

DIAGNOSTIC AGRO-ÉCONOMIQUE D'UNE PETITE RÉGION DE MOYENNE MONTAGNE AU NÉPAL

Cas du Village Development Committee de Jubing, Solukhumbu

Usages et disponibilité de la ressource en eau et activités agropastorales

Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du :
DIPLÔME D'INGENIEUR D'AGROPARISTECH
Cursus ingénieur agronome
et du DIPLÔME D'AGRONOMIE APPROFONDIE
« Agriculture comparée et développement agricole »

Soutenu le 13 octobre 2011

Présenté par Thierry DUPLAN

Tuteur Agroparistech : O. DUCOURTIEUX
Tuteur CNRS : J. SMADJA (CNRS-UPR 299)

Quittant Katmandou vers l'Est (et vers l'Everest), par la route qui rejoint la Chine, puis par la route « suisse », construite par l'aide suisse en direction de Jhiri, nous admirons, sur le même versant, les centaines de minces terrasses parallèles, échelonnées et striant les collines, alternant avec ce qui reste de forêt. Ce spectacle est barré côté nord par les hautes chaînes de l'Himalaya, brillantes au soleil de toutes leurs neiges, dans un ciel bleu si profond : il me paraît le plus beau de tout ce que j'ai pu voir au cours de tant d'années à travers tant de mondes. Mais le visage tendu de ces « bêtes de somme » charriant du bois et du fourrage sur leur dos, en « sentiers » si mal tracés, assombrit le tableau, pour qui pense d'abord aux êtres humains : nous ne sommes pas des touristes se « repaissant » de l'exotisme, quand il repose sur un tel fond de misère...

René Dumont, 1984



REMERCIEMENTS

Tout d'abord, mes remerciements vont aux assistants-interprètes népalais : Djeta Rana Magar et Arkha Bahadur Majhi pour leur patience, leur gentillesse, leur entière disponibilité et leurs petites histoires qui ont su égayer les journées d'enquêtes même sous la pluie.

Je voudrais remercier Pauline Buchheit pour sa collaboration lors les enquêtes de terrain et Ornella Puschiassis, doctorante au CNRS étudiant la haute vallée du Khumbu, qui nous a donné de précieux conseils pratiques et accueilli dans sa région.

Merci à Prem Thapa Magar et à toute la famille du Bouddha lodge pour son accueil et notre intégration à la vie du village pendant les quatre mois du travail de terrain.

Un diagnostic agricole est difficile à réaliser sans la bonne coopération de la population. Je tiens à remercier vivement l'accueil, la générosité, la patience et la disponibilité des paysans qui nous ont accueillis, parfois étonnés de notre curiosité. Le diagnostic agraire s'est basé sur leur savoir agronomique. Merci particulièrement à Indra Kumar Rana Magar pour son amitié, son aide à la retranscription des noms népali et la compréhension du fonctionnement de l'agriculture et de la vie des villageois de Jubing.

Merci à Joëlle Smadja, Olivia Aubriot du CNRS et Olivier Ducourtieux d'Agroparistech pour leur soutien « à distance » tout au long du travail de terrain et pour la rédaction du mémoire. Je tiens à souligner que cet encadrement pluridisciplinaire par une géographe, une agro-ethnologue et un agro-économiste a contribué à la richesse de l'ensemble des remarques qu'ils ont pu me faire pendant les deux mois de rédaction.

Enfin, merci à la Fondation Le Roch-Les Mousquetaires pour le cofinancement du travail de terrain avec le CNRS.

RESUMÉ

D'importants changements politiques, économiques et sociaux ont bouleversé le Népal au cours des dernières décennies. Dans la chaîne de l'Himalaya, ces transformations se sont couplées à des changements climatiques. Le programme « Paprika » du CNRS étudie les réponses de la cryosphère aux pressions anthropiques dans l'Hindu-Kush-Himalaya ainsi que les répercussions sur les populations. L'analyse-diagnostic réalisée à Jubing s'inscrit dans ce projet et a pour objectif d'évaluer les capacités d'adaptation de l'agriculture face à la potentielle augmentation des aléas climatiques.

La zone d'étude se situe dans les moyennes montagnes, dans le district du Solukhumbu. L'économie locale repose sur une agriculture d'autosubsistance et le développement récent du tourisme. Sur les versants organisés en terrasses, les activités agricoles sont étagées avec le gradient altitudinal. Le système agraire est basé sur l'association entre l'agriculture, l'élevage et l'écosystème forestier. La faiblesse des moyens de production notamment pour le travail du sol qui reste essentiellement manuel et des moyens de transport pèsent sur la productivité des systèmes de culture.

L'histoire agraire se caractérise par deux phases principales : une première phase d'intensification du calendrier agricole jusque dans les années 80 par la mise en place de la stabulation mobile, la complexification des rotations, de nouvelles associations de culture puis une seconde phase de concentration des activités agricoles à proximité de l'exploitation avec le développement du maraîchage, la plantation d'arbres fourragers ou le boisement de terres éloignées. Le développement touristique a apporté de nouvelles sources de revenu mais il a aussi accru les inégalités.

La forte dépendance des cultures aux pluies de mousson qui sont très fluctuantes est un point important de la vulnérabilité des exploitations. Le réchauffement climatique, plus important dans la chaîne Himalayenne que la moyenne mondiale, a des effets encore difficiles à apprécier dans la zone d'étude. Mais la diversité des productions, l'étagement des cultures ou encore la pluriactivité sont autant de stratégies assurant la capacité d'adaptation du système agraire aux aléas potentiels.

SOMMAIRE

RESUMÉ	4
SOMMAIRE	5
LISTE DES ABBREVIATIONS	8
INTRODUCTION.....	9
PRESENTATION DU CENTRE DE RECHERCHE HIMALAYENNE DU CNRS ET DU PROJET DE RECHERCHE	10
DEMARCHE METHODOLOGIQUE	11
CHAPITRE 1 : LA ZONE D'ETUDE : UNE ZONE DE MOYENNE MONTAGNE DANS LES HIMALAYAS	12
1. Caractéristiques écologiques et socio économiques du village de Jubing	12
1.1. Une vallée au relief tourmenté et d'accès difficile	12
1.2. Un climat tempéré à pluviosité de mousson.....	14
1.3. Le régime hydrologique des cours d'eau : une disponibilité de l'eau très variable au cours de l'année	15
1.4. Des sols développés sur un substrat schisteux	15
2. Zonage agro-écologique : une organisation verticale	18
2.1. Un fond de vallée encaissé et boisé (1500-1600 m)	18
2.2. Des versants aménagés en terrasses de cultures (1600-2500 m)	18
2.3. La forêt et les pâturages d'altitude (2500 à 4000 m)	20
CHAPITRE 2 : L'HISTOIRE AGRAIRE	22
1. La colonisation agricole du milieu	22
1.1. L'agriculture sur brûlis des Rai	22
1.2. L'installation des autres ethnies : l'influence tibétaine et indienne.....	22
2. Le système agraire dans la première moitié du XX ^{ème} siècle.....	23
2.1. Une société tributaire centralisée sous la dynastie Rana.....	23
2.2. Les caractéristiques du système agraire et la différenciation des exploitations	24
2.3. L'importance des échanges marchands.....	25
3. Transformations du système agraire dans la deuxième moitié du XX ^{ème} siècle	25
3.1. La fin du régime tributaire centralisé et ses conséquences (1960-1970).....	25
3.2. De nouvelles contraintes : la diminution des ressources forestières et le manque de main-d'œuvre (années 80).....	27

3.3. Une réorganisation du versant autour de l'unité de production et une nouvelle gestion des ressources (années 90)	29
3.4. Quelques innovations malgré un contexte politique difficile.....	32

CHAPITRE 3 : LE SYSTEME AGRAIRE ACTUEL, UN SYSTEME BASÉ SUR LES INTERACTIONS ARBRE-CULTURE-ÉLEVAGE.....35

1. Les systèmes de culture.....	36
1.1. Evolution des cultures et des rotations avec l'altitude.....	36
1.2. La riziculture irriguée en casier : le <i>khet</i>	38
1.3. Les terrasses de cultures pluviales : le <i>bari</i>	40
1.4. Les jardins-vergers.....	49
1.5. La production des talus du <i>bari</i>	50
1.6. Bilan sur les systèmes de cultures et approche de modélisation	53
2. Les systèmes d'élevage	55
2.1. L'élevage bubalin	55
2.2. L'élevage bovin	58
2.3. L'élevage caprin	60
2.4. Les élevages porcins	61
2.5. L'élevage de poules	63
2.6. L'élevage de <i>chauri</i>	64
2.7. L'apiculture	66
2.8. Bilan sur les systèmes d'élevage et comparaison des résultats économiques modélisés.....	67
3. Les systèmes de transformation.....	68
3.1. Meunerie et huilerie	68
3.2. La fabrication du beurre et du fromage frais dans les <i>kharkā</i>	70
3.3. La fabrication de <i>chang</i>	72
3.4. La fabrication d'alcool.....	72
4. L'espace forestier et les ressources extra-forestières.....	73
4.1. Le bois de chauffe : la principale source d'énergie	74
4.2. Le bois d'œuvre : construction et artisanat	74
4.3. La récolte de fourrage et de litière : base du renouvellement de la fertilité des terrasses de culture.....	75
4.4. La cueillette en forêt	75
4.5. La cardamome sous couvert d'aulnes : une culture de rente.....	75
5. La diversité des systèmes de production et leur fonctionnement	76
5.1. Les systèmes de polyculture-élevage.....	76
5.2. Les systèmes pastoraux.....	82

CHAPITRE 4 : MODELISATION ECONOMIQUE ET COMPARAISON DES SYSTEMES DE PRODUCTION	84
1. Méthode de modélisation des résultats économiques	84
2. Hypothèses du calcul économique.....	85
2.1. Le système de prix agricole.....	85
2.2. L'évaluation du produit brut.....	85
2.3. Les consommations intermédiaires.....	85
2.4. Les dépréciations du matériel.....	85
2.5. La main-d'œuvre	86
2.6. Les prêts et les impôts.....	86
3. Comparaison des résultats économiques des systèmes de production	86
3.1. Représentation graphique des résultats économiques.....	86
3.2. Analyse des résultats économiques.....	90
 CHAPITRE 5 : PERSPECTIVES D'EVOLUTION	92
1. Les capacités d'adaptation de l'agriculture face à l'augmentation des aléas climatiques	92
1.1. L'augmentation des aléas climatiques	92
1.2. Les effets actuels et potentiels des changements climatiques	94
1.3. Quelles sont les capacités d'adaptation du système agraire ?	96
2. Une route à Jubing ?	97
3. Quelques pistes de développement	97
3.1. Les projets mis en place par le passé	97
3.2. Propositions d'action de développement suivant les systèmes de production	98
 CONCLUSION.....	101
BIBLIOGRAPHIE	103
GLOSSAIRE.....	106
TABLE DES FIGURES	110
TABLE DES PHOTOS	110
TABLE DES GRAPHIQUES.....	111
TABLE DES TABLEAUX.....	111

LISTE DES ABBREVIATIONS

CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique
FVD : Faire Valoir Direct
GLOF : Glacial Lake Outburst Flood, débâcle glaciaire
ICIMOD : International Center for Integrated Mountain Development
HHC : Séquence cristalline haute himalayenne
LHS : Séquence métasédimentaire himalayenne inférieure
MBT : Chevauchement bordier
MCT : Chevauchement central
MFT : Chevauchement frontal
PDT : Pommes de terre
SLC : School Leaving Certificate
SP : Système de Production
UTA : Unité de Travail par Actif
VAB : Valeur Ajoutée Brute
VAN : Valeur Ajoutée Nette
VDC : Village Development Committee

Les termes vernaculaires népalais sont écrits en italiques. L'indication [*Sh*] concerne les termes en langue sherpa.

1 roupie népalaise (Rs) = 0,01 euros (mars 2011)

INTRODUCTION

Au Népal, les montagnes de l'Himalaya (la « demeure des neiges »), sont caractérisées par leur démesure. Les énormes dénivelés de ses vallées encaissées et escarpées sont à l'origine d'une variété exceptionnelle de conditions climatiques et d'une flore et une faune des plus diversifiées au monde. Mais surtout, ces montagnes démesurées sont densément peuplées. Une mosaïque d'ethnie, majoritairement des Sherpa¹ mais aussi des Rai, des Magar² et des Kami³, vivent dans les moyennes montagnes du Solukhumbu, en aval du massif de l'Everest. L'économie locale repose sur l'élevage, l'agriculture et le développement récent du tourisme. Beaucoup d'espaces ne peuvent être cultivés : dans le VDC de Jubing, seulement 10% de la superficie est mise en culture. La densité apparaît faible (35 hab/km²) mais ramenée au kilomètre carré cultivé, la réalité est toute autre (360 hab/km²)⁴. La densité est du même ordre dans l'ensemble du district du Solukhumbu mais la moyenne népalaise, reste bien plus élevée et atteint les 200 habitants/km².

Le Népal a subi d'importants changements politiques, économiques et sociaux au cours des dernières décennies. Il émerge à peine d'une guerre civile qui s'est achevée en 2006. Dans la chaîne de l'Himalaya, ces transformations sont couplées à d'éventuels changements climatiques.

Ce diagnostic agro-économique est issu d'une demande du CNRS et s'inscrit dans un programme relatif à l'étude du changement climatique, le programme « Paprika » (*Réponse de la cryosphère aux pressions anthropiques dans l'Hindu-Kush Himalaya : impact sur la ressource en eau et adaptation socio-économique au Népal*).

Le principal objectif est de comprendre l'évolution et la situation actuelle de l'agriculture en lien avec les usages et la disponibilité de l'eau. Comment ont évolué les pratiques agropastorales dans les 50 dernières années ? Quels ont été les facteurs à l'origine de ces changements ?

Le diagnostic devra apporter des éléments de réponses et montrer quelles sont les capacités d'adaptation de cette agriculture face à l'augmentation des risques notamment liés aux aléas climatiques. L'étude devra aussi mettre en avant les effets du tourisme par rapport aux autres régions de moyenne montagne du Népal.

Le but de cette étude n'est pas une opération de développement. Ce rôle revient aux autorités locales et gouvernementales. La préoccupation est de déceler au travers de l'organisation des systèmes les logiques de fonctionnement, les blocages éventuels et les points d'amélioration possibles. L'objectif est donc de fournir aux responsables du développement des éléments d'information et de compréhension nécessaires pour concevoir d'éventuels projets de développement agricole. Etudier la région du Solu (partie méridionale du Solukhumbu) est d'autant plus intéressant que peu d'études s'y rapportent alors que de nombreux travaux portent sur le Khumbu (partie septentrionale du Solukhumbu), région de l'Everest et du pays Sherpa, dix fois moins peuplée que le Solu.

¹ Sherpa : population d'origine tibétaine.

² Rai, Magar : populations d'origine tibéto-birmane.

³ Kami ou forgerons : population d'origine indo-népalaise, parmi les intouchables dans le système des castes.

⁴ Densités calculées à partir des données du recensement de 2001.

PRESENTATION DU CENTRE DE RECHERCHE HIMALAYENNE DU CNRS ET DU PROJET DE RECHERCHE

Le travail de diagnostic agricole a été réalisé dans le laboratoire « Centre d'Etudes Himalayennes » du CNRS.

Le laboratoire "Centre d'Etudes Himalayennes", anciennement dénommé "Milieux, Sociétés et Cultures en Himalaya", est une Unité Propre de Recherche du Centre National de la Recherche Scientifique (UPR 299 du CNRS) qui rassemble une trentaine de chercheurs et d'étudiants en troisième cycle.

Les chercheurs du laboratoire entendent contribuer aux connaissances sur les sociétés des régions himalayennes et tibétaines et sur leur rapport au milieu naturel. Les recherches sont menées dans les domaines de l'ethnologie, de l'histoire, de la philologie, de l'agronomie et de la géographie. La richesse de l'aire géographique couverte par l'équipe de recherche tient à sa mosaïque de milieux écologiques diversifiés et complémentaires, entre piémonts tropicaux et zones arides froides de très haute altitude, à sa situation à l'interface des mondes culturels indiens et chinois et à la grande diversité des groupes de population qui l'habitent. Elle constitue de ce fait un laboratoire privilégié permettant d'observer sur le terrain des situations paradigmatiques propres à alimenter des réflexions d'ordre plus général portant, entre autres, sur le religieux et le politique, les processus de diffusion des idées et des techniques, la dialectique entre les centres de pouvoir et leurs marges, les mouvements de revendication identitaires, les processus migratoires, la gestion et la préservation des ressources naturelles, les modalités et les politiques du "développement". La plupart des programmes collectifs sont centrés autour des notions de territoire, des enjeux environnementaux et des changements récents.

www.vjf.cnrs.fr/himalaya/fr/presentation.htm

Mon travail s'inscrit dans un projet relatif à l'étude du changement climatique, le projet « Paprika ». La région d'étude a été subdivisée en quatre zones : haute montagne, moyenne montagne, basses montagnes et collines, plaine du Terai. Chacune des zones est affectée différemment par les modifications de la disponibilité en eau du fait de son origine (fonte des glaciers, fonte de la neige ou pluies).

