



HAL
open science

Construction d'un lodge communautaire à Khopra au Népal

Jules Guérin, Olivier Le Gall

► **To cite this version:**

Jules Guérin, Olivier Le Gall. Construction d'un lodge communautaire à Khopra au Népal. Architecture, aménagement de l'espace. 2016. dumas-02076730

HAL Id: dumas-02076730

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02076730v1>

Submitted on 22 Mar 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE GRENOBLE

Mémoire du
Diplôme de Spécialisation et d'Approfondissement – Architecture de Terre
Mention Patrimoine
DSA-Terre 2014 – 2016

Construction d'un lodge communautaire à Khopra au Népal



JULES GUERIN
OLIVIER LE GALL

Architectes

Septembre 2016

Ministère de la Culture et de la Communication
Direction générale des patrimoines

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE GRENOBLE
BP 2636 - 60, avenue de Constantine - 38036 GRENOBLE Cedex 2

Diplôme de Spécialisation et d'Approfondissement,
Architecture de Terre

Mention Patrimoine
DSA-Terre 2014-2016

Mémoire de DSA

Construction d'un lodge communautaire à Khopra au Népal

**JULES GUERIN
OLIVIER LE GALL**

Architectes

Soutenance : Grenoble, septembre 2016

Directeur d'études :

Olivier Moles,
Expert en Ingénierie de Développement Local, T.S. génie civil, CEAA-Terre, chargé de recherche, CRATerre - ENSAG

Enseignants à l'ENSAG et équipe pédagogique du DSA-Terre :

Garnier Philippe
architecte DPLG, CEAA-Terre, chargé de recherche, CRATerre-ENSAG, enseignant associé à l'ENSAG

Misse Arnaud,
architecte DPLG, CEAA-Terre, chargé de recherche, CRATerre-ENSAG

Douline Alexandre,
T.S. génie civil, CEAA-Terre, consultant pour Misereor

RÉSUMÉ DU PROJET

En octobre 2015, l'association La Croisée des Mondes s'est rapprochée de l'organisation népalaise d'éco-tourisme, l'Annapurna Dhaulagiri Community Eco-Tourism Development and Promotion Organization, engagée depuis plusieurs années dans la promotion d'un chemin de randonnée situé dans l'Aire de conservation de l'Annapurna. De cette rencontre est née l'idée d'une collaboration pour créer un lodge (refuge de montagne) communautaire sur le site de Khopra dont les revenus puissent à terme aider au développement des communautés liées à l'Annapurna Dhaulagiri Community Eco Trek.

PROJECT SUMMARY

In October 2015, the French association « La Croisée des Mondes » joined forces with the Annapurna Dhaulagiri Community Eco-Tourism Development and Promotion Organization. For many years this organisation has been committed to promoting a hiking path located in the Annapurna conservation area. From that meeting stems the wish to collaborate in order to create a community lodge (mountain hut) located in Khopra where the income could help the development of communities' linked to the Annapurna Dhaulagiri Community Eco Trek.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce projet et qui nous ont aidés lors de la rédaction de ce mémoire de DSA (Diplôme de Spécialisation et d'Approfondissement – Architecture de Terre).

Tout d'abord, nous adressons nos chaleureux remerciements aux habitants du village de Nangi et de Paudwar et plus particulièrement à Mahabir Pun, Chitra Pun, Tek Pun et Himlal Pun pour nous avoir si gentiment accueilli et accompagné durant les deux visites de terrain réalisées en novembre 2015 et avril 2016.

Nous tenons à exprimer notre plus grande gratitude à Bertrand Péré, l'investigateur du projet, sans qui tout cela n'aurait jamais existé. Grâce à sa confiance, sa franchise et sa persévérance nous avons pu entreprendre ce que nous n'aurions pu imaginer. Nous espérons pouvoir continuer à être à la hauteur de ce projet.

Nous tenons à remercier vivement notre directeur de mémoire Olivier Moles pour sa disponibilité, ses pertinents et précieux conseils, sa grande ouverture d'esprit et sa perpétuelle bonne humeur.

Nous remercions également toutes les personnes qui nous ont conseillés et relu lors de la rédaction de ce mémoire : les enseignants et l'équipe pédagogique du DSA-Terre de l'ENSAG, nos familles et nos camarades du DSA terre.

Enfin, nous exprimons nos plus sincères remerciements à nos deux compagnes Hélène et Julia qui nous ont entourés tout au long de ce travail. Elles ont su nous prodiguer tout leur amour particulièrement nécessaire dans les moments de doutes et de remise en question du projet. Pour leur écoute attentive et leur indéfectible soutien, nous leur en sommes infiniment reconnaissants.

AVANT PROPOS

L'amorce d'un projet de construction contient toujours beaucoup d'interrogations et d'expectatives. Il y a toujours plus de questions que de réponses. Les objectifs sont flous, les choix multiples, l'organisation incertaine. C'est le désir de contribution et d'implication, et la promesse de belles rencontres, de découvertes, de partage et d'enrichissement qui poussent à aller de l'avant.

Construire un refuge communautaire au cœur des montagnes himalayennes présente en effet de multiples défis, et de nombreuses problématiques doivent être considérées. Que veut dire concevoir une infrastructure touristique au Népal, ce pays emblématique pour tout amoureux des grands espaces, de défis sportifs et d'exotisme culturel ? Comment concilier savoir parasismique et culture constructive locale suite au tremblement de terre de 2015 ? Comment réaliser une infrastructure touristique dont les retombées bénéficient vraiment aux populations locales ? Quels dispositifs techniques adoptés pour créer un bâtiment offrant un réel confort de chaleur dans ces montagnes exposées à la rigueur du froid ? Telles sont quelques-unes des interrogations qui ont guidé l'association française La Croisée Des Mondes (LCDM) et l'organisation népalaise l'Annapurna Dhaulagiri Community Eco Tourism Development and Promotion Organization dans la réalisation du nouveau lodge communautaire de Khopra.

Situé sur le parcours de l'Annapurna Dhaulagiri Community Eco (ADCE) Trek, un itinéraire de randonnée géré par deux comités villageois de culture magar, ce projet s'inscrit dans une dynamique de développement touristique communautaire. Deux voyages d'étude ont été entrepris en novembre 2015 et avril 2016 par les membres de LCDM pour appréhender le contexte d'intervention, rencontrer l'ensemble des acteurs du projet, et comprendre les interactions qui unissent les populations locales à leur territoire. Une attention particulière s'est portée sur l'identification des intelligences constructives vernaculaires et des pratiques et identités culturelles locales.

Ce mémoire de DSA (Diplôme de Spécialisation et d'Approfondissement – Architecture de Terre) décrit l'état de ces recherches ainsi que les principes architecturaux envisagés pour répondre aux intentions et critères définis par les acteurs du projet. La première partie de cette étude se consacre à dresser le portrait du contexte d'intervention : présentation des partenaires impliqués, des enjeux, des objectifs et de la méthodologie de travail. Ensuite, le lecteur est invité à découvrir l'histoire et les attraits de l'ADCE Trek. Puis, les spécificités du patrimoine et des cultures constructives locales sont identifiées. Enfin la dernière partie rend compte des intentions architecturales proposées pour la construction du nouveau lodge communautaire à Khopra.

SOMMAIRE

Partie 1: Le contexte du projet	15
1.1 Acteurs, origines et objectifs du projet	16
Les partenaires du projet	16
Origine du projet	18
Objectifs du projet	19
1.2 Etats des lieux et problématique du contexte d'intervention	20
Un pays de montagne	20
Une mosaïque multiculturelle	22
Vers un tourisme responsable	23
Le confort thermique	25
Les risques et aléas naturels	27
La reconstruction suite au tremblement de terre d'avril 2015	29
1.3 Méthodologie de travail	32
Les critères de conception	32
Phasage du projet	35
Partie 2: L'Annapurna Dhaulagiri Community Eco Trek	41
2.1 A travers montagnes et collines	42
Les différents étages écologiques	42
Des sites naturels remarquables	44
2.2 Le peuple et la culture Magar	45
Les magars	45
Vie quotidienne et activités locales	46

2.3 Naissance et essor de l'Annapurna Dhaulagiri Community Eco Trek	48		
Caractéristique de ce trek communautaire	48		
Histoire de ce trek communautaire	49		
Une gestion communautaire	50		
Un trek en plein essor	52		
Partie 3: Patrimoine et cultures constructives locales	55		
3.1 Habitats et implantation humaine	56		
Implantation humaine et étages écologiques	56		
Le village magar de Paudwar	57		
3.2 Typologie et usage de la maison magar	59		
Forme et typologie de l'habitat	59		
Distribution spatiale, usage et mobilier	61		
Evolution de l'habitat magar	63		
3.3 Principes constructifs de la maison magar	64		
Caractéristiques constructives	64		
Mesures de protection contre les intempéries	67		
Dispositifs et systèmes parasismiques	68		
Finitions et détails	70		
3.4 Matériaux et filières constructives	72		
La pierre	72		
Le bois	74		
La terre	77		
3.5 Acteurs et processus constructif	78		
Maçons et charpentiers	78		
Outillages	78		
Organisation d'un chantier de construction	79		
		Partie 4: Le nouveau Lodge communautaire de Khopra	81
		4.1 Le site d'implantation du projet	82
		Présentation du site	82
		Risques et aléas naturels	84
		Caractéristiques climatiques	85
		La question foncière	86
		4.2 Conception et principes architecturaux	87
		Le nouveau lodge de Khopra	87
		Adaptation des savoirs vernaculaires	90
		Dispositifs parasismiques	92
		Mesures contre les dégradations climatique	95
		Principes bioclimatiques	97
		Actions environnementales	100
		Confort, usage et entretien	101
		4.3 Gestion et suivi du chantier	103
		Description et estimation budgétaire	103
		Calendrier de construction et phasage du chantier	103
		Approvisionnement et logistique	104
		Participation communautaire et organisation de la main d'œuvre	106
		Formation et échange des savoirs	106
		Supervision du chantier	109
		Conclusion	111
		Bibliographie	112
		Annexe	115



Partie 1: Le contexte du projet

Avant d'entrer plus en profondeur dans la présentation du projet touristique de l'Annapurna Dhaulagiri Community Eco Trek, et avant d'étudier les spécificités qui caractérisent la culture constructive locale, il est nécessaire de décrire l'environnement humain, physique et méthodologique dans lequel ce projet s'inscrit. Cette démarche a pour but de présenter les protagonistes, la genèse et les objectifs visés par le projet ; de dresser un état des lieux du contexte d'intervention en soulignant les enjeux et les problématiques auxquelles ce nouvel équipement communautaire devra répondre et faire face ; et enfin d'expliquer les critères qui guideront la conception architecturale et technique et la méthodologie de travail mis en place avec les partenaires.

Acteurs, origines et objectifs du projet 1.1

Pour comprendre le contexte dans lequel ce projet de construction d'un lodge communautaire va se dérouler, il faut d'abord s'interroger sur la pertinence d'une telle entreprise et vérifier l'adéquation des besoins et attentes des parties prenantes avec les objectifs à atteindre et les moyens disponibles. Pour cela un certain nombre de questions peuvent être posées : quelles sont les ressources humaines, financières et matérielles à disposition ? Comment ce projet a-t-il été initié ? Répond-t-il à un réel besoin exprimé par la communauté bénéficiaire ? Quel est l'objectif final visé par celui-ci ?

Les partenaires du projet

Ce projet de construction d'un lodge communautaire au Népal est le fruit de la rencontre entre Bertrand Péré, médecin français baroudeur, fondateur de l'association LCDM, avec Mahabir Pun, personnalité népalaise entreprenante et reconnue. Leur engagement commun en faveur d'un tourisme raisonné et solidaire a permis de poser les bases d'un partenariat avec les communautés locales de Nangi et de Paudwar. Cet ambitieux projet ne pourrait voir le jour sans l'implication et la participation engagée de toute une série d'acteurs dont voici le portrait :

La Croisée des Mondes

LCDM est une association française dont l'objectif est de soutenir des communautés rurales isolées à mettre en place des outils de valorisation économique servant à améliorer les conditions de vie et d'éducation des enfants. Elle fut fondée en 2015 par Bertrand Péré, un médecin français désireux d'aider les populations des zones enclavées du nord Népal. Son objectif : favoriser l'accroissement de leur capacité d'accueil touristique afin que puisse se développer un tourisme équitable et solidaire où les ressources et le bien-être des populations soient préservés, et où les revenus générés puissent être réinvestis au profit des plus jeunes.

ADCE-Tourism Development and Promotion Organization

Créée en 1996 par Mahabir Pun, cette organisation non gouvernementale a pour but de favoriser le développement

d'initiatives communautaires pour soutenir le développement économique et social des communautés rurales du district de Myagdi et de Parbat. Les projets mis en place se structurent autour de l'ADCE Trek¹, un chemin de randonnée qui relie les différents villages entre eux et permet de tirer profit des retombées financières liées au tourisme. Depuis sa création de nombreux projets communautaires ont ainsi vu le jour avec l'appui de différentes institutions népalaises et étrangères. Aujourd'hui, cette organisation compte environ 80 membres et regroupe plusieurs comités de villages dont celui de Paudwar et de Nangi.

Le comité de village de Paudwar

Le comité du village de Paudwar est une organisation communautaire formée de membres élus par les villageois dans le but de représenter les intérêts de ce village magar regroupant 225 familles. Ce comité gère actuellement différentes activités à but lucratif comme le site touristique de Khopra qui accueillera prochainement le nouveau lodge communautaire, mais aussi une fromagerie et un élevage de yaks. Les bénéfices de ces activités servent principalement à assurer le fonctionnement de l'école primaire et secondaire du village, un centre de puériculture et un dispensaire de santé.

Le comité de village de Nangi

Nangi est un des principaux villages de l'ADCE Trek. Il est constitué de 112 familles. Son comité de village est impliqué en coordination

avec le village de Paudwar dans la gestion du site de Khopra. En parallèle, le comité de Nangi gère aussi : leur propre lodge communautaire, une pépinière forestière abritant les différentes plantes et essences d'arbres de la région, une fabrique de papier traditionnel et une fabrique d'objets tricotés tel que sacs, bonnets, porte-monnaie, etc. La plupart de ces activités sont gérées par les femmes du village et les bénéfices servent essentiellement à financer l'école du village, la seule dans la région à dispenser des cours de l'école primaire jusqu'au lycée.

Himal Pun, l'architecte népalais

Himal Pun est un architecte Népalais exerçant sur Katmandou. Il est originaire du village de Ramche, situé non loin du village de Nangi. Il a suivi sa formation à l'école d'architecture de Katmandou. Neveu de Mahabir Pun, c'est donc naturellement qu'il a été impliqué dans la concrétisation du lodge communautaire à Khopra. Natif du district de Myagdi, il a toujours l'envie et la volonté d'aider à la réalisation de nouveaux projets se développant dans sa région. Il est un partenaire de choix pour l'association LCDM de par sa grande connaissance du contexte local et du milieu de la construction népalaise. Il aide aujourd'hui à la conception, la réalisation et au suivi du projet.



Bertrand Péré - LCDM - médecin



Olivier Le Gall - LCDM - architecte



Jules Guerin - LCDM - architecte



Mahabir Pun - ADCE Tourism Development and Promotion Organization



Chitra Pun - ADCE Tourism Development and Promotion Organization



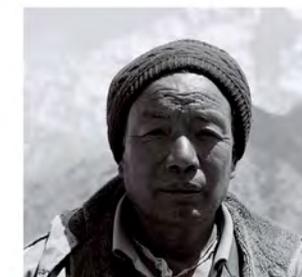
Himal Pun - architecte



Numaya Pun - comité de Paudwar - directrice de l'école de Paudwar



Bhimbahadur Pun - comité de Paudwar - chef du village de Paudwar



Rudramagar Pun - maçon

¹ Pour plus d'information voir la page internet <https://nepaltrek.wix.com/nepalcommunitytrek>

Origine du projet

En 2014, Bertrand Péré, alors médecin en Nouvelle-Calédonie, décide de concrétiser un de ses rêves : aider les enfants issus de communautés défavorisées du Népal, pays qu'il affectionne particulièrement après y avoir séjourné à deux reprises. Il souhaite développer un outil de travail communautaire autour de la pratique du trekking qui puisse générer des fonds pour supporter le fonctionnement d'une école. L'idée fait son chemin. En 2015, l'association La Croisée des Mondes est créée, et un premier voyage au Népal est réalisé pour initier les prémises de son projet.

En octobre 2015, suivant les recommandations de Jérôme Edou, un himalayiste français reconnu et fondateur d'une des premières agences de trekking au Népal, Bertrand Péré rencontre à Katmandou Mahabir Pun, membre fondateur de l'ADCE-Tourism Development and Promotion Organization (*voir encadré ci-dessous*). Cette organisation œuvre depuis plusieurs années au développement social et économique de dix villages magars situés dans le district de Parbat et de Myagdi. Elle est notamment engagée depuis 1996 dans la promotion de l'ADCE Trek, un parcours touristique géré de manière communautaire, situé dans la zone de conservation de l'Annapurna.

De cette rencontre est née l'idée d'une collaboration pour appuyer le développement de cet itinéraire de randonnée. Mahabir Pun propose alors à LCDM d'accompagner la population du village de Paudwar et de Nangi, deux des dix villages impliqués dans ce projet d'écotourisme, pour créer un nouveau refuge communautaire sur le site de Khopra : un site touristique de plus en plus fréquenté. Situé à 3660m d'altitude sur un promontoire offrant des vues imprenables sur plusieurs sommets himalayens, ce site remarquable

est devenu depuis quelques années un lieu de passage incontournable pour les randonneurs s'aventurant dans cette région. Un lodge communautaire rudimentaire est déjà présent, mais en pleine saison touristique celui-ci est souvent saturé, n'étant pas dimensionné pour répondre à l'affluence croissante des touristes.

Pour assurer la concrétisation de ce projet, LCDM a à disposition un budget de 64 000 euros correspondant aux fonds propres de l'association apportés par Bertrand Péré. Deux architectes français, Jules Guérin et Olivier Le Gall, sont contactés pour prendre part à l'aventure. En formation au sein du laboratoire de recherche CRAterre, ces derniers se proposent d'apporter leurs expertises et leur soutien à LCDM pour accompagner Mahabir Pun et les populations locales à la réalisation d'une infrastructure sécurisée, durable, adaptée aux besoins des futurs usagers, et respectueuse du contexte local. De leur côté, les communautés assureront l'implication des habitants aux tâches de construction, prendront en charge les frais de logement et de repas des personnes extérieures impliquées dans le projet, et assureront une fois construit, la gestion et la maintenance du nouveau lodge.

Objectif du projet

A travers son appui financier et technique, LCDM entend répondre au souhait émis par l'ADCE-Tourism Development and Promotion Organization d'être assistée dans la construction d'un nouveau lodge communautaire à Khopra. La construction de ce nouvel équipement touristique permettra d'augmenter la capacité d'accueil sur le site et d'accroître les retombées financières pour aider les communautés des villages de Paudwar et Nangi.

Les partenaires s'accordent pour qu'une partie des bénéfices puisse contribuer à financer le fonctionnement d'infrastructures et d'activités existantes et ainsi renforcer ce qui est déjà mis en pratique avec le lodge actuel. Ce sont les écoles, les centres de santé de Paudwar et de Nangi et la pépinière forestière de Nangi qui percevront une partie des fruits de l'activité touristique. Ces gains serviront à acheter des fournitures scolaires et des médicaments, mais aussi, à contribuer au versement des salaires des professeurs et du personnel soignant. L'achat régulier de denrées locales pour la préparation des repas et le versement de salaires pour le personnel impliqué dans le fonctionnement et la maintenance du lodge, vont également permettre de soutenir l'économie locale. Par effet de ricochet, ce projet devrait pouvoir ainsi bénéficier à l'ensemble des villages présents au sein de l'ADCE Trek.



L'école primaire et secondaire de Paudwar.



Elèves de Nangi.



Pépinière forestière de Nangi.

Mahabir Pun

Mahabir Pun est un enseignant chercheur connu pour son travail en faveur des populations défavorisées et ses actions de développement des réseaux sans fil (« Nepal Wireless Networking ») dans les régions enclavées de l'Himalaya népalaise. Il est une personne reconnue et influente au Népal, car son travail a été distingué par plusieurs prix et récompenses, comme le prix de l'innovation sociale de la Global Ideas Bank, le prix Magsaysay du leadership communautaire considéré comme le prix Nobel asiatique, et un doctorat honoris causa par l'Université du Nebraska.

Etat des lieux et problématiques du contexte d'intervention

1.2

Construire un nouvel équipement touristique dans un site montagneux au sein d'une zone à risques mérite une lecture attentive du contexte dans lequel il s'inscrit. La prise en compte d'une multitude de paramètres sociaux, économiques, culturels, physiques et environnementaux sont ainsi déterminants pour répondre de manière appropriée aux besoins du projet et de la communauté bénéficiaire. Pour définir des critères de conception qui soient adaptés et pertinents, il convient ainsi de dresser un état des lieux du contexte d'intervention. Celui-ci consiste à appréhender le contexte géographique et culturel népalais ; à comprendre les problématiques liées au développement touristique ; à s'intéresser à la question du confort thermique en milieu montagneux ; à identifier les risques majeurs auxquels le projet pourrait être confronté ; et à considérer la problématique de la reconstruction suite au séisme d'avril et de mai 2015.

Un pays de montagne

Le Népal est un pays continental d'Asie situé sur les pentes sud de la chaîne centrale de l'Himalaya. Il est bordé au nord par la Chine et à l'est, au sud et à l'ouest par l'Inde. C'est un pays qui s'étire sur 885km d'est en ouest et entre 145 et 241km du nord au sud. On estime que 83% de sa surface est occupé de montagnes et de collines, les 17% restant constituent les plaines du teraï. L'altitude varie de 60m au-dessus du niveau de la mer à 8 848m avec le sommet le plus haut du monde : le mont Everest ou *Sagarmatha*. Depuis les collines du Terai aux températures tropicales, il est possible d'apercevoir les crêtes des sommets enneigés !

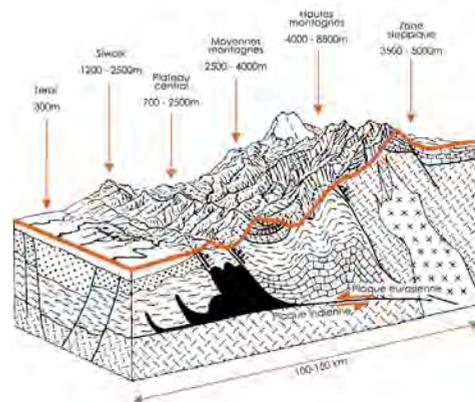


Carte du relief au Népal et emplacement du site de Khopra.

Source : <https://commons.wikimedia.org>

On distingue six grandes régions géographiques au Népal s'étirant longitudinalement d'est en ouest et suivant un étagement en zones altitudinales :

- **Le teraï** formé de plaines au climat tropical tout au sud du pays le long de la frontière indienne ;
- **Le siwalk**, une région de collines et petites montagnes au climat subtropical comprenant notamment le massif des Mahabharatles ;



Profil géographique du Népal montrant l'étagement en zones altitudinales.

- **Un vaste plateau** au centre du pays formé de collines et de larges vallées au climat tempéré qui sont fortement peuplées et cultivées ;

- **Les montagnes moyennes** de la chaîne de l'Himalaya au climat subalpin où l'on pratique principalement des activités pastorales ;

- **Les hautes montagnes** qui s'étendent à partir de la ligne de neige au climat alpin ;

- **Une zone steppique ou transhimalayenne** située derrière la haute chaîne et rattachée à l'ensemble du haut plateau tibétain.

Le site de Khopra proposé par la communauté pour la construction du nouveau lodge se situe à 3660m dans la zone géographique dite « des hautes montagnes ». Il se trouve juste au-dessus de la limite de la flore arborescente, ce qui rend impossible toutes activités agricoles ou sylvicoles. En fonction des saisons, quelques yaks et moutons viennent paître l'herbe rase. Le site ne comporte aucun habitant à l'année, seuls les touristes avides de grands espaces et d'altitude viennent se réfugier pour une ou deux nuits dans son lodge communautaire existant.

Du fait de son isolement, l'économie de Khopra ne repose que sur l'activité touristique du site, dont les bénéfices servent à financer les écoles des villages de Paudwar et de Nangi. Ces deux villages sont quant à eux situés dans la zone géographique dite « des montagnes moyennes » où un climat plus clémente permet aux habitants de pratiquer l'agriculture et l'élevage.



La plaine du teraï.
Source : www.flickr.com/terai



Village dans le siwalk.
Source : Michel Mee



La vallée de Katmandou.
Source : www.flickr.com/EugeneKaspersk



Village de moyenne montagne.
Source : www.360doc.com



Payage de haute montagne.
Source : www.walldevil.com



La zone steppique.
Source : www.tech.sina.com.cn

Une mosaïque multiculturelle

Le Népal est un pays multiculturel et pluriethnique. Il est né du rassemblement au XVIIIème siècle de plusieurs petits royaumes. Le dernier recensement national de 2011 fait état de 125 castes et ethnies différentes. Il compte aujourd'hui selon les dernières estimations plus de 31,5 millions d'habitants². Les habitants des villages de l'ADCE Trek font partie d'une des ethnies les plus vieilles du Népal, les magars.

Chaque groupe ethnique possède ses propres traits et spécificités culturels. Parfois très différentes, parfois proches, ces différentes cultures locales font du Népal un véritable patchwork culturel. La langue népali parlée par une grande majorité de la population et les pratiques religieuses (81,3% hindouiste, 9% bouddhiste, 4,4% musulman) constituent un socle commun. C'est le pluralisme des systèmes de valeurs, de coutumes, de croyances, de traditions qui procure aux castes, ethnies et groupes tribaux du Népal leur singularité et leur originalité.

Les arts et l'architecture en particulier sont un marqueur fort de cette diversité. A travers son patrimoine bâti, une grande variété de savoirs constructifs est ainsi visible. Ces constructions sont l'expression physique propre à une culture locale. Elles sont des attributs chargés de sens que reflètent la culture d'un peuple et de son histoire.

Un pays se construit et revêt une identité propre autour de cette diversité de savoirs, de ses histoires multiples et de sa capacité à les entretenir et à les valoriser. Avec l'émergence de nouvelles techniques constructives, l'arrivée des routes et ainsi un accès plus facile aux matériaux industrialisés, il est parfois difficile pour ces cultures de garder et de valoriser ses savoir-faire traditionnels. Il est souvent fait table rase du passé pour embrasser une modernité sans se soucier des mutations culturelles et sociales que cela engendre.

Pour lutter contre l'effritement culturel, il est nécessaire de mettre en avant et de préserver ces connaissances ancestrales, fruits de la relation étroite des peuples avec leur environnement. Des actions de promotion et

de sensibilisation doivent être entreprises pour perpétuer et entretenir ces savoirs. Celles-ci doivent impliquer l'ensemble des acteurs des territoires (artisans, producteurs, leaders communautaires, acteurs du tourisme, etc.) pour créer des synergies et des échanges qui viendraient conforter et maintenir ces savoirs constructifs.

Les cultures constructives sont vivantes, elles s'enrichissent et évoluent au gré de l'évolution sociétale des peuples. Il ne s'agit donc pas d'adopter une posture muséale qui contraindrait les peuples à reproduire de manière sclérosée des pratiques et techniques constructives. Ces actions de valorisation de ces patrimoines matériels et culturels doivent au contraire susciter l'émergence d'une architecture localisée. Cette dernière pourrait se caractériser par la synergie et la fusion des savoirs anciens et contemporains et donnerait la possibilité aux cultures de se développer tout en préservant leurs connaissances et pratiques traditionnelles.



Maison tharu du terai.
Source : www.flickr.com/nepal architecture



Maison newar de la vallée de Katmandou.
Source : www.flickr.com/nepal architecture



Maison guring des moyennes montagnes.
Source : www.flickr.com/nepal architecture



Maison sherpa des hautes montagnes.
Source : www.flickr.com/nepal architecture



Maison limbu des moyennes montagnes.
Source : www.flickr.com/nepal architecture

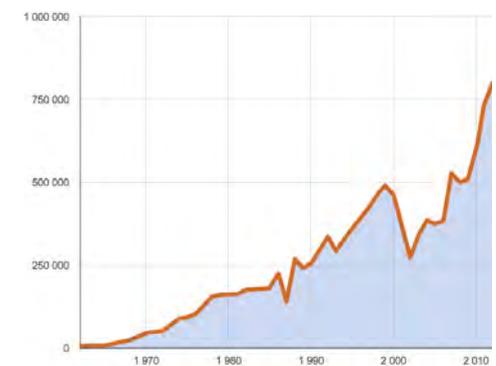


Maison thakali de la zone steppique.
Source : www.flickr.com/nepal architecture

Vers un tourisme responsable

Le Népal est souvent considéré comme l'un des pays les plus pauvres au monde. Il se situe au 145ème rang sur 188 de l'indice du développement humain³, et environ 25 % de ses habitants vivent en dessous du seuil de pauvreté. L'économie népalaise est peu diversifiée et reste fortement tributaire de l'agriculture et de l'élevage qui emploient plus de 70 % de la population et représente un tiers du PIB. C'est le secteur des services qui comprend celui du tourisme qui pèse le plus dans l'économie du Népal équivalant à presque la moitié du PIB.

Première source de devises pour le pays, le tourisme joue en effet un grand rôle dans l'économie du Népal. En 1962, les premières statistiques du tourisme n'enregistraient que 6 179 touristes. En 2012, leur nombre



Fréquentation touristique au Népal depuis 1962.
Source : www.trekmag.com. Données extraites du Nepal Ministry of Culture, Tourism & Aviation publiées en Novembre 2013

² Source : CIA world factbook

³ Source : PNUD, 2015

s'élevait à plus de 803 092⁴. Sur ce territoire pauvre et montagneux, la dynamique du tourisme a fait surgir en cinquante ans des itinéraires permettant l'accès à un nombre considérable de sites prestigieux comme l'Everest, l'Annapurna, le Mustang, le Langtang, le Dolpo, et a donné aux deux principales villes du pays que sont Katmandou et Pokhara une activité touristique croissante.

Touchant un quart de la fréquentation touristique, c'est la pratique du trekking qui a joué un rôle pionnier dans la mise en œuvre d'un véritable secteur touristique au Népal. Néanmoins, certains spécialistes du secteur estiment qu'il reste en deçà de son potentiel, à cause de liaisons aériennes limitées, d'un manque d'hébergements de qualité et de personnes qualifiées dans ce secteur⁵.

Le secteur touristique est à l'image de l'économie globale du pays dont la croissance dépend pour une grande part de la communauté internationale et de capitaux étrangers (60% du budget du développement du Népal). Malheureusement, cet afflux d'investissements et de capitaux étrangers ne profite pas aux communautés rurales. La majorité des devises générées par l'activité touristique quitte en effet le pays au profit d'investisseurs étrangers qui s'accaparent de plus en plus le secteur. Des randonnées en montagnes organisées par des tours-opérateurs américains utilisent des guides étrangers fort bien payés, alors que les sherpas ne reçoivent qu'un salaire minimal de subsistance et toutes les marchandises sont importées pour le bien-être des marcheurs. Heureusement certaines initiatives tentent d'inverser la tendance. En contre-pied de

ce tourisme guidé par la recherche du profit, on trouve quelques projets touristiques plus responsables. Ces projets communément qualifiés d'écotourisme, de tourisme responsable ou équitable s'illustrent par le fait de vouloir participer au développement des populations et des territoires d'accueil, tout en contribuant à des enjeux plus globaux : comme la préservation des ressources, la valorisation des savoir-faire et des attraits culturels, le respect et le bien-être des populations locales. Ce tourisme solidaire permet aux populations locales de tirer davantage de bénéfices socio-économiques. Il est développé avec ou par ces populations dans le but d'améliorer leurs conditions de vie, et met au centre du voyage l'homme et la rencontre.

Le projet initié par Mahabir Pun à travers la promotion et le développement de l'ADCE Trek s'accorde avec les dynamiques et objectifs de l'écotourisme. Il s'inscrit dans une logique de développement des territoires et place les communautés au cœur des décisions. Les infrastructures et les activités sont toutes gérées de manière communautaire et les bénéfices redistribués en fonction de leurs propres besoins et orientations. A travers l'analyse des cultures et des identités locales, l'intégration des savoirs traditionnels, l'implication des populations locales dans la réalisation, la construction et la gestion d'un nouvel équipement touristique, ainsi que la redistribution des bénéfices, le projet du nouveau lodge à Khopra vient également nourrir cette dynamique et s'inscrit pleinement dans les principes d'un tourisme responsable et vertueux.



Trekkeurs au Népal.

Source : www.makaluadventure.com/blog/tag/trekking-in-nepal

⁴ Source : Ministry of Culture, Tourism & Civil Aviation - Nepal tourism statistics 2012, juin 2013

⁵ Source : Article du 29 avril 2015 - De quoi vivait le Népal avant le séisme ? - Le Monde.fr

Le confort thermique

Les zones de moyennes et de hautes montagnes où se développent le tourisme de trekking sont souvent sujettes à de rudes conditions météorologiques. Les vents peuvent être violents, et les températures nocturnes sont souvent négatives. Beaucoup de sites sont d'ailleurs inoccupés pendant la saison hivernale. Pendant la saison touristique, les conditions climatiques sont parfois volatiles et les séjours en altitude restent supportables à condition d'être bien équipé et que les journées soient ensoleillées. La question du confort thermique doit donc être considérée pour pouvoir fournir aux touristes de passage un séjour agréable, ainsi que des conditions de travail convenables aux personnels travaillant sur de longues périodes dans des lodges non isolés et peu ou pas chauffés.

Le confort thermique est défini comme un état de satisfaction, de tranquillité psychologique, de bien-être vis-à-vis d'un environnement. Ce sentiment est une notion très subjective. Des référents culturels et sociaux liés à des expériences influent sur l'appréciation du niveau de confort. Certaines personnes se sentiront plus à l'aise avec des températures plus basses, d'autres vont être plus sensibles aux variations de température. Un séjour dans un refuge à haute altitude permet d'apprécier cette différence de ressenti entre touristes et népalais. Les premiers sont souvent emmitouffés dans des vêtements high-tech, blottis au coin d'un poêle à bois, tandis que les derniers, habillés simplement, continuent à vaquer à leurs occupations comme si de rien n'était. La tendance des uns à laisser les portes grandes ouvertes



Touristes dans le lodge de Khopra lors d'une journée d'avril.

généralisant courants d'air et déperditions de chaleur sous le regard médusé des autres est également très révélatrice.

Il est donc impossible de définir une température qui convienne à tous. Cependant, des facteurs objectifs et universellement partagés définissent cette notion de confort. On peut les classer selon trois paramètres.

Paramètres humains

- **Le métabolisme** : c'est la production de chaleur interne au corps humain permettant de maintenir celui-ci autour de 36,7°C. C'est la transpiration qui permet chez l'homme de réguler la température de son corps. En effet, l'évaporation de la sueur entraîne un refroidissement direct de la peau.

- **L'habillement** : il représente une résistance thermique aux échanges de chaleur entre la surface de la peau et l'environnement. L'habillement joue ainsi un rôle identique à celui de l'enveloppe d'un bâtiment : celui de résistance thermique et d'isolation avec le milieu extérieur.

Paramètres thermiques

- **La température ambiante de l'air** : La température d'une pièce joue un rôle primordial sur le confort de la personne dans cet espace. La température du corps humain est en permanence supérieure à la température ambiante, un équilibre doit donc être trouvé afin d'assurer le bien-être de l'individu. Il est bien sûr impossible de définir une température qui convienne à tous. Les personnes au repos ont tendance à préférer une température plus importante et être plus sensible à de faibles variations. Au contraire les personnes ayant plus de chaleur à perdre, comme après un trek, vont préférer des températures plus basses.

