petit à petit sa place dans le village.
- Nous avons pu évaluer de manière précise les blocages à la reconstruction et identifier pourquoi certaines constructions ne sont pas pérennes. Cela permettra d'alimenter le village en informations ainsi que le support pédagogique pour l'avenir.
- Une présence cumulée de 5 mois sur place nous a permis de mieux comprendre la vie locale. Elle nous a permis de tirer un retour d'expérience sur l'apprentissage, la pédagogie, les interactions sociales, les moyens mais aussi plus généralement sur la culture. Il s'agit selon nous d'un atout pour l'avenir des projets d'ANUVAM. Il peut être intéressant d'envisager à l'avenir une forme de présence sur site plus adaptée à l'évolution rapide qui est en cours. Un suivi en continu d'un chantier ne nous semble plus nécessaire.
- Le cas de Janak (la dernière maison à construire dans le cadre du projet RRP) a fait l'objet de plusieurs discussions, car le propriétaire souffre d'alcoolisme et est difficilement gérable. Il cause des troubles dans le village et est potentiellement « dangereux » pour sa famille. Nous avons volontairement insisté pour que ce cas soit réglé avant le départ de Vincent Pena. Une dernière réunion qui a duré quatre heures a eu lieu où ont été présentes une quinzaine de personnes dont le concerné.  
La conclusion est que la communauté va s'occuper de fournir un terrain et d'approvisionner en pierre et bois. Asherman Magar engage sa responsabilité sur ce cas particulier afin que nous puissions terminer le projet. La communauté a proposé de faire un contrat avec Janak : s'il améliore son comportement et arrête de consommer de l'alcool, il obtiendra la propriété de la maison.  
En tout état de cause, nous invitons les personnes qui se rendent sur place à insister sur ce point et vérifier l'avancement. Le cas échéant, nous pensons qu'il sera préférable de rediriger l'aide vers une des autres familles enregistrées.

#### Manuel de reconstruction parasismique

- La séance de travail avec les techniciens locaux et les observations faites dans le cadre de chaque mission nous ont permis de recueillir des informations pour faire évoluer le manuel précédemment produit. Les discussions et le travail autour du dessin nous ont permis notamment d'identifier les types de représentation compris par les techniciens.  
L'objectif est donc de produire un document à destination des techniciens du bâtiment pour rappeler et mettre en évidence les bonnes pratiques de construction à la fois parasismiques et en règle générale.
- Les questions de planification et d'anticipation nous semblent aussi centrales pour réduire le coût des constructions parasismiques et ainsi lever les freins d'utilisation de ces techniques liés à ce surcoût. Le travail sur place de Vincent Pena a permis de commencer à faire évoluer les mentalités dans ce sens mais il serait selon nous intéressant de poursuivre le travail, si possible à travers le manuel.
- La prise en main du manuel devrait selon nous être accompagnée et faire l'objet d'au moins une séance de travail réunissant les techniciens et une personne capable de l'expliquer.

## Conditions de vie locales

- L'alcoolisme touche beaucoup de personnes au village y compris chez les plus jeunes. Nous pensons qu'avec l'arrivée de la piste et de la modernisation qui l'accompagne, ce fléau va continuer de prendre de l'importance. Pour le moment il n'y a pas de drogue dans cette zone mais cela risque de changer.
- Nous avons pu observer lors des cours dispensés à l'école de Basakhali des différences entre les élèves masculins et féminins. Notamment nous avons constaté dans un de ces cours que les élèves masculins semblaient plus à l'aise à l'oral que les élèves féminins. Dans un autre cours, garçons et filles étaient séparés de part et d'autre de la salle.
- Lors de la préparation du projet, l'association ANUVAM a laissé le choix aux locaux de choisir les bénéficiaires du programme par souci de non-ingérence. De fait, les responsables ont dû rendre des comptes aux personnes n'en bénéficiant pas. Même s'il est préférable de consulter les locaux pour de telles décisions, car c'est bien leur point de vue qui est le plus proche de la réalité, peut-être est-il plus judicieux d'établir publiquement que ce choix vient de l'association internationale pour éviter les déconvenues. Cela permettrait également de faciliter l'avancée des projets.
- Lors d'un entretien avec le chef du village Asherman Magar, il nous a fait part de la situation difficile dans laquelle se trouvent 18 familles. L'ensemble de ces maisons ont été visité avec Asherman Magar, Jase Rai et Vincent Pena. Un relevé de leur situation a été fait et il sera transmis dans un rapport séparé.
- Lors de la présence de Vincent Pena sur place, ce dernier a pu enregistrer comme cité précédemment 18 familles en difficultés. Des fiches par famille seront élaborées en anglais pour le FEILSS de manière à les distribuer aux ONG qui travaillent dans la zone, mais aussi et principalement à la communauté pour qu'ils puissent suivre ces personnes. Parmi ces familles, il y a des jeunes familles en difficultés, des personnes souffrant de lourds handicaps ainsi que des personnes âgées. Leurs conditions de vie ne sont pas bonnes et la situation risque d'empirer. Ces fiches seront établies et envoyées à l'association ANUVAM également.