PAPRIKA - Réponses de la cryosphère aux pressions anthropiques dans l'Hindu-Kush-Himalaya: impact sur la ressource en eau et l'adaptation socio-économique au Népal

Les glaciers et le couvert nival saisonnier de la région Hindu Kush-Himalaya (HKH) contribuent largement à alimenter en eau plusieurs des plus grands fleuves du monde. Ce projet s'intéresse à l'évolution actuelle et future de la cryosphère, liée au changement climatique, et à la modification de la composition chimique de l'atmosphère, et aux conséquences de cette évolution sur les ressources en eau dans quatre régions du Népal. D'une part, nous nous attacherons à comprendre les processus physiques et chimiques responsables de l'évolution de la cryosphère à l'échelle locale et régionale. D'autre part, en agissant directement auprès des populations, ce projet permettra d'élaborer des stratégies d'adaptation face aux modifications attendues des ressources et eau, et des risques environnementaux potentiels liés à l'évolution de cette ressource.

www.agence-nationale-recherche.fr

DEMARCHE METHODOLOGIQUE

La démarche méthodologique repose sur la méthode d'analyse diagnostique acquise lors de la formation dans la spécialisation « Agriculture comparée et développement agricole ».

« L'analyse-diagnostic des réalités agraires a pour objectif principal d'identifier et de hiérarchiser les éléments de toutes natures (agro-écologiques, techniques, socio-économiques...) qui conditionnent le plus l'évolution des systèmes de production agricole et de comprendre comment ils interfèrent concrètement sur les transformations de l'agriculture. L'analyse-diagnostic doit aussi permettre de prévoir quelles peuvent être les transformations ultérieures des réalités agraires, que l'on intervienne ou non sous la forme de projets. Elle débouche alors sur un pronostic avec des indications susceptibles d'éclairer les perspectives d'évolution futures» (DUFUMIER, 1996)⁵.

Les enquêtes auprès des agriculteurs et les observations directes de terrain ont été la base de la collecte de données. Toute la phase de terrain a été réalisée avec l'aide d'un interprète et a demandé de s'adapter à de nouvelles unités de mesure, un nouveau calendrier et un mode de vie différent. Il est important d'être conscient des incertitudes liées aux deux traductions successives (du népali à l'anglais puis de l'anglais au français) ce qui a sans doute amené à une simplification de la réalité. Ce biais a cependant été réduit au fur et à mesure de l'apprentissage de la langue népalaise qui a permis d'être beaucoup plus réactif sur la traduction lors des entretiens avec les exploitants.

La première étape de la phase de terrain (deux premiers mois) consiste à la délimitation de la zone d'étude, son zonage agro-écologique et à la réalisation d'entretiens historiques. Le fait que les déplacements se fassent exclusivement à pied a fixé une première limite à l'extension de la zone d'étude. L'espace étudié dans le VDC de Jubing correspond au bassin versant de la Kharikhola élargi à quelques hameaux plus au sud, unité dont les limites sont facilement identifiables (lignes de crêtes et rivière de la Dudh Koshi). Cette unité permettait d'appréhender l'organisation verticale du versant sur 3000 m de dénivelé. Les entretiens historiques concernaient des exploitants âgés de 50 à 80 ans et ont permis d'apprécier les changements de l'agriculture et la différenciation des systèmes de production dans les 50 dernières années. A l'aide de l'évolution historique, la deuxième étape (troisième mois) aboutit à l'identification des systèmes de production et à leur fonctionnement technique. Cette analyse passe par l'étude des ressources de l'exploitation : la terre, la main d'œuvre et le capital (cheptel, infrastructure d'irrigation, plantation, outils, etc.), des itinéraires techniques culturels et calendriers de production, les modalités de reproduction de la fertilité, les marges de manœuvre dans la conduite des cultures et du troupeau, la transformation de la production (lait, beurre, viande, alcool), etc. Pour comprendre le fonctionnement technique, un échantillon de 80 exploitations a été enquêté sur les 560 du VDC de Jubing⁶. Enfin, la modélisation des performances économiques de chaque système de production est la dernière étape et amène à la formulation de perspectives d'évolution. La phase de terrain s'est conclue par une restitution aux agriculteurs pour vérifier la validité des données recueillies et débattre des enjeux de développement de leur région.

⁵ DUFUMIER M., 1996, Les projets de développement agricole, p54-55, Paris, Editions Karthala

⁶ En faisant l'hypothèse que 90% des foyers ont une activité agricole, soit 560 exploitations sur les 621 du VDC de Jubing.

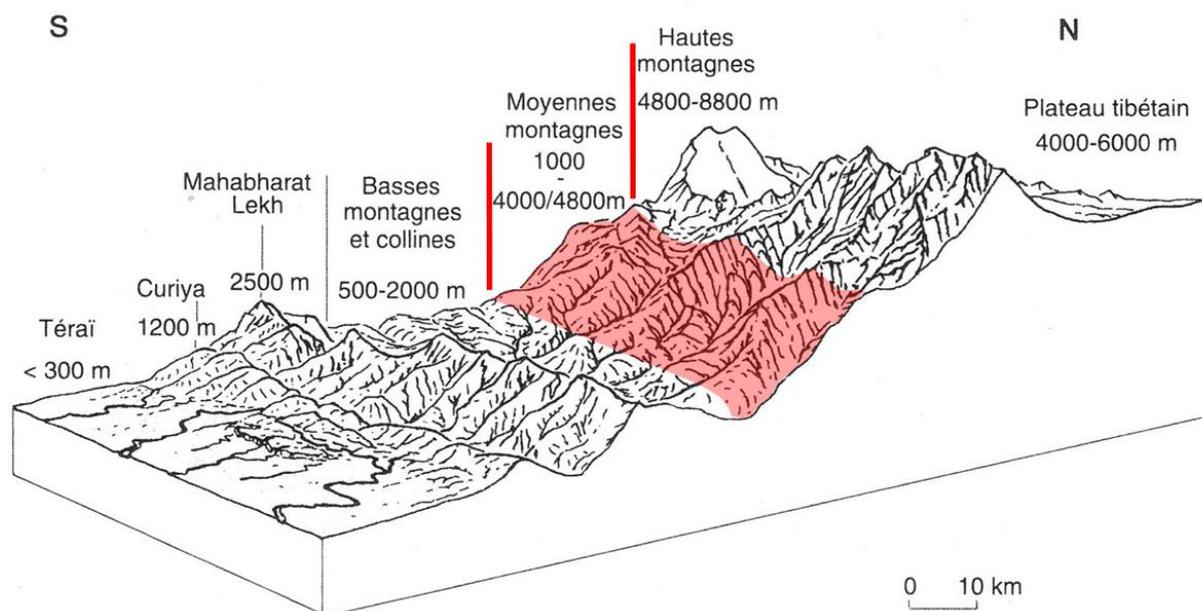
CHAPITRE 1 : LA ZONE D'ETUDE : UNE ZONE DE MOYENNE MONTAGNE DANS LES HIMALAYAS

1. Caractéristiques écologiques et socio économiques du village de Jubing

1.1. Une vallée au relief tourmenté et d'accès difficile

Le village de Jubing appartient aux « moyennes montagnes » du Népal de l'Est (**figure 1, annexe 1 et 2**). Il fait parti du Solu, région méridionale du district du Solukhumbu. La région présente un relief accidenté aux pentes irrégulières et instables dont l'altitude varie de 1500 à 4500 m. L'instabilité des versants est due à des facteurs d'échelle différente : la sismicité permanente dans la chaîne himalayenne toujours en surrection, l'érosion liée à l'incision des cours d'eau, les pentes raides et l'érosion sur les terrasses en « coup de cuillère » lors de la mousson. Le fort gradient climatique est à l'origine d'un large éventail de territoires agricoles.

Figure 1 : Localisation de la zone d'étude sur le profil topographique nord/sud de la chaîne himalayenne (Source : SMADJA, 2003 adapté de RAMSAY, 1986)



Le versant étudié, d'environ 40 km², se situe sur la rive gauche de la Dudh Koshi (« rivière de lait ») qui prend sa source dans le massif de l'Everest (**annexe 3**). La Dudh Koshi est très encaissée et la vallée forme en amont des gorges étroites (**photo 1**). La zone d'étude inclut le bassin versant de la Khari Khola (« la rivière de craie »), un affluent d'orientation Est-Ouest de la Dudh Koshi, et s'élargit à l'ensemble du versant au sud de la Khari Khola compris entre la ligne de crête de Pangom et la Dudh Koshi.

Jubing est situé à deux jours de marche des deux altiports les plus proches : Lukla et Phaplu que l'on atteint en quarante minutes de vol de Katmandou lorsque les conditions

atmosphériques le permettent. Jiri est le dernier bourg desservi par la route, construite avec l'aide étrangère, après neuf heures de bus à partir de Katmandou et à cinq jours de marche de Jubing. Un autre terminus routier dessert Salleri pour le transport des marchandises directement depuis la plaine. L'isolement de la zone est un des principaux obstacles au développement économique. La construction des routes est particulièrement coûteuse et techniquement compliquée à cause des pentes raides et de leur instabilité.

L'Everest et la présence de nombreux sommets de plus de 7000 m sont à l'origine de la renommée touristique du district du Solukhumbu. Jubing est une étape du trek vers le camp de base de l'Everest pour les touristes qui empruntent le sentier débutant de Jiri. Cette voie est aujourd'hui massivement court-circuitée par l'altiport de Lukla plus en amont de la vallée. Mais sur le sentier, la circulation des hommes et des marchandises en provenance de Salleri ou Jiri vers la zone touristique du Khumbu est incessante. Compte tenu de la faiblesse du réseau routier, les déplacements se font à pied partout dans la montagne et les marchandises sont portées à dos d'homme ou depuis huit ans sur bât par convoi de mules. Les techniques de portages sont diverses. La charge est généralement disposée sur le dos et maintenue par une courroie frontale. Sur le bord des chemins, de petites murettes permettent aux porteurs d'appuyer leur hotte (*doko*) pour se reposer. Certains utilisent un

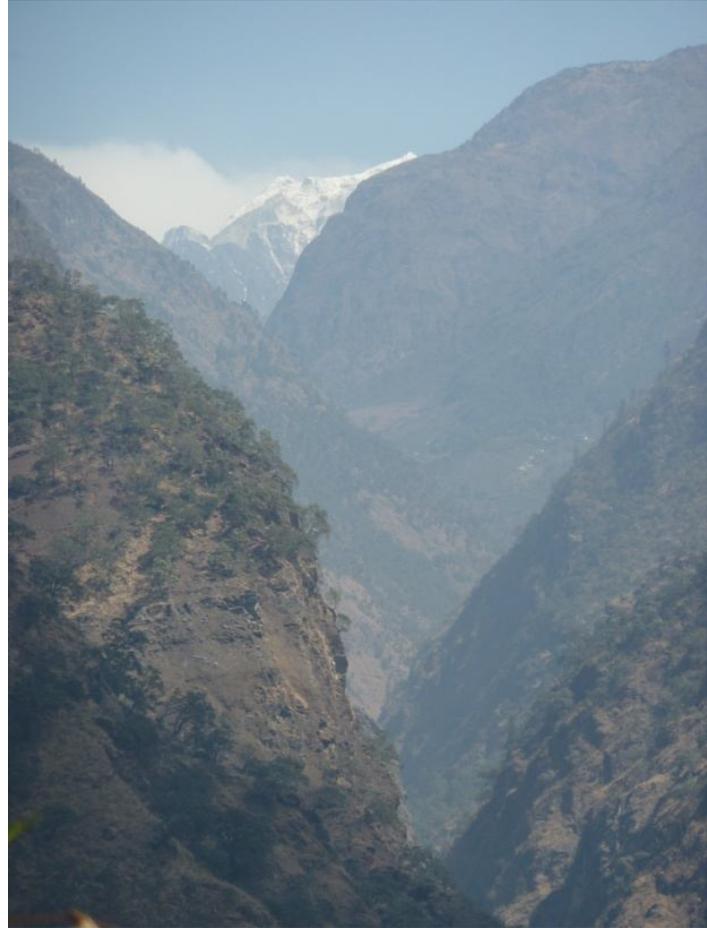


Photo 1 : Les gorges de la Dudh Koshi en direction du Khumbu

bâton en forme de « T », le *thokna*, sur lequel ils peuvent appuyer leur charge. Le réseau de sentiers est dense et remplit un rôle économique et social essentiel. Il est entretenu par les autorités locales. Le passage des cours d'eau est le plus délicat ce qui a conduit à la mise en place de ponts suspendus métalliques par le district ou l'aide étrangère. L'acheminement de marchandises nécessite de longs trajets et a un coût élevé: à Jubing, le riz est trois fois plus cher que dans le Terai (3000 Rs le sac de 30 kg contre environ 1000 Rs dans le Terai). Pendant la mousson, le nombre de convois de mules et de porteurs diminue du fait des conditions climatiques difficiles pour le transport des marchandises.

Le VDC de Jubing comporte actuellement un poste de secours, un hôpital, neuf écoles dont trois « low secondary school » et une « high secondary school » permettant d'obtenir le SLC (« School leaving certificate », littéralement certificat de fin d'étude), un poste de police, un abattoir et un petit marché. Le centre administratif du district se situe à Salleri, à une journée de marché en aval de Jubing. Les principaux *bazar* se trouvent à Salleri, Lukla ou Namche. La périodicité de ces marchés, qui se tiennent une à deux fois par semaine induisent une périodicité dans le transport des marchandises.

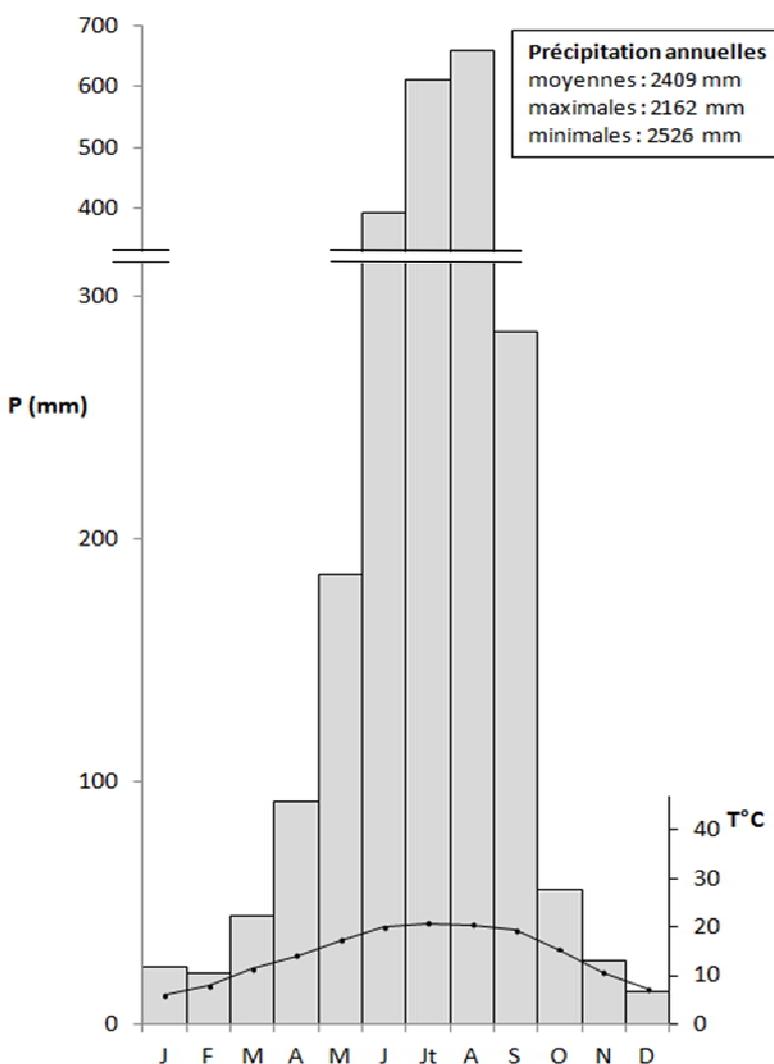
1.2. Un climat tempéré à pluviosité de mousson

Le climat tempéré à pluviosité de mousson que l'on retrouve dans le VDC de Jubing est caractérisé par une pluviométrie annuelle⁷ de 2000 à 2500 mm (**figure 2**) à 2000 m. Les deux saisons, la saison sèche et la saison humide, sont marquées par des variations climatiques typiques. Pendant la saison humide, le climat est dominé par les pluies de mousson qui concentrent 80% des précipitations annuelles tombant de juin à septembre. La température est maximale pendant cette période (à 2000 m, 21°C en juillet pour une moyenne annuelle de 14°C). La mousson est une période de pointe pour les travaux agricoles notamment pour le repiquage et le sarclage en général peu différables dans le temps. Les conditions chaudes et humides sont favorables à la culture du maïs mais peuvent aussi favoriser le développement des maladies dues aux champignons. Pendant la saison sèche, les pluies d'hiver sont beaucoup plus faibles mais déterminantes pour les récoltes de blé et d'orge. Le minimum hivernal de température est atteint en janvier (6°C à 2000 m). La rareté du fourrage est alors une contrainte majeure pour les systèmes d'élevage. A partir de 2300 m, la présence de neige pendant les mois de janvier et février accentue encore cette difficulté. Les gelées tardives et la grêles sont parfois la cause d'importants dégâts en mars/avril.