- **La température des parois** : c'est le ressenti de la température émise par les murs, les planchers. On parle alors de température de confort ressentie et d'effet d'inconfort ou effet de « paroi froide » comme c'est le cas avec de simples vitrages ou des murs anciens.

Paramètres liés à l'air

• **L'humidité relative de l'air (ou hygrométrie)** : c'est le rapport entre la quantité d'eau contenue dans l'air (humidité absolue) et la quantité d'eau maximum que cet air peut contenir avant de se condenser (valeur de saturation) pour la même température. L'humidité relative de l'air ambiant influence l'évaporation de la sueur, et donc le refroidissement du corps. Un taux d'humidité trop faible accroît le refroidissement et augmente l'efficacité de la transpiration, tandis qu'un taux d'humidité trop important limite le refroidissement et donc amplifie la sensation de chaleur.

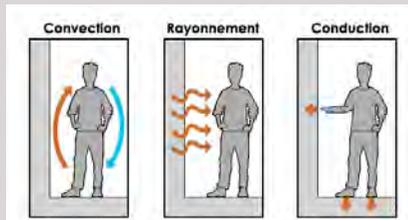
• **La vitesse de l'air** : ce facteur influence les échanges de chaleur par convection (l'échange de chaleur entre une surface et un fluide mobile). A l'intérieur des bâtiments, on considère généralement que l'impact sur le confort des occupants est négligeable tant que la vitesse de l'air ne dépasse pas 0,2 m/s. Lutter contre les courants d'air trop importants permet ainsi d'améliorer cette perception de confort.

Une chose est sûre : influencer sur le métabolisme, la quantité et qualité de vêtements des occupants du futur lodge de Khopra n'est pas réaliste. Par contre, plusieurs facteurs,

dispositifs techniques et architecturaux peuvent peser sur les paramètres thermiques et ceux liés à l'air. La température ambiante est par exemple maîtrisée à travers la qualité de l'isolation, l'aptitude des espaces à capter l'énergie solaire, la chasse aux fuites thermiques (ponts thermiques et défaut d'étanchéité à l'air) et le recours à des équipements de chauffage. La sensation liée aux températures des parois peut aussi être régulée en fonction de l'emplacement et du choix des matériaux utilisés. En fonction de leur émissivité, conductivité, rayonnement et couleur, les matériaux de construction procurent en effet un ressenti très différent (*voir encadré*). Leur capacité à stocker ou non la chaleur est aussi un facteur qui influe sur leur température de surface. L'impact sur le confort lié à la vitesse de l'air peut être facilement atténué, en évitant les effets de courants d'air, par l'installation par exemple de double portes ou de sas d'entrée. Par contre, le taux d'hygrométrie est un facteur plus difficile à contrôler sans recourir à des équipements techniques complexes et coûteux. La proposition pourrait s'attacher uniquement à assurer un renouvellement de l'air satisfaisant pour éviter un air vicié et saturé d'humidité.

Les modes de transfert de chaleur

La notion de confort thermique est étroitement liée à celle des modes de transfert de chaleur dont il existe trois modes :



La conduction : c'est le moyen par lequel la chaleur circule de proche en proche dans un matériau ou passe d'un corps à un autre en contact physique direct, par simple interaction moléculaire. Par exemple, un métal paraîtra plus froid au toucher qu'un morceau de bois, pourtant à la même température. Cela tient au fait que le métal a une conductivité plus élevée. Plus celle-ci est importante, plus la chaleur extraite au contact de ce métal sera importante et plus la sensation de froid sera forte.

La convection : c'est l'échange de chaleur entre une surface et un fluide mobile à son contact. Dans le processus de convection la chaleur se déplace toujours du chaud vers le froid. L'air chaud des maisons aura ainsi toujours tendance à vouloir s'échapper vers l'extérieur à travers les parois, les ponts thermiques et les défauts d'étanchéité.

Le rayonnement : c'est le transport d'énergie sous forme d'ondes ou de particules à partir d'une source sans que le milieu intermédiaire ne participe nécessairement à cet échange. Par exemple, le rayonnement solaire est capable d'échauffer la terre bien que le milieu traversé soit à une température plus basse que la terre.

Les risques et aléas naturels

Le Népal est un pays à risques. Ces risques peuvent être plus ou moins élevés en fonction du type de risque étudié et de la zone géographique considérée. Un risque est défini et mesuré comme le produit d'un aléa avec une vulnérabilité. Un aléa qui se produit dans un lieu vide de toute présence humaine où la vulnérabilité est inexistante, représente un risque nul. En revanche, un aléa, même peu probable, dans une zone fortement peuplée représente un risque élevé. Un séisme de la même magnitude causera ainsi des dégâts différents en fonction de sa localisation, du degré de préparation et de prise en compte du risque potentiel par ses populations.

Au Népal, plusieurs types de risques naturels peuvent se produire de manière récurrente : les séismes, les glissements de terrain, les éboulements, les avalanches, les tempêtes (notamment de neige), les incendies. A noter que certains de ces risques peuvent avoir une influence sur d'autres et ainsi les provoquer. Les tremblements de terre d'avril et mai 2015 ont par exemple causé de nombreux glissements de terrain comme celui de la vallée du Langtang et d'importantes avalanches notamment celles sur le camp de base du Mont Everest.

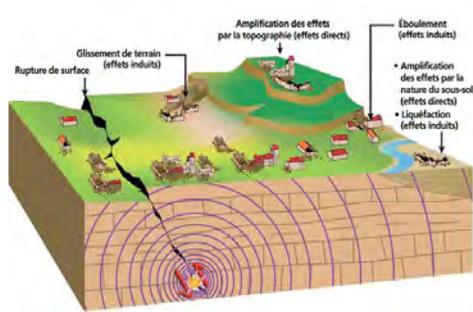
Dans le cadre de la construction du lodge communautaire de Khopra plusieurs risques méritent d'être considérés pour offrir un environnement sécurisant pour ses usagers. Se situant au sommet d'une crête herbeuse, à plusieurs centaines de mètres au-dessus de la ligne des arbres, les risques d'incendie et d'inondation ne présentent pas de menace. Par contre, les risques sismiques, de glissements de terrain et d'éboulements, d'avalanches et de tempêtes doivent faire l'objet d'une attention particulière. La compréhension des phénomènes physiques qui caractérisent ces quatre risques doit s'accompagner d'une recherche approfondie sur les savoir-faire et pratiques para-sinistres utilisés localement, afin de concevoir et d'intégrer dans le nouveau lodge des mesures techniques adaptées et répliquables, permettant à terme de réduire l'impact de ces risques.

Les séismes

L'Arc himalayen se caractérise par la présence de failles de chevauchement liées à la subduction de la plaque Indienne au Sud, sous la plaque Eurasienne au Nord. C'est une région du monde connue pour être une zone à fort risque sismique. En témoigne les violents tremblements de terre du Cachemire au Pakistan en 2005 (magnitude 7,6 / 100 000 morts), du Sichuan en Chine en 2008 (magnitude 8,0 / 70 000 morts) et plus récemment de la série de séismes qui a frappé le Népal en 2015.

Un séisme est une secousse du sol, résultant de la libération soudaine d'énergie accumulée par les contraintes exercées sur les roches. Cette libération d'énergie se fait par rupture le long d'une faille, généralement déjà existante. Le lieu de la rupture des roches en profondeur se nomme le foyer ou l'hypocentre et sa projection à la surface de la Terre est l'épicentre du séisme. Le mouvement des roches près du foyer engendre des vibrations qui se propagent sous la forme d'onde sismique.

Certains effets de site, du fait de la nature géologique et pédologique du sous-sol et de la configuration des reliefs (bassins, promontoires, etc.), peuvent accentuer ou atténuer les effets des ondes sismiques. En effet lors d'un séisme, les ondes traversent des milieux géologiques aux propriétés mécaniques variées, ce qui perturbe leur propagation et accroît la complexité du signal sismique. Ces effets de site, notamment dans le cas de sol meuble et de relief, se traduisent fréquemment par une augmentation de l'amplitude de la secousse sismique et de sa durée. La nature sédimentaire et molle du sol de la vallée de Katmandou a ainsi favorisé la propagation et l'amplitude des ondes sismiques lors du séisme d'avril 2015. Le choix de l'emplacement d'une nouvelle construction et le recours à des solutions techniques adaptées au site de construction sont donc primordiales. Une analyse topographique en amont doit donc être établie pour comprendre les caractéristiques du site de construction et son milieu d'implantation.



Effets sismiques induits et directs.

Source : <http://siges.poc.brgm.fr/spip.php?article37>

En plus des effets de sites, les dégâts infligés aux constructions lors d'un séisme résultent de caractéristiques géométriques (forme) et mécaniques (rigidité, masse). Des phénomènes complexes (effet de résonance, ductilité, inertie) liés à la nature même des matériaux utilisés, à leur mode d'assemblage et leur comportement mécanique entrent en ligne de compte pour expliquer le comportement d'une structure face à une sollicitation sismique. Différentes stratégies parasismiques peuvent répondre aux besoins d'une situation. Le choix pour telle ou telle stratégie se justifie alors en fonction de la pertinence et de l'adéquation de la solution choisie avec le contexte d'intervention.

Dans le cadre de la construction du lodge communautaire de Khopra, la prise en compte du risque sismique va ainsi résider dans l'identification de systèmes adaptés aux compétences, aux matériaux et aux savoir-faire disponibles localement qui puissent répondre aux contraintes logistiques et budgétaires.

Les glissements de terrain et éboulement

Du fait du caractère montagneux et pentu de nombreuses régions, les glissements de terrain et les éboulements sont un risque fréquent au Népal. Ce risque difficilement prévisible correspond au déplacement de terrains meubles ou à la chute de blocs rocheux le long d'une surface de rupture. Les facteurs aggravants peuvent être l'eau, les séismes, une mauvaise occupation des sols, les cycles de gel/dégel et la déforestation. Il est donc plus sage de préférer les sites plats et dégagés et d'éviter les sites pentus, à proximité de monticules rocheux et de zones d'érosion. Les zones de déforestation

ainsi que de surexploitation agricole et d'agriculture inadaptée peuvent aussi entraîner un problème de stabilité des sols.



Glissement de terrain massif près de Katmandou faisant 156 morts en 2014.

Source : [Dipesh Shrestha, Reuters](#)

Les avalanches

Avec plusieurs sommets culminant à plus de 7000 mètres d'altitude, certaines zones du Népal sont en permanence enneigées. Les avalanches peuvent donc être très fréquentes dans les régions d'hautes altitudes et faire disparaître des pans de forêt entiers ou des campements en quelques instants. A noter que l'aléa avalanche est un phénomène qui se quantifie selon la morphologie (surfaces, pentes, dénivelé), l'historique (fréquence des avalanches) et la nivo-climatologie (valeur et variabilité de l'enneigement). Ce risque impressionnant peut tout de même être évité. Il est donc important de se renseigner sur la fréquence et la localisation des avalanches dans la vallée mais aussi ne pas s'implanter dans des couloirs d'avalanches potentiels ou à proximité (effet de souffle).



Le camp de base de l'Everest ravagé après le passage d'une violente avalanche suite au tremblement de terre de mai 2015.

Source : [Roberto Schmidt, AFP](#)

Les tempêtes

Les tempêtes sont aussi un risque récurrent que l'on trouve principalement dans les régions montagneuses du Népal. Ce phénomène météorologique se caractérise par des vents rapides et des précipitations intenses. Il peut être accompagné d'orages violents générant de la foudre et du tonnerre ainsi que de fortes chutes de grêle ou de neige. Chaque année de juin à septembre, la mousson contribue à la recrudescence de tempêtes sur les zones montagneuses. Les masses d'air humide du Golfe du Bengale, attirées par l'effet des courants ascendants, se heurtent alors à la chaîne himalayenne, entraînant de forts vents et d'importantes précipitations. Ces tempêtes peuvent se révéler très meurtrières comme ce fut le cas en octobre 2014 où de fortes et soudaines chutes de neige ont dévasté la région de l'Annapurna et du Dhaulagiri en causant la mort d'au moins 43 personnes dont beaucoup de trekkers piégés par le brouillard, la neige, le froid et des vents violents.

Pour des raisons évidentes, les tempêtes ne peuvent être empêchées, mais elles peuvent être anticipées et annoncées par des services de météorologie. Les risques

d'en subir les conséquences peuvent alors être atténués par des mesures individuelles et collectives. Des dispositifs constructifs adaptés limitant les dégradations doivent également être considérés. L'étude des systèmes techniques traditionnels déployés localement pour atténuer les effets du vent et de la pluie offrent souvent des solutions pertinentes facilement reproductibles pour mitiger ce risque.

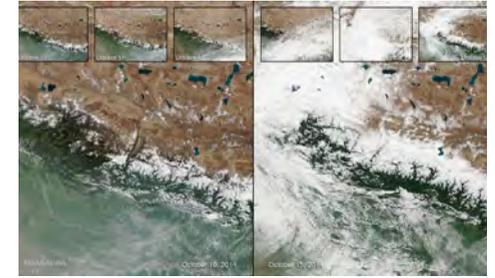


Image satellite montrant le passage de la tempête de neige d'octobre 2014 causant une des pires catastrophes que le milieu de la montagne ait connu au Népal.

Source : [NOAA / NASA](#)

La reconstruction suite au tremblement de terre d'avril 2015

Le 25 avril 2015, une première secousse d'une magnitude de 7,8 et d'une profondeur de 15km frappe la vallée de Katmandou à 77km au nord-ouest de la capitale. Le 12 mai 2015, trois nouvelles répliques majeures, dépassant une magnitude de 7,0 sont recensées. Certaines régions (dont Katmandou) se sont élevées jusqu'à 1m, d'autres se sont au

contraire affaissées, de 2m par endroit. Ainsi, l'Everest a vu son altitude diminuer de 2,5cm selon les données satellites de l'Agence spatiale européenne.

Le bilan humain et sanitaire est lourd puisque l'on dénombre près de 8 900 morts, 8 millions de personnes affectées et plus de 500 000 habitations détruites. Le nombre de victimes aurait pu être beaucoup plus important. La terre a tremblé pendant un jour de congé et en milieu d'après-midi, moment où les écoles, les bureaux et les commerces sont fermés et où les personnes sont à l'extérieur de leur logement, notamment dans les zones rurales. Ceci explique le contraste entre un bilan matériel particulièrement lourd et des pertes humaines relativement limitées.



Carte du séisme du Népal de 2015 avec l'épicentre et la limite des plaques tectoniques.

Source : [USGS](#)

Dans la vallée de Katmandou, de nombreuses attractions touristiques majeures et symboles de la richesse de l'héritage culturel népalais sont réduits à l'état de gravats. Plusieurs monuments emblématiques comme la tour Dharhara à Katmandou sont détruits et plusieurs sites classés au patrimoine mondial de l'Unesco (Durbar Square à Katmandou et Patan) sont lourdement touchés.



La tour historique de Dharhara après son effondrement.

Source : Niranjana Shrestha, Associated Press

Les besoins et les défis de la reconstruction sont donc immenses : relocaliser et reloger des familles sur des terrains sécurisés, réhabiliter les accès comme les chemins et les ponts, restaurer les activités économiques, reconstruire les infrastructures de base : écoles, dispensaires de santé, réseau électrique, d'eau et d'assainissement,

etc. Un an après le séisme, le Fédération internationale des sociétés de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge dénombre environ 4 millions de personnes vivant toujours dans des abris temporaires⁶.



Jetés à la rue, de nombreux habitants doivent dormir dehors.

Source : Prakash Mathema, AFP

En plus des contraintes de logistique et d'acheminement des matériaux inhérentes à ce pays montagneux et enclavé, la reconstruction doit faire face à d'autres contraintes d'ordre bureaucratique et politique. La NRA (National Reconstruction Authority), autorité créée tardivement pour orchestrer la reconstruction et gérer les 4,1 milliards de dollars d'aide promis par la communauté internationale, est de plus en plus critiquée. De nombreuses ONG se plaignent de l'inertie de cet organe de l'Etat et doivent faire face à de nombreuses difficultés pour obtenir les autorisations nécessaires

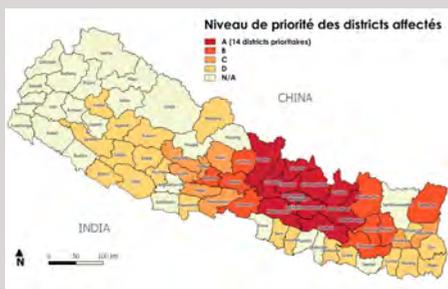
à la mise en place de leur programme de reconstruction. En septembre 2015, des tensions politiques avec des minorités du Terai compliquent encore un peu plus la situation, en engendrant des blocages et la suspension de l'approvisionnement en carburant et matériaux en provenance de l'Inde, entravant ainsi le travail des organismes de reconstruction pendant plusieurs mois.

On estime que les pays à proximité de la chaîne de l'Himalaya sont touchés par une grande catastrophe naturelle tous les 75 ans environ⁷. L'USGS (US Geological Survey) indique qu'au cours du dernier siècle quatre événements de magnitude supérieure à 6 ont eu lieu à 250km à la ronde du séisme d'avril 2015 au Népal. Le plus récent date de 1988 (magnitude 6,9 / 1 500 morts) et le plus puissant connu dans cette région est le tremblement de terre de 1934 (magnitude 8,0 / 11 000 morts).

Par leur récurrence et leur bilan, ces événements doivent être le moteur d'une prise en compte générale par les pouvoirs publics pour redoubler de vigilance et se préparer face à ces risques répétés. Des mesures doivent donc être prises afin de préserver des vies humaines, en mettant en place des plans d'action, des codes de construction et en construisant avec des matériaux et des méthodes adaptés aux différentes régions du Népal.

Le site de Khopra ne fait pas partie des 14 sur 75 districts qui ont été officiellement déclarés comme étant affectés par cette catastrophe naturelle. Enregistrant très peu de dégâts, les districts de Parbat et de Myagdi, où se déploie l'ADCE Trek, ont cette fois-ci été épargnés. Mais pour combien de temps encore ? Même si le tumulte de la reconstruction semble loin, il s'avère nécessaire de préparer l'avenir en sensibilisant les populations exposées et en promouvant des solutions techniques simples, accessibles et adaptées aux savoirs constructifs traditionnels.

Les chiffres clefs du tremblement de terre de 2015



Carte des districts affectés par le tremblement de terre de 2015.

Source : FICR

Tremblement de terre :

- Magnitude : 7.8
- Epicentre : 77km de Katmandou
- Répliques : Plus d'une centaine au total dont deux majeurs : 6.6 et 6.7 et second tremblement de 7.3
- Précédent séisme : 8 en 1934

Bilan humain et matériel :

- Personnes affectées : 8 millions
- Morts : 8 900 personnes
- Personnes blessées : 22 000
- Habitations détruites : 500 000
- Habitations endommagées : 280 000
- Zones affectées : 40% du Népal, 39 districts sur 75, 14 districts reconnus en état de catastrophe naturelle
- Districts les plus affectés : Gorkha, Lamjung, Lalitpur et Sindhupalchok

⁷ Source : Communiqué de presse N°2002-66 - Réduire le risque de catastrophe naturelle pour les villes du patrimoine mondial situées dans les montagnes - UNESCO.org

Pour assurer la concrétisation et la viabilité dans le temps du nouveau lodge communautaire de Khopra, une stratégie de travail a été échafaudée. Celle-ci a consisté dans un premier temps à s'accorder avec les partenaires du projet sur les attentes du projet et sur plusieurs critères de conception qui puissent à terme répondre aux besoins de la communauté et aux problématiques liées au contexte d'intervention. Elle s'est ensuite focalisée à définir une organisation et une planification réaliste en adéquation avec les moyens à disposition et les contraintes opérationnelles.

Les critères de conception

Au vu du contexte d'intervention, des nécessités et des besoins des différents partenaires du projet, plusieurs critères de conception sont considérés. Ces critères donnent corps au programme du projet et définissent les orientations à suivre. Ils amorcent des bases de réflexion et de travail qui vont guider la nature des activités et des moyens à mettre en œuvre. Ce sont les fondations sur lesquelles le projet va se développer. Ils permettent d'asseoir le projet sur des bases solides compatibles avec l'objectif fixé et partagées par l'ensemble des partenaires.

Soutenir les échanges et l'implication de la communauté

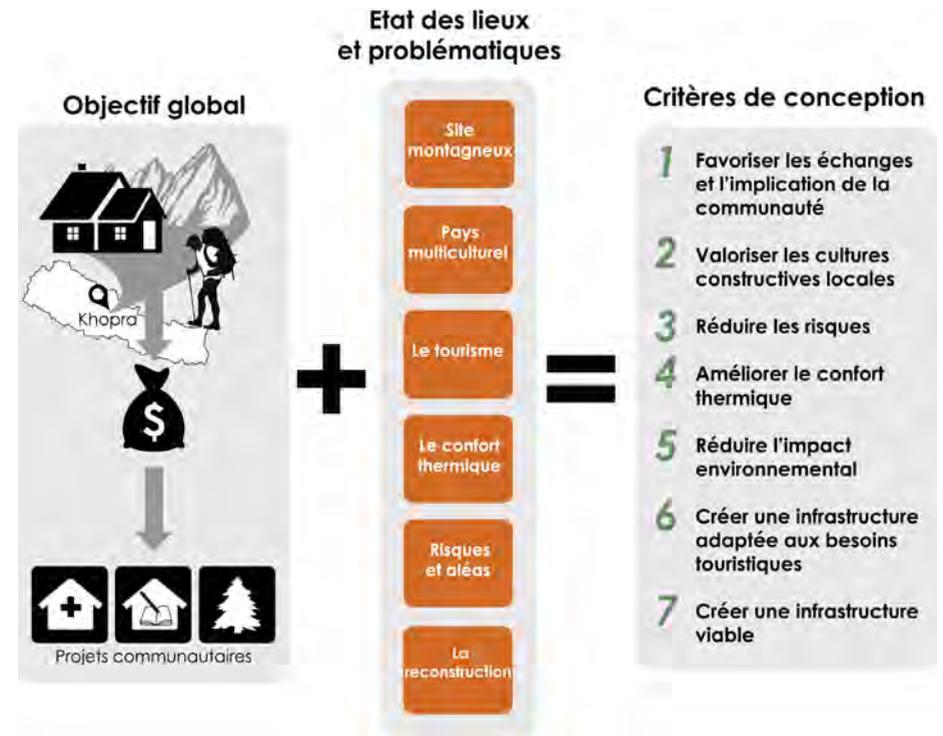
Synergie de plusieurs acteurs associatifs, professionnels et communautaires, français et népalais, les échanges de savoirs et de pratiques qui en découlent sont la force de ce projet. Malgré les contraintes de langues et de visions parfois divergentes, il est important que ceux-ci soient encouragés, et qu'une méthode de travail qui implique l'ensemble des partenaires et facilite l'appropriation du projet par la communauté soit définie. Pour rendre le projet pérenne, les bénéficiaires du projet doivent en effet être placés au centre du processus de décisions. Leur implication au processus de conception, dans toutes les étapes de construction et dans les discussions qui définiront la gestion future du lieu est fondamentale. Tout le travail entrepris par Mahabir Pun autour de l'ADCE Trek au niveau de la coordination et de l'implication communautaire constitue une base solide sur laquelle le projet va pouvoir s'appuyer.

Valoriser les cultures constructives locales

Les raisons qui poussent à promouvoir les cultures constructives locales sont multiples : limiter l'apport de matériaux extérieurs plus coûteux et énergivores ; réduire l'emploi de techniques exogènes difficilement reproductibles, souvent inadaptées et qui dévalorisent les savoirs et intelligences vernaculaires ; participer à la valorisation d'un territoire et de ses habitants au lieu de dénaturer et de les ignorer. La valorisation de la culture constructive spécifique à la zone d'intervention est rendue possible par le biais d'une longue phase d'analyse permettant de caractériser les aspects culturels et les savoirs locaux existants. Cette analyse doit permettre d'identifier les ressources disponibles localement qu'elles soient matérielles ou intellectuelles et de valoriser les méthodes et techniques constructives traditionnelles.

Minimiser les risques récurrents

Le projet prévoit de mettre en œuvre des mesures et des systèmes adaptés et accessibles pour minimiser l'impact des principaux risques pouvant affecter l'intégrité du bâtiment et de ses occupants. Du fait du récent tremblement de terre d'avril et mai 2015, le nouveau lodge doit offrir un cadre sécurisant et durable. Pour éviter l'apport de techniques trop complexes, onéreuses et difficilement reproductibles, l'accent doit être mis sur l'usage de savoirs maîtrisés localement et l'adaptation de techniques traditionnelles aux savoirs para-sinistres. Des mesures issues d'une synergie entre savoirs locaux et



Principes mis en oeuvre



Critères et principes de conception identifiés pour répondre à l'objectif et aux problématiques du projet.

ingénierie semblent adéquates pour limiter l'impact des risques sur le bâtiment. Tous ces systèmes doivent être simples pour être maîtrisés par la population locale afin de limiter dans le temps les problématiques d'usure, de maintenance et d'entretien du lodge.

Améliorer le confort thermique

Dans les zones de hautes montagnes où la température peut descendre bien en dessous de la barre du zéro degré, il est primordial de mettre en avant le confort thermique. L'obtention d'une température agréable pour les touristes, rentrant généralement d'une longue journée de marche, et pour le personnel résidant dans le lodge représente un vrai défi technique. Plusieurs stratégies pour améliorer le confort thermique seront ainsi étudiées comme entre autres : capter la chaleur du rayonnement solaire grâce à de larges baies vitrées ; la stocker dans la masse des dalles de plancher ; et la conserver par l'isolation des murs et toiture en contact avec l'extérieur.

Réduire l'impact environnemental

Pour répondre au caractère remarquable dont jouit le site de Khopra, la nouvelle construction doit être réalisée dans un souci d'harmonie avec la nature et doit réduire au maximum son empreinte sur les ressources locales. Pour cela, les choix techniques doivent maximiser l'usage des ressources locales comme la pierre, la terre et le bois. Les équipements utilisés et les aménagements proposés doivent quant à eux réduire le plus possible les besoins en énergie fossile en mettant en avant des principes de conception solaire passive et en ayant recours aux énergies renouvelables.

Concevoir une infrastructure adaptée aux besoins touristiques

La pérennité du projet repose principalement sur son attrait vis-à-vis des touristes. Pour répondre aux attentes des futurs utilisateurs, ce nouvel équipement doit ainsi être adapté aux besoins des randonneurs, mais aussi du personnel y travaillant. Il doit concilier confort et fonctionnalité. Le nouveau lodge doit être adapté aux besoins d'une structure d'accueil touristique en termes d'équipements et de fonctions, tout en privilégiant le confort de ses usagers en créant des espaces de

convivialité intérieurs et extérieurs. Il doit offrir un lieu chaleureux et authentique offrant aux touristes l'opportunité d'une expérience unique propice à une communion spirituelle entre nature et culture. Un soin particulier doit donc être apporté pour concevoir des espaces confortables invitant à la détente et aux rencontres.

Concevoir une infrastructure communautaire viable

Pour tirer profit de l'essor touristique dans la région, le nouveau lodge doit être financièrement viable. A terme il doit permettre aux communautés locales impliquées de générer suffisamment de profits pour assurer son fonctionnement et dégager des bénéfices. Les frais de fonctionnement et de maintenance doivent ainsi être réduits, et les prestations proposées (prix des repas et des nuitées) ajustées pour dégager des bénéfices suffisants.

Le phasage du projet

Pour garantir le bon déroulement du projet et l'atteinte des objectifs fixés, plusieurs étapes de travail sont nécessaires. Ces différentes phases voient l'implication de l'ensemble des partenaires et suivent une certaine logique séquentielle.

Phase d'identification

Cette première étape débute en septembre 2015 lors de l'arrivée de Bertrand Péré au Népal. Elle s'illustre par la rencontre entre Bertrand Péré et Mahabir Pun et la réalisation d'une première visite de terrain par l'ensemble des membres de LCDM en novembre 2015.

Cette phase initiale consiste à rencontrer les communautés et les différents partenaires locaux impliqués dans le projet de l'ADCE Trek. Des rencontres formelles et toute une série d'entretiens et de discussions improvisées au gré de visites et de repas partagés permettent aux protagonistes de faire connaissance et de mieux comprendre les attentes, les besoins et les capacités de chacun. Des questionnaires et grilles de diagnostics sont utilisés pour orienter ces entretiens. Un calendrier saisonnier est également réalisé pour comprendre les contraintes saisonnières et les habitudes de vie des communautés locales. Un contrat de partenariat s'accordant sur les modalités du projet est rédigé entre LCDM, l'ADCE-Tourism Development and Promotion Organization et les comités de villages de Paudwar et Nangi.



Rencontre initiale avec le comité du village de Paudwar.

Phase d'analyse

La première visite de terrain marque en novembre 2015 le début d'une longue phase d'analyse servant à approfondir la compréhension du contexte d'intervention et vérifier la faisabilité du projet. Une deuxième visite de terrain, réalisée en avril 2016, permet d'enrichir et de compléter les données recueillies. Ces deux voyages ont permis de mener les actions suivantes :

- **Vérifier les lois et normes en vigueur** liées à l'ouverture, la construction et la gestion d'un lodge communautaire ;
- **Analyser les risques potentiels récurrents** (tremblement de terre, avalanche, glissement de terrain, tempête, etc.) propres au site de construction ;
- **Réaliser une étude caractérisant les usages et pratiques** des habitants du village de Paudwar et des futurs usagers du lodge (trekkeurs, personnel) ;
- **Effectuer des relevés** complets du site de construction (topographie, architecture, ambiance), d'un refuge et d'une maison Magar située dans le village de Paudwar ;
- **Répertorier les typologies, méthodes constructives et les savoir-faire locaux disponibles** ;
- **Conduire des analyses** de laboratoire permettant de qualifier différents échantillons de terre ;



Relevé du site de construction à Khopra.

- Réaliser des tests terrain d'enduit et d'isolation ;

- Dresser un inventaire des matériaux disponibles localement permettant de vérifier leur qualité, leur quantité et leurs coûts ;

- Identifier les lieux d'approvisionnement et les moyens d'acheminement de ces matériaux.

Phase de conception (esquisse)

Une fois la phase d'analyse engagée, les premières esquisses de projet sont élaborées. Cette première phase de conception demande beaucoup d'allers et retours et l'exécution de plusieurs ébauches de projet sans cesse remises en question. L'implication de toutes les parties prenantes est nécessaire pour valider les hypothèses de travail et pour les associer aux décisions et choix à prendre. Une fois définie, l'esquisse du projet est soumise à approbation aux communautés locales et une demande préalable de travaux est transmise aux autorités de l'Aire de conservation de l'Annapurna dont



Croquis conceptuel pour la construction du nouveau lodge.

dépend le site de construction.

Cette première phase de conception consiste à combiner l'ensemble des données du projet pour proposer un agencement capable de concilier tout un ensemble de paramètres, comme : la nature et la qualité des matériaux disponibles ; l'intégration des savoir-faire et intelligence vernaculaire ; la faisabilité technique ; les possibilités de maintenance, d'entretien et de reproductibilité ; les difficultés d'accessibilité ; les contraintes saisonnières (période de mousson et hiver) ;

la topographie du lieu d'implantation toute en courbe et déclivité ; la prise en compte des principes parasismiques et bioclimatiques ; le degré d'intimité ; la fonctionnalité et le confort des lieux ; l'orientation ; le nombre de chambres à créer ; le budget à disposition ;



Réunion de validation du projet avec le comité du village de Paudwar.

etc.

Phase de recherche de financement

Parallèlement à la phase de conception, un budget prévisionnel est établi. Ce budget a pour rôle de décrire le plus précisément possible, pour chaque étape de construction, la nature, la quantité et le coût de chaque matériau et équipement, ainsi que le coût du transport et de la main d'œuvre nécessaires à la réalisation du projet (voir section DQE dans la partie 4). Guidé par des principes d'économie de moyens et d'optimisation des coûts, cette étape permet d'affiner les choix et d'optimiser les solutions à développer afin de rentrer dans le budget disponible, soit 64 000 euros.

Très vite le budget à disposition s'avère insuffisant. Il est donc décidé de lancer une campagne de financement et de proposer une deuxième variante du lodge en révisant à la baisse la taille du programme. Deux versions du lodge sont donc réalisées : une version plus grande pouvant accueillir 26 touristes pour un budget global estimé à 186 000 euros et une version plus petite d'une capacité de 20 touristes, estimée à 158 000 euros.

Dans les deux cas, une recherche de financement complémentaire est nécessaire. Cette recherche se caractérise principalement par la communication du projet à travers différents réseaux et

partenaires potentiels. Plusieurs pistes sont privilégiées pour arriver à lever la totalité de la somme requise. Des mécènes privés, notamment dans l'entourage de Bertrand Péré sont sollicités. De grandes entreprises sensibles au milieu de la montagne et des organisations non gouvernementales travaillant avec le Népal sont aussi ciblées. Celles-ci sont choisies en s'assurant que leur domaine d'action corresponde avec la nature et la philosophie du projet.

D'autres canaux, moins classiques sont également explorés. En effet, on voit aujourd'hui de plus en plus de projets financés par le grand public par le biais de plateformes de financement participatif. Cette solution demande un travail préparatoire important pour concevoir une campagne attractive qui suscite suffisamment d'intérêt pour inciter le grand public à soutenir financièrement et collectivement le projet. Il faut créer l'envie, développer un sentiment d'appartenance et inciter la communauté internet à en parler pour avoir des retours positifs.

Que ce soit pour solliciter un potentiel mécène, une entreprise, une fondation, ou initier une collecte sur un site de financement participatif, une préparation rigoureuse est nécessaire. Tout un travail de synthèse et de mise en image du projet est ainsi réalisé pour bien communiquer sur le projet afin d'attirer et de sensibiliser le public cible. Plusieurs plaquettes et documents de présentation sont conçus pour être diffusés et utilisés comme support de communication. Une page Facebook⁸ est également actualisée pour rendre compte des avancées successives



Supports de communication utilisés pour la recherche de financement.

⁸ Voir page Facebook : La Croisée des Mondes au Népal

du projet.

Phase de conception (exécution)

Après avoir réuni l'ensemble des fonds nécessaires à la construction du projet, une nouvelle phase de conception est lancée. Celle-ci consiste à détailler avec précision les éléments du projet préalablement validés lors de la phase d'esquisse et à réaliser les documents nécessaires à la mise en œuvre sur chantier : des plans et des détails d'exécution sont mis à disposition des artisans et de la main d'œuvre ; du matériel pédagogique est conçu pour permettre le transfert de connaissances et assurer les formations sur site ; un calendrier de construction définissant les tâches et responsabilités de chaque partie est développé ; et le budget prévisionnel est détaillé.

Phase de construction

Une première phase de construction est lancée lors de la deuxième visite de terrain pour préparer et viabiliser le site de



Construction d'un mur de soutènement sur le site de Khopra.