## ANNEXES

### Projet Reborn

CAPA continue sa collaboration avec l'IUT de La Rochelle. L'équipe est très motivée et plus d'une quinzaine de personnes sont mobilisées pour améliorer le contenu de nos analyses. Des tests et analyses sont en cours sur des échantillons de bois, de terre et sur le DOT.

L'IUT travaille actuellement sur un support vidéo avec notre aide afin qu'il soit cohérent avec le manuel que nous allons éditer. Contrairement aux premières idées sur le support vidéo, où nous craignons une mauvaise interprétation, le travail effectué actuellement rejoint parfaitement la pédagogie que nous avons mise en place. Nous allons essayer de nous rapprocher de l'apprentissage local par le biais du mimétisme grâce à un support vidéo montrant des exemples de mise en œuvre.

Bien entendu nous serions heureux de pouvoir compter sur l'avis d'ANUVAM. Une mission sur place doit être organisée fin Avril 2018 afin de dispenser une formation vidéo et une formation sur le manuel édité.

### Documents en annexes

- Les relevés du premier étage de l'école de Basakhali sont disponibles en annexe de ce document écrit. Ils contiennent des plans côtés réutilisables par les techniciens en cas de déconstruction/reconstruction de l'étage. Un quantitatif sommaire des matériaux principaux (pierre, différentes sections de bois relevés sur place) est également disponible pour servir éventuellement de base à un calcul de coût de la reconstruction.
- Les documents d'avant-projet de l'école de Bodu sont mis à disposition dans un dossier différent. Il reprend le programme sur lequel est basé cet avant-projet, les partenaires ainsi que les précautions à prendre dans la lecture de ces documents et les évolutions à apporter avant une potentielle réalisation. Il contient donc des documents techniques (plans, coupes), perspectives intérieures et extérieures, un quantitatif de matériaux permettant une première estimation du budget et un planning prévisionnel.

Encore une fois, Merci à tous pour votre confiance. En espérant que tout ce travail permette aux bénéficiaires d'améliorer leurs conditions de vie et leur futur.

L'équipe CAPA.



## RAPCHA REBUILDING PROJECT

### Relevé R+1 – Ecole de Basakhali

Ce dossier contient les plans côtés en pouces du niveau R+1 du bâtiment de l'école de Basakhali à Rapcha, Népal, construit par l'ANUVAM.