Sur un versant s'étalant de 1500 à 4500 m, les gradients thermique et pluviométrique ont leur importance. Le gradient thermique⁸ varie au cours de l'année en fonction de la densité de l'air et de l'intensité de rayonnement. Faute de données plus précises, les valeurs de Dobremez⁹ pour l'ensemble de l'Himalaya peuvent nous donner un ordre de grandeur. Il varie de 0,40°C/100 m à

Figure 2 : Diagramme ombrothermique

(Source : Climatological records of Nepal 1991-1998, Department of Hydrology and Meteorology, Station de Jiri (district Dolokha), Lat.: 27°38' N, Long. : 86°14' E, Altitude : 2003 m. amsl)



⁷ Climatological records of Nepal, 1991-1998, Department of Hydrology and Meteorology, Station de Jiri (district Dolokha), Lat.: 27°38' N, Long. : 86°14' E, Altitude : 2003 m. amsl

⁸ Le gradient thermique exprime la décroissance de température pour une élévation de 100 m.

⁹ DOBREMEZ J.F., 1976, Le Népal, écologie et biogéographie, p 64, Paris, Editions du CNRS.

0,50°C/100 m pendant l'été et il est un peu plus élevé pendant l'hiver. La quantité de pluie augmente du bas du versant jusqu'à un maximum qui pourrait se situer vers 2400 m. A 2900 m, la couverture nuageuse se forme quotidiennement pendant l'après midi et elle est quasi-permanente pendant la mousson. Mais plus que l'altitude, les conditions d'exposition par rapport au flux des précipitations ont une forte influence, la pluviosité étant plus forte sur les versants au vent que les zones abritées (DOBREMEZ, 1989)¹⁰. L'étude de ces gradients révèle surtout que ce petit territoire connaît une multitude de micro climats thermiques et hydriques qui vont être finement utilisés par les agriculteurs.

1.3. Le régime hydrologique des cours d'eau : une disponibilité de l'eau très variable au cours de l'année

Les principaux cours d'eau de la zone d'étude sont la Kharikhola, ses affluents et de nombreux torrents qui se déversent directement dans la Dudh Koshi (**annexe 4**). La vallée secondaire de la Kharikhola possède un profil tendu et le torrent coule au milieu de gros blocs. Les cours d'eau dévalant le versant sont indispensables pour les activités humaines : moulins, microcentrales hydroélectriques, irrigation des rizières ou des cultures maraîchères, captage d'eau, etc. En effet, la Dudh Koshi ne peut être utilisée du fait de son débit trop important et incontrôlable au cours de l'année ainsi que sa charge en sédiment.

Le régime des torrents du versant est nivo-pluvial. Leur débit varie fortement au cours de l'année et reflète la concentration des pluies lors de la mousson et la fonte de la neige. La période d'étiage se trouve ainsi à la fin de la saison sèche lors des mois de mars-avril. Certains torrents intermittents ne coulent plus pendant la saison sèche, d'autres sont pérennes et leur débit est alors fortement réduit pendant la période d'étiage. La forêt qui occupe la partie supérieure du versant agit comme une éponge en restituant l'eau des précipitations petit à petit pendant la saison sèche. En février, la fonte du couvert neigeux débute avec l'augmentation de la température (**figure 2**) et se poursuit jusqu'à fin avril pour les sommets atteignant 4500 m.

La forte variabilité de la disponibilité en eau est particulièrement bien traduite par certains moulins à eau dont la période de fonctionnement se limite à la saison humide, le débit n'étant pas suffisant lors de la saison sèche.

1.4. Des sols développés sur un substrat schisteux

La topographie de la zone d'étude est le résultat de la surrection des Himalayas et de l'action du réseau hydrographique préexistant qui a creusé des vallées étroites et très encaissées.

1.4.1. La formation des Himalayas

Il y a environ 50 millions d'années, l'Inde en dérive entre en collision avec Laurasia (continent issu de la division de la Pangée) et entraîne la disparition de la Téthys, mer qui auparavant les séparait. La chaîne de l'Himalaya émerge de cette gigantesque collision. Les sédiments marins sont comprimés, échauffés et propulsés au sommet de montagne. Les cours d'eau qui coulaient auparavant dans la mer Téthys creusent alors des vallées étroites et très encaissées. La plaque lithosphérique de l'Inde continue de s'enfoncer sous le continent

¹⁰ DOBREMEZ J.F., 1989, "Variétés et complémentarités des milieux de montagne : un exemple en Himalaya", Revue de géographie alpine, tome 77, n°1-3, p 39-55.

asiatique et sous l'effet de la pression, la croûte continentale se fragmente. Du côté du bloc indien, le soulèvement engendre des écailles qui se chevauchent les unes sur les autres sur près de 100 kilomètres. Les unités géologiques, morphologiques et tectoniques sont clairement délimitées par trois principaux chevauchements : le chevauchement frontal (MFT), le chevauchement bordier (MBT) et le chevauchement central (MCT) (**annexe 5**). L'activité géodynamique est aujourd'hui particulièrement intense dans les zones de chevauchement engendrées par la collision des deux plaques lithosphériques.

Figure 3 : La mer Téthys avant la collision des deux plaques, il y a 50 millions d'années.

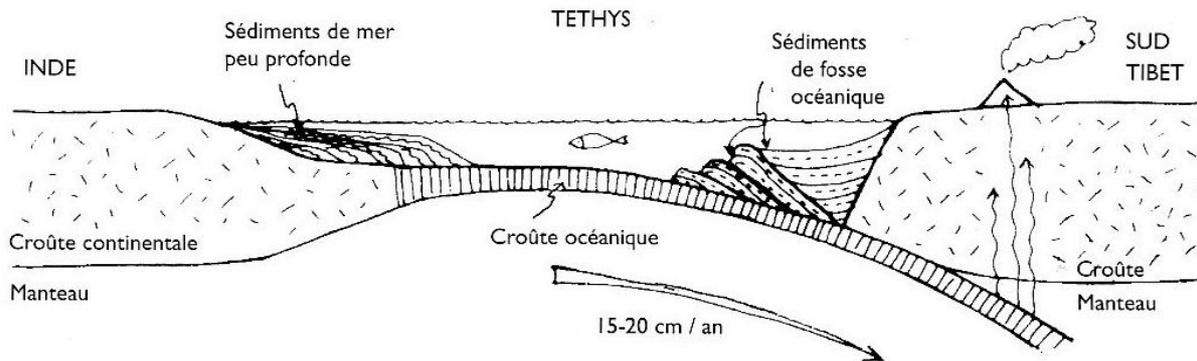
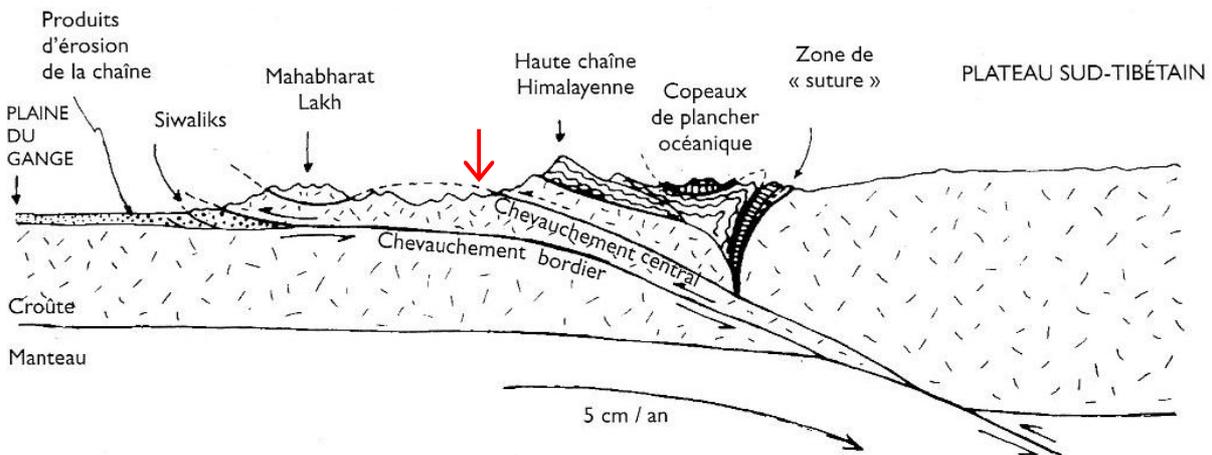


Figure 4 : Les unités géologiques de la chaîne Himalayenne actuelle. En rouge, la localisation de la zone d'étude à proximité du chevauchement central.



Source : SALLY d'après M. FORT, 2001

1.4.2. Une géologie complexe parcourue par le Chevauchement Central (MCT)

Le VDC de Jubing se trouve à la limite de deux unités géologiques séparées par le Chevauchement Central à environ 2,5 km au nord de Kharikhola (**annexe 5**). La géologie de la région est complexe, constituée de formations métamorphiques et sédimentaires légèrement métamorphisées : schistes, gneiss, granite, quartzites et calcaires très peu épais.

Au nord, la Séquence Cristalline Haute Himalayenne (HHC) appelée aussi dalle du Tibet chevauche le moyen pays au sud par l'intermédiaire d'un zone complexe (zone des écailles) constituée de formations métamorphiques et sédimentaires légèrement

métamorphisées : schistes, quartzites et calcaires très peu épais (DOBREMEZ, 1976)¹¹. L'unité au sud, appelée Séquence métasédimentaire himalayenne inférieure (LHS) est constituée de roches sédimentaires marines de faible profondeur, de roches clastiques, de calcaires et d'ardoises (couche Na de la carte géologique). On rencontre aussi des séries précambriennes constituées de gneiss et de schistes empilés en nappes pluridéformées (couche Kgn) (RAI, 2007)¹². La nature des roches mères (schistes, quartzites et gneiss) dans lesquelles s'est creusée la Dudh Koshi ont contribué aux rétrécissements de la vallée et au maintien de parois raides. Ainsi, la vallée de la Dudh Koshi présente aujourd'hui de nombreuses gorges.

Une partie de ces roches est utilisée dans la construction de l'habitat, les murs étant généralement formés de blocs de gneiss et les toitures d'ardoise. La présence de roches calcaires notamment de craie est à l'origine du nom de Kharikhola (*khari* signifie craie en népali).

1.4.3. Trois principaux types de sol

Les mouvements géomorphologiques superficiels liés à la forte pluviosité rajeunissent en permanence les profils pédologiques et sont à l'origine de sols colluviaux. Les matériaux les plus fins disparaissent rapidement et la matière organique est lessivée. La présence en surface de blocs rocheux de toutes tailles, notamment du côté de Jubing pourrait témoigner d'éboulements ou glissements de terrains passés, dus à l'activité sismique à proximité du chevauchement central.

Les villageois qualifient les sols en fonction de leur couleur, leur texture et le comportement par rapport au labour :

- Type 1 : Les sols noirs sableux (*baluwā māto, kālo māto, balaute māto*) :

Il s'agit de sols à texture sableuse ou sablo-limoneuse, de faible pierrosité et facile à labourer. En général, ils sont fertiles, bien structurés et nécessitent peu de fumier en comparaison aux autres types de sol. On appelle parfois ces sols *mālilo māto*, c'est-à-dire « sol fertile ». Ils sont relativement perméables, très poreux et bien drainés. Ils sèchent rapidement pendant la mousson mais leur plus faible réserve en eau peut être un handicap lors de sécheresses.

- Type 2 : Les sols caillouteux (*dhunge māto, girke māto*) :

Ces sols possèdent une forte pierrosité et le soc de l'araire s'use deux fois plus vite que pour le labour des autres sols. La texture est sableuse et les sols présentent un mélange de matériaux issus de l'érosion dont les plus fins ont été lessivés. Les sables sont filtrants ce qui est un avantage lors de fortes pluies mais ils retiennent peu la matière organique, ni l'eau en cas de sécheresse.

- Type 3 : Les sols limono-argileux ou sols rouges (*cimte māto, rāto māto*) :

Il s'agit de sols compacts, difficiles à travailler et qui forment de gros agrégats. Il est souvent nécessaire de briser les mottes à la houe après le labour pendant la saison sèche. Ces sols sont de couleur rouge et de texture limono-argileuse. La fraction limoneuse, majoritaire, peut entraîner la formation d'une croûte de battance et empêcher l'infiltration de l'eau. Ce sont donc des sols fragiles et sensibles à l'érosion. Les argiles minérales, en quantité moins importante, fixent les sels minéraux et l'eau mais rendent le sol plus lourd et difficile à travailler. Les sols limono-argileux possèdent une bonne réserve en eau qui permet aux

¹¹ DOBREMEZ J.F., 1976, Le Népal, écologie et biogéographie, p 27, Paris, Editions du CNRS.

¹² RAI and al., 2007, Geology of the Lesser Himalayan and Higher Himalayan Crystalline sequences of the Everest area along the Dudh Koshi valley, Journal of Nepal Geological Society, Vol. 36, p 11.

cultures de mieux résister à la sécheresse mais ressuint moins vite en cas de pluies abondantes. Pour améliorer la structure du sol, sa stabilité, relever le taux d'humus et le rendre plus facile à travailler, il faut apporter de grande quantité de fumier.

2. Zonage agro-écologique : une organisation verticale

Les trois principales unités agro-écologiques sont étagées avec l'altitude (**figure 5 et annexe 6**). Les forêts occupent les fonds de vallée et les crêtes, le reste du versant étant aménagé en terrasses de cultures. Le versant s'étale de 1500 à 4500 m et comprend les interfaces entre milieu subtropical, tempéré et alpin.

2.1. Un fond de vallée encaissé et boisé (1500-1600 m)

A proximité de la Dudh Koshi, les pentes sont raides et recouvertes de forêt subtropicale dont les espèces prédominantes sont : *Pinus roxburghii*, *Schima wallichii*, *Castanopsis* spp., *Alnus nepalensis*, *Albizia* spp. et *Toona* spp. (JOSHI, 1992)¹³. Elle est généralement peu exploitée pour le bois de chauffage ou de construction mais plutôt pour la cueillette de plantes médicinales ou alimentaires et la récolte de fourrage foliaire. Cette forêt sert aussi d'espace de pâturage. Les rares terrains sableux des berges sont cultivés en blé, en maïs ou en éleusine. Du côté de Jubing, quelques hectares sont plantés en cardamome sous couvert forestier d'*Alnus nepalensis*.

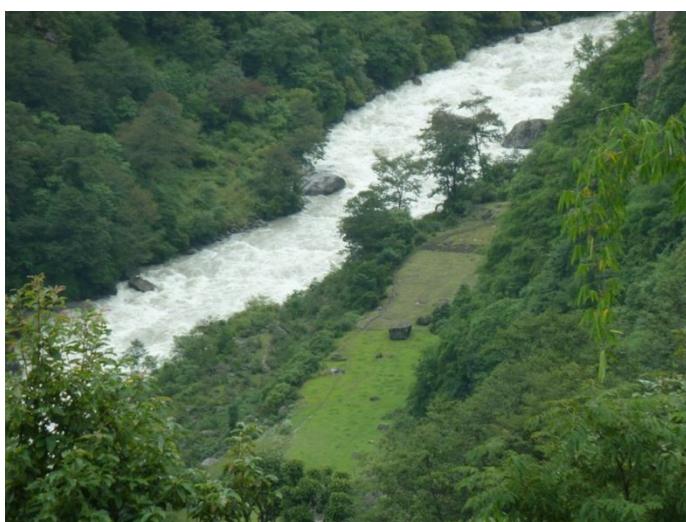


Photo 2 : Le fond de vallée, boisé et pentu avec de rares cultures sur les berges

2.2. Des versants aménagés en terrasses de cultures (1600-2500 m)

Cette partie du versant est façonnée en terrasses qui épousent les courbes de niveau et forment un gigantesque escalier. Les terrasses retiennent le sol, l'érosion menaçant les fortes pentes. L'espace cultivé se trouve sur des pentes inférieures ou égales à 20° en moyenne même des pentes de plus de 30° ont parfois été enterrassées. Dans les zones trop pentues, rocailleuses ou marécageuses et le long des torrents, la forêt domine et offre de rares espaces de pâturage. De 2000 à 2700m, la basse forêt tempérée a pour espèces prédominantes : *Pinus wallichiana* et *Quercus* spp. (JOSHI, 1992)¹⁴.