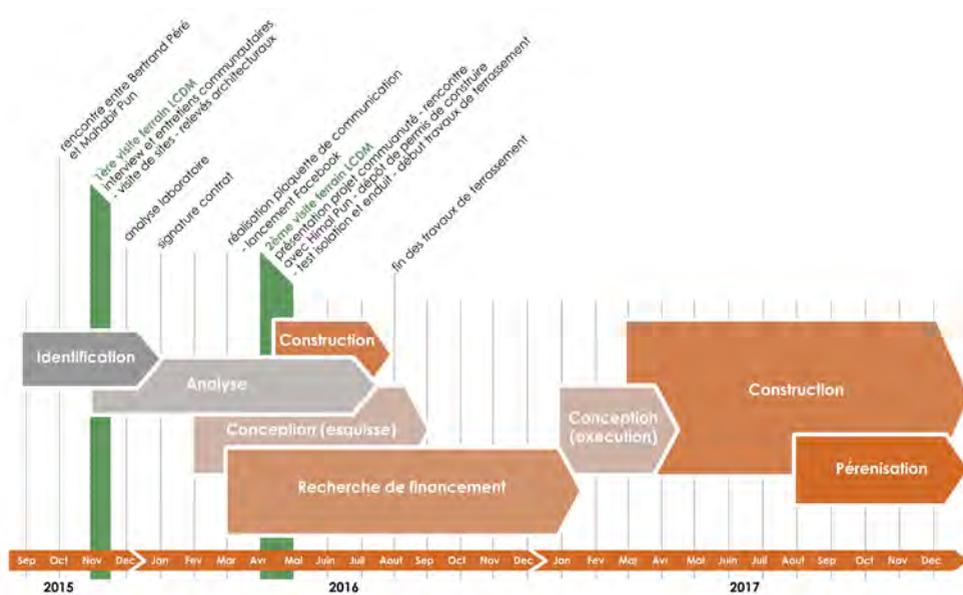
construction. Des murs de soutènement et des travaux de terrassement sont réalisés.

Après avoir levé la totalité des fonds et finaliser les documents d'exécution, la phase de construction du bâtiment est initiée. Cette étape commence par tout un travail logistique pour assurer l'approvisionnement des matériaux de construction tout en prenant compte des données saisonnières, climatiques et des contraintes d'acheminement. Avant de commencer la construction, la disponibilité et l'implication

de la communauté sont également vérifiées. Des sessions de formation et de démonstration grandeur nature de certains dispositifs sont développés pour bien expliquer et valider avec les participants les détails techniques auxquels ils ne seraient pas habitués : détails parasismiques, d'isolation et de finition. Un partenariat est développé avec Himal Pun, l'architecte népalais, pour contrôler durant la durée du chantier la qualité d'exécution, la sécurité et le bon approvisionnement des matériaux de construction.

Phase de suivi et de pérennisation

Cette dernière phase est déterminante pour s'assurer de la durabilité du projet dans le temps. Elle consiste à accompagner la communauté pour définir un mode de fonctionnement et de gestion qui garantissent une offre touristique de qualité et la pérennité financière du projet. Des démarches pour accroître la visibilité et le référencement du lodge auprès d'agences touristiques de trekking népalaises et étrangères sont engagées. Des formations hôtelières sont proposées afin de renforcer les capacités du personnel impliqué dans la gestion du lieu. Ces actions permettent de garantir des revenus constants pour assurer le fonctionnement du lodge et le financement des autres infrastructures et activités communautaires : écoles, dispensaire de santé, pépinière.



Phases d'intervention et chronologie du projet.



Partie 2:

L'Annapurna Dhaulagiri Community Eco Trek

Depuis une ancienne route du sel empruntant le lit de la rivière Kali Gandaki, jusqu'aux crêtes enneigées du massif des Annapurnas, en passant par de profondes forêts de rhododendrons, l'ADCE Trek offre aux touristes une approche complète de l'univers himalayen, aussi bien sur un plan géographique qu'humain. En quelques années, cet itinéraire géré de manière communautaire est devenu le véritable moteur d'un développement social et économique pour les populations locales.

Vue sur l'Annapurna South (7219m) depuis le site de Khopra.

A travers montagnes et collines 2.1

Les différents itinéraires de ce trek communautaire se déploient à travers différents étages écologiques sur les versants ouest du massif de l'Annapurna. Plusieurs sommets majestueux et sites exceptionnels dominent et jalonnent ce parcours qui profite de la riche diversité faunistique et floristique de l'aire de conservation de l'Annapurna.

Les différents étages écologiques

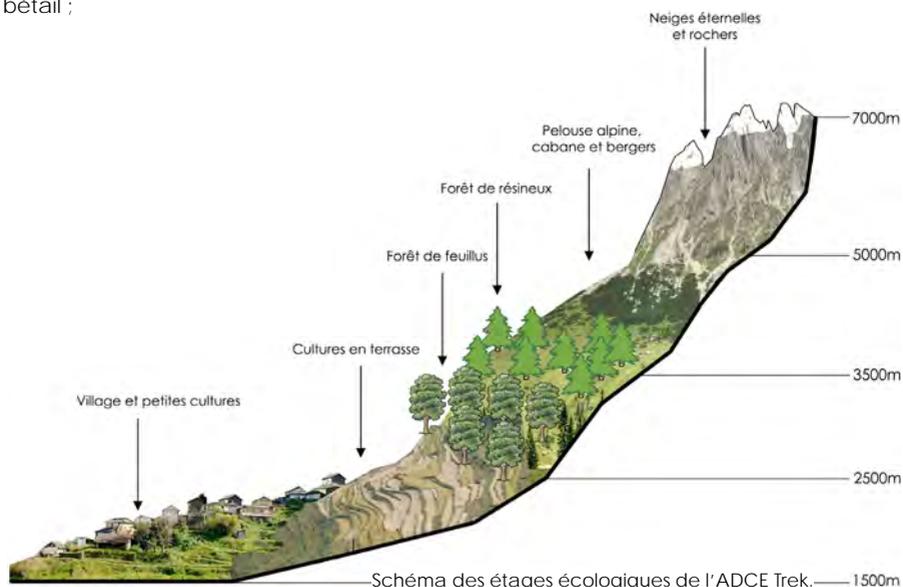
La région traversée comprise entre 1000 et 5000m d'altitude est formée de paysages de collines et de moyennes montagnes où se développent dans de nombreuses vallées une agriculture en terrasse. Comme d'autres populations des hauts pays himalayens, telles les Tamangs ou les Sherpas, les communautés locales interagissent et exploitent différentes zones altitudinales et étages écologiques.

- **L'étage tempéré, entre 1500 et 2500m d'altitude** : il comprend les lieux d'habitation permanent et les espaces de cultures, principalement aménagés sous forme de terrasses ;

- **L'étage subalpin, entre 2500 à 3500m d'altitude** : il est dominé par des massifs forestiers variés (chênes, sapins, pins, rhododendrons) qui offrent les ressources nécessaires pour le bois de chauffage et de cuisson, le bois de construction, et le fourrage pour le bétail ;

- **L'étage alpin situé au-dessus de 3500m** : il est utilisé comme lieu d'estive l'été de juin à septembre pour les troupeaux de bovins (buffles, et yaks) et d'ovins (chèvres et moutons) ainsi que de récoltes de plantes médicinales comme l'étonnant Yarsagumba (voir encadré).

Ces différents étages bénéficient d'une bonne pluviométrie. De nombreux cours d'eau irriguent le fond des vallées depuis la chaîne de montagne. L'accès à l'eau n'est donc pas un problème dans cette région qui est sujette chaque année aux fortes précipitations liées à la mousson en provenance du Golfe du Bengal. Les versants sud de l'Annapurna sont d'ailleurs connus pour être ceux qui reçoivent une des plus fortes pluviométries du Népal.



Forêt de rhododendrons.



Forêt de sapins au-dessus de Paudwar.



Pelouse alpine à Khopra.



Paysage de haute montagne, Khayar lake.



Village de Danda Kateri et ses petites parcelles de culture.



Culture en terrasse.

La collecte du Yarsagumba



Chaque année en avril, après la fonte des neiges, les populations locales partent à la recherche du Yarsagumba, un champignon-chenille utilisé dans la médecine traditionnelle que l'on trouve uniquement dans les pâturages himalayens situés entre 3500 et 4000m. Cet étrange champignon, qui a infecté une chenille pour s'en nourrir et finalement la tuer, est considéré comme le viagra himalayen et se vend à prix d'or sur les étals des marchés chinois.



L'ADCE Trek est jalonné de plusieurs sites naturels remarquables. Au détour d'un chemin on peut y découvrir des chutes d'eau bruyantes et des forêts de rhododendrons aux couleurs flamboyantes. L'ascension jusqu'au lac de haute altitude de Khayar situé à 4800m permet de côtoyer au plus près le massif des Annapurnas. Plus accessibles, les promontoires de Mohare et de Khopra offrent également des vues panoramiques spectaculaires sur plusieurs sommets de la chaîne des Annapurnas et du Dhaulagiri comme le Dhaulagiri septième plus haut sommet au monde (8167m), le Baraha Shikhar (7647m), l'Annapurna South (7219m), le Gurja Himal (7193m), le Nilgiri (7061m).

Une grande partie de cet itinéraire se trouve inclus dans l'aire de conservation de l'Annapurna qui mène depuis 1992 de nombreuses activités de conservation, de promotion et de sensibilisation par le biais du Annapurna Conservation Area Project (ACAP) (voir encadré). Ce régime de protection et de gestion a permis à la région de limiter l'érosion de son capital et patrimoine paysager. De nombreuses actions de plantation ont par exemple permis la préservation des forêts, tout en encourageant les communautés locales à continuer d'utiliser

L'aire de conservation de l'Annapurna

L'aire de conservation de l'Annapurna, la plus grande du Népal, s'étend sur environ 1000km² avec une altitude comprise entre 1000 et 8091m. Elle fut établie en 1992 avec pour objectif de mettre en place un système de gestion et de planification qui permet à la fois de protéger les écosystèmes et l'environnement naturel tout en permettant une utilisation durable et réglementée des ressources disponibles par les populations locales estimées à 150'000 personnes. Les activités mises en place incluent des programmes de protection de la forêt, de valorisation d'alternatives énergétiques, d'éducation aux enjeux de la conservation, de développement communautaire, de promotion touristique, de santé communautaire, d'assainissement, de recherches et de formations. Cette aire dépend de King Mahendra Trust for Nature Conservation sous l'égide du Ministère du tourisme et tire ses fonds principalement des entrées payantes des touristes ainsi que le support de plusieurs organisations internationales comme le WWF, et l'Alpine Club Allemand.

leurs pratiques traditionnelles de gestion des ressources.

Aujourd'hui cette région possède encore une biodiversité floristique et faunistique riche et variée. Elle compte une dizaine de type de forêts différentes : arbres à feuilles caduques (aux alentours de 1000m), feuillus comme le chêne, résineux comme le pin bleu (jusqu'à 3000m), conifères, bouleaux et rhododendrons jusqu'à 4000m et parfois même jusqu'à 4500m. Au-delà de 5000m règne la prairie alpine. Ces montagnes, forêts, et profondes vallées abritent des grandes variétés d'espèces emblématiques comme le léopard de neiges, le panda roux, ou le faisan danphé emblème du Népal.

Cette nature abondante et hors d'échelle présente un attrait indéniable pour les randonneurs étrangers avides de grands espaces et de belles photos. Le caractère préservé et authentique qu'offre l'ADCE Trek présente ainsi un atout certain pour les trekkers à la recherche de paysages pittoresques et d'exploits sportifs. Les sentiers sont encore peu fréquentés et les vues sur la chaîne himalayenne sont tout aussi spectaculaires que sur bon nombre de treks plus empruntés.

Au pied de montagnes rocailleuses et acérées, s'étagent des vallées verdoyantes où vivent des populations magars regroupées au sein de villages pittoresques comme celui de Nangi et de Paudwar. Malgré l'effritement de l'identité culturelle propre à tous les groupes ethniques népalais, ces villageois continuent à vivre de manière traditionnelle au rythme de leurs activités agricoles et d'élevage, et selon leurs rites ancestraux.

Les magars

Les habitants des villages traversés par l'ADCE Trek sont des magars, une ethnie d'origine tibéto-birmane descendant des peuples mongols qui ont parcouru le sous-continent indien au cours du XIII^{ème} siècle. Les magars représentent l'une des ethnies les plus importantes du Népal réunissant 7,1% de la population népalaise⁹. Ils se concentrent principalement dans les régions de l'ouest et du mid-ouest du Népal, sur les versants sud et ouest du Dhaulagiri. Les magars comptent sept castes (Thapa, Rana, Ale, Pun, Roka, Budha et Gharti) subdivisées en une quinzaine de sous-castes.

himalayens) ou les festivités de Brahmani (voir encadré). Pour la plupart agriculteurs, ils sont aussi éleveurs, artisans ou ouvriers. Les magars sont également connus pour avoir joué un rôle important dans les unités armées Gurkhas des forces britanniques et indiennes et sont encore largement représentés au sein du contingent népalais.

Les villages magars et leur terroir sont répartis en une succession d'îlots de population, variant d'une dizaine à une centaine d'habitations établies le long de la vallée Kali Gandaki et de ses affluents. Les villages sont constitués de groupements, plus ou moins denses, de maisons en maçonnerie de pierre, chapeautées de toitures à deux pans couvertes de lauze. Chaque village possède un ou plusieurs temples dont l'importance se traduit à travers leur taille et le niveau de détails des ornements et peintures. L'ADCE Trek traverse plusieurs villages typiques de la culture magar dont le village de Paudwar aux ruelles étroites et minérales (voir étude approfondie en partie 3) et l'ancien village de Nangi.



Objets et habits traditionnels magars (Musée de la montagne de Pokhara).

A l'origine animistes et chamanistes, ils sont maintenant devenus majoritairement hindouistes, certains habitants du nord pratiquent également le bouddhisme tibétain. Ils possèdent leur propre langue (la langue magar) qui reste peu pratiquée et suivent un ensemble de rites et rituels comme le festival de buveur de sang de yak (qu'ils partagent avec d'autres groupes ethniques



Le village magar de Paudwar.

⁹Source : CIA world factbook

Les festivités de Brahmani

Chaque année en mars-avril et juillet-août au-dessus de Khopra, le Khayar lake devient le point de convergence de centaines de dévots qui viennent honorer Brahmani, une divinité hindouiste. Cette déesse est la représentation de la gentillesse et de la bienveillance de la déesse-mère Devi. Les népalais se retrouvent alors sur la crête, autour de son temple, pendant plusieurs jours en compagnie de yaks. Festival très spirituel durant lequel les croyants suivent plusieurs rituels et procèdent à des offrandes et des sacrifices.

Vie quotidienne et activités locales

Les principales activités des habitants de la région de l'ADCE Trek sont l'agriculture et l'élevage. Le maïs, le millet, la patate, le riz et le blé sont les cultures les plus importantes (voir calendrier). Elles se développent sur des parcelles en terrasse de petites dimensions. Dans les espaces cultivables de l'étage tempéré, le relief et la pression de la population font que les fermes sont petites. Chaque parcelle de terrain est donc exploitée ; certaines terrasses se situent alors parfois sur des pentes de 50 à 60°. Partout les résidus de récolte sont soigneusement conservés, souvent dans les maisons ou dans les arbres. Le foin (Ghāsa) est confectionné en été dans les montagnes et après la mousson dans les collines. Le foin est utilisé pour nourrir les animaux.

leurs croisements (*chauri* et *jhopa*) sont très importants. Les systèmes de transhumance sont pratiqués pour trouver des pâturages estivaux et hivernaux pour les bovins, caprins et yaks. L'élevage sert à la production de viande, de lait, de laine et de bois de vache, biocombustible largement répandu (voir encadré).

En plus d'être éleveurs ou/et agriculteurs, les habitants de la région de l'ADCE Trek exercent souvent des métiers artisanaux complémentaires comme charpentier ou maçon par exemple. Certains tiennent également des petits commerces. Par le passé, la vallée Kali Gandaki a été l'une des routes principales des échanges (notamment de sel) entre l'Inde et le Tibet, ce qui a joué un rôle prépondérant pour l'activité commerciale de la région. L'essor du trekking dans la région stimule également l'émergence de nouveaux métiers de service.

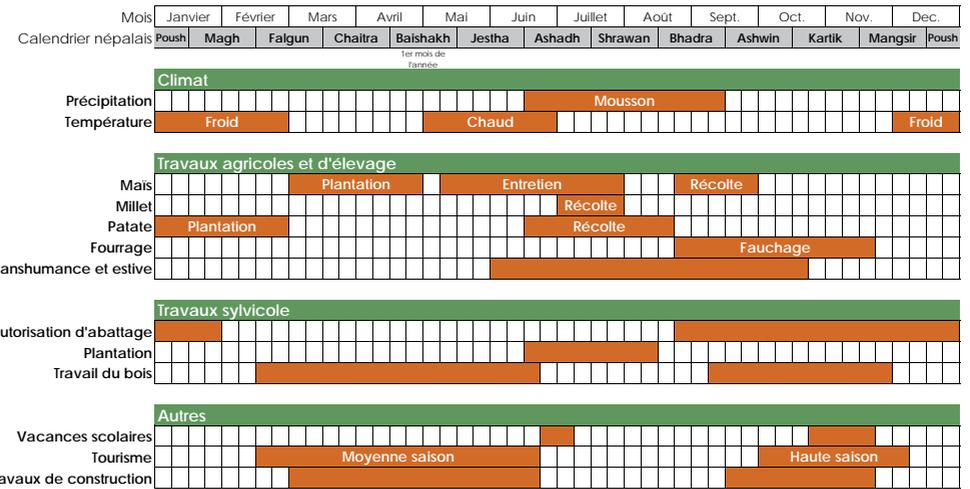


Femme magar préparant à l'aide d'argile une surface pour le séchage de ses récoltes.



Habitant de Paudwar préparant une natte tressée de bambou à l'aide d'un *khukuri*, le couteau des combattants *gurkha*.

Comme dans le reste du Népal, l'élevage est une composante très importante du système économique local. Il représente une des sources de revenu essentielle pour les familles rurales et rythme les activités journalières. Le plus grand nombre d'animaux se trouve dans les collines, surtout les bovins (vaches et buffles) et les caprins (chèvres et moutons). Dans les montagnes, les yaks et



Calendrier des principales activités rythmant la vie des populations rurales de l'ADCE trek.

Le bois de vache



L'élevage sert aussi à la production du « bois de vache » ou gober. Une fois séchée la bouse de vache, de buffle ou de yak peut être utilisée comme combustible. Une vache adulte produit en moyenne 12 bouses par jour (d'environ 3 kg chacune). Même si son contenu calorifique est faible, la bouse de vache est largement utilisée par les populations rurales. Dans la période 2008/2009, la bouse de vache représentait 5,7% du total de la consommation énergétique népalaise représentant la seconde source de consommation énergétique après le bois¹⁰.

C'est au milieu des années 90, grâce à l'impulsion et à la vision de leur leader charismatique Mahabir Pun que les communautés villageoises de cette région du district de Parbat et de Myagdi se sont organisées autour d'un projet commun : le développement d'un parcours de trekking communautaire. Depuis, la fréquentation touristique ne cesse de se développer et de nouveaux projets voient le jour.

Caractéristique de ce trek communautaire

L'ADCE Trek est un parcours complet et diversifié. Il permet à ceux qui l'empruntent d'aller à la rencontre d'écosystèmes et de paysages variés. Il compte deux itinéraires, l'un de six jours entre Ghumane Lake, Nangi, Mohare et Tiplyang et l'un de dix jours entre Ghumane Lake, Nangi, Mohare, Swanta, Khopra, Paudwar et Gharkhola.

Dans sa partie sud, son tracé suit une ancienne voie de circulation, qui était utilisée autrefois pour faciliter les échanges entre les villages situés sur les collines et le fond de la vallée de la Kali Gandaki. Aujourd'hui, cet itinéraire n'est pas forcément celui pratiqué par les populations locales car des accès plus directs existent pour rejoindre les villages entre eux. L'itinéraire actuel a été déterminé de façon à faire bénéficier l'ensemble des villages parcourus du passage des randonneurs.

Plusieurs infrastructures communautaires, mais également privées, ponctuent le parcours comme des lodges, des restaurants et des maisons de thé (tea house). De nombreux aménagements comme des escaliers de pierre, des chemins pavés, des fontaines ou encore les fameux *chautari*, ces plateformes surélevées qui permettent aux marcheurs de se reposer, balisent les itinéraires en tirant profit de la pierre, matériau largement disponible localement.

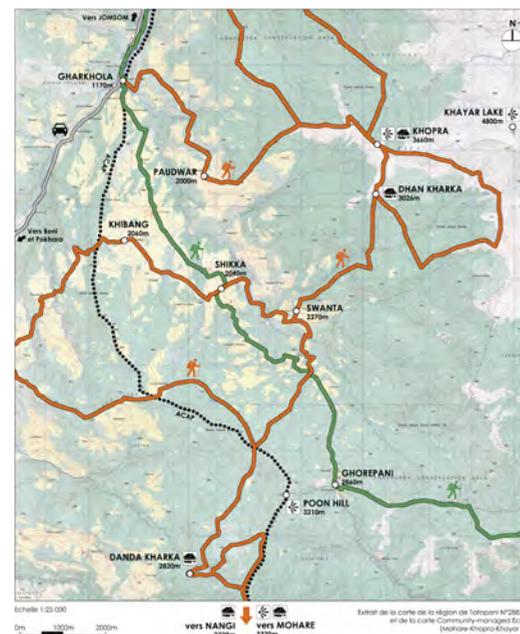
Ces aménagements, qui s'étirent sur parfois plusieurs centaines de mètres, montrent l'importance que revêt ces voies de communication dans la vie quotidienne de ces populations rurales. Ils permettent également d'appréhender la force de travail et dans une certaine mesure le degré de cohésion des communautés qui furent impliquées dans la réalisation de ces travaux colossaux.



Chautari invitant à faire une halte sur le parcours de l'ADCE Trek.



Escalier en pierre ponctuant régulièrement les chemins de l'ADCE Trek.



Carte d'une partie de l'ADCE Trek.

- Annapurna Dhaulagiri Community Eco Trek
- Circuit Tour des Annapurnas
- Limite de l'Aire de conservation de l'Annapurna (ACAP)
- Route carrossable
- Point de vue panoramique et site remarquable
- Lodge communautaire

#	Départ	Arrivée	Temps de marche	Total dénivelé	Type hébergement
Jour 1	Gaeshwor	Banskharka	4h	+ 626m	Chez l'habitant
Jour 2	Banskharka	Nangi	5h	+ 800m	Communautaire
Jour 3	Nangi	Mohare	5h	+ 1000m	Communautaire
Jour 4	Mohare	Danda Kharka	3h	- 500m	Communautaire
Jour 5	Danda Kharka	Tikot	7h	- 650m	Chez l'habitant
Jour 6	Tikot	Khibang	4h	- 200m	Chez l'habitant
Jour 7	Khibang	Swanta	5h	+ 250m	Chez l'habitant
Jour 8	Swanta	Dhan Kharka	6h	+ 800m	Communautaire
Jour 9	Dhan Kharka	Khopra	3h	+ 350m	Communautaire
Jour 10	Khopra	Paudwar	7h	- 1400m	Chez l'habitant
Jour 11	Paudwar	Gharkhola	4h	- 800m	Chez l'habitant

Histoire de ce trek communautaire

Depuis l'ascension du premier 8000m en 1950¹¹ qui fit connaître le massif des Annapurnas au grand public, la région connaît un engouement touristique certain. C'est en 1977 que s'ouvre le Tour des Annapurnas, sans doute l'un des chemins de randonnée les plus réputés au monde, dont quelques petites portions sont aujourd'hui communes avec l'ADCE Trek. On estime actuellement que la région des Annapurnas attire une grande majorité des trekkers venant au Népal, environ 130'000 touristes en 2014 d'après l'ACAP.

De nombreuses initiatives privées pour tirer profit de l'essor touristique de la région ont ainsi vu le jour : création de maisons de thé, de lodges, d'agences de trekking. Conscients des retombées économiques importantes qu'un tel afflux touristique peut générer, mais aussi des dangers qu'un tel développement lorsqu'il est non maîtrisé et organisé peut engendrer, Mahabir Pun et les leaders communautaires de plusieurs villages décident de s'organiser.

Ils fondent en 1996, avec la création d'un premier site de camping sur le site de Khopra, ce qui sera les prémices de l'ADCE Trek. En parallèle, l'association à but non lucratif l'ADCE-Tourism Development and Promotion Organization est créée pour donner corps à ce projet de création d'un circuit touristique communautaire et solidaire.

Cette démarche de promotion d'un tourisme responsable s'est d'abord illustrée à travers la construction et la gestion de plusieurs sites de camping (Khopra et Nangi), avec pour objectif de départ, de pouvoir récolter des fonds afin de supporter l'achat de fournitures scolaires et le paiement des professeurs des écoles de deux villages, celui de Nangi et de Paudwar.

Depuis, avec l'appui de différentes institutions népalaises et étrangères, de nombreux autres projets communautaires ont vu le jour : ouverture d'une pépinière forestière à Nangi en 1997 ; ouverture d'une fromagerie communautaire à Paudwar

¹¹Le sommet principal, l'Annapurna I, culminant à 8091m fut gravi pour la première fois par sa face nord en 1950 par une équipe française menée par Maurice Herzog et Louis Lachenal

en 1998 ; construction du premier lodge communautaire en 2008 sur le site de Khopra. En 2011, l'ADCE Trek a été reconnu officiellement par le Nepal Tourism Board, ce qui a permis l'édition d'une carte de randonnée ainsi que son référencement auprès d'agences de voyage de Katmandou et de Pokhara.



Vue du site de camping à Khopra à la fin des années 90.

Une gestion communautaire

Aujourd'hui, l'ADCE Trek comprend plusieurs infrastructures et activités rémunératrices localisées dans trois provinces (VDCs) du district de Parbat et quatre VDCs de Myagdi. Dix villages sont impliqués dans ce programme d'écotourisme. En termes de structures d'accueil, il regroupe six lodges, quatre restaurants et des chambres d'hôtes qui offrent, moyennant quelques roupies, gîtes et/ou couverts aux trekkers, guides et porteurs.

Plusieurs initiatives artisanales, comme une fabrique de papier, de confitures, de sacs, de fromage ont également été créées, pour offrir à la vente des produits réalisés localement et ainsi générer une activité économique pour ces populations rurales en complément de leurs revenus agricoles.

Toutes ces infrastructures sont gérées et sont la propriété des villages. Les porteurs, les guides et les cuisiniers sont issus des communautés. Les bénéfices sont réinjectés localement et sont utilisés pour pallier aux déficiences de l'état central en assurant le maintien et la pérennité d'une pépinière forestière et de plusieurs équipements d'éducation et de santé : centres de puériculture, écoles primaires et secondaires, centres et dispensaires de santé.

Chaque infrastructure et chaque activité artisanale est gérée de manière indépendante par un comité de gestion composé de cinq membres. La gestion et le développement de l'ensemble de ce projet d'écotourisme

reposent sur la coopération entre les autorités locales des villages et des VDCs concernés, les membres des différents comités de gestion (on en compte 80 actuellement) et l'ADCE-Tourism Development and Promotion Organization qui fait le lien entre tous et coordonne l'ensemble.

Les activités et services proposés par les villageois sont donc multiples et variés. En voici quelques exemples :

- **Le lodge de Khopra** : Il se situe sur les terres communautaires du village de Paudwar. Il a une capacité de vingt lits et est équipé d'une cuisine qui offre boissons et repas chauds. Il est géré conjointement par le village de Paudwar et de Nangi. Le personnel, la gestion et l'approvisionnement des denrées sont ainsi partagés. Les revenus participent au paiement des salaires des professeurs de l'école de Paudwar et de Nangi et à l'achat de fourniture scolaire.



Guides et touristes blottis autour du poêle à bois du lodge de Khopra.

- **La pépinière forestière** : Cette vaste pépinière cultive depuis une vingtaine d'années des plantes médicinales et toutes sortes d'arbres (feuillus, résineux, arbres à fruits, arbres à fleurs). Alors que le volume d'arbres plantés était de 800 à 900 arbres par an il y a quelques années, aujourd'hui la pépinière de Nangi ne plante plus que 100 à 200 arbres par an faute de financement. La période de plantation se déroule sur trois mois, de mi-juin à mi-septembre.



Préparation des semis dans la pépinière de Nangi.

- **Le troupeau de Yaks** : La communauté de Paudwar et de Nangi possède un cheptel communautaire de 160 yaks qui sont élevés pour leur viande, leur lait et leur sang qui est bu de manière rituelle lors d'un festival qui rassemble deux fois par an les villageois des environs (voir encadré). Pendant la saison chaude, les yaks s'installent à Khopra entre 3500 et 3900m d'altitude, durant l'hiver ils redescendent à 3200m sur un versant ensoleillé. Les yaks adultes dorment dehors, mais les plus jeunes ont besoin d'un enclos couvert pour qu'ils puissent rester au chaud et être protégés contre d'éventuels prédateurs. Leur laine ne semble pas être utilisée.



Yaks appartenant à la communauté en train de paître dans les hauteurs de Paudwar.

- **La fabrique de papier** : Une fabrique de papier népalais ou *lokta* qui reprend les principes de fabrication des premiers manuscrits tibétains a été créée dans le village de Nangi (voir encadré). Ce sont les femmes en fonction de leurs disponibilités face aux tâches agricoles qui se chargent de la confection et de la commercialisation des feuilles, des cahiers et des livrets en papier. En 2013, une serre couplée à un système de chauffage bois par le sol (type Ondol coréen) a été conçu pour permettre le séchage des feuilles lorsque le temps ne permet pas un séchage à l'extérieur.



Préparation d'une feuille de papier en répartissant la pulpe de lokta dans un cadre en bois.

Le papier lokta

La fabrication du papier au Népal date du début du premier millénaire. Un minimum d'outils et d'éléments sont utilisés : un moule bois, de la pulpe d'écorce et un puits creusé dans le sol. Le séchage est réalisé par évaporation de l'eau dans le moule et exposition au soleil. La matière première est l'écorce du Daphne Bholua, connue principalement sous le nom népalais de *lokta*. Cette plante pousse sur le piémont de l'Himalaya à 2500 et 3500m d'altitude. De nos jours, la méthode de fabrication traditionnelle du papier au Népal a très peu changé.

Le sang de Yak

Les népalais vouent au sang de yak des vertus médicinales qui tiendraient au régime spécifique des yaks qui se nourrissent une grande partie de l'année des pâturages réputés sains des hautes altitudes. Le sang est prélevé en incisant une veine dans le cou de l'animal. Le verre de sang est alors vendu aux plus téméraires qui le dégustent encore chaud. Trois à quatre verres de sang sont extraits de l'animal avant qu'il soit relâché.

Un trek en plein essor

Depuis sa création, l'ADCE Trek enregistre une progression constante du nombre de visiteurs. Mais les chiffres annoncés (voir encadré) sont encore loin des 50 000 visiteurs qui s'aventurent chaque année sur le Tour des Annapurnas. La marge de progression est donc importante et les communautés prévoient l'arrivée de plus en plus de touristes dans les prochaines années.

D'après la communauté, la fréquentation actuellement enregistrée provient pour 30% de personnes venant exclusivement pour réaliser ce trek, les 70% restant sont des personnes souhaitant effectuer une partie seulement du trek notamment pour visiter le site de Khopra ou celui de Mohare. Ces derniers sont généralement des trekkers qui effectuent le Tour des Annapurnas et qui décident d'emprunter des itinéraires alternatifs. Cette tendance a d'ailleurs été renforcée avec la construction dans la région d'un tronçon de route sur l'itinéraire du Tour des Annapurnas qui contraint les randonneurs à se tourner vers des chemins alternatifs comme celui de l'ADCE Trek.

Pour répondre à l'accroissement vraisemblable du nombre de trekkers sur le parcours de l'ADCE Trek et ainsi tirer profit des retombés économiques, les communautés locales souhaitent poursuivre la création de nouvelles infrastructures. Les sites emblématiques de Khopra et de Mohare constituent les lieux de choix pour développer la capacité d'accueil. C'est donc logiquement que ces deux sites ont été proposés à LCDM pour envisager la construction d'un nouveau lodge. A Khopra, par exemple, certains jours l'affluence est telle que le lodge existant devient surchargé, obligeant alors

certains touristes et porteurs à loger dans des tentes temporairement installées sur le site. Alors que la capacité d'accueil est actuellement de vingt lits, la communauté envisage pour ce site la création dans les cinq années à venir d'une soixantaine de lits supplémentaires. Le défi pour l'ADCE-Tourism Development and Promotion Organization sera alors d'éviter de tomber dans les travers d'une gestion touristique de masse pour continuer à proposer des prestations qui allient authenticité, qualité et respect des écosystèmes et du singularisme culturel.

Parallèlement à la construction de nouvelles infrastructures, Mahabir Pun a initié dernièrement un autre projet qui illustre la volonté de développer un tourisme durable : la création d'une micro-centrale hydro-électrique. D'une puissance de 50Kw, la turbine qui sera installée fin 2016 devrait pouvoir alimenter trois lodges communautaires, dont celui de Khopra, en énergie propre et renouvelable pour la cuisson, le chauffage, l'eau chaude, l'éclairage et l'électricité. A terme, ces refuges pourraient se prévaloir d'être totalement autonomes et d'avoir une empreinte carbone nulle. Faute de l'existence de réseau électrique, la quasi-totalité des refuges au Népal utilise en effet le bois comme moyen de combustion pour la cuisine et le chauffage, ce qui engendre l'émission de CO2 et un impact non négligeable sur les ressources forestières qui dans certaines régions sont limitées. Cette initiative zéro carbone a été saluée par le Ministère du Tourisme du Népal qui souhaite faire de ce projet pilote un exemple à suivre pour lutter localement contre la déforestation et contribuer aux efforts pour limiter le réchauffement climatique.

Evolution de la fréquentation de l'ADCE Trek		
Année	Nombre de personnes enregistrées	Fonds générés en RPS et (équivalent USD)
2011	17 personnes	277 067 (2 770 USD)
2012	180 personnes	2 947 538 (29 475 USD)
2013	346 personnes	3 885 096 (38 850 USD)

Source : <https://nepaltrek.wix.com/nepalcommunitytrek>



Partie 3: Patrimoine et cultures constructives locales

Du fait de ses différentes cultures et de sa géographie variée, le Népal offre une très grande variété de type d'habitats : toiture deux pans, toit plat, couverture en chaume, en tuiles, en lauzes, en bardeaux ; murs en terre crue, en brique cuite, en pierre sèche, parois de fibre ; bâtiment horizontal à un seul niveau ou vertical sur plusieurs étages. Les différentes typologies sont nombreuses et varient en fonction de l'étagement écologique, des conditions climatiques et des aspects socioculturels.

Dans la région de l'ADCE Trek, préservée du désastre du tremblement de terre de 2015, subsiste une architecture rurale domestique qui donne à appréhender les mœurs et traits culturels, ainsi que les pratiques constructives de ses occupants. Une autre architecture composée d'abris modestes et de refuges rudimentaires est également présente pour assurer les travaux agricoles et d'élevage. C'est le village de Paudwar, dont dépend le site de Khopra, et ses environs qui ont servi de base d'étude pour mieux comprendre les spécificités de l'habitat, de l'architecture, des savoirs et des processus constructifs.

L'étude de la culture constructive de notre région d'intervention s'est portée sur le village de Paudwar et ses maisons typiques en pierre, ainsi que sur les constructions utilisées par ses habitants pour évoluer au sein des différents étages écologiques : abris des zones forestières et refuges de haute montagne. Comme pour toute architecture vernaculaire, ces constructions expriment le souci d'adaptation aux conditions climatiques et au milieu dans lequel elles s'inscrivent. Elles sont l'expression des conditions écologiques et géographiques propres à cette région montagneuse.

Implantation humaine et étages écologiques

Comme de nombreuses autres populations implantées dans les contreforts de l'Himalaya, les habitants de Paudwar ont développé plusieurs types d'habitat en fonction des différents étages écologiques et des activités qui s'y déroulent. Cette multiplicité de l'habitat leur permet d'assurer au gré des saisons leurs diverses activités agricoles, d'élevage et de cueillettes en facilitant grandement les transports et les allées et venues des éleveurs et exploitants entre les différentes zones d'altitude. Ces modes d'habitation peuvent être classés selon trois catégories en fonction des différents étages écologiques.