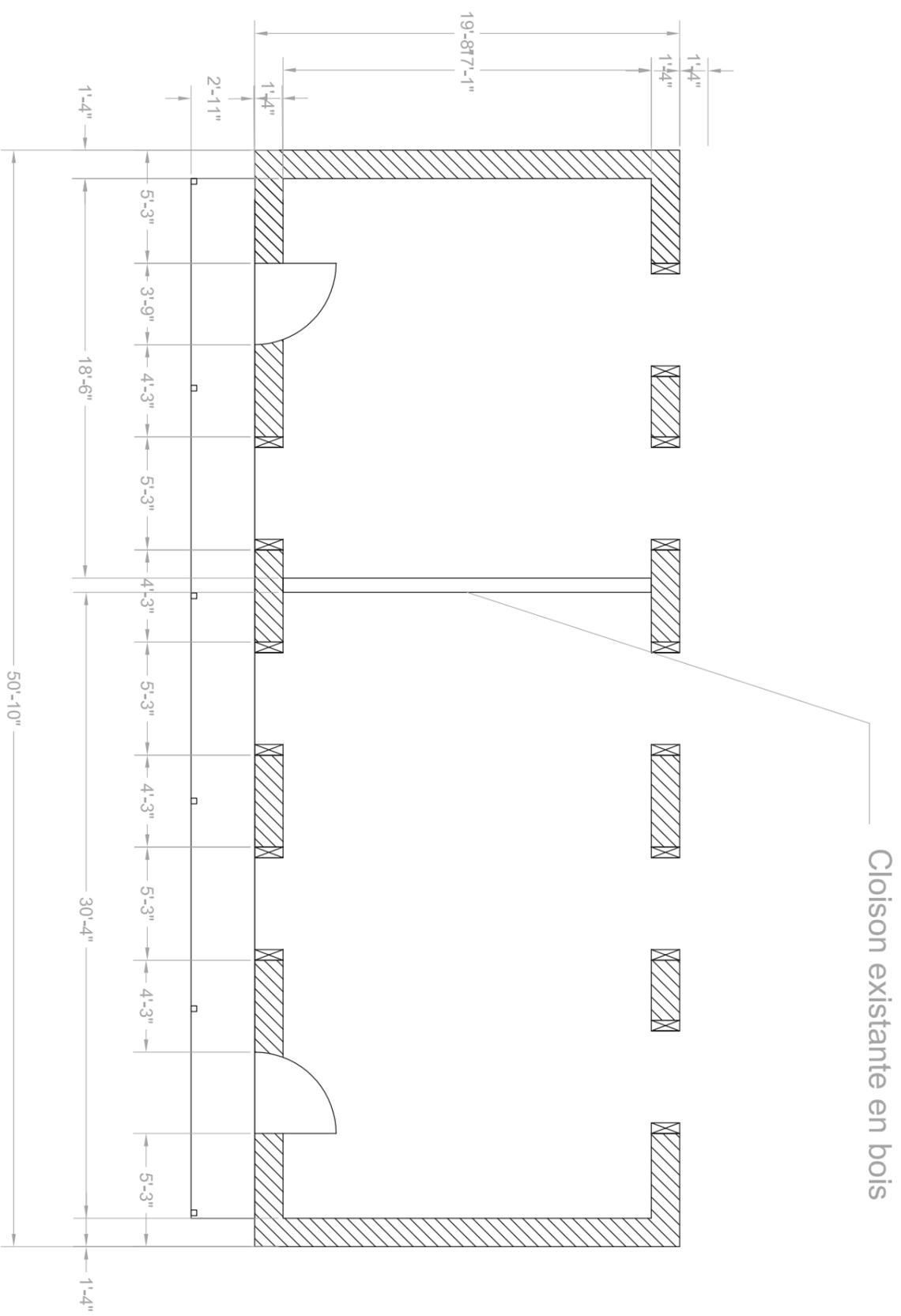
Ces relevés ont été réalisés dans le cas où une démolition / reconstruction serait envisagée suite à l'endommagement de l'école par les séismes d'avril 2014.

Ce relevé a été réalisé au mois d'octobre 2017 par Julie Klein pour CAPA, Djunkumar Rai et Dsankaji Chetri. Il a été l'occasion de familiariser des techniciens locaux aux méthodes de relevés, d'observations et de dessins de bâtiment (Cf rapport final mission octobre/décembre 2017 - CAPA).

Un quantitatif de matériaux reprenant entre autres les sections de bois existantes est disponibles ci-dessous.

#### Ecole de BasaKhali - Rapcha - Népal

Estimation des matériaux			
	Unité	Dimensions	Quantité
<b>Pierre</b>			
Murs	m <sup>3</sup>		44,72
<b>Bois</b>			
Poutre plancher	mL	Diamètre 5"	72,8
Poteau coursive	mL	4" x 4"	16,8
Charpente	mL	4" x 5"	110,4
Portes	U	3'9"x6'7"ht	2
Fenêtres	U	5'3"x4'3"ht	8
Contreplaqué sous-face charpente	m <sup>2</sup>		76,4