Un habitat dispersé est adossé à mi pente sur le versant. L'habitat typique est construit à partir des matériaux disponibles localement. Les murs sont en pierre taillée, le plancher et

¹³ JOSHI N.P., 1992, Use of fodder tree and shrubs as protein supplements to ruminants and as a means of stabilization of soil. The Nepalese case. Rome, FAO

¹⁴ JOSHI N.P., *Ibid.*

le support de la toiture en bois. Les habitants possèdent à proximité de la maison des terrasses réservées au jardin-verger et aux bâtiments d'élevage (étable, chèvrerie, poulailler, etc.). Cette organisation est illustrée dans l'**annexe 7**.

Les terrasses de culture se divisent en deux types : le *khet* est irrigué de manière gravitaire en détournant les torrents, par opposition au *bari*, où l'on ne plante que des cultures pluviales. Les talus du *bari* représentent une source importante de fourrage : pendant la mousson, on y coupe de l'herbe appelée *kanlo ghās* et pendant la saison sèche, le fourrage est fourni par les arbres fourragers plantés en bordure. Après les récoltes, les animaux sont conduits au piquet sur les terrasses pour les fumer et sont gardés la nuit dans des abris mobiles, les *goth*.



Photo 3 : Les terrasses de cultures en avril se partagent entre les champs de blé ou d'orge et les terres nues semés en maïs et en pommes de terre.

La nature des cultures et leur succession varie avec l'altitude principalement sous l'effet du gradient thermique (**annexe 8**). On distingue plusieurs étages sur le versant :

- l'étage subtropical et la riziculture irriguée de 1600 et 1900 m

La riziculture irriguée occupe les pentes à proximité des torrents, là où on peut aisément amener de l'eau et ne dépasse pas les 1800 m d'altitude. Sur les terres non irriguées, on pratique deux cycles de cultures sèches dont le maïs associé à la pomme de terre puis à l'éleusine. Des bananiers, orangers et citronniers sont plantés à proximité des exploitations.

- l'étage tempéré entre 1900 et 2500 m

La température diminue et à partir de 2000 m, la montagne devient un espace plus salubre pour les hommes et les animaux (pression des maladies et des ravageurs plus faible). Dans cet étage, le blé, l'orge et les pommes de terre prédominent contrairement à l'étage inférieur dominé par le maïs et l'éleusine. La rotation passe à trois cycles de culture en deux ans. Entre 1600 et 2300 m, le cycle du maïs s'est rallongé de près d'un mois et demi. Jusqu'à 2200 m, on cultive parfois du riz pluvial. A partir de 2300 m, plusieurs espèces n'arrivent plus à maturité et ne sont plus cultivées hormis pour la production de fourrage.

Les systèmes d'élevage sont aussi étagés avec l'altitude. La limite de l'élevage de buffle se situe autour de 2300 m. Au-delà de cette altitude, les températures sont trop froides pour les buffles mais deviennent favorables à l'élevage de *chauri* (croisement entre yak et bovin).

Dans cet étage, les torrents sont utilisés pour l'alimentation en eau des villages grâce à des captages en haut de versant, pour la production hydroélectrique par des microcentrales et comme force motrice pour les moulins qui se situent au niveau des villages sur le versant.

La limite entre la culture et la forêt varie de 2300 à 2600 m selon les finages, l'exposition et la pression agricole. Par exemple, les hameaux exposés sud-ouest, comme

Bhalukhop ou Kharte, bénéficie d'un plus grand ensoleillement et les limites de certaines cultures sont plus élevées.

2.3. La forêt et les pâturages d'altitude (2500 à 4000 m)

La forêt occupe la moitié supérieure des versants à partir de 2400 m environ. La haute forêt tempérée, de 2700 à 3100 m, a pour espèces prédominantes *Pinus wallichiana*, *Quercus* spp. et *Acer* spp.. De 3000 à 4200 m, la forêt subalpine est composée d'*Abies spectabilis*, *Betula utilis* and *Rhododendron*. Elle est intensément exploitée pour ses diverses ressources : bois de chauffe, bois de construction découpé par les scieurs de long, fourrage, litière, plantes médicinales, miel, arbres à papier, pâturage. Elle est parcourue par de nombreux sentiers. Etant à l'origine d'une grande partie des transferts de fertilité, la forêt joue un rôle essentiel pour l'espace cultivé.

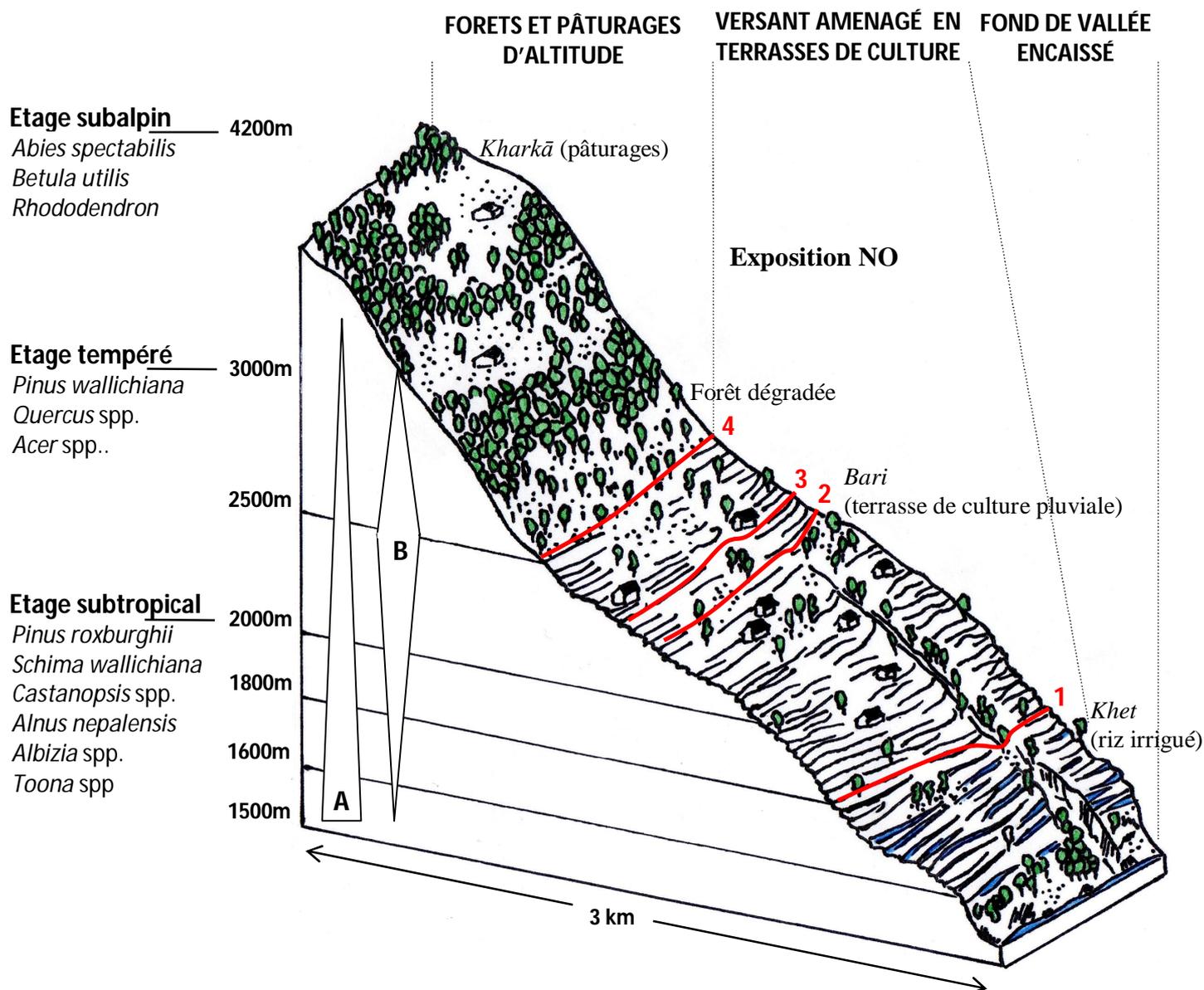
Dans des clairières herbeuses, les bergers construisent des abris fixes (*kharkā*) pour garder les animaux qui pâturent pendant la mousson (dès le mois de juin). Des éleveurs de *chauri* utilisent ces pâturages pendant toute la saison humide jusqu'à plus de 4000 m. Au-delà de 4200 m, la forêt laisse la place à l'étage alpin avec des pelouses et landes d'altitude.

A partir de 2500 m, les cultures se limitent à un cycle par an et sont marquées par deux impératifs climatiques : le début de la mousson pour la récolte de l'orge, les précipitations neigeuses et les premières gelées pour le semis des pommes de terre. Le hameau de Pangom (à 2900 m) contraste avec le reste du versant du fait de ses activités tournées vers l'élevage et l'exploitation forestière. La présence de neige pendant trois mois de l'hiver implique le stockage de fourrage et de bâtiments pour abriter les animaux. Dans les dix dernières années, de nombreuses maisons ont été abandonnées (cinq maisons sur la vingtaine que compte le hameau) ce qui marque une nette déprise.



Photo 4 : Les *chauri* sont menés dans les pâturages d'altitude (*kharkā*) pendant la mousson

Figure 5 : Zonage agro-écologique du versant de Jubing



Source : Adapté de SMADJA, 2003

Sur le versant de Jubing :

- 1 : limite supérieure de la culture de riz irrigué (1800 m)
- 2 : limite supérieure de la culture des cultures subtropicales (bananier, canne à sucre, etc.), du riz pluvial et de l'élevage de buffle (2200 m)
- 3 : limite supérieure de la culture de l'éleusine et de la moutarde (2300 m)
- 4 : limite supérieure de la culture de maïs, de soja et de taro (2500 m)

A : gradient thermique (0,4 à 0,5 °C/100 m)

B : gradient pluviométrique avec un maximum autour de 2500 m

CHAPITRE 2 : L'HISTOIRE AGRAIRE

1. La colonisation agricole du milieu

1.1. L'agriculture sur brûlis des Rai

La colonisation du milieu par les Rai remonterait à l'Antiquité. Ils font partis de cinq tribus appelées collectivement Kirant : « terme prestigieux qui désignait dans la mythologie indoue les aborigènes de l'Himalaya oriental » (GABORIEAU, 1995)¹⁵. Les Rai contrôlent leur territoire où ils pratiquent la chasse, la cueillette et des cultures d'abattis-brûlis. Comme dans la plupart des systèmes d'abattis brûlis, l'écosystème cultivé comprend alors probablement des jardins à proximité des habitations du village et des élevages peu importants de petits ou gros bétails (MAZOYER, 2002)¹⁶. Les Rai ne sont pas intégrés à des royaumes hindous et suivent la religion tribale, fondée sur des connaissances chamaniques. D'autres populations sont probablement déjà présentes mais peu nombreuses.

1.2. L'installation des autres ethnies : l'influence tibétaine et indienne

Après l'unification du Népal dans la moitié du XVIII^{ème} siècle, d'autres ethnies et gens de castes s'installent de manière massive sur le territoire des Rai. Ces derniers abandonnent alors la culture de brûlis et adoptent les pratiques des immigrants en défrichant et en terrassant les pentes du versant. Surtout, ils s'approprient les terres basses favorables à la culture de riz, de 1600 à 1800 m, où se situent actuellement leurs habitations. La diffusion des techniques de riziculture reste floue. Chez les paysans Limbu plus à l'Est du Népal, la riziculture est plus récente et importée par les populations Bahu-Chetri (SAGANT, 1976)¹⁷ mais dans notre cas il y a très peu de Bahun-Chetri.

Les Kirant bénéficient d'un système privilégié de tenure, le *kipat* : « Selon ce système, en échange de leur soumission et du paiement d'un impôt forfaitaire léger, les différents segments de clan représentés par les chefs héréditaires, gardent leurs droits inaliénables sur leur territoire et une large autonomie administrative et judiciaire ». « Les terrains à bâtir et terres cultivées appropriées individuellement ; les terres incultes, les forêts et les pâturages restent indivis et sont gérés par le chef de segment de clan, [...] reconnus par l'administration centrale. Si des étrangers veulent s'installer ou utiliser les forêts et les pâturages, c'est lui qui leur en donnera la permission-moyennant finance- ou la refusera » (GABORIEAU, 1995). Ce système sera aboli en 1946 sous la dynastie Rana.

Les autres ethnies¹⁸ s'installent sur le versant selon une répartition géographique bien déterminée et probablement liée à la présence des Rai. Les sociétés sherpa s'établissent préférentiellement dans la partie supérieure du versant entre 2300 et 2900 m. Les premiers migrants seraient arrivés il y a 500 ans dans le Solukhumbu. Ce sont des sociétés d'éleveurs et de commerçants provenant du Tibet, habituées à des conditions arides et très dures des hautes vallées. Ils sont fortement influencés par la culture tibétaine et la religion bouddhiste. A cet

¹⁵ GABORIEAU M., 1995, "Une introduction à la connaissance du monde népalais", Pondicherry, Kailash.

¹⁶ MAZOYER M., ROUDART L., 2002, Histoire des agricultures du monde, Paris, Editions du Seuil.

¹⁷ SAGANT P., 1976, Le Paysan limbu : sa maison et ses champs, Paris-La Haye, Mouton & EHESS.

¹⁸ Les ethnies se distinguent par leur endogamie parfois très limitée géographiquement, leur langue et leur isolement géographique (GABORIEAU, 1995).

étage, les Sherpa vont pouvoir développer l'élevage du fait de l'abondance d'espaces de pâturage.

Les Magar s'installent à mi-versant là où se situe actuellement le hameau de Kharikhola. Cette ethnie a toujours été bien représentée dans les armées Gorkha et a fait souche un peu partout (GABORIEAU, 1995). Les Magar sont aussi d'habiles charpentiers et se sont déplacés vers les régions nécessitant ces compétences (BISTA, 2004)¹⁹.

Les Kami sont implantés à Jubing depuis quatre générations. Leurs habitations se situent à mi-versant. Ils sont d'origine indo-népalaise, occupent le bas de l'échelle sociale du système de caste et « sont intouchables en vertu de leur filiation historique et non à cause de leur profession » (GABORIEAU, 1995). La profession la plus courante est forgeron mais les Kami peuvent exercer d'autres métiers comme orfèvre, charpentier ou maçon.

Avec l'arrivée massive des autres populations, les Rai (34% de la population de Jubing) sont aujourd'hui minoritaires par rapport aux autres ethnies (Sherpa : 44%, Magar : 11% et Kami : 8%). Cependant, l'influence des religions hindoue et bouddhiste ont eu peu d'effets et les Rai conservent aujourd'hui une vie sociale et religieuse importante.

L'altitude et les conditions d'installation des différentes ethnies ont donc déterminé des systèmes d'occupation des sols très différents :

- en altitude (de 2300 à 2900 m), les sociétés sherpa se sont préférentiellement établies. A cet étage, elles peuvent développer l'élevage du fait de l'abondance d'espaces de pâturage.

- dans la partie inférieure du versant, les cultures prédominent et sont associées à un élevage plus réduit mais indispensable pour le renouvellement de la fertilité. Les systèmes de production sont plus complexes, le milieu présentant des potentialités plus variées. Ils diffèrent par les espèces qu'il est possible de cultiver et par conséquent les rotations mises en place. Les Rai pratiquent la riziculture irriguée en fond de versant et cultivent majoritairement le maïs et l'éleusine dans la partie inférieure à 2000 m. Dans la partie supérieure et jusqu'à 2400 m, c'est le blé, l'orge et les pommes de terre qui prédominent chez les Magar et les Sherpa.

A Salmé, village de moyenne montagne étudié²⁰ par le CNRS dans les années 80, la propriété foncière est éparpillée sur le versant pour profiter de la complémentarité des étages altitudinaux. Dans notre cas, seuls les Rai qui ont été les premiers à occuper le versant possèdent des rizières et des terres sur l'ensemble du versant. Même si les terres des autres ethnies sont dispersées, leur étagement se fait dans une tranche d'altitude plus faible. Cet accès différencié à l'ensemble des étages mis à part la forêt va restreindre les possibilités d'évolution des exploitations. Les exploitations sont en quelque sorte spécialisées dans les productions les plus favorisées à l'étage où elles se trouvent.