L'habitat permanent de l'étage tempéré

L'habitat permanent (*gar*) regroupé au sein du village de Paudwar se situe logiquement au niveau de l'étage tempéré des zones agricoles. Le climat y est doux et la proximité des zones de culture facilite le travail au quotidien. Les matériaux de construction utilisés sont diversifiés et caractéristiques

des ressources disponibles localement : pierre, bois, bambou, terre. La relative proximité avec les centres de commerce des villes facilite de plus en plus l'utilisation de matériaux manufacturés comme la tôle, l'acier et le ciment.

Les abris de l'étage subalpin

Dans l'étage subalpin, des abris fixes ou mobiles sont utilisés de manière temporaire pour exploiter les zones forestières et l'élevage. C'est principalement le bois et les fibres qui sont utilisés pour assembler ces structures rudimentaires qui peuvent être démontées et remontées rapidement en fonction des besoins saisonniers. Les bâches en plastique ont souvent remplacé les branchages et les fibres comme matériau de couverture. En plus d'offrir un espace abrité pour la préparation des repas et de couchage, ces abris ont pour fonction de protéger les veaux et les agneaux du froid et des prédateurs éventuels.



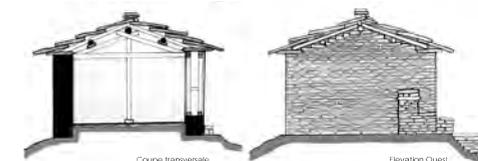
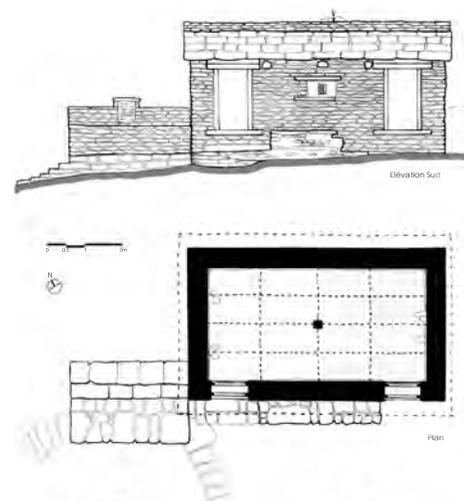
Maison d'habitation dans le village de Paudwar.



Abris utilisé par les éleveurs de yaks.

Les refuges de l'étage alpin

Dans l'étage supérieur alpin, les constructions se font plus rares. On y trouve néanmoins certains temples ou hôtels construits pour honorer des divinités séculaires. Quelques crêtes ou replats accueillent également de solides refuges en pierre qui semblent émerger de ces hauts pâturages où rien ne pousse. Lorsqu'ils sont encore en fonction, ces refuges sont utilisés par les bergers pendant les mois d'été lors des périodes d'estive. Ils permettent également d'abriter les voyageurs itinérants. Ce type de construction se retrouve dans tout le Népal sous différents aspects et offre un point de halte où les bergers et voyageurs peuvent se reposer et cuisiner à l'abri des intempéries.



Relevé d'un des refuge encore présent sur le site de Khopra.

Le village magar de Paudwar

Paudwar est un village caractéristique de la culture magar qui a su garder son caractère authentique avec ses ruelles en pierre et ses habitations compactes en maçonnerie de pierre. Il se trouve dans le VDC Sika, dans le district de Myagdi. Son nom signifie « le territoire par lequel l'on accède à pied ». Ce village aurait été fondé entre le XIVème ou XVème siècle par des peuples d'origine tibétaine préférant s'installer sur les versants de ces montagnes où la nourriture et l'eau étaient abondantes contrairement aux plaines du *terai* plus humides où des maladies sévissaient comme la malaria.

Ce village est aujourd'hui peuplé d'environ 1450 habitants regroupés en 225 familles appartenant majoritairement à la caste Pun et Tiljo. 75 % de la population travaille dans les champs cultivant millet, maïs, blé et font de l'élevage pastorale (vache, buffle, moutons). Les 25% restant sont maçons, professeurs, commerçants, muletiers ou se sont expatriés pour travailler dans les pays du Golfe Persique.

Le village est accroché à 2200m d'altitude au versant sud-ouest d'une profonde vallée où s'écoule la rivière Kali Gandaki.



Vue satellite du 11 mars 2009 du village de Paudwar montrant l'implantation des maisons suivant les courbes de niveaux.

Source : Google Earth



Vue des espaces extérieurs du village avec ses ruelles et ses terrasses en pierre.

Le village s'est installé sur un replat qui a certainement joué un rôle pour déterminer son implantation. Il est composé de trois groupements d'habitation : le village haut, le village central avec son école et le village bas. Le bâti est constitué d'un agglomérat de maisons réparties en gradin selon la pente du terrain. L'orientation des maisons magars¹² suit une logique topographique où les faitages des toits s'implantent parallèlement aux courbes de niveau. Les maisons sont très rarement accolées les unes aux autres, on y circule autour par d'étroites ruelles où la pierre prédomine. Ces maisons n'ont pas de jardin ni de clôtures. Hormis quelques massifs fleuris, il n'y a pas d'arbre dans le village c'est la pierre qui domine, mais il suffit de s'écarter du centre du village pour trouver les premières parcelles cultivées. L'inclinaison du terrain fait que les ruelles s'apparentent le plus souvent à de véritables escaliers. Le village de Paudwar ne possède pas de place à proprement parlé, des terrasses dessinées par de nombreux murs de soutènement en pierre font office d'espaces publics où la vie du quotidien s'organise : jeux pour enfants, lavage et séchage du linge, séchage des denrées, conversations. L'espace public n'est donc qu'une succession d'escaliers étroits et de petites terrasses.

Le village est accessible par plusieurs chemins, il n'y a pas de route carrossable. La première route se trouve en contrebas dans le village de Gharkhola située à une heure et demi de marche. La proximité relative du site de Khopra qui dépend du village (situé à sept heures de marche et 1700m plus haut !) lui permet d'accueillir chaque année un nombre non négligeable de visiteurs. Mais la fréquentation touristique reste très faible comparativement à d'autres villages se situant sur le parcours du Tour des Annapurnas, ce qui a permis de le préserver du tourisme de masse. On compte actuellement trois maisons d'hôtes offrant aux visiteurs repas chauds et quelques chambres spartiates.

Par sa forme, sa distribution, son mobilier, l'habitat est le reflet des activités et pratiques quotidiennes de ses habitants. Une maison caractéristique du village, avec ses loggias en bois décorées et sa toiture lourde de schiste, a ainsi été sélectionnée pour faire l'objet d'une analyse approfondie permettant de mieux appréhender son fonctionnement et ses usages.

Stigmate d'une époque donnée, l'habitat suit également l'évolution sociétale des peuples. En fonction de l'évolution des conditions de vie, de mutations sociales et culturelles, ou de l'accès à de nouveaux savoir-faire et matériaux de construction, la forme et l'usage des maisons évoluent dans le temps. Ces changements peuvent être plus ou moins perceptibles et intervenir à des rythmes et des degrés divers. Pour dresser un état des lieux de la typologie et des usages de la maison magar, il est donc intéressant de porter un regard chronologique qui rend compte des évolutions passées et des changements à venir.

Forme et typologie de l'habitat

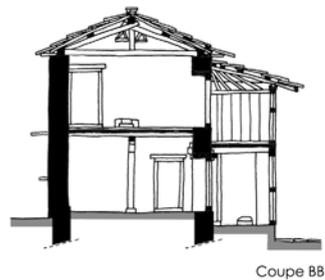
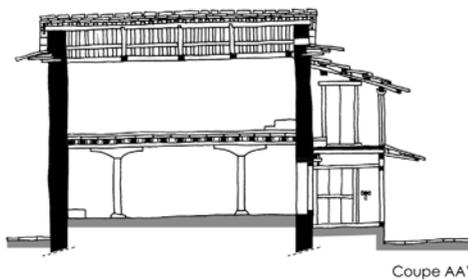
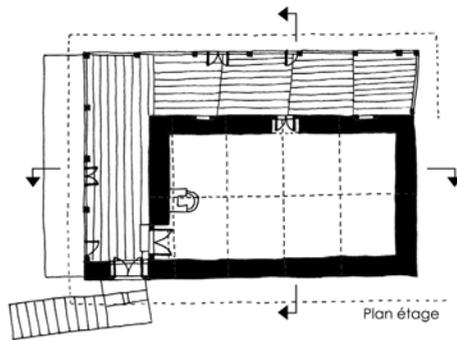
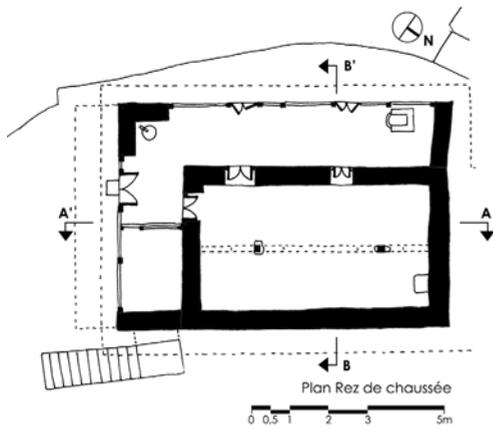
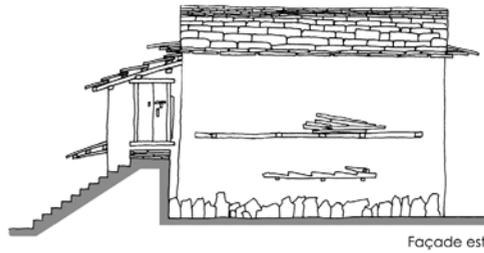
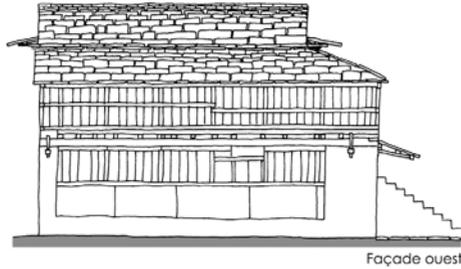
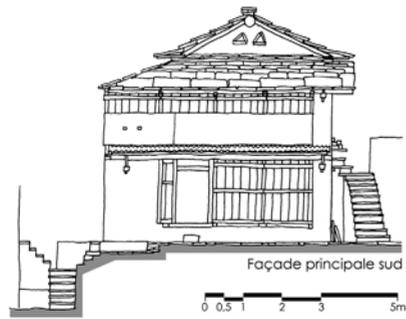
Les maisons magars du village de Paudwar sont lourdes, de forme compacte de manière à lutter contre le froid et à maintenir une température intérieure supportable pour l'homme. Elles sont de forme rectangulaire (environ 6 x 8m) et asymétrique, et se développent sur plusieurs niveaux comprenant généralement un rez-de-chaussée et un étage sous comble. Chaque étage est accessible de manière indépendante depuis l'extérieur soit directement depuis une petite terrasse en rez-de-chaussée soit depuis des escaliers de pierre accrochés à l'étage supérieur. Les toitures sont formées de deux pans de dalles en pierre (lauzes) avec des auvents au niveau des murs pignons.

Plusieurs époques de construction sont visibles avec le rajout d'extensions ou loggias sur une ou deux façades. Ces extensions se composent de murs en pierre qui prolongent vers l'extérieur les murs existants sans liaison des appareillages et viennent ceinturer des parois en bois. Ces façades légères sont réalisées à l'aide de montants en bois sur lesquels sont clouées des planches en bois et plus récemment des feuilles de tôles. Ces extensions augmentent sensiblement la surface de l'habitation, créant une distribution spatiale en facilitant la création d'espaces internes cloisonnés et ajoutant du rythme et des décors aux façades. Les espaces créés servent à abriter des petits

commerces en relation direct avec les ruelles et les terrasses, à générer des espaces de couchage, de stockage pour les denrées alimentaires et les étoffes, ou des espaces de cuisine plus perméables pour laisser s'échapper les fumées de cuisson. Parfois ces loggias semblent prévues dès le départ de la construction des maisons ce qui permet une meilleure jonction des murs maçonnés.

Dans la maison étudiée, les extensions sont visibles sur deux côtés selon un plan en L. Les loggias ainsi créées abritent au rez-de-chaussée le moulin à farine (*jhanto*), un foyer en terre pour la cuisson au feu de bois et une chambre à coucher ; et à l'étage, des espaces de couchage, une ruche à miel et le stockage de vêtement.

¹²Le terme de maison magar utilisé dans le cadre de cette étude ne découle d'aucune source bibliographique connue. Il est employé ici pour faciliter la compréhension du lecteur en qualifiant cette typologie architecturale visible dans cette partie du Népal qui présente des attributs et des caractères similaires : dimension, forme du toit, matériaux utilisés.



Maison caractéristique du village de Paudwar avec ses extensions en bois et son escalier extérieur.

Distribution spatiale, usage et mobilier

Selon la configuration de la maison, l'entrée principale peut se trouver soit au rez-de-chaussée, soit à l'étage via un escalier extérieur, soit au niveau d'un mur pignon ou encore depuis la façade principale. Les entrées sont souvent enduites à la terre contrairement au reste des murs de façade et possèdent des éléments de décor comme des jambages ou des linteaux de porte sculptés.

La pièce principale, le cœur de la maison (*mha dhin*) peut se situer à l'étage ou au rez-de-chaussée. Son volume est d'un seul tenant : il n'y a ni mur de refends, ni cloison interne qui viendraient diviser l'espace en plusieurs espaces distincts. C'est souvent la pièce la plus richement décorée avec des poteaux et fenêtres sculptés. On y trouve généralement adossé à un mur un foyer en terre utilisé comme source de chauffage en hiver, un hôtel à prière et un grand vaisselier contenant toutes sortes d'ustensiles de cuisines : pots, bols, verres en fer blanc, louches, chaudrons de cuivre, passoirs, baratte à thé, alambic à *raksi* (voir encadré).



Vue intérieure de la pièce principale avec son vaisselier.

Très peu de maisons sont équipées d'escaliers intérieurs. L'accès aux étages supérieurs se faisant directement depuis l'espace public par des escaliers en pierre.

Dans la maison étudiée, la pièce la plus importante se situe au rez-de-chaussée. Elle est surélevée d'une vingtaine de centimètres depuis le niveau de l'extension. On y accède par une porte basse à deux vantaux, seule source de lumière naturelle. Deux fenêtres

obstruées de l'intérieur laissent apparaître depuis la cuisine un claustra richement travaillé.

Le mobilier est sommaire, il se compose de quelques éléments fixes, comme le vaisselier qui trône bien en évidence dans la pièce principale, de l'hôtel à prière, des foyers à bois, du moulin à farine, de bancs en terre façonnés dans la masse des murs, et d'éléments mobiles, comme les tabourets de bois et les nattes en fibres tressées.

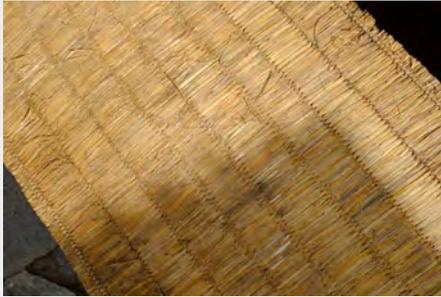
Les activités domestiques et les repas se déroulent la plupart du temps assis à même le sol sur des nattes en paille de riz tressée (voir encadré) autour du foyer ou dehors sur la terrasse. La cuisine est le lieu où l'on consacre le plus de temps, notamment pour la préparation et la dégustation deux fois par jour du fameux *dal bhat* (voir encadré).



Cuisine semi-extérieure où se déroulent les activités domestiques et les repas.

Très peu de maisons sont pourvues de toilettes et de canalisations d'eau. Des points d'eau et des toilettes sont accessibles depuis les terrasses extérieures. Des interstices entre les solives parfois visibles au niveau du plancher (présence de suie), permettent de laisser s'échapper les fumées et de faciliter le tirage du foyer. Des trous d'aération en forme de triangle sont également visibles au niveau des murs pignon.

Les gundri



Les *gundri* sont des tapis en paille de riz. Ils sont confectionnés par les femmes pour servir de natte de sol pour les activités quotidiennes ou de matelas afin d'isoler contre le froid. Ces tapis sont réalisés à l'aide d'un cadre en bois connu sous le nom de *taan* à travers duquel des ficelles sont tendues. Les fibres sont entremêlées entre ces ficelles puis tassées à l'aide d'une règle en bois trouée.

Le dal bhat



Le dal bhat, littéralement « riz aux lentilles », est un plat traditionnel du Népal. Il est composé de riz blanc (*bhat*) et d'un bol de soupe aux lentilles (*dal*). Il est agrémenté d'un curry de légumes (*tarkari*) et parfois d'un mélange d'ingrédients épicés (achards). La viande étant peu accessible et non traditionnelle, il est généralement végétarien. Les protéines présentes dans les lentilles en font toutefois un plat équilibré. Il est mangé tous les jours, voire 2 fois par jour vers 11h00 et vers 17h00 et souvent sans couverts avec la main droite. Il est toujours servi à volonté.

Le Raksi



Le *raksi* est une boisson alcoolisée artisanale traditionnelle très répandue dans les communautés rurales népalaises. Quasiment chaque famille possède son alambic à *raksi*. On l'obtient par distillation du millet, parfois de l'orge ou du riz. Selon le cycle de distillation, il peut être plus ou moins fort. On compare souvent son goût à celui du saké japonais. Il peut se boire froid ou chaud et est souvent dégusté avant ou pendant le repas.

Evolution de l'habitat magar

En regardant quelques décennies en arrière, on découvre que la maison magar a subi de profonds bouleversements typologiques. Il y a une centaine d'années environ, au lieu d'être de forme rectangulaire, sur deux étages, avec des toitures lourdes en lauze et non enduites comme c'est majoritairement le cas aujourd'hui, la maison magar était en effet ronde, sur un niveau, couverte de chaume et enduite de terre. Aujourd'hui, la région de l'ADCE Trek ne compte plus qu'une poignée de ces maisons. En interrogeant les habitants on apprend que ce changement rapide de typologie est dû à une conjonction de facteurs liés à l'évolution des mœurs et à l'amélioration des conditions de vie.



Typologie actuelle des maisons magars : forme rectangulaire, toiture en pierre et présence d'extensions.

Aujourd'hui, c'est l'accès à de nouveaux matériaux de construction comme l'acier et le ciment qui est en train d'engendrer des mutations profondes. L'apparition des feuilles de tôle aux couleurs criardes qui viennent de plus en plus remplacer les toitures en pierre est l'un des signaux annonciateurs de cette transformation en marche. Disponibles localement, accessibles économiquement et faciles à installer, ces tôles qui n'existaient pas il y a encore quelques années tendent en effet à se généraliser. Ce nouveau matériau et les changements qu'il peut induire par effet de ricochet (dimensionnement de la charpente et forme du toit) peuvent s'avérer une source de transformation non négligeable de la maison magar telle qu'elle existe actuellement.



La dernière maison ronde du village de Nangi.

Le choix d'une maison rectangulaire sur plusieurs étages vient du désir d'avoir un habitat plus grand constitué de plusieurs pièces offrant plus d'intimité contrairement à la maison ronde de plein pied où toute une famille vivait, cuisinait et dormait dans la même et unique pièce. La forme orthogonale rend également les possibilités d'extension plus faciles à intégrer que la forme ronde. Le remplacement de la couverture en fibre par de la pierre résulte de l'amélioration des conditions de vie et d'accès qui ont permis l'achat et l'acheminement des pierres. Ce changement de couverture engendre également un entretien moins régulier et est plus résistant face aux intempéries. L'abandon de l'enduit en terre sur les murs répond quant à lui à un choix de réduire les travaux d'entretien mais aussi d'affirmation et de promotion d'un certain statut social. La maison en terre et fibre, étant perçue comme pauvre et rustique, au contraire de la maison en pierre qui renvoie à un sentiment de richesse et de durabilité.



Recours de plus en plus important de la tôle comme matériau de couverture et de bardage.

Afin de mieux appréhender la spécificité de la maison magar, il convient d'étudier en détail l'ensemble des éléments qui composent cette architecture sans architecte. Des techniques constructives simples et accessibles et des détails d'assemblage ingénieux caractérisent cette architecture qui perpétue savoir-faire et principes constructifs traditionnels. En plus de son aspect minéral brut et de son toit caractéristique, quelques éléments symboliques et décoratifs contribuent à lui donner son identité et son caractère unique. Des dispositifs et des éléments originaux sont également perceptibles pour limiter les dégradations liées aux intempéries et aux séismes.

Caractéristiques constructives

On retrouve dans la maison magar des caractéristiques constructives communes à beaucoup d'autres types d'habitat des régions montagneuses népalaises : fondation et mur en pierre, charpente en bois, toiture lourde, sol en terre battue, etc. Sa singularité tient dans la mise en œuvre de détails constructifs et décoratifs caractéristiques qui s'appuient sur l'usage exclusif de matériaux locaux. Ces détails font preuve d'ingéniosité et d'intelligence pour arriver à créer des dispositifs constructifs simples et facilement réalisables avec les moyens locaux.

Fondation et soubassement

Les maisons sont construites sur des fondations filantes en maçonnerie de pierre hourdée de terre recueillie lors de l'excavation des fouilles. Des pierres plus grosses que celles employées pour les murs sont utilisées pour assurer l'assise des murs. Les fondations sont en général plus large que la base des murs et ont une profondeur de 60 à 100cm en fonction de la nature du sol. Il n'y a pas de soubassement visible. Le niveau supérieur des fondations s'arrête au niveau du sol naturel et ne se prolonge pas pour assurer la protection de la base des murs contre les eaux de ruissellement. Aucune barrière capillaire n'est utilisée pour limiter les remontées d'humidité à l'intérieur des murs. Une fois les fondations réalisées, la construction d'une maison se poursuit toujours en plaçant d'abord un premier lit de pierres au niveau des angles. La perpendicularité et l'équidistance des diagonales sont ensuite vérifiées à l'aide d'une corde.

Murs et cloisonnement

Les murs sont réalisés à l'aide de pierres de taille appareillées et scellées entre elles par un mortier de terre. De longues pierres sont utilisées dans les angles pour procurer un bon chaînage d'angle. La tenue du mur est quant à elle assurée par des pierres traversantes en boutisse. Le travail de taille est rendu aisé par la nature tendre et feuilletée des pierres utilisées (schistes) ce qui permet d'avoir des parements extérieurs de bonne facture.

Les murs de certaines maisons se distinguent par l'utilisation de grandes dalles de pierres plates posées bout à bout pour former une assise sur toute la longueur du mur. On trouve également sur certains murs plusieurs strates formées de deux lits de pierre en arête-de-poisson. Cette technique est réalisée en posant « de bout » des petites pierres plates en les inclinant à environ 45° dans un sens sur un premier lit et dans l'autre sens sur le second lit (*voir la section Dispositifs et systèmes parasismiques pour plus de détails*)

Dans ces petites maisons (environ 50m² de surface habitable par niveau), les cloisons intérieures sont peu nombreuses. On les trouve dans les extensions où des planches en bois, parfois recouvertes de tôles, sont utilisées pour créer des parois de séparation et des bardages extérieurs. Ces derniers sont souvent équipés de volets en bois permettant l'entrée de lumière.



Maçonnerie en pierre et terre comportant un appareillage en arête de poisson et un chaînage d'angle.

Ouvertures

Les ouvertures sont généralement peu décorées et peu nombreuses pour se protéger des nuits froides hivernales. Toutes les ouvertures, que ce soit les portes ou les fenêtres, sont construites suivant le même principe de double encadrement fait de quatre pièces de bois jointes par tenons et mortaises, et encastrés dans la maçonnerie pendant la construction des murs. Plusieurs pièces de bois sont ensuite placées en partie haute pour servir de linteau. Très souvent, un ou plusieurs murs sont aveugles, ce qui permet d'y adosser le stockage de bois ou le matériel agricole.



Ouvertures en bois incrustées dans un mur pignon.

Sol et plancher

Le sol à l'intérieur du rez-de-chaussée est généralement constitué d'un remblai de pierre, d'une couche de terre battue et d'un enduit en terre dont l'épaisseur totale est ajustée en fonction du niveau des seuils des ouvertures.

Les planchers constitués de terre, pierre et bois sont lourds et épais. Ils reposent sur un solivage dense de bois de bonne section en appui sur les murs en pierre et une solide poutre en bois arrimée aux murs pignon qui partage l'espace de la maison en deux. Pour soulager la poutre un ou plusieurs poteaux en bois sont utilisés. Les poteaux peuvent être coiffés d'un chapiteau en bois et chaussés d'une semelle en pierre afin de mieux répartir les charges jusqu'au sol. Cette structure poteau/poutre/solives est posée une fois que les murs ont atteint la hauteur nécessaire de manière à bien l'ancrer dans la maçonnerie des murs.

Le plancher est composé de trois éléments : d'abord un lattis de petits morceaux de bois disposés très serrés perpendiculairement aux solives, puis d'une couche de dalle de pierres plates et enfin une couche de terre compactée d'une quinzaine de centimètre avec un enduit de finition plus fin qui constitue le revêtement du sol de l'étage.

Dans la maison étudiée : deux piliers de section carrée de 15cm, soigneusement préparés et équarris, et posés sur des semelles de pierres plates partagent en son milieu l'espace de la pièce. Sur chacun des piliers est disposé un large chapiteau sculpté de même épaisseur que les poteaux qui se prolonge de part et d'autre sur environ 80cm, destiné à recevoir la poutre qui prend également appui sur les murs pignons en s'y encastrant. De chaque côté de la poutre des solives sont placées perpendiculairement et en alternance jusqu'aux murs latéraux tous les 20 à 30cm. Ces solives ne se prolongent pas d'un mur à un autre sans doute pour limiter le recours à de longues sections de bois.



Solivage supportant un lattis en bois d'un plancher intérieur.

Charpente

Pour supporter les plaques de pierre, une charpente bien dimensionnée et solidement ancrée aux murs est nécessaire. Dans la maison étudiée, la charpente est par exemple constituée de trois fermes en bois espacées régulièrement et reposant sur les murs latéraux. Elles supportent une lourde panne faitière de section ronde (20cm) et deux pannes intermédiaires sur lesquelles reposent un ensemble dense de chevrons posés à plat tous les 20 à 30cm d'intervalle, en appui sur des lisses au niveau des têtes de murs. Les éléments de bois utilisés sont des éléments non équarris de sections diverses. Les fermes sont composées d'un entrait, d'un poinçon et de deux arbalétriers assemblés en mi-bois formant une fourche où vient se loger la panne faitière. Aucun poteau ne vient supporter la charpente et aucun lien de faitage est utilisé pour la contreventer. On note l'absence de planches de répartition ou de longues pierres plates sous les appuis des fermes limitant les effets de poinçonnement qui peuvent être source de fissures au niveau des murs.



Détails d'une charpente en bois.

Toiture et couverture

La toiture est sans doute l'élément le plus marquant de l'architecture magar. C'est elle qui donne le caractère et l'allure générale de la maison. Dans le district de Myagdi, les toitures des maisons ont deux pans de faible pente (aux alentours de 15%) et sont recouvertes de plaques de lauze/schiste posées comme des ardoises. Des auvents protègent les murs pignons des intempéries et se prolongent aux débords de toiture des façades latérales formant un couronnement d'une cinquantaine de centimètres tout

autour de la maison. Le débord du toit et des auvents est assuré par l'encorbellement de dalles de pierre encastrées au niveau des têtes de murs. Le faite du toit est réalisé par l'amoncellement de plus petits morceaux de pierre formant une arête maçonnée de 20cm de hauteur sur autant de large.

La couverture est constituée de dalles inégales d'environ 3 à 4cm d'épaisseur. Les plus grandes (80 x 60cm) se trouvent en bordure du toit au-dessus des murs latéraux et leur taille diminue plus on se rapproche du faitage pour atteindre 20 x 30cm. Elles sont nommées « fils aîné », « deuxième fils », « troisième fils », etc... en suivant l'ordre de grandeur. La faible pente du toit permet aux dalles d'être posées les unes sur les autres sans aucun système de fixation.

Même si les couvertures en lauze prédominent encore aujourd'hui dans la région de l'ADCE Trek, la tôle ondulée tend à se généraliser comme partout à travers le Népal, appauvrissant considérablement, en l'uniformisant, les paysages.



Dalles de pierre posées par recouvrement.

Assemblage et liaisonnement

Plusieurs modes de fixation sont utilisés pour assembler les éléments de structure et de menuiserie : assemblages mi-bois pour prolonger des éléments entre eux ; connexions tenons mortaises pour réaliser les jonctions des poteaux et des poutres ou les cadres des portes et fenêtres ; dispositifs à l'aide de chevilles ou clefs en bois pour assurer le blocage et le maintien d'éléments de structure comme des poutres, des linteaux ou des lisses en bois (pour supporter chevrons ou solivage). Ce dernier peut être simple ou double et est réalisé à l'aide d'une cheville

en bois enfoncée à travers une ou plusieurs inclusions de bois traversantes placées perpendiculairement dans l'épaisseur des murs.

Dans le registre des assemblages chevillés, un autre dispositif – certes moins répandu dans la construction locale – est néanmoins visible. Il consiste à enfoncer une cheville en bois dans une pierre plate (schiste) dont la partie en porte-à-faux a été préalablement percée à la main à l'aide d'un marteau et d'un gros clou. Cet assemblage permet le maintien d'une pièce de bois (linteau, bande sismique, lisse) à l'intérieur d'un mur de maçonnerie en pierre en évitant son basculement vers l'extérieur. C'est sans doute le temps et le soin nécessaire à apporter pour percer la pierre qui fait que cette technique est peu diffusée.



Assemblage chevillé pierre / bois retenant un linteau.

Mesures de protection contre les intempéries

Les intempéries dans les régions montagneuses du Népal peuvent être parfois violentes. Pour répondre à cette contrainte climatique les maisons magars utilisent des systèmes de protection sur les parties du bâtiment sensibles aux pluies et infiltrations d'eau.

Protection toiture

La toiture en pierre de schiste vient dépasser sur l'extérieur au niveau de la tête des murs. Ce débordement créé par le porte à faux et l'empilement de grande dalle de pierre permet de protéger la partie haute de la façade et la jonction entre le mur et la charpente qui pourrait subir des infiltrations d'eau.



Large débord de toiture d'une maison magar.

Protection ouverture

À la manière de la toiture pour le bâtiment, des pierres plates placées en saillie dans la masse du mur viennent se placer au-dessus des ouvertures pour venir les protéger de la pluie et du soleil. Les pierres vont venir briser les rayons hauts et directs du soleil en été tout en laissant passer les rayons bas et réchauffant d'hiver. Elles vont aussi permettre de casser les fortes pluies parfois accompagnées de grêle qui pourraient endommager les vitrages.



Casquette en pierre au-dessus d'une ouverture.

Protection pied de mur

De grandes dalles de pierre sont souvent posées verticalement contre le bâtiment afin de protéger la base du mur. Ces dalles ont pour rôle de limiter les dégradations liées à l'eau pluviale comme la projection, les ruissèlements ou encore les infiltrations. Ces pierres sont généralement placées sur les parties faisant face aux pentes naturelles du terrain et qui ont plus de chance de subir des dégradations.



Rangée de pierres disposées le long d'un mur pour le protéger de la pluie.

Protection poutre faîtière

Les poutres faîtières de la charpente qui débordent sur l'extérieur au sommet des murs pignons sont couvertes par une pierre taillée en cercle et clouées à celle-ci. Cette protection évite d'exposer la partie sectionnée du bois, plus fragile et sensible aux intempéries. L'infiltration d'eau dans ces éléments pourrait venir les gorger d'eau et les faire moisir dans le temps, contraignant de lourds travaux de remplacement.



Pierre ronde recouvrant la section de la panne faîtière.

Dispositifs et systèmes parasismiques

Comme dans toute la région himalayenne, le risque sismique est très important. Il est accentué ici dans ce village du fait de la proximité des maisons les unes avec les autres : l'étroitesse des ruelles ne permettrait pas aux villageois d'évacuer le village sans risque de se faire écraser par l'effondrement des murs.

Hormis quelques assemblages évitant le basculement et le déchaussement de certaines pièces de bois, les maisons comportent à première vue très peu de dispositifs de dissipation et de renforcement parasismiques. Certaines pièces de bois sont employées comme chaînage horizontal des maçonneries sans être toutefois assez peu reproduit pour être un élément caractéristique. Les maçons et charpentiers interrogés ont d'ailleurs très peu de connaissances relatives aux mesures parasismiques dans la construction. Néanmoins, en analysant de plus près certains éléments de cette architecture vernaculaire, nous pouvons identifier certains attributs qui semblent indiquer une certaine prise en compte du risque sismique.

La forme

La volumétrie des maisons magars représente en soi une bonne réponse pour faire face aux sollicitations sismiques. Auparavant ronde et aujourd'hui rectangulaire, ses formes simples, régulières et compactes leur assurent une meilleure stabilité face aux contraintes sismiques. Les habitations ne possèdent pas plus d'un étage afin de garder un faible élanement des murs.

Assise de grande dalle en pierre

Traversant de part en part l'épaisseur du mur, les rangées de longues pierres plates permettent de donner plus de tenue et de raidisseur horizontal à la maçonnerie. Elles assurent une homogénéité en solidarissant les faces extérieures et intérieures du mur entre elles, ce qui évite qu'elles travaillent séparément et que le mur se disloque. Ce dispositif assure également une meilleure transmission des poussées verticales. Cette pratique constructive qui est déjà peu courante et

dont l'intérêt structurel est sans doute sous-estimé risque de disparaître car la disponibilité en grande pierre plate contraint sa diffusion.



Lit de grandes dalles en pierre apportant une meilleure résistance au mur.

Le parement en arête de poisson

Les lits en arête-de-poisson visibles sur certains murs sont réalisés comme un parement extérieur. Les pierres utilisées ne sont pas traversantes. Lorsque l'on interroge les populations locales sur la fonction d'un tel appareillage, c'est la notion de décor des façades et de l'utilisation des rejets de taille (petites pierres) lors de la phase de chantier qui sont mentionnées. Or cette disposition en arête-de-poisson, notamment en utilisant des pierres plus longues posées « sur champ » dans l'épaisseur des murs, offre plusieurs avantages pour assurer une bonne tenue de la maçonnerie en pierre.



Succession d'appareillages en arête de poisson.

Cet appareillage permet en effet de renforcer la structure des murs en « répartissant les poussées qui pourraient se concentrer sur les lignes verticales des joints, jouant le rôle de

raidisseur mais dans le sens horizontal »¹³. En cas de séisme, cet appareillage crée des lignes de friction plus grandes, propices à la dissipation de l'énergie sismique, et permet également d'éviter le prolongement de fissuration verticale et l'affaiblissement du mur dans son ensemble. L'intérêt structurel et une mise en œuvre plus adaptée pour répondre aux aléas sismiques devraient être expliqués dans les régions où cette pratique existe.

Chaînage de toiture

Le couronnement formé par les auvents et les premières assises de pierres des pans de toiture forment comme un chaînage en tête de mur, en apportant de la rigidité et de l'homogénéité à l'ensemble de la construction. La mise en œuvre posée des pierres plates a pour effet la création d'une toiture de faible pente, ce qui engendre des pignons de faible hauteur bien confinés par le poids de la couverture et des auvents. Bien que cette typologie de toiture soit encore largement répandue dans cette région du Népal, de plus en plus de personnes ont recours désormais à des toitures en tôle plus facile à installer. Ce changement pour une toiture plus légère - donc à priori moins menaçante en cas de tremblement de terre - peut néanmoins entraîner certaines vulnérabilités si des dispositifs adéquats ne sont pas pris en compte : chaînage en tête de mur, hauteur et confinement des pignons.