13/01/2018

Relevé - Plan R+1

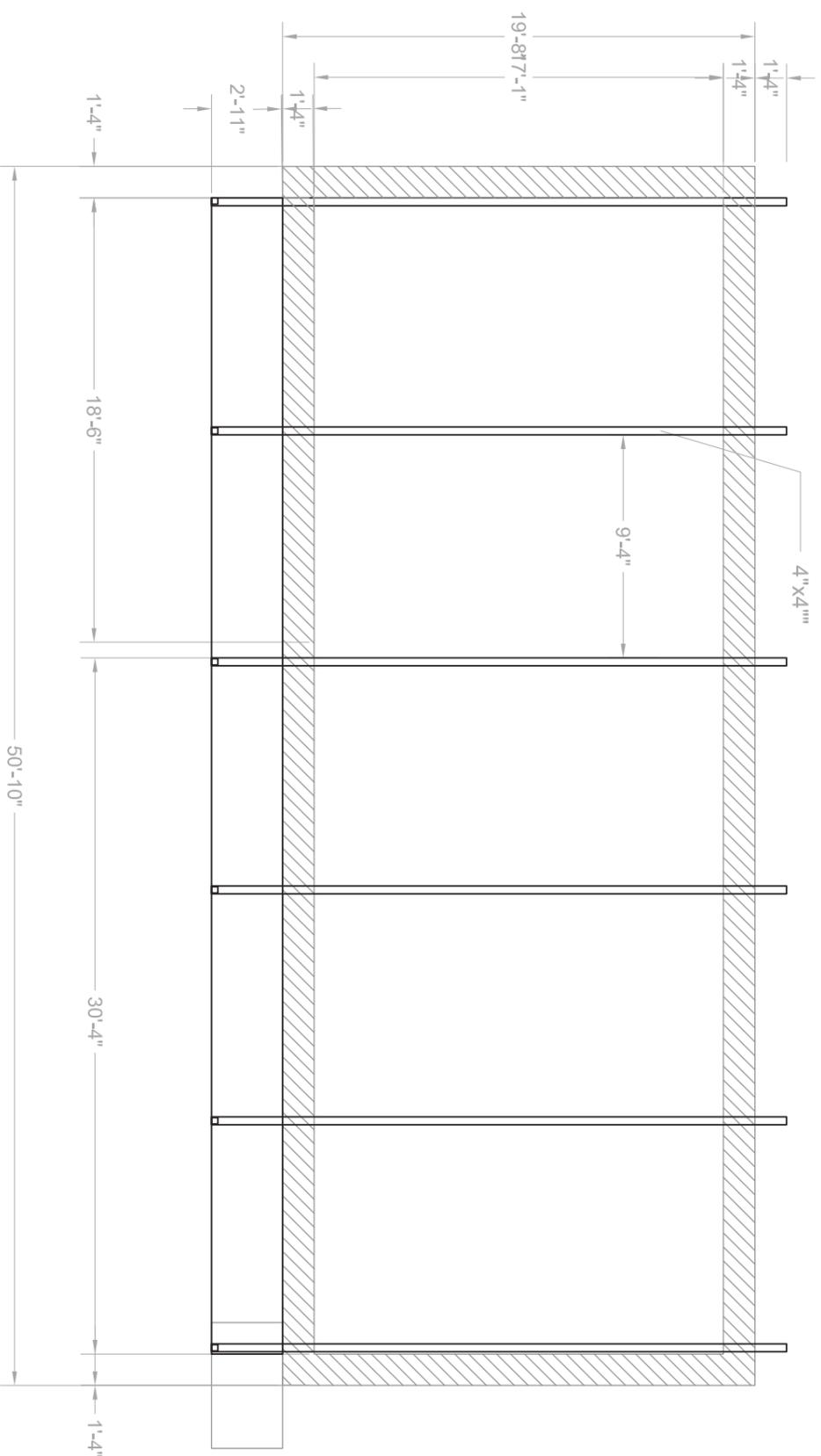
Echelle : 1/200e

RRP

Relevé Ecole Basakhali - Rapcha - Népal

Dessinateur : J.K.