2. Le système agraire dans la première moitié du XX^{ème} siècle

2.1. Une société tributaire centralisée sous la dynastie Rana

L'économie villageoise de la première moitié du XX^{ème} siècle repose sur l'agriculture, l'élevage et le commerce. Le pays est gouverné par des chefs de villages officiant également comme collecteurs d'impôts, les *thalukdar*. C'est une société tributaire centralisée. Pour cultiver ses terres, le paysan doit les enregistrer auprès du *thalukdar* et lui verser une taxe foncière dont une partie est reversée au roi. La taxe foncière est peu élevée mais le paysan

¹⁹ BISTA D.B., 2004, People of Nepal, Kathmandu, Ratna Pustak Bhandar

²⁰ DOBREMEZ J.F. et al., 1986, Les collines du Népal central, tome I, Paris, INRA

doit aussi fournir un tribut en main-d'œuvre : un ou deux jours de travail gratuit sur l'exploitation du *thalukdar* de la mi-juin à la mi-juillet, période de forte activité agricole. De plus, le *thalukdar* possède toutes les terres non cultivées c'est-à-dire les forêts et les espaces de pâturage. Pour y pâturer avec son troupeau, il faut payer avec du beurre ou du blé. Les dates de récoltes sont fixées par le *thalukdar* et, au-delà de cette date, le bétail peut divaguer librement dans les parcelles en vaine pâture.

2.2. Les caractéristiques du système agraire et la différenciation des exploitations

La céréaliculture et l'élevage associé reposent sur l'écosystème forestier. En effet, tous les transferts de fertilité se font à partir de la forêt qui fournit le fourrage et la pâture. Le bétail est le vecteur principal des transferts latéraux de fertilité par parcage nocturne sur les terrasses cultivées. La forêt est abondante et proche du village. Le séjour des animaux y est fréquent notamment pendant la mousson où les troupeaux sont regroupés dans les *kharkā*, les pâturages d'altitude. Un actif par exploitation se charge de surveiller le bétail. Leur séjour débute à la mi-mai avant le semis des pépinières d'éleusine et se termine lors de la récolte de l'éleusine à la mi-décembre. Le lait produit par les bovins, ovins et bubalins est transformé en beurre et fournit, avec l'huile de moutarde, la matière grasse pour la préparation des repas.

Les rendements des cultures sont faibles. Par exemple, la variété de pomme de terre cultivée, la *lamce ālu* (« pomme de terre longue »), possède un rendement environ deux fois inférieur aux variétés actuelles. Certains racontent que seuls les grands propriétaires produisaient suffisamment de pommes de terre pour pouvoir en ressemer la saison suivante. Par conséquent, beaucoup de surfaces sont nécessaires pour nourrir la famille et même des surfaces éloignées et peu accessibles sont cultivées.

L'agriculture est manuelle et utilise la traction attelée et l'araire pour travailler les terrasses de culture et la jachère. Les Kami fournissent et entretiennent les outils agricoles et leur activité agricole est plus réduite. La main-d'œuvre est abondante et concentrée sur l'activité agricole.

La différenciation des exploitations repose largement sur une inégalité de répartition du foncier probablement liée aux conditions d'installations des différentes ethnies sur le versant. La taille des troupeaux contribue aussi à fonder la différenciation socio économique. Une exploitation familiale magar ou sherpa possède en moyenne un à deux hectares de terre et 10 à 15 têtes de bétail. Entre les exploitations de la même ethnie, les échanges de journées de travail (*parma*) sont fréquents pour faire face aux pointes du calendrier agricole. De grands propriétaires rai ou sherpa comptent entre quatre et neuf hectare de terre, 30 à 40 têtes de gros bétail et parfois un troupeau de moutons de 50 à 100 têtes. Le lait des brebis dont l'agneau avait été vendu servait à la production de beurre. L'élevage de mouton nécessitait un changement fréquent des espaces de pâturage pour prévenir les maladies parasitaires. Ces grands propriétaires fournissent du travail salariés pour les quasi sans terre (journaliers, artisans, forgerons) qui possèdent moins de un hectare et peuvent aussi leur prêter de l'argent. Cette dépendance est parfois proche du servage pour dette. Dans la catégorie des quasi sans terre, il est important de différencier les artisans, qui ont toujours vécu sur un système d'échange avec les autres groupes, de ceux qui ne vivent que de l'agriculture (Rai, Magar, etc.) mais pour qui le manque de terre est un réelle contrainte. L'accès à la terre se fait majoritairement par l'héritage et par l'aménagement de nouvelles terrasses gagnées sur la forêt. La terre du père est divisée de son vivant ou après sa mort de manière égalitaire entre les fils. Dans le premier cas, le père conserve une part des terres.

2.3. L'importance des échanges marchands

Malgré les importantes difficultés de transport, on aurait tort d'imaginer ces sociétés traditionnelles comme totalement autarciques. Le portage commercial constitue une activité économique vitale comme dans beaucoup d'autres régions à forte amplitude altitudinale et frontalières avec le Tibet. C'est le cas des vallées de la Kali Gandaki ou de la Marsyangdi pour le commerce transfrontalier du centre ouest du Népal²¹.

Les échanges interviennent à l'échelle même du versant ou de la région. Ce sont des échanges de complémentarité, c'est-à-dire des échanges « visant à rétablir l'autosuffisance de l'homme » comme le décrit Denis Blamont²² qui constate également des échanges à l'échelle du versant de Salmé, village d'une autre région de moyennes montagnes. A Jubing, les échanges s'effectuent entre le haut et bas de versant : les Sherpa produisent beaucoup de pommes de terre, de blé et d'orge tandis que les Rai cultivent surtout de l'éleusine et du maïs. Les échanges concernent aussi le riz, indispensable pour les fêtes et rituels religieux. Pendant la morte-saison agricole, les habitants du Solu échangent une partie de leur production de maïs et d'éleusine à Namche Bazar contre du sel et des couvertures de laine venus du Tibet. Avec 20 kg de maïs ou d'éleusine, on obtient huit kilos de sel. Ces échanges ne s'effectuent pas forcément avec des excédents de production mais des produits dont les paysans disposent et dont ils ont moins besoin que celui contre lequel ils l'échangent.

3. Transformations du système agraire dans la deuxième moitié du XX^{ème} siècle

Les transformations du versant sont illustrées dans les **annexes 9, 10 et 11**.

La deuxième moitié du XX^{ème} siècle marque l'entrée dans un nouveau contexte politique pour le Népal : la fin du régime despotique, une ouverture économique et avec la menace rouge liée à la proximité de la Chine, l'argent de l'aide étrangère afflue dans les caisses de l'Etat népalais.

3.1. La fin du régime tributaire centralisé et ses conséquences (1960-1970)

Au début des années 1960, le roi Mahendra promulgue une nouvelle constitution et instaure le système des *Panchayats* ou assemblée de village. Suite à cette réforme institutionnelle, les représentants qui gouvernent le village sont élus par la population. Les *thalukdar* sont démis de leur fonction et leurs privilèges abolis mais ils gardent de l'influence dans le village car ils sont de grands propriétaires et des usuriers. Certains *thalukdar* continuent de collecter les impôts jusqu'à la fin des années 60, le temps que le nouveau régime se mette en place.

3.1.1. L'Etatisation des forêts et la difficulté de s'agrandir

En 1957, les forêts du royaume sont étatisées (**n°1, annexe 11**) pour freiner leur dégradation. La forêt, peu régulée jusque là, avait joué le rôle de tampon à la croissance

²¹ SACAREAU I., 1997, Sentiers de trekking et activités de portage au Népal, *Strates*, no. 9, p 4

²² DOBREMEZ J.F. et al., 1986, Les collines du Népal central, tome I, p 168, Paris, INRA

démographique. L'agrandissement des exploitations par la conquête de nouveaux espaces forestiers est dorénavant impossible. En revanche, la forêt est toujours accessible pour le pâturage, la récolte de fourrage ou la coupe de bois de chauffe. Pour le bois de construction, il faut demander un permis au chef lieu du district à Salleri. Tous les villageois ne font pas le déplacement ce qui conduit à de nombreuses coupes illégales. La division des terres entraîne alors une diminution inexorable du nombre d'hectares par actif. Ainsi, par le mode de transmission du foncier, de grosses exploitations peuvent parfois rejoindre les plus modestes. Un marché foncier apparaît mais du fait de la taxe foncière très faible (elle s'élève actuellement à 30 Rs/ha), du peu de terre en vente et de leur prix élevé (de l'ordre de 25000 à 45000 Rs/ha en 1970), il reste peu développé. Les terres en vente proviennent de paysans endettés dont l'exploitation est en voie de décapitalisation notamment à cause de problèmes de santé ou même parfois des obligations sociales (funérailles, mariage). Les achats de terre sont donc limités et ne concernent que les exploitations ayant les ressources suffisantes pour s'agrandir.

3.1.2. La fin de la vaine pâture et la stabulation mobile

Les paysans gagnent de plus grandes libertés quant à la fixation de leur calendrier de culture. La vaine pâture disparaît progressivement et les animaux sont dorénavant conduits au piquet pour éviter d'endommager les cultures voisines. Cependant, à l'échelle de petits ensembles de parcelles, les rotations de cultures peuvent être encore coordonnées entre plusieurs exploitants pour éviter de trop importants ravages des animaux que causerait le décalage des calendriers agricoles. Un nouveau mode de recyclage de la fertilité beaucoup plus efficace que le parcage nocturne est mis en place pendant la saison sèche et repose sur la stabulation mobile ou *goth*. Ce passage à la stabulation mobile n'est pas seulement lié à un changement politique mais il marque le début d'une tendance à l'intensification du calendrier agricole qui va se poursuivre dans un contexte où la terre devient un facteur limitant. Pendant la journée, le bétail est alimenté au piquet sur les terrasses voisines et enfermé pour la nuit dans le *goth*. Le fumier y est fabriqué en mélangeant les déjections à de la litière récoltée en forêt. Le *goth* est déplacé successivement sur tout l'espace cultivé. Pendant la saison sèche, l'affouragement du bétail s'effectue à partir de fourrage foliaire forestier qu'il faut transporter jusqu'au *goth*. La mise en place des étables mobiles s'accompagne donc d'une intensification en travail.

3.1.3. Complexification et intensification des systèmes de culture

Pour pallier le manque de surface par actif, les exploitations sont amenées à complexifier et intensifier les systèmes de cultures sur les versants sans recours aux engrais, ni aux produits phytosanitaires. Dans la partie inférieure du versant, l'éleusine est repiquée dans le maïs ce qui permet de faire deux cultures par an (rotation maïs/éleusine) au lieu de trois cultures en deux ans (rotation maïs/blé/éleusine). L'éleusine remonte le versant et elle est introduite dans les rotations à 2000 m remplaçant la jachère qui suivait le blé (la rotation maïs/blé/jachère devient maïs/blé/éleusine). On retrouve cette montée progressive de l'éleusine en altitude dans les moyennes montagnes du centre du Népal²³. L'intervalle de culture entre l'éleusine et le maïs (**annexe 8**) est mis à profit pour la fabrication du fumier dans les *goth*, remplaçant le parcage des animaux sur la jachère. Les associations de cultures se multiplient. Une nouvelle variété de pommes de terre provenant du Khumbu est cultivée en

²³ DOBREMEZ J.F. et al., 1986, Les collines du Népal central, tome I, p 162, Paris, INRA

association avec le maïs ou la moutarde avec le blé. La recherche d'une activité complémentaire permet aussi de soulager la pression démographique sur les terres et de pérenniser la situation économique des exploitations. Cette combinaison de l'activité agricole à une activité extérieure devient un élément primordial dans la différenciation des exploitations notamment avec le développement du tourisme.

3.1.4. L'ouverture des frontières et le développement du tourisme

En 1950, le Népal s'ouvre à l'Occident et le tourisme est considéré par l'Etat népalais comme un moyen de développer économiquement le Solukhumbu et de le désenclaver par l'ouverture d'une route de Katmandou à Jiri en 1974 et la construction d'un altiport à Lukla en 1964. La renommée du Khumbu grandit grâce à l'Everest (*Sagarmatha*) et devient une région très prisée des trekkers et montagnards internationaux. Les habitants de la région travaillent comme porteurs, guides, cuisiniers dans les expéditions. Cette activité complémentaire profite surtout aux moyennes et grandes exploitations qui ont les moyens de s'y investir et particulièrement les Sherpa qui ont rapidement su acquérir une notoriété dans les expéditions himalayennes (n°2, **annexe 11**). Du fait de leur activité de guide pour les touristes, les Sherpa deviennent la population la plus connue des occidentaux au Népal. Malgré l'irrégularité des revenus, le travail dans les expéditions est nettement plus avantageux que les travaux saisonniers que l'on trouve dans le village ou le portage commercial.

L'ouverture de la région conjuguée à la fermeture de la frontière tibétaine en 1959 du fait de l'occupation chinoise du Tibet bouleverse le système d'échanges transhimalayens comme l'illustre l'arrivée du sel indien sur les marchés népalais.

3.2. De nouvelles contraintes : la diminution des ressources forestières et le manque de main-d'œuvre (années 80)

3.2.1. Déséquilibre entre population croissante et ressources forestières

Dans les 40 dernières années, la population a plus que doublé (**annexe 12**). Depuis la loi de "nationalisation" des forêts, même si la limite de la forêt semble avoir peu évolué, elle est de plus en plus dégradée, pour fournir du foin et du bois de chauffage, voire même parfois réduite à un état arbustif. Les temps de trajet sont de plus en plus longs et diminuent d'autant la productivité du travail. De même, le morcellement des parcelles et leur dispersion sur le versant conduit à une augmentation des temps de déplacement non productifs au détriment du travail dans les champs. Les champs les plus éloignés et proches de la forêt subissent des dégâts importants par la faune sauvage. A la fin des années 80, plusieurs études²⁴ diagnostiquent une situation de crise : « le milieu est surexploité, la terre s'appauvrit, la forêt recule et la population semble sombrer dans une paupérisation grandissante ». Le système agraire, dont le renouvellement de la fertilité est basé sur les ressources forestières, est-il arrivé à sa limite ?

3.2.2. La scolarisation et la déstabilisation des systèmes de production

L'éloignement progressif des ressources forestières, se conjugue une pénurie de main-d'œuvre qui contribue à la déstabilisation des systèmes de production. Cette pénurie n'est pas

²⁴ Etudes regroupées par Ives et Messerli en 1989 sous le nom de "Théorie de dégradation de l'environnement himalayen" (SMADJA J, 2003, Histoire et devenir des paysages en Himalaya, Paris, CNRS Edition.)

contradictoire à la croissance démographique. En effet, elle est principalement liée à la généralisation de la scolarité (**n°3, annexe 11**) qui prive les exploitations d'une force de travail jeune chargée de l'affouragement et du gardiennage des troupeaux. Les effets de la scolarisation semblent généralisables aux basses montagnes comme le montre l'étude de Bruslé²⁵ à Masyam et dans le hameau de Kolang en 2003. Les enfants continuent cependant à travailler sur l'exploitation familiale pour la collecte de fourrage avant d'aller à l'école ou pour le gardiennage du troupeau à la fin de la journée. En comptant le travail à plein temps le samedi et les vacances scolaires, on peut considérer qu'un enfant de 12 à 15 ans effectue un tiers temps sur l'année. Le manque de main d'œuvre est aussi à la multiplication des migrations temporaires en lien avec l'évolution du tourisme tandis que les femmes et les inactifs restent sur l'exploitation.

3.2.3. L'essor du tourisme, les modifications du village et l'ouverture du marché

Le long du chemin de trek, des constructions neuves destinées aux touristes et aux porteurs se multiplient. Lodges, tea shop sont en nombre croissants : on compte quatre lodges à Kharikhola en 1980 contre 17 aujourd'hui. Les lodges s'approvisionnent en céréales, en légumes, en lait et en viande sur leur propre exploitation ou peuvent aussi acheter les denrées dans les petits commerces du village, les exploitations excédentaires ou aux commerçants qui montent vers le Khumbu. Malgré la création de nouveaux débouchés locaux ou dans le Khumbu, l'essor du tourisme n'a pas changé les objectifs de production qui restent principalement tournés vers l'autoconsommation familiale.