Débord de toiture créant un chaînage périphérique en tête de mur.

¹³Florence Journot, « Châteaux du Languedoc montagnard aux [X^e siècle | Xe] et [X^e siècle | X^e siècle]s. Hérault. » [archive], sur persée.fr, 1992 (consulté le 12 octobre 2014), p. 44

Confinement des murs pignon

Les murs pignon en pierres fortement touchés dans les régions atteintes par le séisme de 2015, ne présentent pas pour les maisons magars la même fragilité. L'existence des auvents permet de réduire leur élancement en le dissociant. Ils sont donc généralement très bas et bien confinés par l'épaisse toiture de schiste.

Dans le cas de toitures légères comme la tôle, d'autres techniques de confinement des murs pignon sont utilisées avec notamment l'ajout de câbles aciers torsadés ou des montants en bois reliant les chevrons à un ou plusieurs éléments en bois placés longitudinalement dans l'épaisseur du mur. Cette pratique a pour objectif de maintenir les murs pignon en place en cas de secousses sismiques et d'éviter leur basculement : la charge du toit sur la maçonnerie n'étant pas suffisante pour la comprimer et assurer son maintien en cas de fortes vibrations. Les liaisons entre les différents éléments doivent être réalisées avec soin pour que ce système soit efficace.



L'auvent de la toiture en pierre permet la partition du mur pignon.

Finitions et détails

Plusieurs détails et décors très intéressants garnissent les maisons magars, leur conférant charme, caractère et singularité.



Ruche-tronc posée sur le toit d'une maison.

Assemblage et connexion

Les jonctions souples et non rigides de bois chevillé offrent la possibilité à l'élément contraint de pouvoir se mouvoir en cas de vibrations sismiques, sans entraîner son déchaussement. Ce qui permet ainsi la dissipation des ondes sismiques, par effet de friction, sans engendrer de point de rupture.



Assemblage souple à l'aide d'un système de clef de bois permettant le maintien d'un élément structurel.

Les ruches-troncs

Pour la récolte de miel, un grand nombre de maisons possèdent des ruches réalisées à l'aide de troncs évidés qui sont bouchés aux extrémités par des pièces de bois ou des pierres plates. Ces ruches-troncs sont soit fixées depuis l'extérieur sur la façade soit installées directement à l'intérieur des maisons contre un bardage en bois percé d'un petit orifice qui permet le va-et-vient des abeilles.

Les inclusions de bois

Des pièces en bois encastrés dans les murs (sans doute dans les cavités créées par les échafaudages) permettent de créer des sortes d'étagères extérieures à l'abri des débords de toiture pour le stockage du bois ou des outils. Des inclusions en bois sont ajoutées dans les murs intérieurs pour servir de support à des éléments cloués comme des étagères.



Inclusion en bois dans la maçonnerie permettant la création d'un support extérieur.

Enduits et traitement de surface

Un enduit de terre de couleur ocre jaune ou blanc recouvre certaines portions de murs (notamment les entrées), les sols et certains équipements de la maison comme le foyer à bois ou le moulin à farine. Ces enduits sont rarement armés avec des fibres. Parfois de la bouse de vache ou de buffle, voire même de la laine de yak ou de monton est utilisée pour renforcer la structure de l'enduit et empêcher sa fissuration. Les parties d'enduits les plus sollicitées sont réalisées de manière journalière à l'aide d'un peu de terre, d'eau et d'un chiffon.



Entrée d'une maison décorée à l'aide de trois terres de couleurs différentes.

Les ouvertures triangle

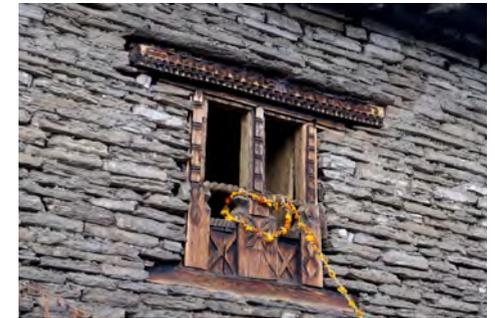
Les murs pignon au-dessus des auvents sont très souvent percés d'ouvertures triangulaires réalisées à l'aide de pierres plates posées en « château de carte ». Celles-ci servent à l'aération des combles utilisées comme lieu de couchage et/ou d'entreposage des denrées, souvent équipées d'un foyer à bois. Elles permettent aussi une légère arrivée de lumière dans ces espaces tout en limitant le risque de fragiliser la stabilité structurelle des murs pignon.



Pignon percé d'ouvertures triangulaires assurant la ventilation du comble et l'entrée de lumière.

Le sculptage du bois

La sculpture des éléments en bois des ouvertures, des portes et des pièces structurelles et de charpente est une pratique très courante dans la construction népalaise. Des exemples très minutieux et impressionnants sont visibles sur la plupart des temples à travers le Népal. Les newars de la vallée de Katmandou excellent dans cette tradition artistique. Les maisons rurales magars possèdent également des sculptures sur bois plus modestes et moins fréquentes. Elles sont le signe d'un savoir-faire et viennent embellir les façades et l'intérieur de l'habitat rural. Ces décorations se retrouvent principalement sur les fenêtres et les portes, sur les poteaux intérieurs et sur les éléments composant les loggias extérieures.

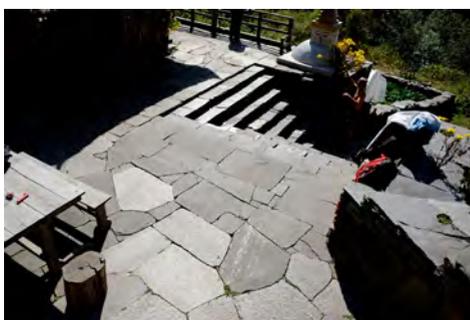


Détail d'une fenêtre richement décorée.

Afin de limiter les tâches fastidieuses liées au transport, l'homme a toujours puisé dans la nature environnante et dans son propre sol les éléments principaux de ses constructions. A Paudwar comme dans beaucoup d'autres régions népalaises, les matériaux employés sont étroitement liés au cadre naturel. Ils dépendent d'une part du milieu végétal qui procure le bois et les fibres et d'autre part des ressources minérales d'où sont extraites la pierre et la terre.

La pierre

En traversant les villages, en arpentant les sentiers, en effleurant les murs, en gravissant les escaliers, la nature du sous-sol est révélée à travers un matériau commun et au combien utile : la pierre (*dunga*). Elle est présente partout. Sous forme de murs pour supporter une charpente, de murets pour confiner le bétail, de dallages pour viabiliser les chemins (*schapani dunga*), de couverture (*tchai dunga*) pour protéger des intempéries, etc. La pierre peut être maçonnée avec de la terre ou utilisée sans mortier (technique de la pierre sèche). C'est le matériau le plus employé de la région. Et pour cause, la constitution géologique de la région de l'ADCE Trek est formée de roches sédimentaires, cristallines ou métamorphiques offrant aux populations une abondante ressource en schiste et quartz, des pierres tendres faciles à travailler.



Revêtement de sol, escalier et muret en pierre.

Les pierres utilisées par les maçons sont généralement de couleur grisâtre et ont pour particularité d'avoir un aspect feuilleté et de se débiter en plaques ou « feuillets rocheux ». Cette caractéristique permet la taille de grandes pierres plates obtenues par délitage de gros blocs servant comme

matériaux de couverture (sol et toiture). L'épaisseur de ces dalles ou ardoises peut varier de 1 à 6 cm d'épaisseur en fonction de la nature de la roche travaillée et de la fonction à donner. A Khopra les pierres de toit sont en général épaisses, c'est pourquoi elles ont été utilisées car elles peuvent résister aux fortes bourrasques. Des pierres plus fines permettant de réaliser des toitures aux détails plus fins peuvent être obtenues dans des régions à proximité. Ces grandes pierres sont également utilisées en recouvrement des murs de soutènement ou comme chambranle. Cette pierre tendre peut être aussi facilement percée ce qui permet de l'utiliser de manière ingénieuse selon divers besoins, pour l'accrocher à l'aide de clous, pour réaliser des clefs de blocages, des supports de barrières, etc.



Mur en pierre sèche.

Ces pierres sont généralement gratuites et à disposition de ceux qui veulent les extraire et les transporter. Plusieurs tâches fastidieuses et requérant un certain savoir-faire sont néanmoins nécessaires à leur mise en œuvre :

L'extraction en carrière

Des sites d'extraction connus situés à proximité sont généralement utilisés pour fournir en abondance les volumes requis. Des pierres peuvent également être acheminées de carrières spécifiques plus distantes pour répondre à certains besoins (couleur, épaisseur). L'extraction du matériau en carrière demande de la force et du doigté, notamment quand il s'agit de réaliser des pierres plates. Des masses, des burins, des barres à mine et des tuyaux en PVC servant à maintenir à distance le burin en place sont les seuls outils utilisés. Lors d'un chantier de construction, les pierres extraites des fondations sont également utilisées.



Carrière de pierre à proximité du site de Khopra.

Le transport

Les pierres transportées peuvent être brutes ou déjà taillées. Lorsqu'il n'y a pas de routes accessibles, l'acheminement jusqu'au lieu de construction est réalisé soit par des mules, soit à dos d'homme à l'aide de *doko*, les paniers coniques de bambou tressé transportés sur le dos grâce à une lanière sur le front. Un *doko* spécifique est utilisé pour le portage des pierres, plus petit et plus solide.



Transport de pierres à l'aide de *doko*.

Source : www.alamy.com

Préparation du matériau et l'appareillage

Les pierres sont sélectionnées en fonction de leur morphologie et de leur fonction dans l'ouvrage à réaliser : pierre traversante, parement. Pour des questions de dimensionnement ou de finition, les pierres peuvent être retaillées ou préparées. Ce sont les maçons qui s'occupent de cette tâche. Les apprentis ont pour tâche le déplacement des pierres. La taille est réalisée à l'aide de marteaux taillants (*tuktuke*) soit en portant des coups secs et appuyés pour séparer les feuillets, soit par picotement pour adoucir les faces. Des scies circulaires sur table sont parfois utilisées pour réaliser des ouvrages ou détails spécifiques (temples, chaînage d'angle). Les rejets de taille servent pour le calage des plus grosses pierres et pour créer des couches drainantes sous les sols.



Taille d'une pierre plate à l'aide d'un *tuktuke*.

Le bois

Parmi les nombreuses essences de bois (*kath*) présentes dans les forêts de feuillus et de résineux des étages tempérés et subalpins de la région de l'ADCE Trek, ce sont les conifères qui sont le plus utilisés dans la construction, principalement des pins et des sapins. Ces arbres, communs à l'ensemble de la région de l'arc himalayen, présentent des intérêts variés selon que l'on s'intéresse à leur qualité mécanique, leur rapidité de croissance ou leur intérêt commercial. L'appellation locale donnée à ces conifères peut varier d'une région à une autre, c'est pourquoi il est important de pouvoir les identifier à travers la forme, la taille et couleur de leurs aiguilles et fruits.

Les essences de bois

Espèce : *Pinus roxburghii*

Nom local : Khote salla

Nom commun : Sarala (Fr) ; Chir pine (En)

Taille : 30 à 50m de hauteur ; jusqu'à 2m de diamètre

Aiguille : Très longues aiguilles de 20 à 25cm groupées par trois

Fruit : Cône ovoïde de 10 à 20cm de long et de 6 à 9cm de large

Ecorce : Epaisse et profondément crevassée ; couleur rouge – marron

Répartition : Arbre très répandu au Népal à basse altitude : entre 500 à 2000m.

Masse volumique : Bois peu dense (650 kg/m³)

Usage : Du fait de sa croissance rapide et sa capacité à pousser dans des sols pauvres, c'est l'arbre le plus planté au Népal pour lutter contre la déforestation. Son bois assez fragile et peu durable mais reste néanmoins beaucoup employé dans la construction par les populations locales faute d'alternative. Sa résine est utilisée pour la réalisation d'essence de térébenthine et de résine de colophane ainsi que dans la médecine ayurvédique.



Espèce : *Pinus wallichiana*

Nom local : Timbre

Nom commun : Pin de l'Himalaya (Fr) ; Blue Pine (En)

Taille : 30 à 50m de hauteur ; jusqu'à 2m de diamètre

Aiguille : Longues aiguilles de 12 à 20 cm groupées par cinq

Fruit : Cône effilé de 15 à 25cm de long et de 3 à 6 cm de large

Ecorce : Couleur brun orangé

Répartition : Moyenne à haute altitude : entre 1800 à 3600m

Masse volumique : Bois peu dense (480 kg/m³)

Usage : Arbre utilisé pour les opérations de reforestation en altitude. Du fait de sa lente croissance, c'est un arbre plus résistant et durable que le *Pinus roxburghii*. Il est couramment utilisé dans la construction (charpente, poteau, dormant de portes et fenêtres)



Espèce : *Abies Pindrow*

Nom local : Gobre salla

Nom commun : Sapin de l'Himalaya occidental (Fr) ; West Himalayan fir (En)

Taille : 40 à 60m de hauteur ; jusqu'à 2m de diamètre

Aiguille : Longues aiguilles pour un sapin de 4 à 9cm fixées une par une sur la tige

Fruit : Cône cylindrique de 7 à 15cm et de 3 à 4cm de large

Ecorce : Lisse puis crevassée ; couleur argentée

Répartition : Moyenne à haute altitude : entre 2000 à 3300m

Masse volumique : N/D

Usage : Arbre peu utilisé pour les programmes de reforestation du fait de sa lente croissance. Son bois de bonne qualité en fait un arbre propice à la construction.



Espèce : *Abies spectabilis*

Nom local : Bunge salla

Nom commun : Sapin de l'Himalaya oriental (Fr) ; East Himalayan fir (En)

Taille : Jusqu'à 50m de hauteur ; jusqu'à 1,5m de diamètre

Aiguille : Aiguilles de 3 à 6cm fixées une par une sur la tige ; de couleur verte sur le dessus et argentée sur le dessous

Fruit : Cône cylindrique trapu de 14 à 18cm et de 5 à 6cm de large

Ecorce : Rugueuse et pouvant faire des lambeaux ; couleur grise, argentée et foncée

Répartition : Haute altitude : entre 2600 à 4000m

Masse volumique : N/D

Usage : Arbre utilisé dans la construction par les populations locales, mais sa croissance lente et sa localisation en haute altitude limite sa commercialisation.



La gestion de la ressource bois

La question de la filière bois est une question sensible au Népal car une forte pression humaine est exercée sur les forêts existantes. Une grande partie de la population dépend des ressources de la forêt et les utilise pour se chauffer, cuisiner, s'abriter, se meubler

Source des photos : www.flickr.com

et s'équiper, se nourrir, nourrir le bétail et se soigner. On estime actuellement que plus de 75% de l'énergie consommée et plus de 40% du fourrage proviennent des forêts¹⁴.

Les données officielles font état en 2015 d'une couverture totale de 25,4% de la surface totale du pays¹⁵. Entre 1990 et 2005, le Népal aurait perdu près d'un quart de sa couverture forestière¹⁶. La principale cause de cette forte réduction de la surface sylvoicole est la conversion des massifs forestiers en terre agricole afin de répondre aux besoins en nourriture et économique d'une population toujours plus nombreuse. Les autres facteurs à considérer sont les changements des pratiques agricoles, une mauvaise gestion de la ressource forestière, l'augmentation des besoins en bois de chauffage, la surexploitation abusive de certaines espèces, la construction de barrage hydraulique et la pollution de l'air et des sols.

Les forêts communautaires

En 1993, pour remédier à cette déforestation, le Forest Act a identifié et défini cinq types de gestion forestière : les forêts gouvernementales, les forêts protégées, les forêts communautaires, les forêts mises temporairement à disposition sous forme de concessions, et les forêts religieuses. Dans notre zone d'intervention, comme souvent au Népal, c'est le mode de gestion communautaire qui est le plus représenté. Ces forêts sont ainsi gérées et exploitées directement par les communautés rurales regroupées au sein de comités de gestion forestière communautaire (Forest Management Committee) qui veillent au développement, à la conservation et à l'utilisation de la ressource en bois. Ces programmes de foresterie communautaire ont largement participé à inverser la dégradation des forêts nationales qui ne pouvaient plus être gérées ni protégées efficacement par les offices nationaux des forêts.

Lorsque les gens veulent construire une maison, ils ont ainsi la possibilité d'acheter un ou plusieurs arbres en s'adressant directement auprès des membres du Forest Management Committee de leur village. Le comité fait

¹⁴Source : Rapport Master plan for the forestry sector Nepal, HMG/ADB/FINNIDA, 1988

¹⁵Source : www.data.worldbank.org

¹⁶Source : www.mongabay.com/deforestation/archive/Nepal

alors une demande formelle auprès des autorités de conservation du district (VDC Conservation Management Committee) qui centralise les demandes et peut ainsi suivre sur une période donnée le nombre global d'arbres abattus dans leur juridiction. Dans le cas de Paudwar, c'est directement l'ACAP qui donne son accord pour l'abattage des arbres. Une fois l'autorisation reçue l'acheteur et les membres du Forest Management Committee se rendent dans la forêt pour choisir et fixer le prix de l'arbre, cela dépend de l'âge et de la taille de l'arbre à abattre. Une autorisation est alors remise à l'acheteur qui peut désormais procéder à l'abattage et à la découpe de l'arbre qui, une fois abattu et découpé, est laissé à sécher pendant plusieurs semaines. Un délai de trois mois est donné à l'acheteur pour venir récupérer son bois et le transporter hors de la forêt. La période d'autorisation d'abattage des arbres est de six mois de mi-octobre à mi-avril. Le cycle lunaire ne semble pas être suivi lors de la coupe des arbres.

Le travail du bois

Une fois le séchage du bois fini, l'acheteur fait appel aux charpentiers responsables de la construction qui se déplacent jusqu'au lieu d'abattage. Le tronc entier est bien trop lourd et encombrant pour être transporté jusqu'au futur bâtiment. Les charpentiers débutent alors la découpe et le travail du bois directement dans la forêt, en ayant auparavant défini les dimensions du bâtiment à construire et la taille des pièces de bois nécessaires à la construction.

La découpe se fait en installant un échafaudage dans la pente puis en plaçant le tronc dessus. Les charpentiers marquent alors sur le tronc la longueur des sections voulues. Un artisan se place au-dessus du tronc et l'autre se positionne en dessous de l'échafaudage. Les découpes sont réalisées à l'aide d'une longue scie de travers ou scie passe-partout. Une fois les rondins coupés, ils sont délogés dans la longueur pour obtenir des éléments de structure ou de décoration aux sections différentes souhaitées. Les éléments découpés sont alors beaucoup plus faciles à déplacer. Chaque élément de bois est alors porté et acheminé sur le site de construction à dos d'homme ou de mulets. Pour des raisons de charge et d'encombrement, la longueur des pièces de bois ne peut pas être trop grande et dépasse rarement les quatre mètres. Une fois sur site, les pièces de bois

peuvent être retravaillées en les redécoupant, ou aplanies à l'aide de rabots à bois pour mieux correspondre aux besoins de la construction.



Tronc de bois en train d'être découpé manuellement à l'aide d'une scie passe partout.

Préparation et traitement du bois

Les méthodes de préparation, de conservation et de protection du bois sont restées traditionnelles. Le taux d'humidité du bois est régulé pour une phase de séchage naturel grossière où le bois est laissé pendant plusieurs semaines ou plusieurs mois à l'air libre sur le lieu même d'abattage, souvent posé à même le sol et rarement à l'abri des intempéries. Cette pratique aléatoire est rendue possible car les modes de construction et de détails mis en œuvre permettent des variations dimensionnelles et des déformations.

Du fait de l'altitude, il y a peu de problèmes de termites. Pour préserver les pièces de bois contre les champignons et les insectes, le procédé de fumage superficiel du bois est utilisé. Cette méthode qui consiste à brûler la surface extérieure du bois sur quelques millimètres tend à accroître la conservation et la durabilité du bois. L'utilisation quotidienne du feu de bois pour la cuisson à l'intérieur des habitats perpétue de manière indirecte cette méthode de conservation qui semble ne plus être reproduite de manière intentionnelle.



Charpente de bois ayant subi un fumage indirect.

La terre

Comme partout au Népal la terre (*mato*) est largement utilisée. Au même titre que la pierre et le bois, elle est un élément essentiel dans la construction de l'habitat. Elle est utilisée comme liant de maçonnerie et comme élément de finition pour enduire les murs, les sols et certains mobiliers.

Les mortiers de terre

Le mortier utilisé pour la confection des murs de maçonnerie provient le plus souvent de la terre extraite des excavations, qui est utilisée telle quelle sans ajout supplémentaire de sable ou de fibre. Seul de l'eau est rajoutée pour faciliter la manipulation et amener le mélange à la bonne consistance. Contrairement aux enduits, la bouse de vache est très peu utilisée dans la réalisation des mortiers de terre.



Terre utilisée comme mortier dans un mur de maçonnerie en pierre.

Les enduits de terre

La terre sert également à réaliser des enduits pour les sols et les murs des espaces intérieurs des maisons magars. Hormis le marquage des entrées, les enduits sont peu utilisés sur les murs extérieurs. Les terres utilisées sont d'une nature plus collante avec une teneur en argile plus élevée que celles utilisées pour réaliser du mortier. Chaque village a, à proximité, plusieurs sites d'extraction où les habitants viennent s'approvisionner en fonction de la qualité et de la teinte désirée. Les teintes les plus représentatives rencontrées dans la région de l'ADCE Trek sont le blanc, l'orange et le rouge.

Des fibres, de la bouse de vache ou de la laine de mouton sont utilisées pour amender

la terre afin d'en renforcer la structure. Les enduits sont appliqués à la main et polis à l'aide d'un tissu. Chaque famille a à disposition une petite dose d'enduit de terre en réserve placée dans un bol, qui une fois ré-humidifié avec de l'eau permet de nettoyer et resserrer les surfaces abimées. Cette opération d'entretien est très régulière voire quasi quotidienne.



Enduit intérieur en terre sur le sol, les murs et un moulin à farine (*jhanto*).

La question de la disponibilité de la terre de construction en altitude

Avec l'altitude, du fait des pentes abruptes et des conditions climatiques parfois extrêmes, les sols s'appauvrissent. Les terres collantes avec une bonne teneur en argile, sont plus rares. Les deux terres testées sur le site de Khopra, très sableuses et limoneuses, (*voir test de terre en annexe*) se sont ainsi révélées impropres à la réalisation de mortier ou d'enduits car offrant une cohésion et une résistance à l'abrasion quasi nulle. Avec un accès à l'eau peu aisé, la maçonnerie en pierre sèche (sans mortier) s'impose donc sur les sites d'altitude.

La compréhension de la culture constructive locale ne serait complète sans aller à la rencontre des acteurs et détenteurs des savoir-faire constructifs que sont les maçons et les charpentiers, et sans identifier la nature des outils utilisés et sans s'arrêter quelques instants sur l'organisation en œuvre lors d'un chantier de construction.

Maçons et charpentiers

On trouve dans le village de Paudwar quelques maçons et charpentiers reconnus. Leurs niveaux de savoir-faire et compétences sont déterminés par leurs expériences et le nombre de chantiers achevés. Ces artisans sont généralement formés par des anciens et ont appris sur le tas en travaillant et observant sur des chantiers. Aucun d'entre eux n'a suivi d'étude ou de formation spécifique aux métiers de la construction. C'est donc des savoirs séculaires et locaux qu'ils appliquent et qui sont transmis de génération en génération. Pour compléter leurs revenus et subvenir aux besoins de leurs familles, les maçons et charpentiers exercent également les métiers d'éleveurs et d'agriculteurs.



Photo d'un maçon / charpentier travaillant une pierre.

Outillage

Les outils utilisés sont rudimentaires et généralement manuels : marteau (*tuktuke*), burin (*chhinu*) pour la taille des pierres ; scie à main, scie passe-partout, rabot et ciseau pour le bois. Du fait que les matériaux soient travaillés directement dans leur lieu d'extraction on trouve peu d'outils électriques. Le seul outil mécanisé rencontré dans le village de Paudwar est une table de découpe assemblée artisanalement à l'aide d'un moteur et accompagnée d'un foret pour effectuer des percements.

Les maîtres maçons utilisent aucun instrument de mesure précis : le seul mètre à disposition est la mesure de leur avant-bras et de leur main. C'est l'avant du bras (environ 46cm) qui est utilisé comme mesure pour le traçage de la maison et pour contrôler l'épaisseur des murs. Les maisons font en général douze mesures de large (46cm x 12 = 552cm) sur dix-sept mesures de long (46cm x 17 = 782cm),



Les outils du maçon : *tuktuke* et *chhinu* maintenus à l'aide de tuyaux en PVC.

Organisation d'un chantier de construction

Après l'acheminement de tous les matériaux nécessaires à l'édification sur site, le chantier peut commencer. C'est le propriétaire qui s'occupe de fournir et de collecter les matériaux de construction et transmet la responsabilité du chantier à un maître charpentier et/ou un maître maçon (*naike*). Le reste de l'équipe de travail est constitué à part égale de personnes semi-qualifiées (*daksha*) et non qualifiées (*adakhsha*). Ces dernières sont généralement recrutées au sein de la famille pour qui la maison est construite.

Le salaire d'un maçon ou d'un charpentier est d'environ 1000 NPR par jour et celui de la main d'œuvre autour de 800 à 900 NPR par jour. A cela il faut ajouter la nourriture, généralement constituée du *dal bhat*, le tabac et le *raksi*, l'alcool de millet ou de riz distillé. A Paudwar, dans le cadre de constructions communautaires (chemin, pont, école) le salaire des artisans et ouvriers est fixé par le comité du village.

La construction d'une maison compte la participation de dix à quinze personnes qui se répartissent les différentes tâches comprenant la préparation de la terre pour le mortier (apport à la bonne consistance en eau), la taille des pierres, la préparation des éléments de bois. La durée de travail journalier est de huit heures, six jours par semaine. Un chantier de maison dure en moyenne deux à trois mois. Le chantier se déroule durant deux périodes entre la mousson et l'hiver : de mi-mars à fin juin et de mi-août à fin décembre.



Stockage de pierres durant une phase de préparation d'un chantier sur le site de Khopra.



Partie 4: Le nouveau Lodge communautaire de Khopra

Le projet du nouveau lodge de Khopra est une synthèse de toute une somme d'éléments extraits au cours d'une longue phase d'analyse contextuelle. C'est la fusion de plusieurs paramètres associant des caractéristiques du milieu géographique et humain, des spécificités constructives et savoir-faire locaux, ainsi que des aspects liés à sa fonction touristique.

Dans le but de proposer une réponse qui soit cohérente et adaptée, le lodge s'organise à travers plusieurs principes architecturaux. Ce sont les stratégies para-sinistres et bioclimatiques ainsi qu'une démarche de réinterprétation des cultures constructives locales qui sont mis en avant. Sa conception est guidée par un souci d'économie de moyens et de sobriété. L'objectif recherché est la réalisation d'un équipement sécurisé, peu énergivore et confortable, qui valorise, dans une optique d'autonomie et de pérennité du projet, les savoirs et aptitudes de la communauté.

Le site sur lequel s'implante ce nouveau projet communautaire fait face aux massifs des Annapurnas et du Dhaulagiri. De par son calme, ses vues incroyables et sa relation privilégiée avec plusieurs sommets himalayens, le site de Khopra a tout ce qui faut pour attirer à la fois des trekkers expérimentés adeptes de hautes montagnes et des visiteurs occasionnels souhaitant sortir des sentiers fréquentés. Pour tirer profit de ce potentiel, la construction du nouveau lodge devra tenir compte des risques existants, des caractéristiques et contraintes climatiques et des impératifs administratifs propres à ce site d'exception.

Présentation du site

Le site de Khopra constitue avec le site de Mohare l'attrait touristique majeur de l'ADCE Trek. Ouvert aux quatre vents, ce site offre une vue panoramique à 360° sur la vallée de Pokhara et les massifs des Annapurnas et du Dhaulagiri. Il se situe dans la partie alpine et subalpine de l'Himalaya. La partie basse du site, comprise entre 3000 et 3600m, est composée de pâturages d'été et de quelques massifs forestiers. La partie de plus forte altitude, comprise entre 3600 et 5000m, se caractérise par une végétation spécifique des hautes élévations, adaptée aux conditions extrêmes. Au-dessus de 5500m, le sol est couvert de neige éternelle et quasiment aucune végétation, hormis quelques lichens, ne pousse.

Par le passé, le site de Khopra constituait un lieu de pâturage estival où les bergers avaient pour habitude d'y venir séjourner avec leur bétail. Les premières constructions à avoir vu le jour sur ce promontoire étaient des refuges rudimentaires et des abris à bestiaux dont certains sont encore présents aujourd'hui (voir relevé dans la section 3.1). Dans la deuxième moitié du XXème siècle, le site a été abandonné. En 1996, avec le développement du tourisme de montagne au Népal, un site de camping est créé par Mahabir Pun pour pouvoir y accueillir les randonneurs qui commencent à affluer. Puis en 2008, avec l'aide des habitants de Nangi et de Paudwar, un premier lodge est construit qui sera agrandi au fil des années. Aujourd'hui ce lodge comporte dix chambres pour les touristes, deux chambres pour le staff, deux pièces de rangements, deux toilettes, une douche, une grande salle à manger et une cuisine.

Comparativement au fameux Poon Hill situé non loin de là, où peuvent se retrouver plus de 300 touristes à l'heure du lever du soleil, le site de Khopra est encore peu fréquenté. Mais sa fréquentation ne cesse d'augmenter suite à la création d'une route qui oblige les randonneurs fréquentant le Tour des Annapurnas à s'aventurer vers des chemins de traverses. Les populations des villages environnants situés en contrebas comme Swanta et Paudwar viennent aussi profiter de la douceur des températures d'été et chercher des plantes médicinales comme le *yarsagumba*. Chaque année le site devient également le point de convergence de centaines de croyants qui viennent honorer leur divinité hindouiste autour du Khayar Lake. Ce site d'altitude situé à cinq heures de marche du site de Khopra attire également quelques touristes qui doivent ainsi rester une nuit de plus dans le lodge de manière à pouvoir le visiter.



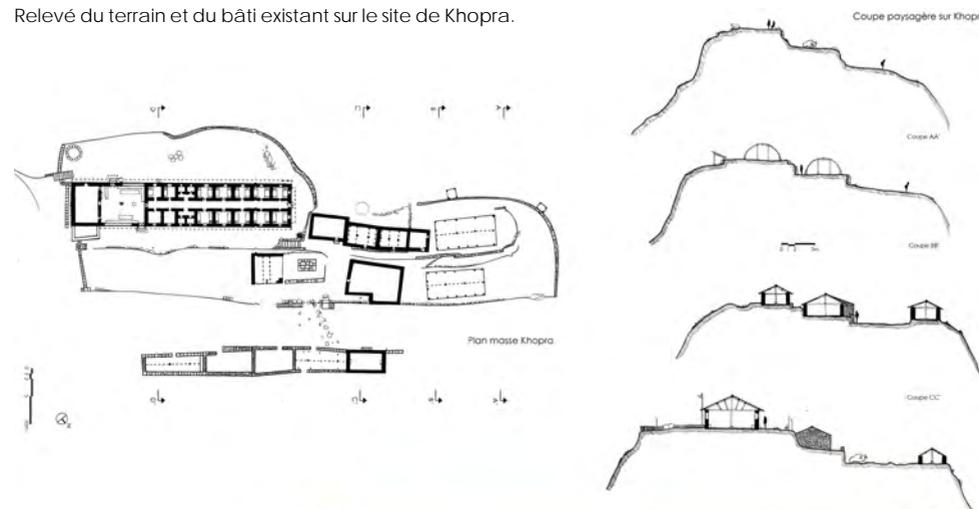
Vue du lodge existant de Khopra.



Photo satellite de la crête où se situe le site de Khopra qui accueillera prochainement la construction du nouveau lodge.

Source : Google Earth

Relevé du terrain et du bâti existant sur le site de Khopra.



Risques et aléas naturels

Comme tout site de montagne, qui plus est dans une zone de forte activité sismique, le site de Khopra est confronté à plusieurs aléas naturels. Les principaux risques à considérer dans la conception du nouveau lodge sont les suivants :

Risque sismique

Le district de Myagdi qui accueille le site de Khopra ne fait pas partie des districts gravement touchés par les tremblements de terre d'avril et mai 2015. Seules quelques secousses ont été ressenties par la population locale. Les habitants interrogés n'ont pas en mémoire d'avoir vécu un fort tremblement de terre. Pour autant la prise en compte du risque sismique à Khopra est inévitable. Du fait de sa topographie en forme de promontoire et la nature de ses sols peu rocheux mais homogènes, il est indispensable d'intégrer plusieurs systèmes parasismiques dans la conception d'un nouveau bâtiment de manière à résister au mieux en cas de séisme.

Risque d'avalanche

D'après la morphologie et la nivo-climatologie du site, le risque d'avalanche est très peu élevé, voire inexistant. En effet, le site se situe sur une crête, lui procurant une position plus élevée que ses alentours. Les sommets à proximité et les couloirs potentiels d'avalanche sont à une distance suffisante pour que la neige et les effets de souffle ne puissent atteindre le promontoire de Khopra.

Risque de glissement de terrain et d'éboulement

Tout comme le risque d'avalanche, du fait de sa position surélevée par rapport à son environnement, le site de Khopra ne présente pas de risque d'éboulement. Le risque de glissement de terrain doit quant à lui être considéré. De par sa localisation sur un replat au sommet d'une crête, les pentes à proximité du site de construction sont abruptes. Le couvert végétal à proximité est faible. L'altitude et le climat rigoureux du site font que des mesures de plantation qui permettraient de donner au sol une meilleure cohésion, ont de plus peu de chance de réussir. Tout un travail de préparation et de sécurisation du site doit donc être réalisé

avant l'exécution du projet. Celui-ci consiste à créer des murs de soutènement pour former une plateforme sécurisée permettant l'implantation du nouveau projet en respectant des distances de retrait suffisant par rapport aux limites des murs.

Risque de tempête

Le temps en montagne peut être extrêmement changeant. La topographie et le relief font que les aléas sont souvent amplifiés. Soumis aux conditions particulières de la mousson, du froid hivernal et d'événements cycloniques en provenance de l'Inde, le site de Khopra présente un risque de tempête élevé. Les vents peuvent parfois être violents et de fortes chutes de neige peuvent survenir durant les mois d'hiver.



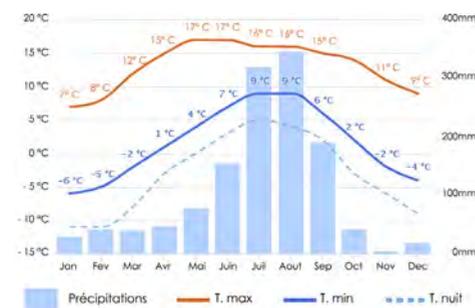
Vue générale du site montrant la morphologie et le relief à proximité.

Caractéristiques climatiques

Afin d'intégrer au mieux le projet dans son environnement et d'en tirer profit, il est important de bien comprendre les données climatiques qui caractérisent le site de Khopra.