13/01/2018

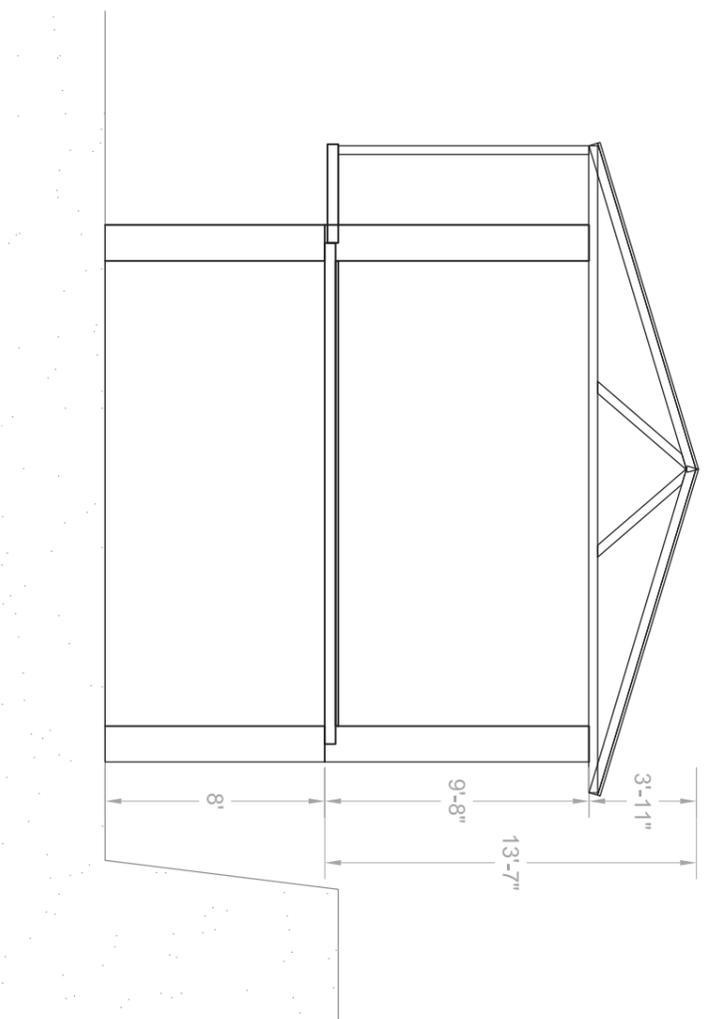
Relevé - Plan structure toiture

Echelle : 1/200e

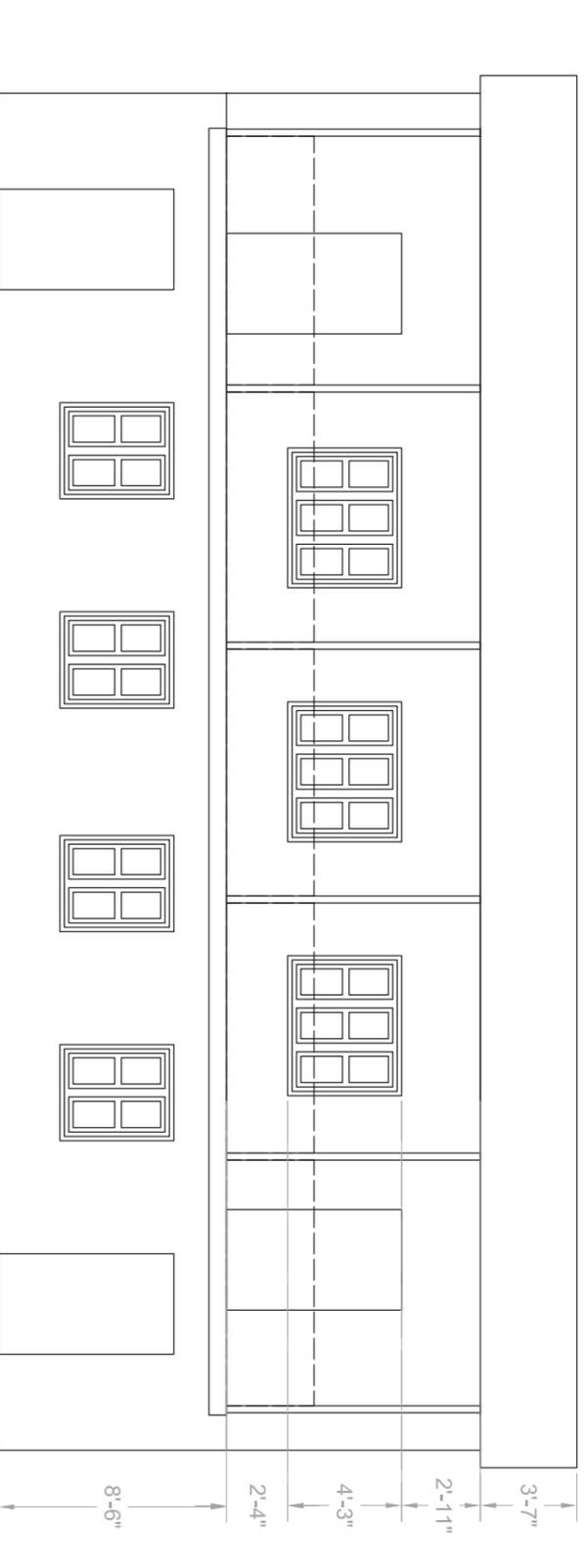
RRP

Relevé Ecole Basakhali - Rapcha - Népal

Dessinateur : J.K.



Coupe transversale



Élévation côté cour

13/01/2018

Relevé - Coupe AA et Elévation

Echelle : 1/200e

RRP

Relevé Ecole Basakhali - Rapcha - Népal

Dessinateur : J.K.