Le foncier à proximité chemin de trek devient très attractif et son prix double. Les parcelles se vendent 700 000 Rs/ha contre 300 000 Rs/ha pour des champs plus éloignés. La mise en place de ces infrastructures développe une nouvelle forme de tourisme qui remplace les expéditions d'antan qui transportaient tout le matériel nécessaire au trek (tentes, nourriture, etc). La fréquentation, concentrée sur le printemps et l'automne, se partage entre les groupes de campeurs et de touristes individuels, de loin les plus nombreux, auxquels s'ajoutent guides et porteurs. Le village se transforme : les maisons sont construites à proximité du chemin de trek où se déroulent les échanges de marchandise avec les porteurs qui montent vers le Khumbu, notamment l'écoulement de leurs surplus pour les exploitations qui en dégagent. Les petits commerces se sont multipliés et on trouve maintenant dans le village ou sur le chemin ce qu'il fallait aller chercher bien plus loin auparavant. L'ouverture sur le marché se fait progressivement, à dos d'homme ou de mule. Le changement le plus frappant concerne l'arrivée massive de riz de la plaine qui s'impose comme aliment quasi-quotidien alors qu'il était auparavant réservé aux repas de fête.

3.2.4. Le développement de migrations temporaires et permanentes

Le portage touristique offre des perspectives intéressantes aux exploitations qui peuvent s'y investir. Ces exploitations sont majoritairement celles des Sherpa et des Magar, situées à mi-versant et en haut de versant. L'activité touristique est concentrée sur deux périodes de l'année où elle concurrence les activités agricoles (en mars-avril, le semis du maïs et en octobre-novembre, les récoltes de maïs, d'éleusine et de riz irrigué). Les exploitations du haut du versant (Sherpa et Magar) avec des possibilités de rotation plus réduites que celles du bas de versant possédaient sûrement un surplus de main-d'œuvre qu'elles ont mis à profit dans les activités touristiques plus lucratives. Au bout des quelques saisons, un porteur peut

²⁵SMADJA J. et al., 2003, Histoire et devenir des paysages en Himalaya, p 525, Paris, CNRS Edition.

devenir guide et accéder à des tâches mieux rémunérées. Les revenus peuvent leur permettre de rembourser les dettes, d'acheter des terres (n°4, annexe 11), d'investir dans l'éducation de leur enfant ou dans un lodge (cas des SP5, SP6, SP7 et SP8). Certains développent des compagnies de trekking et l'activité touristique qui servait auparavant d'appoint dans la pluriactivité devient un emploi salarié permanent géré de Katmandou. A ces migrations touristiques temporaires ou permanentes, s'ajoutent à partir des années 70 des migrations plus lointaines (en Inde par exemple) et concernent majoritairement des emplois peu qualifiés. Depuis 1995, les destinations ont évoluées vers les pays du Golfe (Qatar, Arabie Saoudite, etc.) ou en Asie (Malaisie, Japon, etc.) et dans les pays occidentaux. Ces pays attirent la main-d'œuvre jeune temporairement, pour la durée du permis de travail, surtout chez les Magar et les Rai (SP4, SP5). Ne restent que les femmes et les vieillards pour les travaux agricoles. Les plus petites exploitations (SP1, SP2) fournissent la main-d'œuvre pour les pointes du calendrier agricole (pour le SP8) et reprennent en location une partie des terres de ceux qui n'ont plus le temps de s'en occuper ou sont partis s'installer à Katmandou (n°5, annexe 11). Le fermage et le métayage sont particulièrement défavorables pour l'exploitant des terres et rendent l'accumulation de capital impossible. En effet, pour le contrat de métayage, les semences sont fournies mais 50% de la production doit être reversée au propriétaire. Dans le cas du fermage, le fermier loue les terres à un prix variable²⁶ suivant la qualité du sol et la localisation de la parcelle. L'écart se creuse entre ceux qui ont pu diversifier leur activité à proximité du sentier de trek et ceux qui continuent à pratiquer l'agriculture ou l'élevage traditionnels.

Finalement, les migrations temporaires ou permanentes liées aux opportunités de travail hors de l'agriculture ont permis de freiner le morcellement des exploitations et de réduire la pression démographique sur les terres agricoles.

3.2.5. L'introduction de variétés à haut potentiel de rendement

A partir des années 80, les techniciens agricoles du Bureau de développement de l'agriculture du district sont chargés de diffuser de nouvelles variétés végétales à plus haut potentiel de rendement de blé, d'orge, de maïs et de nouvelles races de porcs *bungur*, de buffles *lauri*, et de chèvres *lampkane* par croisement avec les races locales. L'augmentation de rendement qu'offrent ces nouvelles variétés -certains parlent d'un doublement du rendement en 15 ans- a évidemment joué un rôle important pour nourrir la population dans un contexte où la surface par actif ne cesse de diminuer mais ne s'est effectué que lorsque les conditions étaient réunies pour exprimer ce potentiel génétique notamment une fertilisation suffisante. Ainsi, d'anciennes variétés sont toujours implantées pour leurs qualités gustatives, leur résistance aux maladies ou à des conditions climatiques particulières (haute altitude, etc.).

3.3. Une réorganisation du versant autour de l'unité de production et une nouvelle gestion des ressources (années 90)

En 1990, le système des *Panchayats* touche à sa fin. Les grèves et manifestations dans les villes contre le régime sont fortement réprimées par le roi et son gouvernement. Finalement, c'est le retour à la démocratie multipartite et la monarchie constitutionnelle. Les *Panchayats* du système « sans parti » sont alors remplacés par des pouvoirs publics locaux élus.

²⁶ Aujourd'hui, le prix du fermage varie de 130 à 800 €/ha.

Les limites du cadastre (*napi*) ont été fixées entre 1993 et 1995 dans le VDC, ce qui est tardif par rapport au reste du Népal. Des fonctionnaires du gouvernement viennent sur le terrain et produisent les certificats de propriété (*purja*). Auparavant, il n'y avait pas de carte précise mais seulement des limites physiques pour délimiter les parcelles. C'est avec la réalisation du cadastre que certains exploitants obtiendront des portions de forêts.

3.3.1. La gestion communautaire des ressources forestières

En 1989, le plan directeur du secteur forestier népalais préconise la participation communautaire à la gestion des forêts et la loi sur les forêts de 1993 lui accorde la plus haute priorité (KUMAR, 2001)²⁷. La forêt est donc donnée en gestion aux villageois eux-mêmes (**n°6, annexe 11**). Des réunions permettent de décider par vote de l'utilisation de la forêt. Deux comités sont créés pour le VDC de Jubing. Pour prélever du bois de construction ou de chauffage, un permis est nécessaire. A Kharikhola, les permis pour le bois de construction sont fermés pour les cinq années à venir. En revanche, il n'y a aucune restriction sur le ramassage de litière forestière et d'élague d'arbres fourragers. Plusieurs facteurs ont été favorables à la mise en place de la gestion communautaire des forêts : la prise de conscience de sa dégradation par les villageois, la diminution de la pression de pâturage (le manque de fertilisation exigeant la présence quasi permanente du bétail sur les terres agricoles) et la diminution de la pression sur la forêt liée au changement des toitures du bardeau à l'ardoise.

3.3.2. La « plantation » d'arbres dans les champs

La difficulté d'accès à l'espace forestier, la perte de productivité du travail dans l'affouragement et le manque de main-d'œuvre précédemment décrites ont encouragé les villageois à planter des arbres dans l'espace cultivé ou à protéger ceux qui y étaient déjà (surtout pour les SP1, SP3 et SP4, les plus éloignés de la forêt). La suppression de la vaine pâture a permis une meilleure régénération des arbres fourragers dont les graines sont contenues dans la litière récoltée pour fabriquer le fumier. Les arbres des champs ne sont pas dévolus qu'au fourrage mais aussi au bois de feu et de construction. Ils sont devenus un rouage essentiel de l'ensemble du système agraire en substitution à ce qui provenait de la forêt comme fourrage et modifient avantageusement les transferts de fertilité (**annexe 10**). Ils permettent de maintenir le nombre d'animaux par exploitation -qui a déjà fortement chuté- et par conséquent la fertilité de l'espace cultivé. Une économie en bois de feu est aussi réalisée. En effet, après la consommation des feuilles, les branchettes sont mises à sécher puis utilisées pour le chauffage en cuisine. L'apparition d'arbres fourragers ou destinés à la construction permettent un accès privé à du bois ou du fourrage sans dépendre des ressources collectives et marquent une tendance à l'individualisation de la gestion des ressources déjà initiée par l'arrêt de la vaine pâture.

La plantation d'arbres fourragers est un phénomène bien connu dans les basses montagnes népalaises où les arbres forment parfois un véritable bocage comme le montre Joëlle Smadja²⁸. Dans un contexte de moyenne montagne, où les températures sont plus fraîches et les précipitations souvent plus élevées, les arbres fourragers ne possédaient jusqu'alors qu'une place limitée sur les versants du fait de la baisse de rendement qu'ils peuvent occasionner.

²⁷ KUMAR N., 2001, « Foresterie communautaire au Népal », Précis, Banque mondiale, Département de l'évaluation des opérations, n°217.

²⁸ SMADJA J., 1995, "Sur une dégradation annoncée des milieux népalais : initiatives villageoises pour remplacer les ressources forestières", Nature-Sciences-Sociétés, 3 (3), p190.

3.3.3. Concentration de l'activité agricole à proximité de l'exploitation

De nombreux changements dans les pratiques agricoles traduisent une concentration de l'activité agricole à proximité de l'exploitation : le boisement des terres éloignées ou la simplification de leur rotation, l'abandon des terres les plus exposées aux ravages de la faune sauvage, la diminution des déplacements du bétail, la plantation d'arbres fourragers et d'arbres fruitiers à proximité de l'exploitation. Ces changements sont autant de réponses à l'augmentation de la charge de travail pour ceux qui restent sur l'exploitation. Seules quelques exploitations ayant encore un nombre suffisant d'animaux continuent à monter dans les pâturages pendant la mousson. A Kharikhola, plus de la moitié des exploitations aurait abandonné le système de *kharkā* et garde dorénavant le bétail à proximité de l'exploitation pendant la mousson. Dans les 15 dernières années, plusieurs terrasses de *lekh*, c'est-à-dire de terrasses en haut du versant cultivé et à proximité de la forêt, ont été boisées ou simplement laissées en herbe.

L'abandon de la riziculture irriguée en bas de versant (*ward* 2, 4 et 6) a commencé au début des années 80 suite aux glissements de terrains causés par la Dudh Koshi et fort probablement aggravé par le GLOF²⁹ de 1985. Les terrasses endommagées ont été replantées en *Alnus nepalensis* et la surface cultivée en riz irrigué divisée par plus de deux (cinq hectares aujourd'hui contre 10 à 15 ha il y a 20 ans). Mais la riziculture a aussi été abandonnée et est toujours en recul sur des terrasses qui n'étaient pas menacées par les glissements de terrain. Le *khet* est boisé ou transformé en *bari* pour produire de l'éleusine dont la productivité du travail est supérieure à cette altitude (**tableau 9**) ou des légumes. La riziculture à Jubing est effectivement concurrencée par du riz provenant de la vallée à un coût inférieur, mais son maintien peut s'expliquer par la production de pailles utilisées dans la confection de nattes ou pour l'alimentation du bétail.

3.3.4. L'amélioration de la qualité de vie

Dans le VDC de Jubing, l'afflux touristique a suscité la mise en place de nouveaux équipements visant à l'amélioration de la qualité de vie : les adductions d'eau, la mise en place du réseau électrique, le téléphone ou la télévision.

Les adductions d'eau, par des projets du district, d'ONG ou individuels, ont permis un gain de temps en supprimant la corvée journalière de portage de l'eau qui pouvait représenter une à deux heures par jour. Elles ont aussi encouragé le développement du maraîchage par la possibilité d'irrigation pendant la saison sèche. L'eau était transportée dans des bidons ou dans des *gakri* (récipient de 20 L) à partir du torrent le plus proche, d'une source (*nāgthan*, car parfois habité par un esprit du monde sauvage ou divinité serpent, le *nāg*) ou d'un *kuwa*, trou d'eau utilisé pour abreuver les animaux. La consommation d'eau pour les usages domestiques (boisson, cuisine, vaisselle, etc) s'élève à environ un *gakri* par personne soit 20 L/jour. L'eau était stockée à l'intérieur de la maison dans de grands récipients en cuivre (*gaer*). Les captages ont été mis en place il y a 20 à 35 ans suivant les villages et sont plus ou moins élaborés. A l'initiative du district, plusieurs kilomètres de gros tuyaux ont été mis en place à partir de citernes de ciment. Les habitants se raccordent ensuite sur ce réseau de tuyaux avec des branchements en T. Le raccordement jusqu'à l'habitation se fait à leur charge. Par exemple, à Kharte, un kilomètre de tuyau permet d'alimenter une dizaine de maisons. D'autres maisons possèdent un captage personnel souvent sommaire composé d'un

²⁹ GLOF : glacial lake outburst flood (débâcle glaciaire). Le 4 août 1985, la digue naturelle du lac du Dig Tsho est touchée par une avalanche de glace qui entraîne sa rupture. Son contenu se déverse alors dans la vallée de la Dudh Koshi, emportant tout sur son passage.

bidon ou d'une bouteille servant d'entonnoir. Des projets du district ou d'ONG comme à Bumburi ont mis en place des fontaines (*dāra*). L'alimentation en eau est assurée pendant toute l'année malgré l'obstruction des captages par des feuilles ou des problèmes durant la mousson pour les captages les plus sommaires. Les adductions d'eau sont le plus souvent extérieures à la maison et l'ancien système de récipients pour le stockage reste toujours d'actualité.

La mise en place du réseau électrique permet l'éclairage des foyers (pour 300 Rs/mois) à partir de microcentrales hydrauliques qui utilisent l'énergie des torrents en canalisant une partie de l'eau avec des conduites forcées. Ils utilisaient depuis les années 50 des lampes à pétroles *tuki* (un litre de pétrole par mois soit 200 rps/mois) qui ont remplacé les bâtonnets de bambou enflammés d'antan. Les conduites forcées peuvent aussi être utilisées pour activer un moulin alternativement ou en parallèle à la production d'électricité. Ces moulins, appelés *mill*, sont plus puissants et permettent un gain de temps par rapport au moulin traditionnel (le *ghatta*).

Les maisons ont progressivement changé de toiture. Suite à la pression sur les ressources naturelles et la fermeture des forêts, les toits de bardeaux et de chaumes (pour les maisons rai) tendent à disparaître. Les habitants se sont tournés vers de nouveaux matériaux plus coûteux mais plus durables comme la tôle ondulée ou de larges ardoises prélevées dans un affleurement de schistes ardoisiers en aval de Bupsa. Le changement d'une toiture moyenne pour de l'ardoise coûte environ 60 000 Rs alors que le renouvellement d'un toit de chaume s'élève à 1000 Rs tous les 3-4 ans. L'abandon des toitures de bardeaux, qui devaient être renouvelés tous les cinq ans, contribue à diminuer la pression sur les ressources forestières. Aujourd'hui, il n'est plus délivré de permis pour le renouvellement d'une toiture en bardeaux. Cette évolution des toitures est semblable à celle constatée dans les basses montagnes des districts de Gulmi et d'Argha Khanci³⁰, où les ardoises ont rapidement remplacé les toitures de chaumes de la plupart des foyers. A Salmé, en moyenne montagne, les lauzes n'étant pas disponibles, les villageois ont eu recours à des bidons martelés. Ces changements montrent une adaptation stratégique des villageois à la diminution de la ressource forestière.

3.4. Quelques innovations malgré un contexte politique difficile

En 1996, l'insurrection maoïste débute dans l'ouest du Népal et touchera ensuite petit à petit tous les districts du pays. Pendant cette période de trouble, qui ne s'achèvera qu'en 2006, les guérilleros maoïstes prélèvent « l'impôt révolutionnaire » sur les touristes, les porteurs et sur les agriculteurs qui étaient sommés de leur donner une partie de leur récolte. Les trekkers survolent la zone et préfèrent arriver directement à Lukla. Certains habitants quittent les montagnes pour se réfugier à Katmandou.

3.4.1. Le développement du maraîchage

Depuis cinq ans, la concentration de l'activité agricole se poursuit par le développement du maraîchage par la majorité des exploitations. L'accroissement du tourisme, l'ouverture au marché et la plus grande mobilité de la population en lien avec l'activité touristique ont favorisé la progression de l'activité maraîchère. Il y a une quinzaine d'années, les légumes étaient produits en faible quantité et en partie séchés (*gundruk*) pour la saison

³⁰ SMADJA J., 1995, "Sur une dégradation annoncée des milieux népalais : initiatives villageoises pour remplacer les ressources forestières", *Nature-Sciences-Sociétés*, 3 (3), p198.

sèche. Les légumes majoritairement cultivés se limitaient aux épinards (*rayo sāg*), aux oignons (*chāpi*), à l'ail (*lasun*), aux radis (*mula*) ou à la chayotte (*iskus*). Les nouvelles semences proviennent du Bureau de développement de l'agriculture : du chou (*kopi et kāuli*), du radis, de la coriandre, des pois, une nouvelle variété d'oignons (*red pyaj*), des courges, etc. Les légumes sont mangés frais et l'irrigation est possible pendant la saison sèche en utilisant les adductions réalisées pour les usages domestiques. Certains utilisent de petits sprinklers pour arroser les légumes. Ces jardin-potagers sont de petite taille (environ 20 m²). La production est généralement autoconsommée, donne parfois lieu à des transactions au sein du village mais ne peut être aujourd'hui considérée comme culture de rente contrairement au maraîchage dans le Khumbu et dans d'autres régions du Népal. Quelques exploitations avec assez de capital (SP2, SP5 et SP8) ont développé des pépinières et fournissent les autres exploitations en plants de chou, de piments ou de tomate.