Température

Le site de Khopra possède un climat rude de haute montagne. Durant la période hivernale, de mi-novembre à mi-mars, le climat est très rigoureux. Le froid est particulièrement vif avec des températures pouvant descendre jusqu'à -20°C voire -30°C . Durant cette période les chutes de neige peuvent également être abondantes. L'été, de mi-juin à mi-septembre, les températures en journée sont constantes aux alentours de 10°C à 15°C . Avec l'influence de la mousson, le taux d'humidité augmente énormément. Le site est alors soumis à de fortes pluies et des vents permanents. Pendant cette saison très peu de visiteurs viennent sur le site. Les intersaisons sont quant à elles plutôt sèches et beaucoup plus clémentes. Il est alors agréable de se trouver à l'extérieur où les températures au soleil peuvent monter jusqu'à 25°C . Seuls les nuages cachant le soleil durant les après-midis et la présence de vents viennent faire baisser la température du site. A toute saison, dès que le soleil se couche, le froid s'installe et les occupants des lieux sont alors obligés de s'habiller chaudement et de se mettre à l'intérieur.

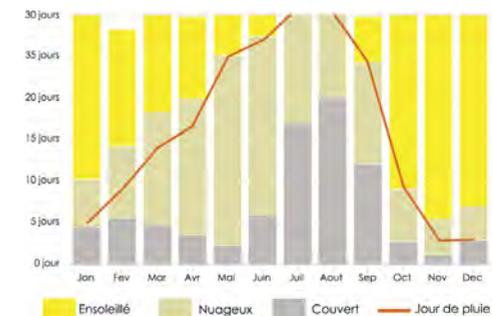


Précipitations et moyenne des températures journalières à Poon Hill situé à 3190m d'altitude et 8km de Khopra.

Source : www.meteoblue.com

Ensoleillement

De par sa morphologie, le site de Khopra ne possède pas de masque solaire. Seules les montagnes lointaines culminant à plus de 7000m d'altitude viennent raccourcir la course globale du soleil lors de son lever et coucher. Une couverture nuageuse assez fréquente conditionnée par la topographie radicale de la région vient atténuer les rayons du soleil. La plupart du temps les matinées sont très ensoleillées alors que les ciels d'après-midi tendent à se couvrir de nuages voire d'orages. Les périodes hivernales, de mi-novembre à mi-mars, et de mousson, de mi-juin à mi-septembre, sont moins ensoleillées que le reste de l'année. Du fait de la latitude du Népal, la course du soleil varie en fonction des saisons de 38° à 85° . Le soleil est donc rasant en hiver et quasiment perpendiculaire au sol en été.



Nombre de jours pluvieux et ensoleillés à Poon Hill situé à 3190m d'altitude et 8km de Khopra.

Source : www.meteoblue.com

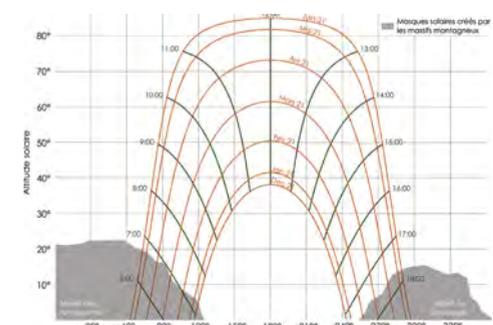


Diagramme et masque solaire depuis le site de Khopra.

Source : Données extraites de l'Université de l'Oregon SRML

Vent dominant

Le site de Khopra est soumis à de forts vents liés à sa position en haute altitude et sa localisation sur une crête dégagée, le site ne peut bénéficier de masque végétal qui pourrait venir le protéger. C'est l'air chaud des vallées du sud, qui en montant et en suivant le flanc des montagnes, génère des vents dominants qui s'engouffrent sur le site. Avec l'altitude, ces vents ont le temps de baisser en température et viennent alors refroidir les lieux. Ils sont souvent accompagnés de nuages qui viennent poser sur Khopra un épais brouillard conférant au lieu une ambiance mystérieuse. A cause de ces vents froids et parfois soutenus, il est important d'éviter la construction d'éléments favorisant la prise au vent et de mettre en place des systèmes pour venir s'en protéger. Les aménagements des espaces extérieurs doivent être réalisés de manière à être abrités des vents et les débords de toiture réduits à leur strict minimum.

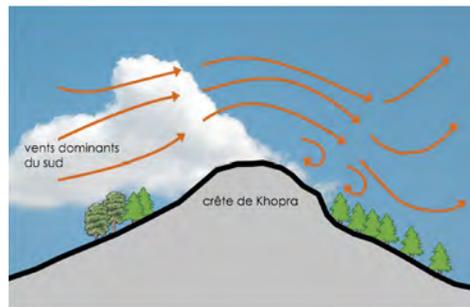


Schéma de principe des vents dominants sur le site de Khopra.

La question foncière

Le site de Khopra est situé sur des terres communautaires appartenant à Paudwar. Il se trouve dans l'aire de conservation de l'Annapurna, la plus grande aire protégée du Népal. Au sein de cette zone protégée, c'est l'ACAP, qui dépend du Ministère de la forêt et des sols, qui fait autorité pour statuer sur le développement territorial et touristique. Toute construction ne peut avoir lieu sans son accord, c'est elle qui délivre les autorisations d'aménagement et les permis de construire. Toute entorse à cette règle peut entraîner la destruction des biens comme ce fut le cas pour un lodge privé (Nice View Hotel) construit en 2014 sur le site de Khopra qui fut détruit en 2015 après une décision de justice.



Photo du Nice View Hotel avant sa destruction.
Source : Mark Daffey, Escape

Pour la construction du nouveau lodge de Khopra, des documents de présentation du projet ont été réalisés et remis au comité du village de Paudwar. Il s'est ensuite chargé de transmettre une demande en bonne et due forme auprès du VDC Conservation Management Committee de Shikha, l'autorité locale au sein du district de Myagdi responsable des questions d'environnement et de développement touristique qui fera suivre aux autorités compétentes de l'ACAP.

Conception et principes architecturaux

4.2

Pour répondre au mieux aux attentes émises préalablement par les partenaires du projet, plusieurs principes techniques et architecturaux ont été développés. La valorisation des savoir-faire locaux a été assurée par l'intégration et l'adaptation de techniques et pratiques constructives traditionnelles. Les risques récurrents ont été minimisés par l'application de dispositifs parasismiques et de solutions limitant les dégradations liées aux vents et aux pluies. L'amélioration du confort thermique a fait l'objet d'une approche intégrant des principes bioclimatiques et un travail spécifique sur l'isolation. L'impact environnemental du projet a été réduit grâce à l'utilisation de matériaux biosourcés et le recours aux énergies renouvelables. Enfin, la prise en compte des impératifs touristiques a été rendue possible par la création d'un agencement adapté aux besoins des randonneurs et du personnel.

Le nouveau lodge de Khopra

Le nouveau lodge de Khopra est composé d'un unique bâtiment de forme rectangulaire d'environ 22m de longueur, 11m de largeur et 8m de hauteur sous faitage. Il offre 430m² de surface habitable comprenant :

- **Un rez-de-chaussée semi-enterré** constitué de six chambres privées s'ouvrant sur le sud et la vallée de Pokhara. Chaque chambre fait 11m² et comporte deux lits simples qui peuvent être assemblés pour devenir un lit double, une salle de bain privative de 3m², et une petite mezzanine située au-dessus de la salle de bain pouvant accueillir un troisième lit ou un espace de rangement. De l'autre côté des chambres, dans la partie nord enterrée se trouve une entrée secondaire, des espaces de rangement, une buanderie et une salle de bain commune. Ces espaces font office de zone tampon entre le froid extérieur et les espaces de vie des chambres. Un escalier intérieur en pierre relie ce niveau au premier étage.

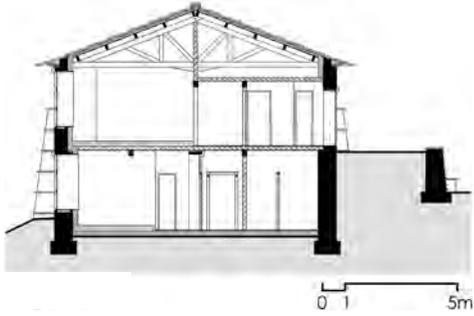
- **Un premier étage ouvert au sud** accueillant les espaces de vie commune et la cuisine. Dans la partie sud, une large salle à manger et un espace de convivialité se déploient le long de grandes baies vitrées. Dans la partie nord, on trouve l'entrée du lodge connectée par un sas avec l'accueil et l'arrière cuisine. La cuisine communique par le biais d'un bar à un « espace café » bénéficiant de vues ouest et nord sur la chaîne des Annapurna et du Dhaulagiri.

- **Un comble aménagé** s'étire sur toute la partie nord au-dessus du premier étage. Cinq espaces sous forme de mezzanines et accessibles via des échelles sont créés entre les fermes de la charpente. On y trouve deux dortoirs de quatre lits, deux chambres pour le personnel du lodge ainsi qu'un espace de détente ouvert permettant d'accueillir des touristes supplémentaires en cas de surcharge du lodge.

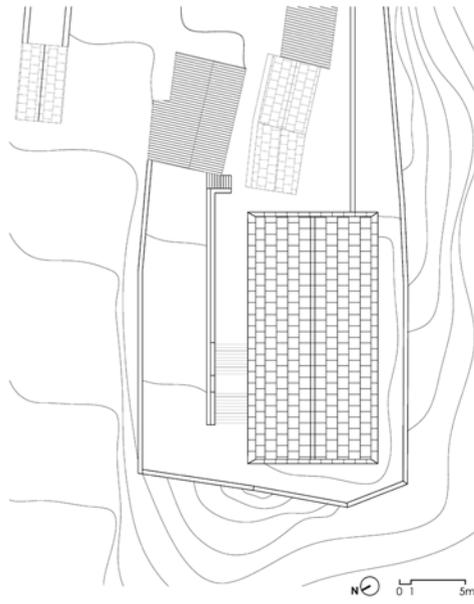
Les pièces à vivre sont situées au sud, afin de bénéficier de la lumière et des apports de chaleur naturelle, tandis que les pièces peu utilisées comme les salles de bain, les locaux techniques, les espaces de stockage et les circulations sont placées au nord jouant le rôle d'espace tampon entre l'extérieur et les pièces de vie.

L'accès au lodge se fait par une terrasse au nord du bâtiment qui comprend un large escalier permettant d'accéder au rez-de-chaussée. En contrebas se trouve une seconde et plus grande terrasse adossée à un mur de soutènement comprenant des bancs. Ces deux terrasses font face aux massifs montagneux himalayens et sont protégées des vents dominants par le refuge. A l'est du bâtiment se trouvent deux accès reliant le nouveau et l'ancien lodge ainsi que deux terrasses qui pourront être utilisées comme zone de camping.

Pour des questions d'adaptabilité financière une plus petite version du lodge a aussi été créée. Cette variante est dans sa configuration très similaire à la précédente mais possède une surface totale de 300m² avec quatre chambres privées au rez-de-chaussée et une seule chambre pour le personnel.



Coupe AA'



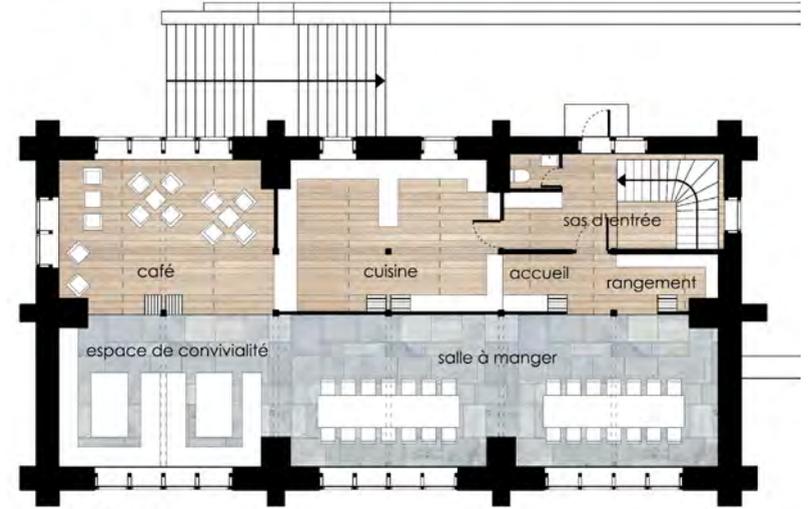
Plan masse



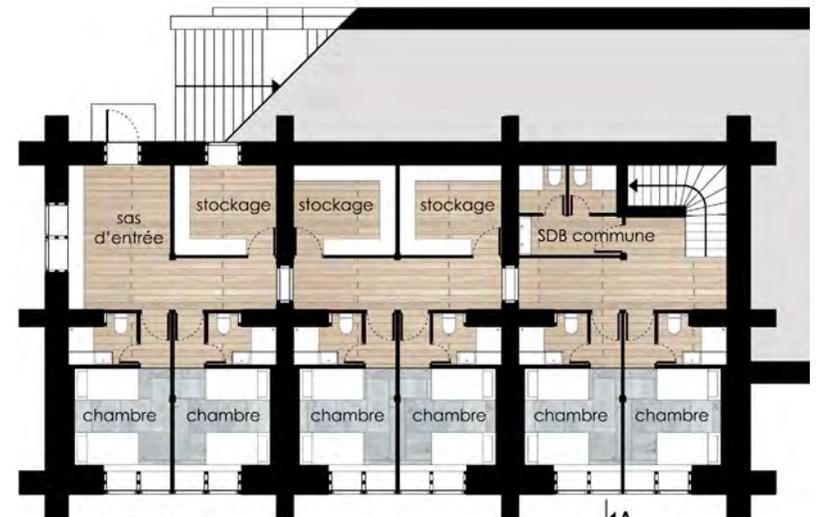
Perspective extérieur du nouveau lodge de Khopra.



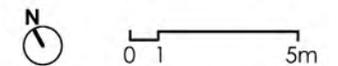
Mezzanine



1^{er} étage



Rez de chaussée



Adaptation des savoirs vernaculaires

Afin de valoriser les savoirs et compétences locales, plusieurs principes et méthodes constructives traditionnels sont employés. Ces savoirs constructifs font partie de l'identité de la région. Ils sont maîtrisés et tirent parti des matériaux, des savoir-faire et des intelligences constructives disponibles localement.

Toiture en schiste

La toiture à deux pans en schiste typique de la région avec ses auvents au niveau des murs pignon est réutilisée. L'usage de la pierre en couverture permet d'intégrer au mieux le bâtiment dans son paysage environnant et souligne le caractère minéral du site. Les pierres employées sont plus fines (entre 1 et 2cm d'épaisseur) que celles visibles sur les anciens refuges existants sur le site de Khopra. Ces lauzes proviennent d'une carrière située dans le district de Myagdi.

Maçonnerie en pierre sèche

L'ensemble des murs est réalisé à l'aide de la technique dite de pierre sèche. Cette technique est répandue dans les régions d'altitude. Elle est celle qui a été utilisée dans la construction du lodge existant et des anciens refuges encore présents sur le site de Khopra. La terre à disposition n'est pas suffisamment collante pour faire office de liant (*voir section 3.4 La terre*). Cette technique qui consiste à assembler les pierres en équilibre et à les ajuster au plus près, a l'avantage d'être une technique rapide nécessitant peu de moyens pour la mettre en œuvre.

Avant leur utilisation, les pierres sont soigneusement sélectionnées en fonction de leur friabilité, de leur taille et de leur forme. Selon les besoins, elles sont ensuite taillées individuellement pour supprimer les parties gênantes lors de la pose. Un soin particulier est donné pour la réalisation des chaînages d'angle (chevauchement de boutisses avec paneresses). L'ajout régulier de pierres traversantes (une tous les m²) afin d'homogénéiser le mur en solidarifiant ses deux faces entre elles, la réalisation d'un parement bien aligné ainsi qu'un appareillage régulier sont entrepris. Les règles de mise en œuvre caractéristiques de la maçonnerie en pierre sèche sont également suivies :

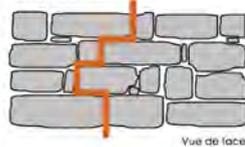
- **Le croisement** : pose des pierres de manière alternée pour chaque rangée afin d'éviter la création de joints continus ou « coup de sabre ». Le croisement permet la répartition du poids et des forces qui lient les pierres les unes avec les autres.

- **L'assise** : c'est ce qui assure l'appui et détermine la stabilité d'une pierre sur le rang inférieur et sa préparation pour le rang supérieur.

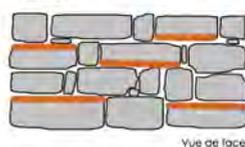
- **Le blocage** : c'est ce qui permet que chaque pierre soit bien calée et accolée à ses voisines afin d'éviter tout jeu qui lui permettrait de travailler et bouger individuellement rendant l'ensemble du mur plus fragile. Le maçon a souvent recours à des pierres intermédiaires plus petites qui viennent combler les vides.

- **Le fruit** : c'est l'inclinaison donnée à chaque pierre pour prévenir le renversement du mur et distribuer le poids des pierres vers l'intérieur. Cette pente permet de rendre l'action de frottement entre pierres plus efficace pour mieux résister au tremblement.

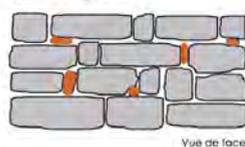
Le croisement



L'assise



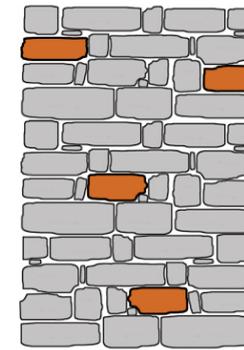
Le blocage



Le fruit



Les pierres traversantes

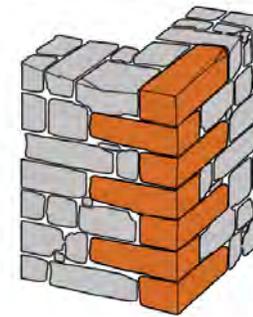


Vue de face



Vue en coupe

La maçonnerie des angles



Pavage en pierre

A l'image de certaines portions de chemins pavés de pierre ou des nombreuses terrasses du village de Paudwar, des dalles de pierre sont utilisées pour couvrir les sols des chambres du rez-de-chaussée et d'une partie des espaces communs du premier étage. Ce revêtement joue en outre le rôle de masse thermique permettant d'améliorer le confort thermique de ces espaces en apportant de l'inertie.

Portes et fenêtres en bois

Réalisées à la main par des artisans locaux, toutes les ouvertures intérieures et extérieures reprennent le principe des doubles cadres en bois. Du fait de l'épaisseur importante de certains murs du rez-de-chaussée (plus de 70cm), un troisième cadre en bois est rajouté à certaines portes et fenêtres pour mieux reprendre les charges verticales de la maçonnerie au niveau des linteaux.

Cloison en terre et bois

Les cloisons de séparation sont réalisées à l'aide de matériaux de remplissage en terre, pierre et fibre et sont recouvertes d'enduits de décoration en terre qui apportent un aspect chaleureux et authentique. Au niveau du comble aménagé, la grande cloison des dortoirs et des chambres du personnel visible depuis la salle à manger et l'espace de convivialité reprend le principe des bardages en bois des loggias des maisons du village de Paudwar, avec ses volets en bois et ses décorations.

Détails d'assemblage, de finition et de décoration

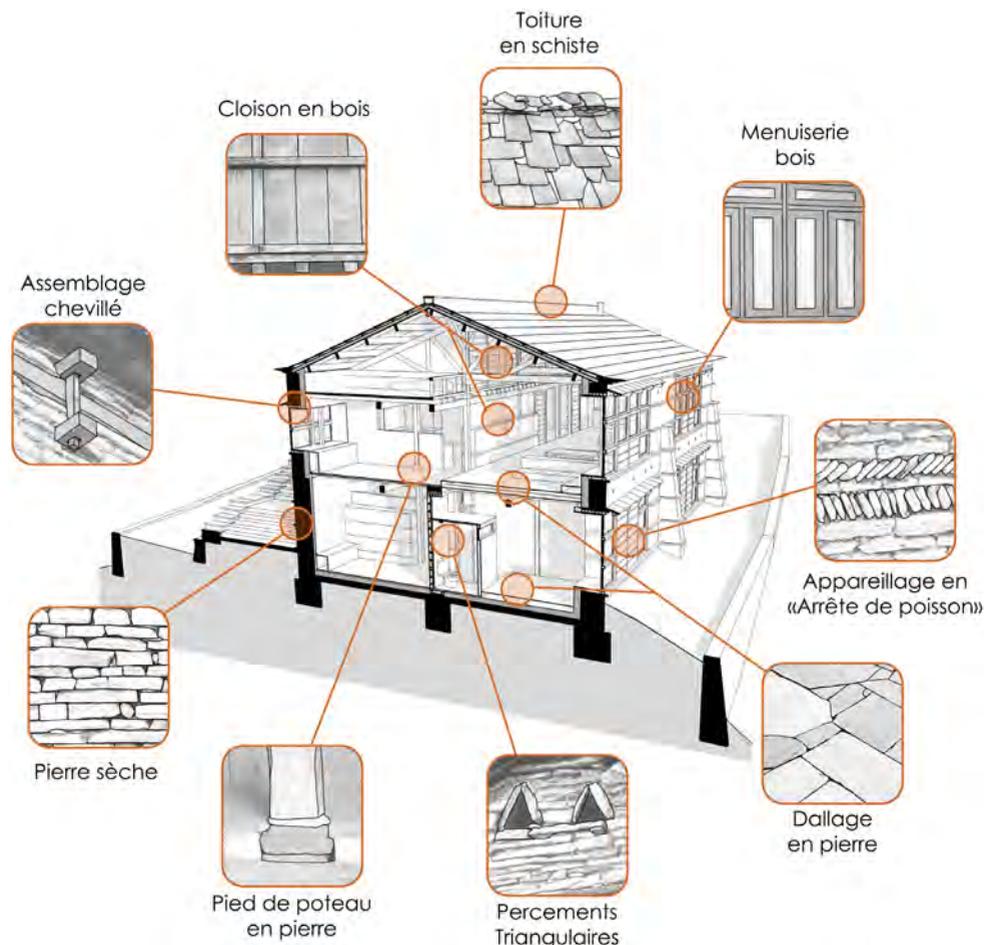
Plusieurs détails d'assemblage, de finition et de décoration caractéristiques de l'architecture magar sont également employés comme :

- **Les assemblages à l'aide de cheville en bois** utilisés pour liaisonner les pièces de bois des cadres de portes et de fenêtres, des fermes de charpente, des échelles permettant l'accès aux mezzanines ;

- **Les percements triangulaires** employés dans les salles de bain pour améliorer la ventilation et dans le couloir du rez-de-chaussée pour loger des dispositifs d'éclairage ;

- **Les pieds de poteaux en pierre** servant de support et de protection pour la base des poteaux en bois ;

- **Les appareillages en « arête de poisson »** pour renforcer la tenue des murs de maçonnerie et jouer un rôle de remplissage décoratif pour certains éléments comme les parties non vitrées des cadres de portes et de fenêtres et les espaces vides des deux fermes périphériques au niveau des murs pignon.



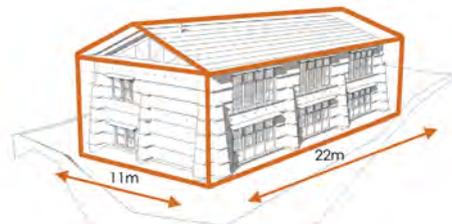
Principaux éléments extraits de l'architecture vernaculaire et réemployés dans la conception du nouveau lodge.

Dispositifs parasismiques

Plusieurs mesures et systèmes parasismiques sont également mis en œuvre pour limiter les risques d'effondrement et la mise en danger des occupants.

Forme simple et compacte

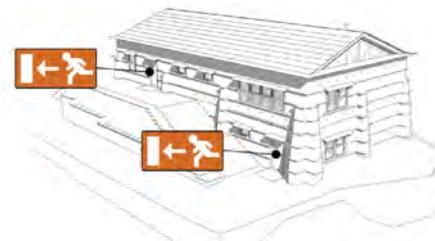
Le lodge est composé d'un unique bâtiment de forme simple et compacte plus adaptée pour résister aux contraintes sismiques. Son plan rectangulaire est symétrique avec un ratio largeur / longueur de 1 : 2 pour le grand lodge et de 1 : 1,5 pour le petit lodge.



Configuration en un seul volume compact.

Double accès

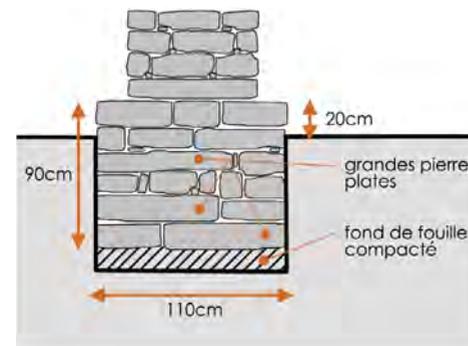
Les deux niveaux sont accessibles indépendamment depuis des sas d'entrée donnant sur des terrasses extérieures. Ce double accès a pour but de faciliter l'évacuation des occupants en cas de secousses prolongées. Les portes de ces deux sas d'entrée sont conçus pour s'ouvrir de l'intérieur vers l'extérieur afin d'éviter les bousculades.



Double sortie pour assurer une évacuation rapide des occupants.

Fondation

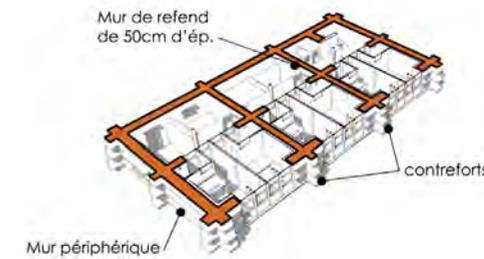
Du fait de la nature sableuse et drainante du sol, des fondations filantes larges (110cm) et profondes (90cm) sont prévues sous l'ensemble des murs porteurs pour assurer la stabilité du bâtiment. Ces fondations sont réalisées en pierres sèches, sur un fond de fouille préalablement damé sans ajout de couche drainante. Elles se prolongent de 20cm au dessus du terrain naturel et dépassent de l'aplomb des murs pour leur assurer une meilleure assise.



Détail de fondation en pierre sèche.

Murs massifs et contreforts

La structure porteuse est réalisée à l'aide de murs massifs en pierres sèches de 70cm d'épaisseur en partie basse et de 50cm à l'étage supérieur. Des murs de refend ainsi que des contreforts placés à intervalle régulier assurent la stabilité de l'ensemble. L'élançement des murs entre planchers est limité à 1 pour 6 pour assurer une meilleure stabilité. L'épaisseur des murs est réduite d'étage en étage de manière à réduire le poids porté par les murs inférieurs. Dans cette même logique les murs de séparation des étages ne sont plus construits en pierre sèches mais en torchis ou bardage bois offrant ainsi des cloisons beaucoup plus légères.



Coupe sur la maçonnerie du rez-de-chaussée.

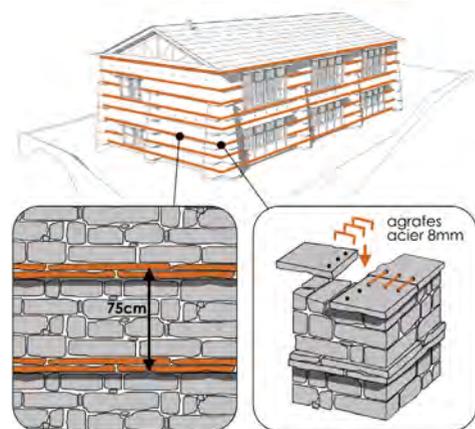
Renforcement de la maçonnerie

La maçonnerie de pierre sèche est renforcée tous les 75cm par des chaînages horizontaux continus réalisés à l'aide de deux lits de grandes dalles de pierre. Ces ceintures de pierre agissent à la manière de bandes sismiques et sont placées à intervalle régulier en particulier au niveau de la fondation, des allèges, des linteaux, et sous les appuis des fermes et des planchers. Comme pour la maçonnerie en pierre sèche, ces pierres ne sont pas liées les unes entre elles. Leur mouvement éventuel permet en cas de secousses une meilleure dissipation des ondes sismiques par effet de friction. Elles permettent une meilleure homogénéité du mur dans son épaisseur et évitent la propagation de fissures verticales (voir section 3.3 Dispositifs et systèmes parasismiques).

Pour consolider les parties sensibles des angles et des jonctions avec les murs de refend et contreforts, des agrafes en acier de 8mm sont utilisées pour lier entre elles les pierres

des chaînages horizontaux. L'ajout de ce système de connexion est rendu possible par la nature tendre des pierres locales que l'on peut facilement percer avec une perceuse. Ce système fera l'objet d'une série de test et de démonstration avant sa mise en œuvre sur le chantier.

Afin de renforcer la structure des murs, des lits successifs d'appareillages en « arête de poissons » sont également utilisés entre les chaînages horizontaux (voir section 3.3 Dispositifs et systèmes parasismiques). En plus de jouer un rôle esthétique d'ornement, l'emploi de ce dispositif permet de valoriser un savoir technique local dont l'intérêt structurel - propice à améliorer la tenue des maçonneries de pierre - est peu connu.

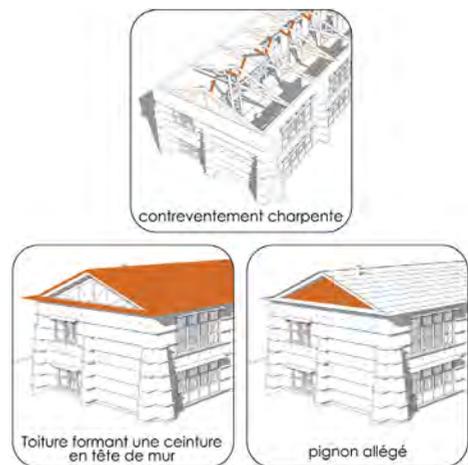


Principe de renforcement des murs et des angles.

La toiture

La charpente est contreventée à l'aide de liens de faitage et de contreventements au niveau des arbalétriers. La portée des entrants est réduite par l'ajout, dans l'alignement des poinçons, de poteaux coiffés de chapiteaux en bois. La couverture reprend le principe emblématique de l'architecture magar : le couronnement périphérique formé par les auvents et les premières assises de pierres des pans de toitures, ce qui apporte de la rigidité et de l'homogénéité au niveau des têtes de murs. L'usage des pierres, contrairement à d'autres matériaux de couverture comme la tôle, permet également d'alourdir la toiture pour charger les murs périphériques du lodge et leur donner plus de stabilité. Pour

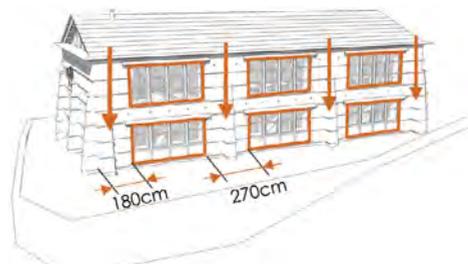
éviter l'affaissement éventuel des pignons, la maçonnerie de pierre est remplacée par des fermes dont les interstices sont remplis à l'aide d'un remplissage de maçonnerie de petites pierres à la manière du dhajji pakistanais, d'un torchis ou d'un appareillage en « arête de poisson ».



Mesures de prévention/protection au niveau de la toiture.

Le placement des ouvertures

Les portes et les fenêtres sont placées en retrait des angles des murs et des murs de refend. La distribution des éléments structuraux et des ouvertures est pensée pour permettre une bonne descente de charge. Les ouvertures sont réalisées à l'aide de cadres en bois triple au niveau inférieur et double au niveau supérieur. Des assemblages mi-bois et tenons mortaises sont employés pour assurer leur réalisation. Ces cadres sont préfabriqués sur site et placés en même temps que l'élévation des murs.



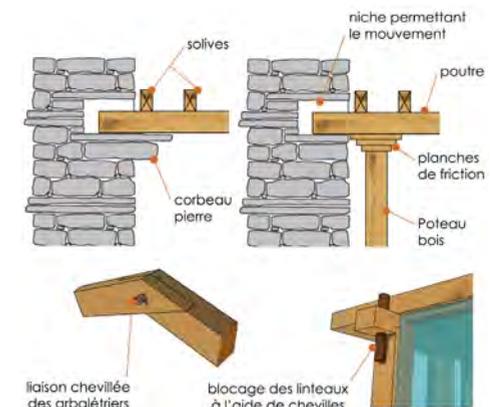
Emplacement des ouvertures de la façade sud et principe de descente de charges.

Assemblages, jonctions et éléments de dissipation

La plupart des assemblages du lodge sont réalisés à l'aide d'éléments de bois sous forme de chevilles ou clefs en bois. Cette technique permet un liaisonnement solide tout en restant souple entre les différentes pièces de bois. En cas de forte sollicitation, ces éléments peuvent encore bouger libérant ainsi l'énergie qui pourrait les contraindre à la rupture. De tels dispositifs sont utilisés par exemple pour assurer le maintien en place des linteaux des portes et fenêtres et l'assemblage des éléments de charpente.

Toujours dans une optique d'atténuation des ondes sismiques, les assemblages entre les poteaux et les poutres de bois sont réalisés à l'aide d'éléments de dissipation. A la place d'utiliser de lourds chapiteaux en bois, comme cela se fait dans la pratique traditionnelle, un empilement de planches de bois est placé au contact de ces deux éléments ce qui favorise par effet de frottement entre chaque planche une meilleure dissipation de l'énergie.

L'appui des poutres dans les murs est réalisé de manière à créer une niche. Ces espaces permettent aux poutres de pouvoir bouger librement en cas de secousses en limitant les effets de poussée (« coup de bélier ») sur la maçonnerie en pierre. L'ajout de corbeaux en pierre ou d'un poteau supplémentaire permet une meilleure répartition des charges sur le mur et accroît le maintien de la poutre sur le mur en cas de séisme.



Quelques exemples d'assemblages et d'éléments de dissipation.

Mesures contre les dégradations climatiques

Pour lutter contre les infiltrations d'eau et les pluies abondantes durant la période de mousson, différents systèmes sont employés afin de réduire les dégradations.

Rupture capillaire et enduit hydrofuge

Une barrière capillaire réalisée à l'aide d'un mortier de ciment fortement dosé (500 kg/m³) est étalée sur la surface des fondations des murs intérieurs. Les murs extérieurs en pierre sèche étant perméable à l'eau, aucune protection n'est prévue pour empêcher les remontées capillaires : l'imperméabilisation se faisant par la suite par l'application d'un enduit hydrofuge en ciment sur la surface intérieur des murs.

Débord de toiture et protection des ouvertures

Des débords de toiture sont prévus sur toutes les façades permettant d'éloigner

suffisamment loin le ruissellement des eaux de pluie depuis la toiture tout en limitant les effets de prise au vent. Chaque ouverture est couronnée d'une casquette extérieure en pierre qui les protège de la pluie. Les jonctions entre les cadres des fenêtres et des portes avec la maçonnerie en pierre sèche sont réalisées avec soin pour éviter la création de points de stagnation de l'eau pluviale.