Photo 5 : L'irrigation des légumes pendant la saison sèche est facilitée par la généralisation des adductions d'eau

3.4.2. L'implantation à 2000 m d'espèces de l'étage subtropical

Dans les 10 dernières années, certaines espèces de l'étage subtropical ont été implantées à Kharikhola à plus de 2000 m d'altitude : bananiers, pêchers, pruniers, piments, canne à sucre, citronniers ou orangers. La plupart de ces espèces était déjà cultivées à Jubing c'est-à-dire à une altitude inférieure de 200 à 400 m. Une partie des arbres fruitiers proviendrait de la ferme horticole de Phaplu mais la présence de la plupart est due à des initiatives paysannes. Cette implantation plus en altitude traduirait pour certains agriculteurs un réchauffement climatique qu'ils associent à la diminution de la quantité de neige dans les 40 dernières années. Auparavant, la neige pouvait recouvrir le paysage de un à deux pieds de neige (soit 30 à 60 cm) en une semaine. A Jubing (1700 m), les bambous se cassaient sous le poids de la neige. Maintenant la neige ne reste pas plus d'un jour (pas plus d'un pouce soit moins de trois centimètres). Ces témoignages sur la localisation mouvante des plantes sont difficiles à interpréter en termes de « changement climatique ». En effet, l'implantation plus en altitude de ces espèces est liée à des tentatives d'expérimentation des agriculteurs et un recul plus important semble nécessaire pour apprécier cet éventuel réchauffement. Pour le moment, les bananiers implantés au-delà de 1800m ne permettent guère de produire pour la commercialisation, la durée du cycle de production étant plus élevée que pour des altitudes inférieures.

3.4.3. Un dynamisme économique lié au transit vers le Khumbu

Même si la fréquentation touristique a diminué, le VDC de Jubing reste une zone importante de passage de marchandises approvisionnant la région amont plus touristique du Khumbu. Les produits du VDC sont peu commercialisés en amont mais utilisés dans les tea-shop ou les lodges pour les repas des porteurs et des touristes. Un abattoir approvisionne le Khumbu en viande de buffle depuis l'interdiction par les lamas de l'abattage en pays sherpa et entraîne des flux périodiques d'animaux venant des autres districts. Depuis huit ans, le transport de certaines marchandises de base se fait par convois de mules et a permis d'abaisser les coûts de transport. Ce dynamisme économique a attiré de nouveaux migrants de districts voisins qui ont investi dans une maison ou louent un commerce au marché (notamment des Damāi³¹ du district d'Okhaldhunga) mais qui, pour pratiquer l'agriculture, ont été relégués sur les plus mauvaises terres ou doivent en louer dans le village (voir SP1).

BILAN DE L'HISTOIRE AGRAIRE

Les conditions d'installations des populations sur le versant n'ont pas été sans influence sur l'accès aux différents étages et les possibilités d'évolution des exploitations. La culture et le lieu d'origine des ethnies ont aussi joué un rôle important notamment pour les Sherpa, éleveurs et commerçants qui se sont préférentiellement établis sur le haut du versant. Aujourd'hui, les moyennes de surfaces des exploitations de l'échantillon enquêté reflètent bien les différences entre les populations à leur installation (malgré les divisions successives du foncier) et leurs orientations face au manque de terre : les Rai possèdent en moyenne 1,4 ha, les Magar 1,1 ha, les Sherpa 0,9 ha et les Kami 0,6 ha. Les Rai, qui ont souvent des terres plus éparpillées dans les étages que les autres ethnies sont moins vulnérables aux divers aléas. Les Sherpa et les Magar ont de leur côté recherché un accroissement de revenu dans des activités extérieures comme le tourisme ou les migrations internationales pour assurer l'équilibre de leur système d'activité. Enfin, pour les Kami, l'activité agricole reste secondaire du fait de leur activité de forgeron.

L'histoire agraire se caractérise par deux phases principales : une première phase d'intensification du calendrier agricole jusque dans les années 80 par la mise en place de la stabulation mobile, la complexification des rotations, de nouvelles associations de culture puis une seconde phase de concentration des activités agricole autour de l'exploitation avec le développement du maraîchage, la plantation d'arbres fourragers ou le reboisement du *lekh*.

Le tourisme a apporté de nouvelles sources de revenus dans la région mais n'a enrichi localement qu'une fraction de la population. D'autres changements ont aussi marqué le versant : la croissance démographique, l'éducation des jeunes générations, la mise en place du réseau électrique et des adductions d'eau, etc. Les inégalités entre hameaux peuvent être frappantes : à Pangom (2900 m), des maisons tombent en ruine alors qu'à Kharikhola, où les possibilités sont plus nombreuses, ce sont plutôt les maisons neuves qui se remarquent.

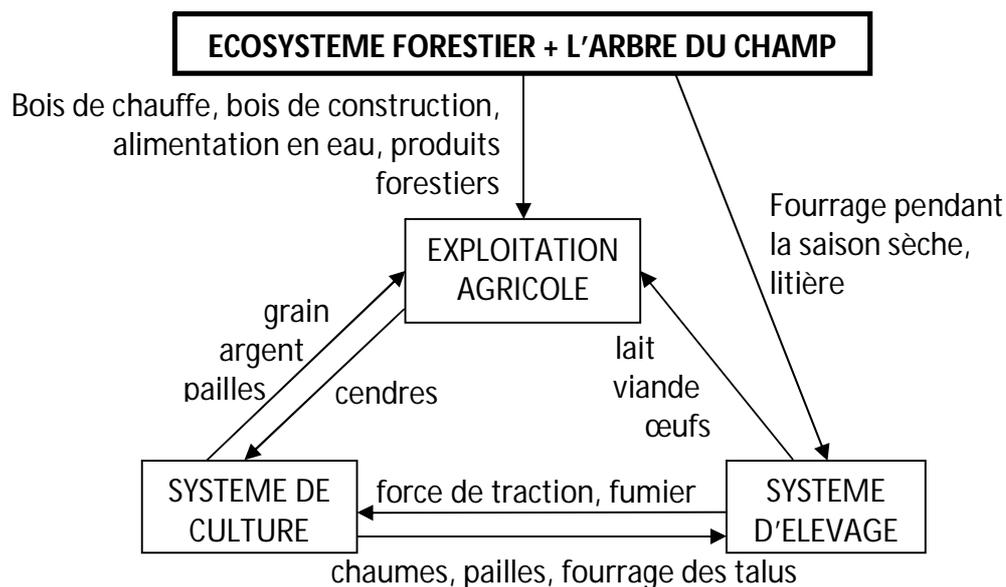
³¹ Damāi : caste des tailleurs-musiciens

CHAPITRE 3 : LE SYSTEME AGRAIRE ACTUEL, UN SYSTEME BASÉ SUR LES INTERACTIONS ARBRE-CULTURE-ÉLEVAGE

L'histoire agraire de la région et les changements extérieurs dans les 50 dernières années expliquent la grande diversité de systèmes de production. Les principaux facteurs de différenciation des exploitations qui ont joué un rôle dans cette évolution sont l'altitude qui conditionne l'accès à différents écosystèmes, le développement d'activités non agricoles (comme le portage touristique), la disponibilité en main-d'œuvre et le capital foncier initial. Cependant, les systèmes de production de la région de Jubing présentent un certain nombre de caractéristiques communes. Ce sont des systèmes de polyculture élevage. En effet, l'insuffisance des voies de transport les a toujours contraintes à combiner plusieurs systèmes de culture et d'élevage pour satisfaire une grande partie de leur besoins d'autoconsommation. La forêt et les arbres fourragers privés occupent une place importante dans la fourniture d'aliments pendant la saison sèche. Enfin, les animaux domestiques jouent un rôle fondamentale dans le système : alimentés à partir de résidus de cultures, de la production herbacée des talus des terrasses et de la production foliaire des arbres, ils assurent la fertilisation des champs cultivés, produisent de la viande et du lait, fournissent la force de traction.

Le fonctionnement des exploitations s'articule autour de ces trois grands axes et peut se schématiser par les interactions arbre-culture-élevage représentées sur le schéma ci-dessous.

Figure 6 : Un système agraire basé sur un transfert de fertilité à partir de l'écosystème forestier et des arbres de l'espace cultivé



L'étude des différents types d'exploitation passera par la caractérisation de systèmes de production que l'on définit de la manière suivante :

« Le système de production est la combinaison des productions et des facteurs de production (capital foncier, travail et capital d'exploitation) dans l'exploitation agricole » (CHOMBART DE LAUWE et al., 1969)³².

Pour analyser la combinaison des systèmes de culture, d'élevage et de l'écosystème forestier au sein des systèmes de production, nous décrirons en premier lieu les caractéristiques communes à l'ensemble des exploitations de chacun de ces sous systèmes. La partie 5 permettra d'aborder les particularités des combinaisons de chaque système de production.

« Analyser un système de production à l'échelle d'une exploitation agricole ne consiste pas tant à s'intéresser à chacun de ses éléments constitutifs qu'à examiner avec soin les interactions et les interférences qui s'établissent entre eux » (DUFUMIER, 1996)³³.

1. Les systèmes de culture

Le système de culture c'est « l'ensemble des modalités techniques mises en œuvre sur des parcelles traitées de manière identique. Chaque système de culture se définit par :

- la nature des cultures et leur ordre de succession
- les itinéraires techniques appliqués à ces différentes cultures, ce qui inclut le choix des variétés pour les cultures retenues

On pourra trouver sur une même exploitation agricole caractérisée par son système de production, un ou plusieurs systèmes de cultures » (SEBILLOTE, 1982)³⁴.

L'agriculture de Jubing est une agriculture principalement de subsistance et la survie de la population est fondée sur des cultures céréalières et de tubercules. Les statistiques du Bureau de développement de l'agriculture concernant les productions végétales dans le VDC de Jubing (**annexe 13**), montre la prédominance de la culture de pomme de terre et de maïs qui occuperaient 75% de la surface cultivée. Ces cultures entrent directement dans l'alimentation de base des populations et fournissent aussi une partie de l'alimentation des animaux. La quasi-totalité de la surface exploitée est consacrée au *khet* et au *bari*. Il n'y a pas de prés de fauche (*kharbari*). Les cultures se divisent en deux types : les cultures d'hiver (blé, orge) et les cultures de mousson (maïs, pomme de terre, éleusine, riz). L'évolution des systèmes de culture suit le gradient altitudinal qui modifie la gamme de culture possible à chaque étage.

1.1. Evolution des cultures et des rotations avec l'altitude

L'augmentation de l'altitude a pour principale conséquence une diminution de la température : la durée des cycles végétatifs s'accroît et les risques de gelée sont plus importants. Chaque espèce cultivée possède une limite altitudinale de production qui

³² CHOMBART DE LAUWE J., POITEVIN J., TIREL J.-C., 1969, Nouvelle gestion des exploitations agricoles, p 6, Paris, Dunod.

³³ DUFUMIER M., 1996, Les projets de développement agricole, p79, Paris, Editions Karthala

³⁴ SEBILLOTE M., 1982, « Les systèmes de culture. Réflexion sur l'intérêt et l'emploi de cette notion à partir de l'expérience acquise en région de grande culture », in Séminaire du département d'agronomie de l'INRA, Vichy.

représente un seuil de rentabilité. Cette limite correspond à celle d'un bilan thermique suffisant au cours de l'année pour permettre sa croissance et son développement, avec une insolation satisfaisante. En altitude, les conditions climatiques laissent de faibles fenêtres calendaires pour réaliser les opérations culturales : semis des pommes de terre avant les gelées, récolte de l'orge avant la mousson, etc. Parfois, les cycles de cultures se chevauchent, le blé est semé dans le maïs ou les cultures ne produisent plus que du fourrage.

Cependant, le choix des cultures et des rotations n'est pas seulement conditionné par les contraintes altitudinales. La répartition géographique des cultures dépend aussi d'autres paramètres :

- l'exposition
- la quantité de terres de l'exploitation (ceux qui ont peu de terres cultivent principalement du blé à la place d'orge)
- des organisations communes d'assolement
- la disponibilité de la main d'œuvre (surtout pour le riz irrigué et l'éleusine, cultures exigeantes en main d'œuvre)
- la proximité de la forêt et les risques de dégâts par les animaux sauvages
- l'éloignement des parcelles à l'exploitation
- les habitudes alimentaires (l'orge nue est peu cultivée chez les Raï qui ne consomment pas de *tsampa*)

L'espace cultivé peut être subdivisé en quatre étages principaux caractérisés par des cultures et des rotations propres (**annexe 8**) :

- **de 1600 à 1900 m : riziculture irriguée et deux cycles de culture sèches par an**

La riziculture irriguée occupe des casiers en fond de versant et ne dépasse pas les 1800 m d'altitude. Le riz est cultivé en monoculture ou en rotation avec du blé suivant l'hydromorphie du terrain pendant l'hiver.

Pour les cultures pluviales, deux rotations sont pratiquées. A proximité de la maison, l'éleusine et le soja sont repiqués dans le maïs après la récolte de pommes de terre (PDT) :

MAÏS + PDT puis ELEUSINE + SOJA / MAÏS + PDT puis ELEUSINE + SOJA (1)

Dans les parcelles plus distantes, il n'y a que trois cycles de culture en deux ans :

MAÏS + PDT / BLE ou ORGE ou UWA / ELEUSINE (2)

- **de 1900 à 2300 m : trois cycles de culture en deux ans**

Dans cet étage, le blé, l'orge et les pommes de terre prédominent contrairement à l'étage inférieur (1600-1900 m) dominé par le maïs et l'éleusine. La rotation (1) est plus rarement pratiquée au profit de la rotation (2) avec quelques variantes :

MAÏS + PDT / BLE ou ORGE ou UWA (+MOUTARDE) / ELEUSINE (+ MAÏS BLANC) (+ SOJA)

A partir de 2200 m, on ne peut plus cultiver le riz pluvial et la plupart des cultures subtropicales : bananes, canne à sucre, piment, oranger, citronnier, etc. C'est aussi la limite supérieure de l'élevage de buffle.

- **de 2300 à 2500 m : trois cycles de culture en deux ans sans éleusine**

La différence majeure à partir de 2300 m est l'absence de la culture d'éleusine qui est remplacée dans la rotation par la lentille, le haricot, le maïs blanc et le soja :

MAÏS + PDT / BLE ou ORGE ou UWA / MAÏS BLANC + SOJA ou LENTILLE + HARICOT

Entre 1600 et 2300 m, le cycle du maïs s'est rallongé de près d'un mois et demi. A 2500 m, le soja, le taro et le maïs arrivent à leur limite de culture. Il est encore possible de produire du maïs dans les parties les mieux exposées, comme les hameaux de Kharte ou Bhalukhop exposés au sud-ouest où le blé est semé dans le maïs pour pouvoir remplir son cycle de développement et arriver à maturité. La rotation est alors la suivante :

MAÏS +PDT / BLE ou ORGE ou UWA

- 2900-3000 m : un cycle de culture par an

Dans le hameau de Pangom, à 2900 m, on ne cultive que de l'orge (*jau* et *uwa*) et la pomme de terre. Le blé, plus tardif que l'orge, est compromis par l'arrivée de la mousson qui empêche sa fin de maturation et son séchage.

La rotation est simplifiée à une culture par an et marquée par deux impératifs climatiques : le début de la mousson pour la récolte de l'orge, les précipitations neigeuses et les premières gelées pour le semis des pommes de terre :

PDT/ UWA ou ORGE

L'étagement des cultures sur le versant et les variations du calendrier technique selon l'altitude sont des facteurs importants sur lesquelles jouent les agriculteurs pour étaler les pointes de travail. La récolte de l'orge se fait près d'un mois plus tard à Pangom (2900 m) qu'à Kharikhola (2000 m).

1.2. La riziculture irriguée en casier : le *khet*

Le riz a toujours été nécessaire pour les rituels religieux dans la religion hindoue. Chez les Rai, avant de pouvoir le manger, le riz doit être offert aux dieux. Les villageois qui ne produisaient pas de riz devaient l'acheter à Jubing, à Hatemu ou dans un autre village plus en aval. Aujourd'hui, le riz arrive du Terai à un coût trois fois plus élevé que son prix de départ à cause du transport.