Systèmes de drainage périphérique

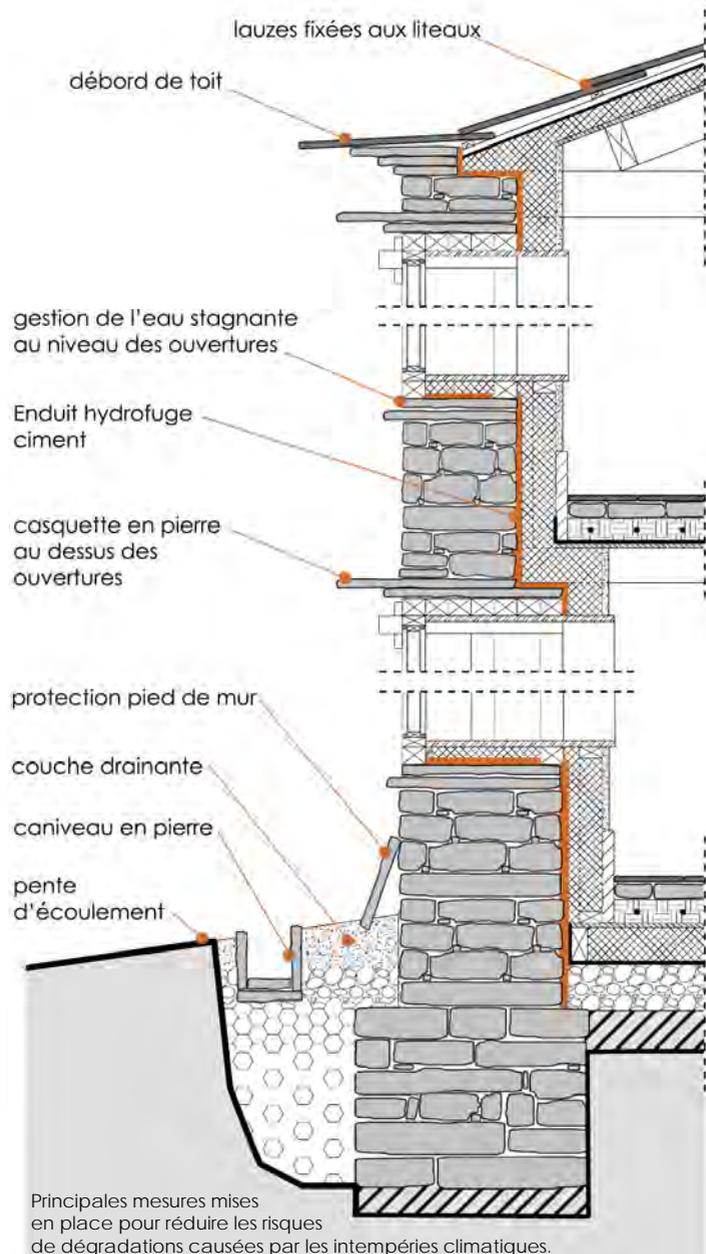
Des passe-pieds au niveau de la base des murs sont réalisés à l'aide d'une couche drainante pour permettre une bonne infiltration des eaux de pluies. Des caniveaux réalisés en pierre sont installés au droit de la toiture et des pentes d'écoulement sont prévues tout autour du bâtiment pour guider vers l'extérieur du site les eaux de pluie et de ruissellement.

Systèmes d'accrochage des lauzes

Pour réduire la charge de la couverture, limiter les problèmes d'infiltration d'eau de pluie et assurer une belle finition, des lauzes plus fines sont installées. Celles-ci sont fixées à la charpente à l'aide de fil de fer pour éviter qu'elles ne s'envolent en cas de forts vents.

Limiter la gêne des vents dominants

Les entrées et les aménagements extérieurs sont placés en façade nord et ouest de manière à limiter l'exposition face aux vents dominants en provenance du sud.



Principes bioclimatiques

Dans cette zone de haute montagne, où les températures peuvent brutalement chuter, la question du confort thermique est avant tout liée à la question de la chaleur. Pour cela plusieurs stratégies sont mises en œuvre : capter la chaleur du rayonnement solaire, la stocker dans la masse et la conserver notamment par l'isolation.

Capter la chaleur par le biais des vitrages

Le bâtiment de forme rectangulaire est orienté est/ouest afin d'exposer au sud un grand nombre de surfaces vitrées. Equipées de double vitrage, ces grandes ouvertures permettent d'accroître l'effet de serre en absorbant le rayonnement et la chaleur solaire. Les doubles vitrages sont réalisés in situ de manière artisanale à l'aide de plaques de verre de 6mm d'épaisseur rendues étanches à l'air et l'eau grâce à des joints de silicone.

Le choix des dimensions des baies vitrées au sud a été généré par la proportion entre surface vitrée et surface de plancher. Dans les zones de hautes montagnes, il est nécessaire que le ratio entre les deux soit compris entre 20% et 40%¹⁷. Ainsi on trouve au premier étage, pour les espaces de vie, une surface de baies vitrées de 26m² pour une surface de plancher de 125m², ce qui donne un ratio de 21%. Au rez-de-chaussée on trouve pour chaque chambre, une surface de baie vitrée au sud de 2,8m² et une surface de plancher de 10m². Le ratio pour une chambre est donc de 28% ce qui devrait jouer en faveur d'une augmentation non négligeable de la température intérieure.

Stocker la chaleur

Une fois les rayons du soleil captés par les baies vitrées, il est nécessaire de garder cette chaleur. Pour cela on utilise le principe de masse thermique qui vise à accroître le potentiel de stockage thermique d'un espace. Des matériaux à forte inertie thermique sont alors privilégiés. Ces matériaux lourds ont la capacité de stocker de la chaleur et de la restituer petit à petit en limitant les effets de variation rapide de la température extérieure sur le climat intérieur. Dans le cas du lodge de Khopra, ce principe est utilisé au niveau des sols et des murs

intérieurs par l'emploi de la pierre et de la terre qui sont des matériaux possédant une forte inertie thermique. Les murs extérieurs n'interviennent pas dans ce phénomène puisqu'ils sont isolés par l'intérieur afin de limiter les pertes de chaleur.

Du fait de l'angle d'incidence des rayons du soleil, ce sont les dalles et les planchers en pierre à proximité des baies en façade sud qui font office de masse thermique en emmagasinant dans la journée la chaleur émise par les rayons du soleil et en la restituant plus tard dans la soirée. Les murs et les cloisons intérieurs en pierre et terre jouent un rôle secondaire en emmagasinant la chaleur au contact de l'air par effet de convection.

Conserver la chaleur

Pour limiter les déperditions thermiques et réduire les pertes de chaleur, le choix d'une forme compacte et semi-enterrée a été privilégié. Elle permet de réduire de manière importante les surfaces de contact des murs et de la toiture avec le climat extérieur. Des zones tampon en partie nord accueillant les espaces techniques, de stockage, les sas d'entrée, l'escalier et des salles de bain et toilettes communes sont intégrés. Ces espaces sont des pièces non chauffées, situées entre les pièces de vie intérieures en partie sud bénéficiant des apports solaires passifs et l'extérieur du refuge. Les accès avec l'extérieur sont équipés de sas d'entrée qui servent à limiter la sortie de l'air chaud et l'entrée de courant d'air froid. L'ensemble des baies est équipé de double vitrage ce qui limite également les déperditions. Enfin, les parois (sol, mur, toiture) des pièces de vie en contact avec l'extérieur sont isolées par l'intérieur à l'aide de matériaux locaux comme la paille ou le chanvre. Plusieurs techniques sont utilisées pour isoler ces parois :

- Isolation du plancher sur terre-plein : Pour des raisons d'optimisation des coûts deux principes de réalisation de la dalle sur terre-plein sont envisagés : l'une isolée, l'autre non isolée.

Option 1 - dalle isolée : Sur le fond de fouille compacté, un hérisson drainant en cailloux type « tout venant » est placé. Une couche de sable est étalée sur le

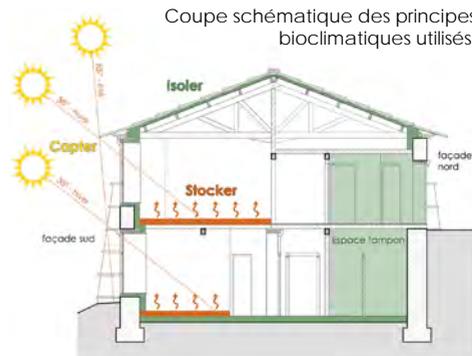
hérisson pour le fermer et servir d'assise à une couche de terre compactée. Un film d'étanchéité en plastique est déroulé pour éviter les éventuelles remontées d'humidité en provenance du sol. Puis une structure en caisson est réalisée à l'aide de lambourdes en bois remplies d'un isolant en vrac (paille ou chanvre). Les caissons sont ensuite fermés par les lames d'un plancher bois dans le cas des circulations et des locaux techniques. Dans les chambres, l'isolant est recouvert de plaques de contre-plaqué servant d'assise à une couche de terre équipée d'un réseau de câbles chauffant, pour un chauffage d'appoint si nécessaire. Une couche en dalle de pierres recouvre le tout servant de finition et jouant le rôle de masse thermique.

Option 2 – dalle non isolée : Un hérisson drainant est réalisé comme dans l'option 1 sur lequel est déroulé un film d'étanchéité. Puis un plancher bois sur lambourdes est installé dans les circulations et les locaux techniques et un dallage en pierre plate dans les chambres servant également de capteur thermique. Lorsqu'ils sont sains et suffisamment protégés des remontées d'humidité, ces complexes de planchers n'occasionnent que peu de déperditions thermiques, la terre sèche étant un médiocre conducteur de la chaleur.

• **Isolation des murs :** Sur les murs, un enduit hydrofuge ciment est préalablement appliqué sur la toute la surface intérieure des murs en contact avec l'extérieur. Cet enduit a pour rôle de rendre le bâtiment étanche

à l'air et à l'eau. La surface des murs des pièces de vie comme les chambres, la salle à manger, l'espace de convivialité et la cuisine est ensuite recouverte d'un isolant terre / fibre compacté entre la surface du mur et une banche glissante. La terre est utilisée pour lier et coller les fibres entre elles, pour faciliter sa compression et donner une tenue à l'isolant facilitant par la suite l'application d'un enduit de finition en terre. Une structure indépendante en retrait du mur est utilisée pour la fixation des banquettes et pour donner de la rigidité à l'isolant tout en limitant les ponts thermiques.

• **Isolation de la toiture :** la toiture est isolée dans les rampants en déversant entre les chevrons et sur un plafond préalablement fixé sur les pannes de la charpente un isolant en vrac composé de terre et de fibre. L'isolant est ensuite protégé par un film étanche ou une couche de bitume avant la pose de la couverture en lauze entre laquelle est ménagée une lame d'air ventilée.

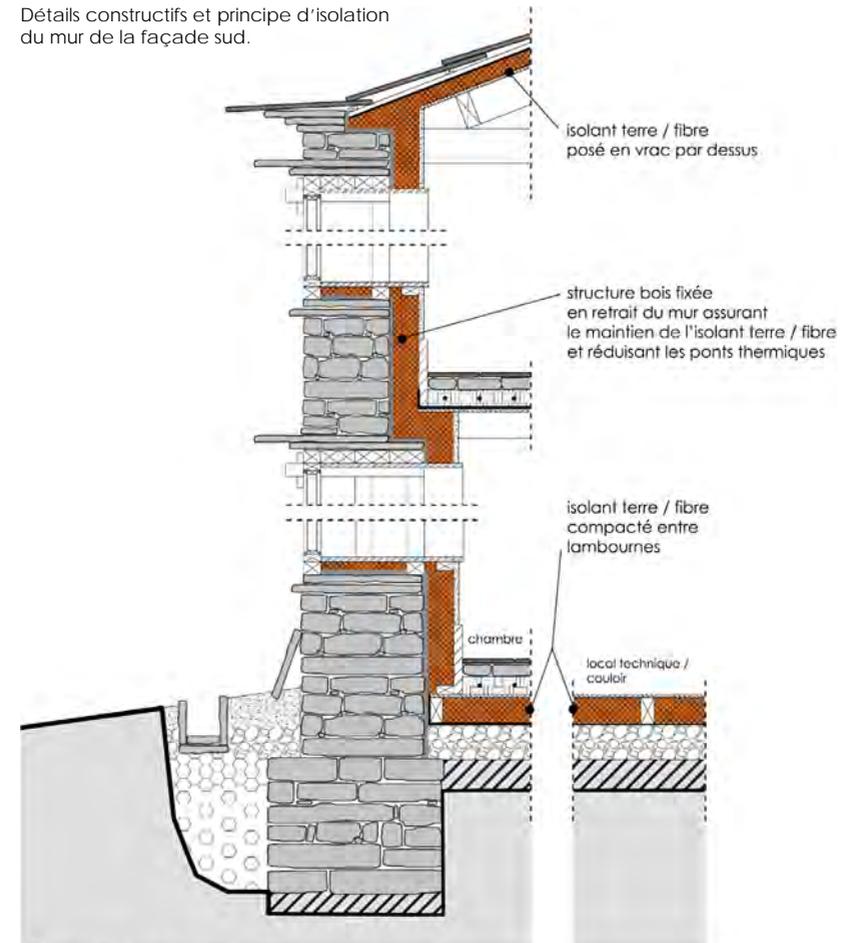


- 1 : Couche de remplissage sur gobetis gobetis (450kg/m³)
ciment + terre sableuse tamisée à 5mm
proportion 1:3
- 2 : Enduit de corps 3cm
enduit (350kg/m³)
ciment + terre sableuse tamisée à 10mm
proportion 1:4
- 3 : Structure bois en retrait
montant bois 1-1/2" x 3"
- 4 : Isolation 15/20cm
terre tamisée à 5mm + paille
proportion 1:8
- 5 : Coffrage (glissant ou fixe)
contreplaqué 10-12mm
les coffrages peuvent être retirés après compactage de l'isolation
- 6 : Enduit de finition 8mm
terre tamisée à 3mm + paille + terre sableuse tamisée à 3mm
proportion 1:0,5:0,5

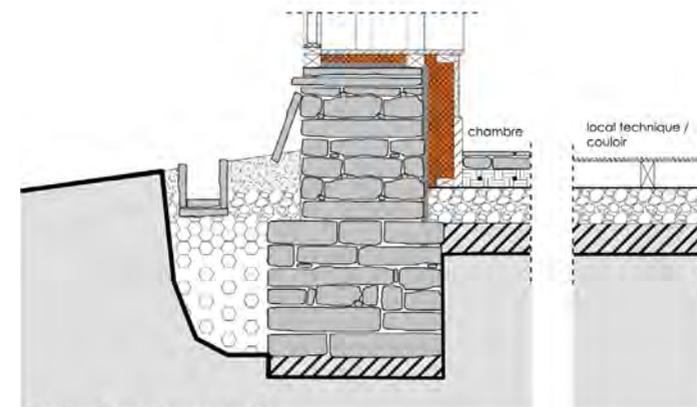


Test du principe d'isolation d'un mur en pierre sèche réalisé sur site.

Détails constructifs et principe d'isolation du mur de la façade sud.



Option 1 : dalle isolée



Option 2 : dalle non isolée

Actions environnementales

Le choix de maximiser l'usage de matériaux locaux provenant de filières naturelles et limitant les transports, et le recours à des énergies renouvelables pour la cuisson et la production d'électricité sont les mesures choisies pour limiter l'impact environnemental du projet.

Matériaux biosourcés

Afin de réduire l'empreinte carbone du projet et de valoriser les typologies constructives locales, l'emploi de matériaux naturels et locaux est privilégié comme le bois, la pierre, la terre, la paille. Une partie de ces matériaux provient de la récupération des pierres et de bois générés par la destruction du « Nice View Hotel ». La plupart des matériaux de ce lodge privé ont été rachetés par le comité de Paudwar permettant au nouveau lodge de bénéficier d'une quantité importante de matériaux déjà présents sur place.



Matériaux de récupération présents sur le site liés à la destruction du Nice View Hotel.

Le bois supplémentaire est extrait des forêts communautaires du district de Myagdi. Le choix des essences se porte sur le pin de l'Himalaya (*Pinus Wallichiana*), le sapin de l'Himalaya occidentale (*Abies Pindrow*) et le sapin de l'Himalaya oriental (*Abies Spectabilis*) du fait de leur disponibilité et de leur propriété mécanique propice à la construction.

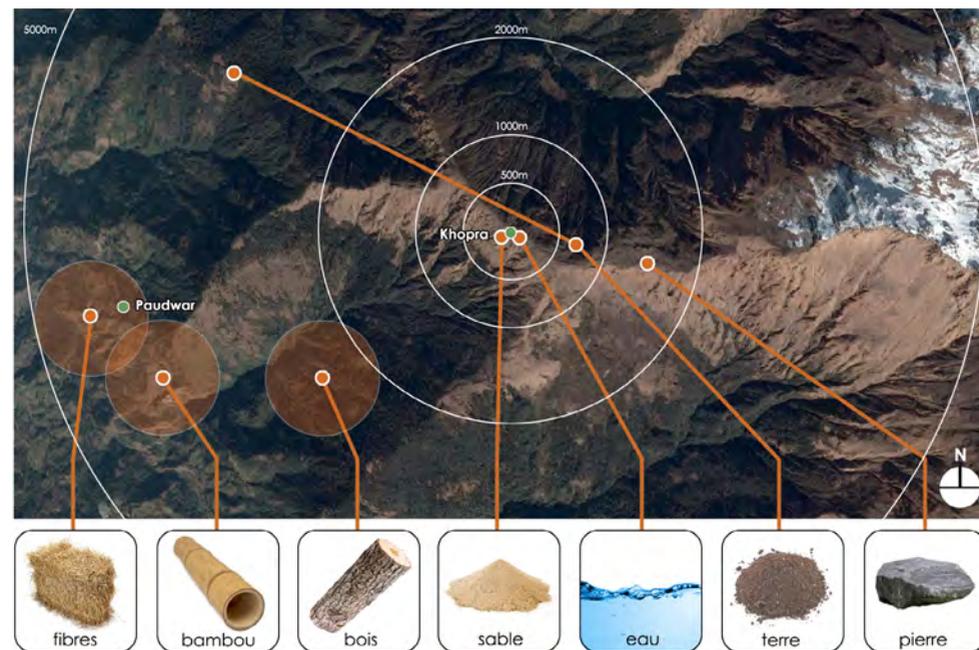
Les pierres manquantes sont prélevées d'une carrière à proximité du site de Khopra. Le sable pour les enduits hydrofuge ciment provient directement de la terre du site. La terre argileuse pour les enduits de décoration et l'isolation en terre/fibre provient de différents sites situés dans un rayon de 4

heures de marche.

Outre le fait d'avoir un impact minime sur les écosystèmes, l'emploi de ces matériaux biosourcés joue un rôle important pour dynamiser l'économie locale. On estime qu'ils vont représenter 38% du budget total du projet contre 11% pour les matériaux importés de marchés plus distants (Katmandou, Pokhara). Ce qui constitue une somme d'argent non négligeable directement injectée localement (voir annexe Budget du projet).

Energie renouvelable

Le projet s'intègre dans une dynamique d'utilisation des énergies renouvelables en exploitant le formidable potentiel hydraulique du Népal. Le lodge a la chance de pouvoir bénéficier d'une connexion avec une microcentrale hydro-électrique d'une puissance de 50kw en cours d'installation en contrebas du site. L'usage de cette électricité « propre » permet de réduire sur le long terme l'impact carbone du projet et de montrer une alternative au chauffage et à la cuisson au bois responsable en grande partie de la déforestation. Cette énergie hydraulique va fournir en continu de l'électricité pour alimenter un système de chauffage d'appoint, un chauffe-eau électrique et l'éclairage du lodge. Elle permet aussi le fonctionnement des équipements de cuisine comme la cuisinière qui est usuellement alimentée par feu de bois ou gaz.



Confort, usage et entretien

Créer des espaces conviviaux et confortables

Un soin particulier est apporté aux espaces intérieurs pour créer une ambiance confortable et conviviale propice à la détente et aux rencontres. Des textures, des matières et des couleurs faisant écho à l'architecture, à la culture locale et au milieu de la montagne sont utilisées. Du mobilier et des objets du quotidien des habitants magars sont disposés çà et là créant un cadre agréable et authentique. Un espace de détente formé de banquettes à même le sol reposant sur des nattes et des tapis brodés est créé pour inviter à la détente et au repos du corps. Une mezzanine accessible depuis une échelle permet la création d'un espace plus intime pouvant être utilisé comme espace de couchage d'appoint.

L'attrait principal de Khopra étant sa proximité frontale avec plusieurs sommets majestueux, des ouvertures ponctuelles sont créées pour offrir depuis l'intérieur du lodge des vues panoramiques sur les paysages de montagnes environnantes. Le choix de la

taille des ouvertures et leur placement est un savant compromis entre apport lumineux, gains et déperditions thermiques, contraintes parasismiques et la volonté de créer des vues spécifiques sur les montagnes.

En complément des apports solaires passifs, un système de chauffage au sol électrique basse température est envisagé pour assurer un confort constant à l'intérieur du lodge. Alimenté par le réseau hydro-électrique, ce chauffage a pour fonction d'assurer un complément de chauffage dans les heures creuses notamment la nuit lorsque l'énergie est disponible. Ce système rayonnant est installé dans l'épaisseur des dalles en terre battue des chambres et de la salle à manger de manière à bénéficier de l'inertie du matériau qui va pouvoir stocker la chaleur et la distribuer sur un plus grand laps de temps. Cet emplacement avantageux au sol permet aussi d'avoir un chauffage diffus et non ponctuel dans les espaces, ce qui le rend plus économique tout en procurant une sensation de température plus homogène et constante.

Aménager les espaces extérieurs

Par le biais de terrasses et de bancs en pierre, des espaces extérieurs en contact direct avec le paysage sont aménagés aux abords du lodge. Ces espaces de détente et de convivialité offrent aux visiteurs et au personnel des lieux de quiétude propices à la contemplation et aux rencontres.



Vue sur une des chambres du lodge.

Répondre aux besoins variés des usagers

Pour satisfaire au mieux les besoins variés des randonneurs, le nouveau lodge intègre différentes offres et possibilités de couchage. Ainsi les futurs visiteurs pourront choisir entre le lodge existant qui possède plusieurs chambres modestes et le nouveau lodge comprenant des chambres plus confortables pour deux ou trois personnes ainsi que des dortoirs pour quatre personnes pour les plus petits budgets. Avec de grands espaces communs et des chambres confortables incluant salle de

bain privative et eau chaude, le nouveau lodge de Khopra vient ici créer un concept très peu présent dans les refuges et lodges de haute montagne au Népal, ceci dans l'optique d'attirer de nouveaux touristes et de générer plus de bénéfices pour le bien de la communauté.

Garantir un entretien et une maintenance accessible

La maintenance et l'entretien régulier des lieux est important pour assurer la viabilité du lodge dans le temps. Dès la conception des lieux la problématique d'entretien est prise en compte. Des systèmes constructifs simples, facilement reproductibles et réparables sont proposés afin de limiter les contraintes liées à la maintenance et l'entretien du bâtiment. L'utilisation de matériaux et savoirs disponibles localement permet au personnel et aux communautés d'être autonomes pour réparer les éléments du lodge qui demanderaient à être remplacés. Les façades sont préalablement équipées de cavité facilitant la mise en place d'échafaudages. Les évacuations des eaux usées sont équipées de regards extérieurs pour faciliter leur nettoyage. Un cahier d'entretien compilant les documents techniques et les contacts des personnes impliqués dans la construction est mis à disposition. Après l'achèvement de la construction du lodge, la responsabilité de l'entretien est donnée aux communautés de Paudwar et Nangi qui devront s'assurer du financement des futures réparations et de la durabilité des installations.



Vue sur les espaces communs.

Gestion et suivi du chantier

4.3

Le chantier sera une phase cruciale dans l'édification du projet. Il va représenter un temps fort d'échange entre tous les intervenants du projet : LCDM, les communautés locales, Himal Pun, l'architecte népalais et son équipe, les charpentiers et maçons, les ouvriers. Il est primordial de préparer et planifier en amont cette étape du projet afin que les différentes phases de construction puissent se réaliser de manière sereine et structurée. Un phasage du chantier et une logistique adéquate doivent être établis. Cette étape constitue également un moment important pour impliquer les populations locales, pour mettre en pratique et recourir à leurs savoirs, et renforcer au besoin leurs compétences.

Descriptif technique et estimation budgétaire

La mise en œuvre du chantier s'appuie sur un document de synthèse qui estime et décrit étape par étape l'ensemble des tâches à effectuer. Ce descriptif technique permet ainsi d'estimer le coût global du projet. Il se divise en quatre phases de chantier : la préparation du terrain (terrassment), le gros œuvre, le second œuvre et les finitions. A l'intérieur de ces quatre phases le document décrit par lot le type, la quantité et le coût de tous les matériaux nécessaires, ainsi que les tâches à entreprendre. Chaque lot précise aussi le nombre et le coût de la main d'œuvre, le temps approximatif de travail nécessaire et le coût du transport des matériaux sur site (voir annexe Descriptif technique).

Ce document est dans un premier temps réalisé par les architectes de LCDM pour être envoyé et révisé par la communauté plus informée sur les prix des matériaux et de la main d'œuvre. Il est donc corrigé et affiné de manière à devenir le plus juste possible pour que le prix total du projet corresponde au mieux à la réalité. Après validation, le budget total pour le grand lodge incluant l'ensemble des coûts du projet (matériaux, main d'œuvre, transport, supervision, fonctionnement, etc.) est estimé à 186 000 euros contre 158 000 euros pour la plus petite version. A noter qu'une part importante de ce budget correspond à des contributions volontaires apportées par la communauté et LCDM. (voir annexe Budget du projet)

Calendrier de construction et phasage du chantier

Le bon déroulement du chantier de construction dépend en grande partie de l'organisation du planning de celui-ci. Un calendrier et un phasage s'appuyant sur le descriptif technique du projet est alors établi. Celui-ci prend en compte les contraintes naturelles et culturelles. Les conditions météorologiques atypiques du site de construction vont influencer sur le déroulement du chantier. Durant les périodes de mousson et d'hiver, les travaux de chantier sur site seront stoppés. Seulement lorsque la toiture sera posée, les travaux pourront éventuellement se poursuivre de manière continue. Les rites culturels (festival de Brahmani à Khopra, célébrations hindoues de Dashain et Tihar en

octobre), jours fériés et temps de vacances sont également considérés dans l'élaboration du calendrier de construction.

Le phasage du chantier se déroule selon les étapes décrites dans le descriptif technique qui comprend quatre phases :

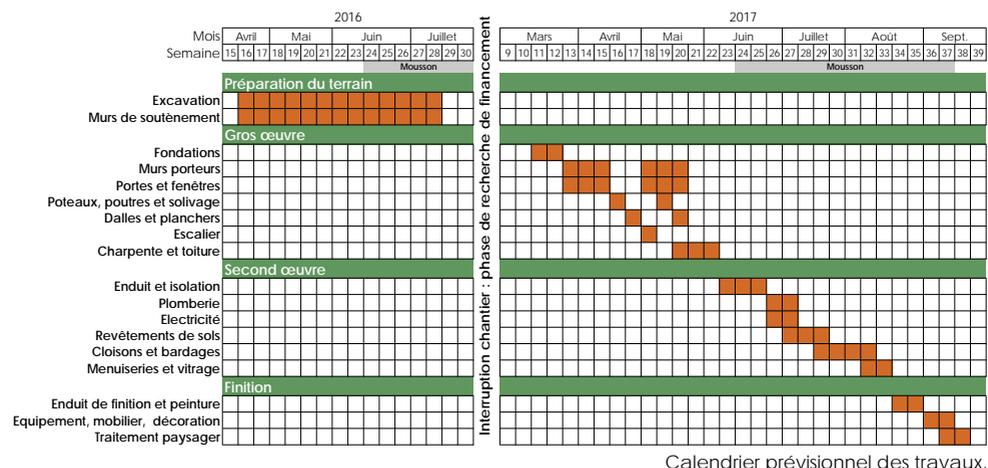
- Une première phase de préparation du terrain incluant des travaux de terrassment et la construction de murs de soutènement.
- Une seconde phase de gros œuvre qui prévoit la construction des fondations, des murs porteurs, de la structure des planchers et de la toiture. Les cadres pour les fenêtres et les portes sont construits en même temps

afin d'être introduit directement lors de la construction des murs. Les poteaux, les poutres, les solivages et l'escalier sont installés en parallèle pour permettre de continuer l'élévation des murs. La pose de la charpente et de la couverture vient finir cette phase en rendant le bâtiment hors d'eau.

• Une troisième phase de second œuvre vient alors poursuivre la construction du lodge. Cette phase commence par l'application sur la surface des murs intérieurs d'un enduit hydrofuge en ciment qui vient protéger le bâtiment contre les infiltrations d'eau et d'air. Elle comprend aussi l'installation de la plomberie, de l'électricité,

de l'isolation thermique des murs, de la pose des revêtements de plancher, de la mise en place des portes et des vitrages de fenêtres et la construction des cloisons séparatives.

• Une dernière phase de finition qui comprend l'application des enduits de décoration en terre, la réalisation de bardage bois, l'installation des équipements sanitaires et de cuisine, ainsi que tout le mobilier nécessaire au bon fonctionnement du lodge. Enfin un travail paysager est réalisé dans les alentours du lodge pour améliorer le drainage du site et créer des espaces de détente (construction de bancs et d'un chautari).



Approvisionnement et logistique

Afin d'assurer un bon déroulement du chantier et permettre l'approvisionnement régulier des matériaux de construction, un travail de logistique doit être établi en amont du projet. Il faut bien prévoir quand un lot de construction commence et quel matériel la main d'œuvre aura besoin pour achever cette tâche. Pour chaque lot, les nécessités et obligations doivent être anticipées et réglées avant leur commencement. Les matériaux doivent arriver avant le début du lot concerné pour permettre le cas échéant leur préparation (découpe, taille, rabotage, ponçage) avant qu'ils soient utilisés. A l'inverse, il ne faut pas que les matériaux arrivent trop tôt risquant d'être abimés pendant leur stockage (mauvaise manutention et intempéries). Cet

approvisionnement doit donc être orchestré de manière progressive mais régulière et correspondre au planning de chantier préalablement défini.

Dans le cadre de ce projet à Khopra, la livraison des matériaux est beaucoup plus complexe que sur des terrains urbanisés accessibles par la route. Même si la construction du lodge peut bénéficier de l'existence de nombreuses pierres et éléments de bois disponibles sur site suite à la destruction du « Nice View Hotel », beaucoup d'autres matériaux doivent être acheminés jusqu'à cette crête très difficile d'accès. Le projet prévoit ainsi de consacrer 4% de son budget pour assurer ce transport.

L'option de livraison par hélicoptère a été initialement évoquée, mais très vite éliminée de par son coût élevé, son empreinte carbone et l'inadéquation d'une telle démarche avec la philosophie du projet qui s'attache à défendre des solutions accessibles par les populations locales.

Pour les matériaux en provenance de Katmandou et Pokhara (ciment, barres d'acier, feuilles de contreplaqué, équipements sanitaires et électriques, mobilier, etc.) le transport s'effectue alors par camion, par jeep et par tracteur jusqu'à Gharkhola et Shikka, les deux derniers villages accessibles par la route. A chaque livraison, il est nécessaire de bien vérifier la qualité et l'état des matériaux livrés car les routes au Népal sont sinueuses et souvent cabossées. Puis, c'est à dos d'hommes et de mulets depuis ces villages en fond de vallée que les derniers 1500 à 2500m de dénivelé seront franchis pour atteindre le site situé à 3660m d'altitude. Il faut compter environ deux jours de marche.



Jeep reliant Beni à Gharkhola avec les premiers matériaux de construction et outils pour le projet.

Pour tous les matériaux non disponibles sur le site de construction, leur acheminement final transite donc obligatoirement par de fins chemins de randonnée ponctués d'escaliers en pierre et de nombreux chautari pour se reposer. Le moyen de transport animal est privilégié par rapport au transport humain car la main d'œuvre locale est plus utile sur le chantier. Il existe trois muletiers à Paudwar qui possèdent une trentaine de mules. Le système de portage de ces mules est assuré à l'aide de deux doko placés de part et d'autre de l'animal. En conséquence les matériaux portés par ces mules sont de taille limitée, obligeant les hommes à porter les matériaux encombrant telle que les planches de contreplaqués, les longs tubes de canalisation, et certaines pièces de bois.



Muletier approvisionnant le lodge existant de Khopra en denrées variées.



Porteurs en route pour Khopra. Les charges peuvent parfois atteindre 60kg !

Trajet	Mode de transport	Charge	Prix
Pokhara - Beni	Camion ou Jeep	1000 à 3000 kg	8 000 NPR / trajet
Beni - Gharkhola/Shikka	Jeep ou tracteur	1000 kg	9 000 à 10 000 NPR / trajet
Gharkhola/Shikka	Porteur (40kg max.)	40kg max	800 à 1 000 NPR / Jour / Porteur
Khopra	Mule (2x25kg)	2x40kg max	900 à 1 000 NPR / Jour / Mule

Participation communautaire et organisation de la main d'œuvre

L'organisation de la main d'œuvre est entièrement gérée par le comité de Paudwar. C'est lui qui s'occupe de recruter et de rémunérer la main d'œuvre nécessaire pour les différentes phases de construction. Les ouvriers proviennent ainsi principalement de ce village mais d'autres personnes provenant de Nangi et des villages alentours sont également impliqués. Il a en effet été jugé nécessaire d'employer de la main d'œuvre de plusieurs villages afin que les opportunités de travail ne bénéficient pas uniquement aux habitants de Paudwar et que les systèmes constructifs employés dans le nouveau lodge puissent être connus et compris par différents villageois.

Pendant la phase de préparation du terrain, de mai à juillet 2016, des roulements réguliers ont ainsi été institués pour faire bénéficier au plus grand nombre de quelques jours de travail et pour éviter la lassitude des ouvriers confrontés à des tâches éprouvantes de terrassement, à la rigueur du froid et à des conditions de vie spartiates - les chambres du lodge existant étant réservées aux touristes. La main d'œuvre impliquée durant cette première phase de chantier était composée

majoritairement d'hommes. Des personnes qualifiées comme des maçons et des personnes non qualifiées dont beaucoup de jeunes qui étaient disponibles à cette période de l'année se sont ainsi retrouvés pendant une période de trois mois pour effectuer des opérations de remblais, de déblais, de tri et de transports de pierre dans le but de créer une vaste plateforme de construction et plusieurs linéaires de murs de soutènement. Trois femmes étaient également présentes sur le site pour aider à la préparation des repas.



Quelques-uns des habitants de Paudwar et de Nangi impliqués dans les travaux de terrassement.

Formation et échange des savoirs

En intégrant les pratiques constructives vernaculaires et en les associant à des principes parasismiques et bioclimatiques, le projet du nouveau lodge communautaire s'inscrit dans une dynamique d'échange. La rencontre entre les membres de LCDM avec les artisans et habitants de la région d'intervention a permis de jeter des ponts entre des savoirs et des concepts constructifs différents. Cette association a permis la confrontation d'acquis académiques avec des intelligences locales. Elle a rendu possible le mariage entre des notions techniques (parasismes et confort thermique) et la richesse de savoirs endogènes.

Cette volonté forte d'échange et de partage se traduit par l'usage d'un langage architectural où de nombreux éléments

techniques connus et maîtrisés par les artisans locaux sont employés. Le recours à ces savoirs locaux permet à la main d'œuvre d'être indépendante dans l'exécution de nombreuses tâches et renforce ainsi son sentiment d'autonomie et d'appropriation du projet.

Pendant l'exécution du chantier, des temps de formation sont organisés régulièrement pour stimuler ce dialogue, favoriser l'implication et l'écoute entre tous et vérifier la bonne compréhension des tâches à accomplir. Des documents illustrés, clairs et facilement assimilables par l'ensemble de la main d'œuvre sont conçus pour aider au transfert de connaissances. Pour créer une base référentielle, des fiches pédagogiques sont créés s'appuyant sur des photographies,

des illustrations de l'architecture locale et des documents disponibles localement comme le code de la construction népalais ou les guides de sensibilisation diffusés après le tremblement de 2015.

Dans le cadre de dispositifs et de détails constructifs qui demandent une attention particulière, ou qui sont trop éloignés de ce qui se fait localement, des formations spécifiques et des démonstrations grandeur nature sont réalisées. Des échantillons de murs en pierre sèche ou des essais d'isolation et d'enduits en terre sont préalablement réalisés pour vérifier la maîtrise des concepts et des détails employés avant leur exécution finale sur le bâtiment. Pour d'autres cas, comme pour les fenêtres double vitrage ou l'utilisation d'outillage spécifique, la communauté fait intervenir des personnes extérieures au chantier plus expérimentées.



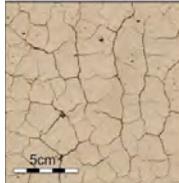
Discussions et échanges entre la communauté et Olivier Le Gall sur le thème de la construction des murs de soutènement.



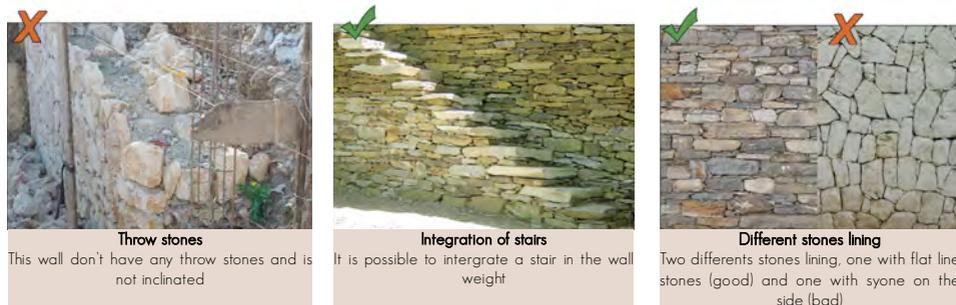
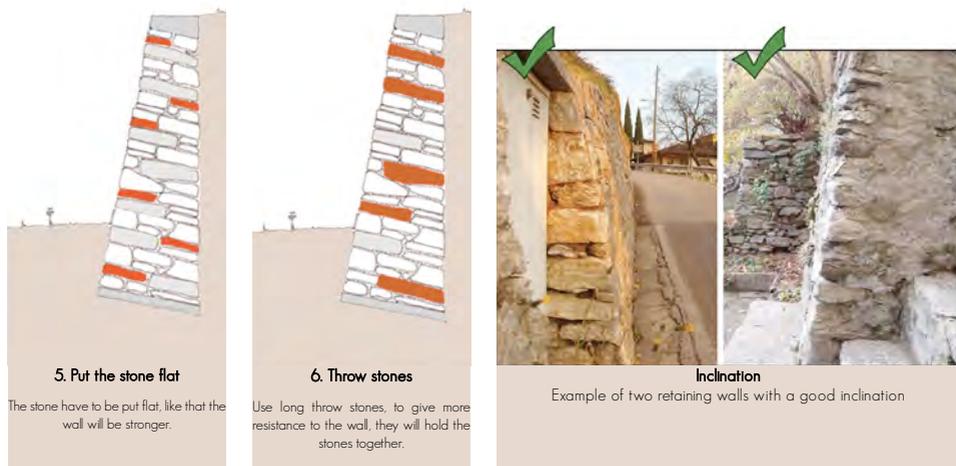
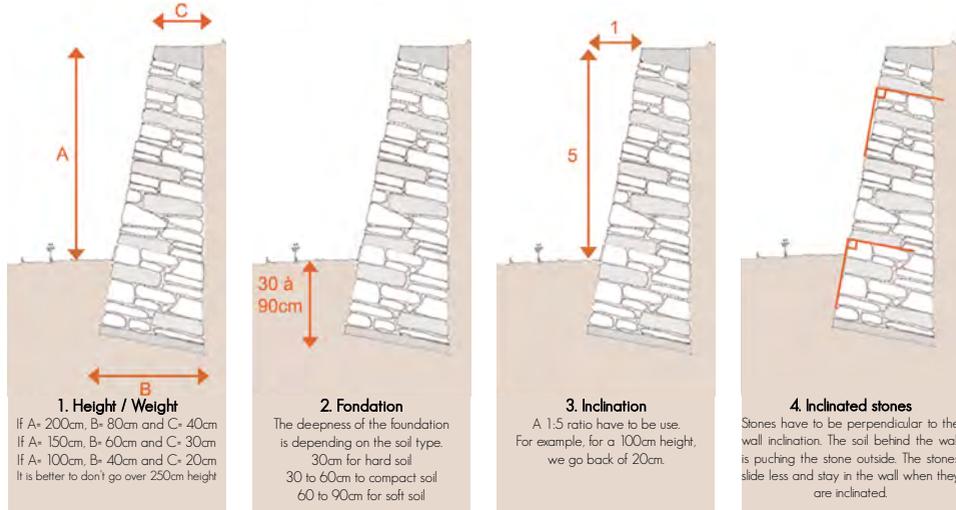
Outillage et matériaux utilisés lors d'essais d'isolation.

Recherches et essais réalisés pour la composition des enduits en terre.



				
# 1-0-0 Fissuration importante	# 1-1-0 Ajout de sable important. Présence de quelques fissurations.	# 1-0-1 Ajout de fibre important. Enduit homogène mais qui demande beaucoup de fibres	# 1-0,5-0,5 (essai choisi) Ajout de sable et de fibre en quantité égale. Pas de fissuration	# 1-0,5-0,25 Ajout plus important de sable que de fibre. Présence de quelques fissurations
Terre 100%	Terre 50% Sable 0-2mm 50%	Terre 50% Fibre moyenne 3cm 50%	Terre 50% Sable 0-2mm 25% Fibre moyenne 3cm 25%	Terre 57% Sable 0-2mm 29% Fibre moyenne 3cm 14%

Some rules to build a proper retaining wall



Supervision du chantier

Assurer un suivi régulier du chantier de construction est impératif pour garantir la construction du nouveau lodge dans de bonnes conditions. Même si des documents techniques et des plans sont mis à disposition, des aléas et des interrogations surviennent et de nombreuses décisions doivent être prises in situ. La meilleure réponse pour se prémunir de malfaçons et d'erreurs d'exécution est d'assurer une constante permanence sur le chantier d'un responsable maîtrisant tous les aspects de la construction, ayant une forte connaissance du contexte local et une grande expérience dans le suivi de chantier.



Visite du chantier par les membres de LCDM lors de la réalisation des murs de soutènement.

C'est Himal Pun, l'architecte de Katmandou originaire du district de Myagdi qui assure avec son équipe cette présence et joue le rôle de chef d'orchestre durant le temps du chantier. Issu de la communauté, maîtrisant parfaitement les rouages et les codes népalais de la construction, il est la personne idéale pour établir un lien de confiance avec les ouvriers et organiser les différentes étapes de construction. Mahabir Pun et les comités du village de Nangi et de Paudwar assurent de leur côté la mobilisation de la population impliquée et accompagne Himal Pun dans la gestion logistique du projet. Se rendant ponctuellement au Népal pour suivre l'avancée du chantier, les membres de LCDM jouent quant à eux un rôle de superviseur technique et financier extérieur en fournissant les plans et documents techniques, en assistant Himal Pun dans les formations initiales, et en contrôlant le niveau des dépenses en lien avec le budget du projet.



Vue du site de construction depuis la caméra installée sur le chantier et reliée à Internet.

Pour suivre la progression du chantier à distance une caméra connectée au réseau Internet présent sur le site est installée sur le chantier. Celle-ci a également pour vocation de rendre compte de l'évolution du projet pour les partenaires ayant contribué à son financement et d'assurer une veille météorologique de la région¹⁸.

¹⁸Les images sont rendues accessibles aux autorités aéroportuaires qui peuvent reporter un vol en cas de mauvaises conditions météorologiques. Le site de Khopra surplombe en effet un couloir aérien fréquenté qui a connu en février 2016 du fait de conditions de mauvaise visibilité un crash d'avion causant la mort de 23 personnes.

CONCLUSION

Le nouveau lodge communautaire de Khopra répond à de multiples objectifs : techniques, culturels, économiques, environnementaux. Il se caractérise comme la synthèse de facteurs et contraintes liés aux spécificités du contexte d'intervention. Le résultat produit a pour ambition d'apporter une réponse qui puisse satisfaire les besoins et les attentes des partenaires impliqués.

Ce projet résulte de l'association de personnes différentes mais aux intentions complémentaires. Pour Bertrand Péré, c'est le désir d'agir, de contribuer à hauteur de ses moyens financiers à la réalisation d'un projet qui puisse aider sur le long terme des populations dans le besoin. C'est relever un défi et participer à un projet qui fait sens. Pour Mahabir Pun, c'est la volonté de poursuivre ses actions sociales et initiatives communautaires pour améliorer le quotidien des populations rurales. C'est démontrer qu'il est possible d'agir localement en impliquant les communautés. Pour Jules Guérin et Olivier Le Gall, c'est l'envie de promouvoir des systèmes constructifs durables, sécurisants et respectueux des hommes et de leur milieu. C'est apprendre, partager et échanger avec des artisans issus d'une autre culture. Pour Himal Pun, c'est le souhait de mettre à disposition ses compétences et son savoir-faire pour aider et former sa communauté. C'est s'associer à un projet atypique et participer à une enrichissante collaboration avec des partenaires étrangers. Pour les villageois de Paudwar et de Nangi, c'est l'espoir de voir se développer des activités touristiques génératrices de travail et de revenus. C'est contribuer à la construction d'un nouvel équipement communautaire dont ils auront par la suite la tâche et la gestion.

Aujourd'hui le nouveau lodge communautaire de Khopra est encore à l'état de projet : des travaux complémentaires de conception doivent être engagés et des interrogations subsistent quant à son financement. Sa concrétisation se heurte en effet aux incertitudes de la recherche de fonds car il reste à trouver une partie non négligeable du budget.

On peut néanmoins se réjouir du grand travail déjà accompli. Il n'aurait pu voir le jour sans une profonde implication de l'ensemble des acteurs du projet. Ce n'est pas l'objet architectural en tant que tel qui doit être salué, mais bel et bien l'engagement, le volontarisme et la persévérance de chacun. Tous œuvrent depuis plusieurs mois et chacun continuera de s'impliquer à son niveau, dans la perspective de voir un jour se construire le nouveau lodge communautaire de Khopra.

BIBLIOGRAPHIE

BLAMONT, Denis, TOFFIN, Gérard (dir.), 1987. Architecture, milieu et société en Himalaya. Paris : Editions du Centre national de la recherche scientifique. 291 p. Coll. Etudes himalayennes, no 1. ISBN 978-2-222-04120-7.

CAGIN, Louis, NICOLAS, Laetitia, 2011. Construire en pierre sèche. 2me. ed. Paris : Eyrolles. 190 p. ISBN 978-2-212-12848-2.

CHAUDHARY, Ram P., MAJUPURIA, Trilok Chandra, 1998. Biodiversity in Nepal: status and conservation: a most recent, profusely illustrated pioneer book with up-to-date information and pertinent references. Saharanpur : Bangkok : S. Devi ; Tecpress Books. 324 p. Coll. Know Nepal series, no. 17. ISBN 978-974-89833-6-3.

COMITÉ D'ACTION POUR LE SOLAIRE (FRANCE), LIEBARD, Alain, HERDE, André de, 1996a. Guide de l'architecture bioclimatique: haute qualité et développement durable : cours fondamental. Tome 1, Tome 1,. Paris : Comité d'action pour le solaire. ISBN 978-2-9501689-5-5.

COMITÉ D'ACTION POUR LE SOLAIRE (FRANCE), LIEBARD, Alain, HERDE, André de, 1996b. Guide de l'architecture bioclimatique: haute qualité et développement durable : cours fondamental. Tome 2, Tome 2,. Paris : Comité d'action pour le solaire. ISBN 978-2-9501689-6-2.

COURGEY, Samuel, OLIVA, Jean-Pierre, 2006. La conception bioclimatique: des maisons économes et confortables en neuf et en réhabilitation. Mens : Terre vivante. ISBN 978-2-914717-21-2.

DHITAL, Megh Raj, 2015. Geology of the Nepal Himalaya. Cham : Springer International Publishing. ISBN 978-3-319-02495-0.

GAJUREL, C.L., 1984. Traditional Arts and Crafts of Nepal. [S.l.] : Asia Book Corp of Amer. ISBN 978-99940-46-83-6.

JAMEN, Elodie, JAMEN, Rambert, 2005. Grands treks au Népal. Seyssinet : Editions de la Boussole. 191 p. ISBN 978-2-915592-05-4.

JAMEN, Élodie, JAMEN, Rambert, 2014. Treks au Népal. Grenoble :

Glénat. ISBN 978-2-344-00046-5.

LONELY PLANET, 2016. Lonely planet trekking in the nepal himalaya. [S.l.] : Lonely Planet. ISBN 978-1-74179-272-0.

MARCUS, Guides, BEAUMONT, Hervé, 2000. Népal - Guide Marcus. [S.l.] : Editions Marcus. ISBN 978-2-7131-0186-1.

MAYHEW, Bradley, 2012. Lonely Planet Nepal. Oakland, CA : Lonely Planet. ISBN 978-1-74179-723-7.

MIGEON, Christophe, 2007. Népal: le tour des Annapurnas. Grenoble : Glénat. ISBN 978-2-7234-6089-7.

OLIVA, Jean-Pierre, COURGEY, Samuel, 2010. L'isolation thermique écologique conception, matériaux, mise en oeuvre: neuf et réhabilitation. Mens : Terre vivante. ISBN 978-2-914717-88-5.

RAZZETTI, Steve, 2000. Trekking and climbing in Nepal. 1st. ed. Mechanicsburg, PA : Stackpole Books. 176 p. ISBN 978-0-8117-2947-5.

SHANKAR, Pratyush, 2014. Himalayan cities: settlement patterns, public places, and architecture. New Delhi, India : Niyogi Books. 216 p. ISBN 978-93-83098-16-3.

THAKKAR, Jay, MORRISON, Sheila Skye, 2008. Prathaa: Kath-khuni Architecture of Himachal Pradesh [en ligne]. Ahmedabad, India : SID Research Cell, School of Interior Design, CEPT University. 313 p. Coll. [Space making craft, v. 2]. Disponible sur : < <http://fr.slideshare.net/mansiarch/kath-khuni-of-himachal-pradesh-autosavedpdf-low> > ISBN 978-81-904096-8-1.

TOFFIN, Gérard, BARRÉ, Luc, JEST, Corneille (dir.), 1981. L'Homme et la maison en Himalaya: écologie du Népal. Paris : Editions du Centre national de la recherche scientifique. 284 p. Coll. Cahiers népalais. ISBN 978-2-222-02749-2.

Trek n°152 Total Nepal décembre / janvier 2014 ». Disponible sur www.trekmag.com/trek-152

ANNEXE

- ANNEXE 1 : Questionnaires d'évaluation
 - Architecture
 - Communauté
 - Lodge
- ANNEXE 2 : Budget du projet
- ANNEXE 3 : Extrait du descriptif technique et financier (en anglais)
- ANNEXE 4 : Protocole test de terre

CRÉDITS

Sauf mention contraire, toutes les illustrations et photographies de ce rapport ont été réalisées par les auteurs.

ANNEXE 1: QUESTIONNAIRES D'ÉVALUATION - ARCHITECTURE

IDENTIFICATION

1. District / Municipalité / VDC / Ward / village
2. Coordonnée GPS :
3. Date de l'enquête :
4. Propriétaire / personne référente

Nom : _____ Âge : _____
Profession : _____ N° de contact : _____

5. Habitants et occupants

Nombre: _____ d'adulte: _____ enfants: _____ animaux: _____ domestiques: _____ bétail: _____

LE TERRAIN : SITUATION PARCELLAIRE

1. Morphologie et localisation

Plat / pentu / sur un promontoire / en bordure de rivière, d'un lac / autre:

2. Parcelle

Taille: _____ forme: _____ bornage existant: _____
type de clôture: _____ autre: _____

3. Accès

Chemin / route / rue / autre:

4. Végétation

Pas d'arbres / arbres isolés / haies / clairière / autre:

5. Environnement bâti

Maison isolée / hameau / au sein d'un village / environnement dense / autre:

6. Type de sol

Rocailleux / graveleux / sableux / limoneux / argileux

LE TERRAIN : ALEAS ET VULNERABILITE (voir critère sélection d'un site - risques et aléas)

1. Risque sismique

Effets topographique (résonance) / proximité bâtiments voisins / localisation du bâti / sol rocheux / sol meuble / autre :

2. Risque glissement de terrain

Site pentu / zone érosion / risque éboulement / zone déforestation / exploitation agricole / autre :

3. Risque avalanche

Distance couloirs d'avalanche / effet blasting / autre :

4. Risque inondation

Proximité d'une rivière / élévation crue / évacuation des eaux / bassin alluvionnaires / autre :

5. Retrait, gonflement des sols

Granulométrie du sol / présence faille, craquelure / autre :

LE BÂTI : LOCALISATION

1. Orientation :

2. Position sur le terrain :

3. Position par rapport à d'autres constructions :

LE BÂTI : TYPOLOGIE ET DIMENSION

1. Typologie

Construction compacte et symétrique / construction asymétrique / construction en long / construction fragmentée / croquis forme

2. Nombre d'étage, de niveau :

3. Nombre de pièces :

4. Eléments particuliers

Véranda / terrasse / plateforme de surélévation / dépassé de toiture / cuisine / abris pour bétail / potager / autre :

5. Dimension extérieure

Périmètre extérieur: _____ Surface au sol: _____

6. Hauteur extérieure

Sous faitière: _____ Sous gouttière: _____ Murs: _____

7. Espaces intérieurs

Distribution des pièces / usage et fonction / privé-public
Surface: _____ Hauteur sous plafond: _____

8. Entrée et accès

Type: _____ Nombre: _____ Existence seuil ou sas: _____
Localisation: _____ Dimensions: _____ autre: _____

9. Percement

Nombre ouverture: _____ Localisation: _____
Formes et dimensions: _____ Systèmes d'obturations: _____

10. Aménagement intérieur

Foyer: _____ Ameublement: _____
Lieu de prière: _____ Objet du quotidien: _____ autre: _____

LE BÂTI : DETAIL CONSTRUCTIF

1. Système structurel – Ossature

Bois / bambou / béton armé / autre:

2. Système structurel – Maçonnerie

Pierre / brique cuite / brique crue / bloc de ciment / autre:

3. Fondation

Type: _____ Niveau du soubassement à partir du sol naturel: _____
Drainage: _____ autre caractéristique _____

4. Dalle (rez-de-chaussée)

Prolongement sol extérieur / plancher / autre caractéristique:

5. Poteau

Type: _____ Usage: _____ Taille: _____
entraxe: _____ autre caractéristique: _____

6. Poutre

Type: _____ Usage: _____ Taille: _____
Entraxe: _____ autre caractéristique: _____

7. Contreventement

Type: _____ Localisation: _____
Taille: _____ autre caractéristique _____

8. Plancher (étage)

Type: _____ Taille des éléments: _____
Connexion avec les murs: _____ autre caractéristique: _____

9. Parois intérieures

Murs porteurs / murs / cloisons / rideau / autre:

10. Toiture

Plat / 1 pan / 2 pans / 4 pans / autre:

11. Charpente

Bois / bambou / acier / autre:

12. Couverture

Fibre / ardoise / tuile ciment / tuile terre cuite / tôle acier / bois / terre compacté / autre:

13. Systèmes de connexion

Type: _____ localisation: _____ autre caractéristique: _____

14. Ouverture

Type: _____ principe des linteaux: _____
cadre de bois: _____ autre caractéristique: _____

15. Enduit

Type: _____ localisation: _____

16. Ornementation et finition:

17. Dispositifs particuliers

Vérandas / galerie / autre:

18. Isolation

Isolation mur / isolation toiture / isolant fibre végétal / isolant fibre animal / autre:

19. Système bioclimatique

LE BATI : SYSTEME PARA-SINISTRE

1. Séisme

Stratégie (massivité, flexibilité, renforcement, éléments fusibles) / ratio longueur, largeur / placement des ouvertures / chaînages verticaux et horizontaux / planche de répartition (timber lacing) / type de liaison et d'assemblage / autre:

2. Inondation

Soubassement, masse d'usure / imperméabilisation murs et poteaux / évacuation des eaux / autre:

LE BATI : MATERIAUX

1. Descriptif et qualité des matériaux utilisés:

2. Provenance des matériaux

Lieu de collecte, d'achat / matériaux récupérés / distance d'approvisionnement / autre information:

3. Qu'est ce qui a déterminé le choix des matériaux ?

Disponibilité / coût / qualité / rites et tradition / autre:

4. Principe de protection des matériaux

Traitement / système de protection / masse d'usure / autre:

LE BATI : PROCESSUS DE CONSTRUCTION

1. Date de la construction :

2. Histoire de la construction :

3. Qu'est-ce qui a déterminé le choix de la position, l'orientation, la forme, la taille ?

4. Coût de la construction :

5. Durée de la construction :

6. Qui a construit la maison ?

Propriétaire (auto construction) / ouvriers qualifiés / ouvriers non qualifiés / maître d'œuvre local / maître d'œuvre extérieur / famille, amis / autre:

7. Nombre d'ouvriers

Total: ouvriers qualifiés: ouvriers non qualifiés:

8. Structure organisationnelle du chantier:

9. Facteur déterminant le choix des ouvriers

Connaissance / renommé / disponibilité / coût / autre:

10. Moyen mis en œuvre pour réduire le coût de la construction

Participation à la construction / récupération de matériaux / implication de la famille / chantier participatif / autre:

11. Outillage utilisé lors de la construction

Manuel ou mécanisé / type récupération de matériaux / implication de la famille / chantier participatif / autre:

LE BATI : CONDITION ET MAINTENANCE

1. Condition

Ancienne mais maintenue / ancienne et abimée / nouvelle et entretenue / nouvelle et abimée / autre:

2. Point faible selon l'habitant (problème fréquent) :

3. Point fort selon l'habitant :

4. Quelle partie a besoin de plus de maintenance :

5. Quelle est la fréquence de maintenance :

6. Qui assure la maintenance de la construction :

7. Quel coût cela représente chaque année :

EQUIPEMENTS : EAU ET ASSAINISSEMENT

1. Accès à l'eau

Puit / source / rivière / récupération eau de pluie / canalisation / autre:

2. Stockage de l'eau

Puit / bassin / réservoir / seau / autre:

3. Difficulté d'accès à l'eau

Facile / difficile / très difficile / autre:

4. Distance et temps depuis un point d'eau :

5. Type de toilette

Latrine sèche / trou dans le jardin / toilette à chasse d'eau / autre:

6. Localisation des toilettes

Dans la maison / adossé à la maison / sur la parcelle

7. Type de traitement des eaux grises:

8. Type de traitement des eaux noires

Fosse toute eau / autre:

9. Type de traitement des déchets

Enfouissement / incinération / compostage / autre:

EQUIPEMENTS : ENERGIE

1. Production électrique

Pas d'électricité / générateur / solaire / ligne électrique / autre:

2. Type de combustible pour la cuisine

Bois / gaz / électricité / autre:

3. Moyen pour rester au chaud durant l'hiver

Dispositif contre le froid / sas d'entrée / protection ouverture / chauffage au sol (type Ondol) / autre:

4. Type de chauffage utilisé

Bois / gaz / électrique / autre:

COMMENTAIRES & OBSERVATIONS

ANNEXE 1: QUESTIONNAIRES D'ÉVALUATION - LODGE

QUESTIONNAIRE.

NOM DU LODGE : _____ DATE : _____

Données générales du refuge

Nom du village / hameau / communauté :

Coordonnées GPS :

Localisation du lodge : isolé dans le village

Gestion du lodge : privé communautaire sponsoring étranger

Accès : à pied voiture

Capacité et couchage

Capacité du lodge (nbre total pers) : _____

Nombre de chambres : _____

Nombres de personnes par chambre : _____

Type de couchage : sommier + matelas superposé matelas au sol

Tarif pour un couchage / nuit : _____

Couverture / oreiller fournie : Oui Non

Lieu de couchage des porteurs / guides : au sein du lodge tente extérieur au lodge

Si au sein du lodge, chambres porteurs / guides séparées des visiteurs : Oui Non

Nombre de chambres porteurs / guides : _____

Nbre de personnel total (nettoyage, cuisine, réception, administration, ...) :

Hygiène, eau et assainissement

Douches dans lodge : Oui Non

Nombre de douches par lodge : _____

Type de douche : Individuelle Collective Froide Chaude Payante

Type chauffage douche : chauffe-eau solaire gaz électrique autres :

Temps limite de douche : Oui Non *Si oui, lequel (min) :* _____

Tarif pour une douche : _____

Type de point d'eau : robinet intérieur robinet extérieur pompe manuelle

bassine / sceau autres :

Origine de l'eau (pluie, puits, forage, source, ...) : _____

Type stockage eau (bassin, réservoir, seau, ...) : _____

Eau potable : Oui Non

Origine de l'eau de boisson (gallons acheté, livraison camion d'eau, pluie traité, puits, source, ...) : _____

Nombre de WC par lodge : _____

Type de WC : fausse latrine toilette composte toilette à eau

Localisation du WC : dans refuge dans chambre extérieur

Type de gestion des déchets : Incinérateur privé incinérateur communautaire

poubelle publique composteur enfouissement collecte pour transport

recyclage : _____

5. Quels sont les savoir-faire disponibles ?

Artisanat:

filières et métiers de la construction:

autre:

6. Existe-t-il des sous-produits réutilisables ?

Fibres végétales / fibres animales / copeaux bois / autre: _____

MAIN D'OEUVRE

1. Qui sont les personnes qui participent aux travaux de construction ?

Maître d'œuvre / ouvrier qualifié / ouvrier non qualifié / les habitants / personne ext. au village / autre

2. Combien de personnes dans le village sont disponibles pour réaliser des travaux de construction ?

Ouvrier qualifié / ouvrier non qualifié / maçons / charpentiers / manœuvre

3. Combien de temps par jour travail la main d'œuvre ?

Matin / après-midi / journée / heures

4. Quel est le salaire journalier des ouvriers

Ouvrier qualifié / ouvrier non qualifié / maçons / charpentiers / manœuvre

5. Est-ce que les femmes participent aux tâches de construction ? Y a-t-il des tâches qui leur sont spécifiques ?

6. Est-ce que les habitants seraient favorables à suivre une formation en construction ?

ANNEXE 2 : BUDGET DU PROJET

EMPLOIS	
Préparation terrain :	2 000 €
Terrassement	0 €
Murs de soutènement	2 000 €
Gros œuvre :	33 000 €
Fondation	2 000 €
Murs en pierre et escalier	5 500 €
Portes et fenêtres	4 000 €
Structure poteaux et poutres bois	3 000 €
Dalles, planchers	5 500 €
Charpente et couverture	13 000 €
Second œuvre :	36 000 €
Plomberie	8 000 €
Electricité	2 000 €
Enduit et isolation	5 000 €
Revêtement de sol	10 000 €
Cloisonnement	5 500 €
Menuiseries et vitrages	3 500 €
Peinture et finition	2 000 €
Équipement et mobilier :	9 000 €
Outillage :	4 000 €
Transport :	5 000 €
Transport local	4 000 €
Transport extérieur	1 000 €
Supervision technique locale :	4 000 €
Main d'œuvre :	42 000 €
Frais de formation et de suivi :	2 000 €
Frais administratif :	2 000 €
Imprévus :	5 000 €
Contribution volontaires :	42 000 €
Dons en nature (matériaux et outillages divers)	2 000 €
Participation LCDM (deux architectes, un chargé de communication, un coordinateur de projet)	32 000 €
Participation communautaire (transport, main d'œuvre)	8 000 €
TOTAL EMPLOIS	186 000 €

RESSOURCES	
Ressources LCDM :	64 000 €
Financement privé	64 000 €
Contribution volontaires :	42 000 €
Dons en nature (matériaux et outillages divers)	2 000 €
Participation LCDM (deux architectes, un chargé de communication, un coordinateur de projet)	32 000 €
Participation communautaire (transport, main d'œuvre)	8 000 €
Subventions recherchées :	80 000 €
TOTAL RESSOURCES	186 000 €

43% du budget reste à financer
Fonds disponibles, contribution volontaire et fonds recherchés



100% des fonds collectés sont investis au Népal dont 70% au profit des commuautés locales
Estimation de l'usage des fonds collectés

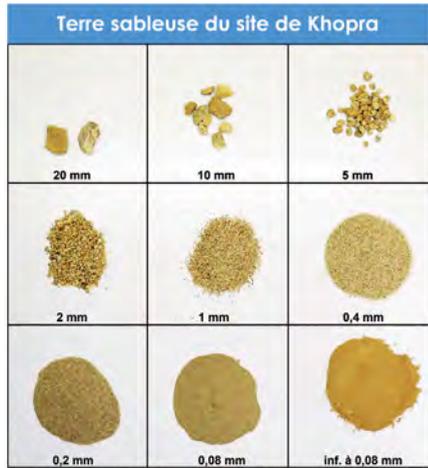


ANNEXE 3 : EXTRAIT DU DESCRIPTIF TECHNIQUE ET FINANCIER

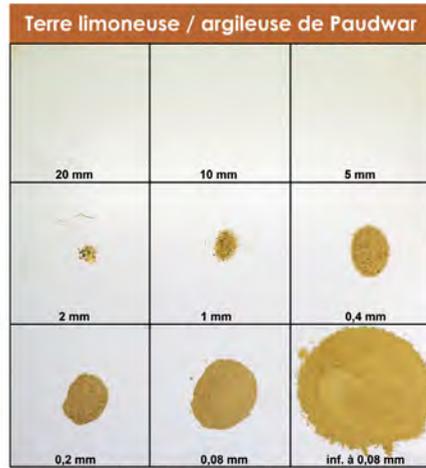
BOQ CEILING / FLOOR		Category	Description	Material	Calculation	Unit	Quantity	Unit cost (NPR)	Total cost (NPR)	Total cost (EUR)
Joists Level 1	Plywood layer	Joists	Place joists on the beams and stone walls from the Northern to Southern facade.	Wood Joist 15cm x 8cm (6"x3")	441 ml	ct	186	1 500 NPR	279 000 NPR	2 279 €
			Distance between joists axes: 40cm	Normal Plywood 12mm thick	204 m ²	sqft	1836	60 NPR	110 160 NPR	900 €
Level 1	Mezzanine (North part)	Joists	Place joists from the North wall to the central beam by resting them on the middle beam.	Joist 15 x 8cm (6"x3")	309 ml	ct	131	1 500 NPR	196 500 NPR	1 605 €
			Distance between joists axes: 40cm	Normal Plywood 12mm thick	33m ²	sqft	355	60 NPR	21 300 NPR	174 €
Fasteners	Mezzanine (Two dormitories)	Fasteners	Nails and screws to fix the joists, plywood sheets	Nails 2"		kg	15	100 NPR	1 500 NPR	12 €
				Nails 3"		kg	10	100 NPR	1 000 NPR	8 €
Labor force	Transport	20 workers (Skill, non-skill and cooks)	Transport of the different materials needed	Screws 2"		kg	1	10 000 NPR	10 000 NPR	82 €
				Day	14	17 000 NPR	238 000 NPR	1 944 €		
							Lumpsum	1	20 000 NPR	163 €
							Total CEILING / FLOOR		877 460 NPR	7 169 €

BOQ POSTS & BEAMS		Category	Description	Material	Calculation	Unit	Quantity	Unit cost (NPR)	Total cost (NPR)	Total cost (EUR)
Posts & Beams Level 1	Posts & Beams Level 0	Fasteners	Place posts and beams according to the drawings.	Wood Post & Support beams 15cm x 15cm (6" x 6")	29	ct	23	1 500 NPR	34 500 NPR	282 €
			Use a big stone as a base foundation for the stone.	Wood Beam 20cm x 15cm (8" x 6")	40,2 ml	ct	42	1 500 NPR	63 000 NPR	515 €
Fasteners	Labor force	20 workers (Skill, non-skill and cooks)	See details for stone wall and wood connection and joints.	Wood Post & Support beams 15cm x 15cm (6" x 6")	35,3 ml	ct	28	1 500 NPR	42 000 NPR	343 €
			See details for stone wall and wood connection and joints.	Wood Beam 20cm x 15cm (8" x 6")	40 ml	ct	42	1 500 NPR	63 000 NPR	515 €
Labor force	Transport	20 workers (Skill, non-skill and cooks)	Nails to fix posts and beams	Nails 4"		kg	10	100 NPR	1 000 NPR	8 €
			Transport of the different materials needed	Day	14	17 000 NPR	238 000 NPR	1 944 €		
							Lumpsum	1	20 000 NPR	163 €
							Total POSTS & BEAMS		461 500 NPR	3 770 €

ANNEXE 4 : TEST DE TERRE



Analyse granulométrique par tamisage.



Analyse granulométrique par tamisage.



Analyse granulométrique par tamisage.



Jules Guerin en train de réaliser une analyse granulométrique par sédimentation.

Essais et analyses réalisés

- Essais sensoriels : la vue, l'odeur, le touché
- Analyse granulométrique : le test de la bouteille, le tamisage et la sédimentation
- La cohésion : le test de la pastille et du cigare
- La rétractabilité : le test de la pastille

Terre noire limoneuse du site de Khopra

- Squelette très uniforme : pas de présence de cailloux, ni de graviers. Terre fine.
- Très faible % d'argile, présence importante de sables fins et de silts.
- Faible retrait constaté (4%).
- Terre maigre peu cohésive à l'état sec.
- Très friable, faible résistance à l'abrasion.

Conclusion :

Terre très limoneuse non utilisable pour la construction. Nécessite d'être reformulée avec l'ajout de gros sables et de liant argileux. Terre qui peut être éventuellement utilisée comme peinture après tamisage.

Terre sableuse du site de Khopra

- Terre sableuse avec un squelette moyennement homogène : très peu de particules fines.
- Présence de graviers et de quelques cailloux.
- Très faible % d'argile et de limon.
- Aucun retrait constaté du fait de la forte concentration en sable.
- Terre maigre peu cohésive à l'état sec.
- Très friable, faible résistance à l'abrasion.

Conclusion :

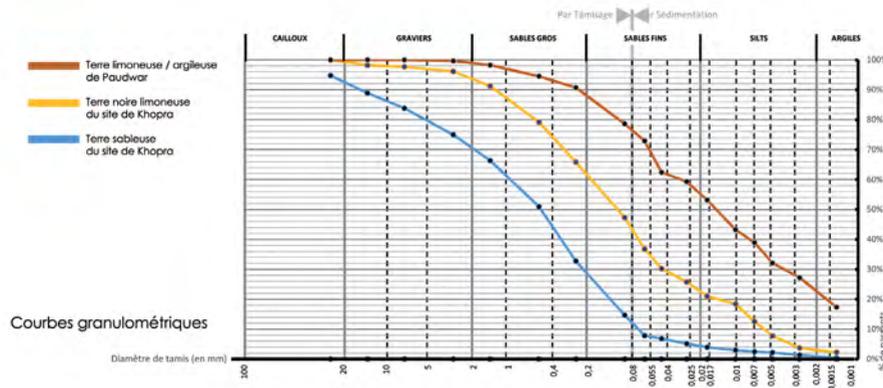
Terre qui doit être reformulée. L'ajout d'une fraction d'argile est nécessaire pour lui procurer de la cohésion. Cette terre peut s'apparenter à du sable et être utilisée comme telle. L'ajout d'un liant hydraulique (chaux ou ciment) peut permettre de réaliser des enduits après tamisage du gravier.

Terre limoneuse / argileuse de Paudwar

- Squelette peu homogène, pas de gravier et très peu de gros sable.
- Présence d'argile (20%).
- On note la présence de quelques grains (sables), mais en quantité assez limitée.
- Terre très peu plastique.
- Terre légèrement grasse et cohésive.
- Faible retrait constaté (4%).

Conclusion :

Terre légèrement collante et argileuse qui peut être utilisée pour la réalisation d'enduit. L'ajout de sables et de fibres est conseillé pour augmenter sa cohésion et empêcher la fissuration.



Courbes granulométriques