1.2.1. Un itinéraire technique exigeant en main-d'œuvre

Le riz est cultivé dans des casiers limités par des diguettes, appelées *āli*, où une lame d'eau est maintenue pendant la majeure partie du cycle pour éviter le développement des adventices. A cause des besoins importants en eau pour l'irrigation des terrasses et faute de canaux, la culture du riz se pratique à proximité des torrents qui dévalent le versant.

La variété la plus répandue est la *malingué* qui serait originaire de Lokkhim. D'autres variétés traditionnelles peuvent aussi être cultivées comme la *mangsire*, *bangueri*, *Lokkhim*. Il y a 20 ans, on utilisait la variété *thapa chinne* qui était prête pour la fête de *Dashain*. Une nouvelle variété *american* aurait été introduite il y a cinq ans mais ne connaît pas trop de succès. Malgré une production plus importante, le repiquage est plus précoce, dès la mi-mai où l'eau est encore peu disponible. D'autre part, les pailles sont plus courtes et il est plus difficile d'en faire des nattes.

Le riz irrigué est couramment cultivé en rotation avec du blé dans les endroits où l'eau est bien maîtrisée. Dans les endroits plus marécageux pendant l'hiver, une courte friche herbacée se développe et sert au pâturage du bétail. A Hatemu, où les rizières de plusieurs exploitations sont concentrées à proximité de la *Bejem khola*, personne ne met en place de cultures d'hiver à cause des dégâts que pourrait occasionner le troupeau des autres exploitations.

Tableau 1 : Calendrier de l'itinéraire technique de la riziculture irriguée

baisākh	jaith	asār	sāun	bhadau	asoj	kārtik	mansir	pus	magh	phāgun	cait	
mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	jan	févr	mars	avril	
	Labour1 + Labour2 + Nivelage du sol + Repiquage		Sarclage	Drainage + assèchement	Récolte							

La pépinière :

600 m² de pépinière permettent de repiquer un hectare de terrasse. Le paddy germe dans un sac rempli de fumier humide où il reste pendant une semaine. Les grains germés sont ensuite semés à la volé dans les quelques terrasses de pépinière. Après le semis, une lame d'eau de quelques centimètres est maintenue pendant un mois, jusqu'au repiquage. Pour un *ropani*³⁵ repiqué, la dose de paddy nécessaire en pépinière est d'un demi à deux *pathi*³⁶ soit 20 à 100 kg de paddy par hectare.

La préparation du sol :

Quelques jours avant le repiquage, il est nécessaire de labourer à sec avec l'araire pour déchaumer le couvert herbacé. La parcelle est mise en eau un jour avant le repiquage.

Le repiquage :

C'est l'opération la plus exigeante en main d'œuvre. Le jour du repiquage, on laboure à nouveau à l'araire dans la boue puis on nivèle grossièrement avec le *rekh*, gros râteau attelé (**annexe 14**). Le but de ces deux opérations est d'enfouir les adventices, d'obtenir une boue homogène. Le nivelage est finalisé au *pheuri* (plane) et avec la *kodāli* ou *chhapra*, les diguettes des terrasses sont consolidées. Pour les terrasses de petites tailles, le labour se fait à la *kodāli*. Ces travaux de préparation sont réalisés par les hommes. Les femmes s'occupent ensuite de repiquer des petits groupes de quatre à cinq



Photo 6 : Le repiquage du riz est l'opération la plus exigeante en main-d'œuvre

³⁵ Un ropani correspond à 509 m².

³⁶ Un pathi de riz paddy correspond à 2.5 kg.

plants directement enfoncés dans la boue tous les 10 cm environ.

Le sarclage

Un seul sarclage est nécessaire à la fin août, au moment du tallage. Au même moment, on passe une branche épineuse, appelée *jaru*, dans les casiers pour désenrouler les feuilles où ont pu s'installer des insectes et qui empêchent la croissance du plant.

La récolte et le battage

La récolte a lieu en novembre. Les tiges sont coupées à la base et regroupées en javelles. Les chaumes sont laissés pour le pâturage du bétail, principal moyen de fertilisation des rizières. Les javelles assemblées en gerbes sont ensuite battues à la main et le grain est stocké dans la maison. Pour un *ropani*, 15 *pathi* à deux *muri* de paddy peuvent être récoltés soit 750 kg à 2 T/ha. Deux *bhāri* de paille par *ropani* soit 1,3 T/ha servent à l'alimentation des animaux et la fabrication de nattes pour les pailles les plus grandes.

1.2.2. Renouvellement de la fertilité

Le renouvellement de la fertilité se fait principalement par la pâture du bétail pendant la saison sèche sur la courte friche herbacée. Mais le maintien de la fertilité est aussi assuré par l'apport en azote des eaux de pluies, le transfert par l'eau d'irrigation, ainsi que par les cyanophycées, algues qui fixent l'azote.

1.2.3. La gestion de l'eau dans la rizière

Les rizières sont disposées à proximité des torrents qui dévalent le versant et l'eau est amenée dans les casiers par un canal de dérivation. Au moment du repiquage, à la fin du mois de juin, la disponibilité en eau est importante (la mousson ayant débuté depuis un mois) et toutes les rizières peuvent être mises en boue sans aucune difficultés. L'eau s'écoule en permanence dans les casiers et le contrôle de son niveau dans les casiers dépend de la hauteur du canal d'évacuation (*samaha*) creusé dans la diguette. Ce système permet d'évacuer le surplus d'eau provoqué par les précipitations. Fin septembre, l'alimentation en eau est coupée et les rizières sont asséchées pour favoriser la maturation des grains. A Hatemu, le manque d'eau à la fin de la mousson peut très rarement donner lieu à un tour d'eau. Dans ce cas, chaque exploitation peut irriguer une fois par semaine le jour ou la nuit.

1.3. Les terrasses de cultures pluviales : le *bari*

1.3.1. Les cultures sèches

Le blé, l'orge, l'association maïs/pommes de terre et l'éleusine constituent les cultures pluviales de base sur le versant de Jubing.

- **Le blé et l'orge (*gahu, jau et uwa*)**

Trois variétés de blé sont cultivées : la variété traditionnelle *seto gahu* (blé blanc) appelée aussi *purano gahu* ou encore *kaling gahu* par les Raï et deux autres variétés *dzumgué gahu* (blé à barbes courtes) introduites par le Bureau de Développement de l'Agriculture appelée aussi localement *dolake, bikase, kalame gahu*. Ces deux dernières variétés correspondraient selon les techniciens du bureau à la variété Pasang Lamu introduite il y a 14

ans et WUK 204 il y a 4 ans. Ces nouvelles variétés permettent un gain de rendement et seraient plus facile à battre mais selon les agriculteurs, plus sensibles à la rouille (*sidure*), aux pluies lors de la floraison et peu adaptées à l'altitude (baisse du rendement à partir de 2400 m) ce qui explique que la variété traditionnelle soit encore largement utilisée. Cette dernière permet d'obtenir jusqu'à un muri par *hal* pour une bonne année soit 500 kg/ha, contre 800 kg/ha en moyenne pour les autres variétés.

Pour l'orge (*jau*), plusieurs variétés sont récoltées : *atchame* (big), *mure* (sans barbes), *ashine* (lorsqu'il grêle les grains tombent au sol). L'orge est difficile à battre et il est seulement utilisé pour la production de bière (*chang*) ou dans l'alimentation des animaux.

L'*uwa*, est un type d'orge (orge nu) aux barbes moins longues que *jau* et à l'épi très compact. Il est surtout cultivé à Kharikhola, Bupsa, Bumburi et Jaubari où il est utilisé pour la *tsampa*, principalement consommée par les Sherpa. Entre 2300 et 2700 m, la culture de l'*uwa* est difficile : le plant croît trop rapidement en automne et meurt par le gel en hiver. A Pangom (2900 m), la culture est à nouveau envisageable puisque la croissance est plus lente et la couche de neige protège les pousses des gelées. A Kharte (2500 m), l'*uwa* est cultivé pour le fourrage pendant la mousson.

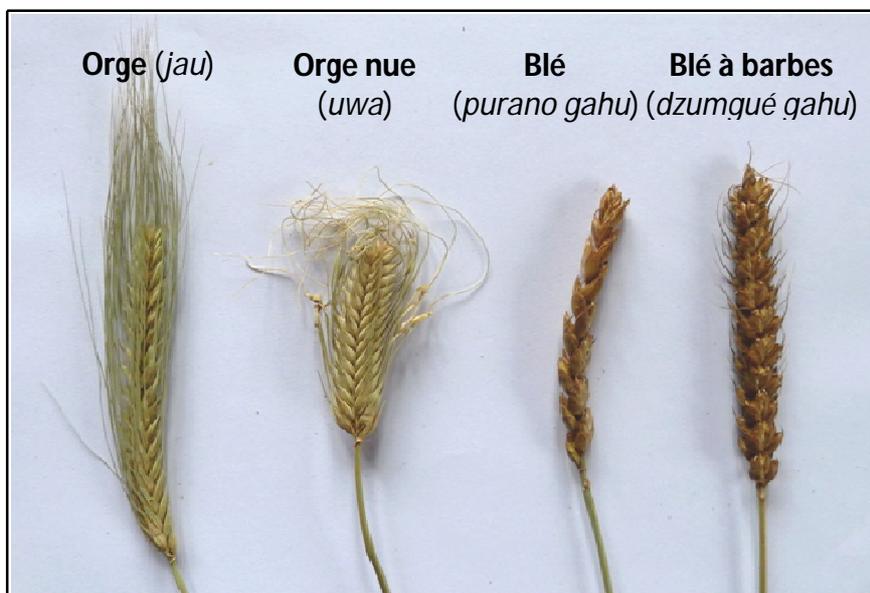


Photo 7 : Les types de blé et d'orge cultivés sur le versant

L'itinéraire technique du blé ou de l'orge est simple. Les grains sont semés à la volée directement sur les chaumes de la culture précédente ou après un déchaumage préalable à l'araire. Ils sont enfouis par un nouveau passage à l'araire puis les mottes sont brisées à la houe pour obtenir un lit de semence homogène. La culture du blé, de l'orge ou de l'*uwa*, ne nécessite pas de désherbage. La récolte débute en mai à 2000 m pour l'orge et se poursuit jusqu'en juin pour le blé. Les épis sont récoltés à la faucille, regroupés en gerbes et ramenés au foyer pour être séchés.

Tableau 2 : calendrier des opérations culturales pour la production de blé (2000 m)

asoj	kārtik	mansir	pus	magh	phāgun	cait	baisākh	jaith	asār	sāun	bhadau		
	oct	nov	déc	jan	févr	mars	avril	mai	juin	juil	août	sept	
	Semis + labour2							Récolte			(Labour1)		

Le battage s'effectue avec un simple morceau de bois ou avec un fléau (*gelvi*) chez les Sherpa (**annexe 14**). Le grain est ensuite séparé du son par les femmes avec le *nanglo*, plateau de forme ronde tressé en bambou. Le rendement moyen en grain pour le blé et l'orge dans le VDC est de 800 kg/ha en moyenne et varie entre 200 et 1600 kg/ha. Les variétés traditionnelles peuvent fournir des pailles de grande taille, la tige pouvant parfois atteindre plus de 1,5m. Le rendement en paille varie entre 1,5 et 2 T/ha. La moitié de la paille est récoltée et stockée, l'autre moitié est pâturée.

- **L'association maïs/pommes de terre (*makai/ālu*)**

Le maïs et les pommes de terre forment une association de culture. Plusieurs variétés traditionnelles de maïs sont cultivées comme le maïs *nimare* à Jubing, *baisakhe* et *phagune* à Bumburi, ou communément *pahelo* (jaune). Le Bureau de développement de l'agriculture aurait introduit il y a 10 ans une nouvelle variété de maïs jaune « manokamona 4 » reconnaissable facilement à la taille des cannes, plus courtes ; pour le maïs traditionnel, elles peuvent atteindre 4 m de hauteur.

L'évènement majeur pour la culture des pommes de terre a sans doute été l'introduction, il y a une vingtaine d'années de nouvelles variétés *pahelo* (jaune). La variété *bhutange* viendrait du Bhoutan comme son nom l'indique et la variété *Khumbule* aurait été offerte par Edmund Hillary aux Sherpa de Namche et de Kumjung puis ramenée ensuite dans le Solu. Auparavant, les variétés *sulke*, *lamce* (de la taille d'un doigt), *belaitte* (allemande), *seto* (blanche) ou encore *bumbaï* (d'Inde) ne fournissaient que de faibles rendements. La variété *rāto* (rouge) est encore cultivée à Pangom ou à Bhalukhop pour son goût. D'autre part, à plus faible altitude, le plant pousse trop rapidement et gêne alors la croissance du maïs. Depuis quelques années, les agriculteurs cultivent aussi les variétés à potentiel de rendement plus élevé fournies par le Bureau de développement de l'agriculture : les variétés PBS (cardinal) et TPS (2nd × 67). Cette dernière permet la production de graines.

Le semis du maïs et des pommes de terre se fait « quand le *Rhododendron* fleurit, que la nouvelle herbe apparaît dans les champs » et « quand le sol est chaud ». Il nécessite au moins quatre personnes : une sème le maïs, l'autre les pommes de terre, une mène l'attelage et la dernière referme le sillon avec la houe (*kodālo*). Les semences sont déposées dans le sillon tous les 30 cm pour la pomme de terre et tous les 30 ou 60 cm pour le maïs suivant la densité de semis désirée. La densité du maïs est ensuite réajustée en récoltant les plants qui n'ont pas formé d'épis. Ils servent de fourrage au bétail. Le premier sarclage s'effectue à la houe au stade trois-quatre feuilles du maïs puis le deuxième au moment de la floraison du maïs dont on butte les pieds pour éviter la verse. Les pieds sont à nouveau buttés au moment de la récolte des pommes de terre à la fin du mois de juillet.

Tableau 3 : calendrier des opérations culturales de l'association maïs/pomme de terre (2000 m)

phāgun	cait	baisākh	jaith	asār	sāun	bhadau	asoj	kārtik	mansir	pus	magh	
	avril	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	jan	févr	mars
Labour2 + semis			Sarclage 1	Sarclage 2	Récolte PdT	Récolte Maïs						Fumure + Labour1

Les épis de maïs sont stockés au grenier ou empilés à l'extérieur sur le *thangra*, structure en bois surélevée. Ils sont décortiqués au fur et à mesure de leur consommation. Le rendement moyen en grain est d'une tonne par hectare mais l'écart est très important entre le bas de versant à Jubing où les rendements peuvent atteindre 5,6 T/ha et la limite supérieure de culture du maïs où le rendement faiblit à 200 kg/ha. Les cannes de maïs sont en partie récoltées et stockées sous forme de meules autour des arbres ou dans les branches. Elles servent de fourrage pour la saison sèche. Les rendements en cannes varient de deux à cinq tonnes par hectare. Pour les pommes de terre, la moyenne récoltée par hectare est de trois tonnes, les rendements pouvant être compris entre 400 kg et 13 T/ha.



Photo 8 : Le stockage du maïs sur le *thangra* pendant la saison sèche

Intérêt de l'association maïs/pomme de terre

Lorsque l'on demande aux agriculteurs la raison de l'association entre maïs et pommes de terre, ils répondent que c'est à cause du manque de surface. Dans l'histoire agraire, c'est en effet le manque de surface qui a encouragé les villageois à intensifier et à complexifier les systèmes de culture. Mais les bénéfices de cette association sont aussi multiples : elle augmente le rendement par unité de surface en maximisant l'utilisation des ressources, réduit la compétition avec les adventices et minimise les risques en stabilisant les rendements (SERAN and al., 2010)³⁷.

L'avantage à associer le maïs et les pommes de terre s'explique par leur complémentarité dans l'exploitation des ressources du milieu. Cultiver les deux espèces ensemble permet alors un meilleur usage des ressources que si elles l'étaient séparément. L'intérêt d'associer deux cultures ne se manifeste que lorsque les deux espèces utilisent des ressources légèrement différentes ou qu'elles les sollicitent à des moments différents (EBWONGU and al., 2001)³⁸. Dans le cas de l'association du maïs avec la pomme de terre, les deux espèces ont des systèmes racinaires qui exploitent des horizons différents : les pommes de terre possèdent des racines superficielles (enracinement jusqu'à 30 cm) alors que le maïs, malgré des racines traçantes, se développe jusqu'à 90 cm de profondeur. Bien qu'ils

³⁷ SERAN T.H., BRINTHA I., 2010, "Review on Maize Based Intercropping", Journal of Agronomy, Vol 9, p135-145.

³⁸ EBWONGU M., ADIPALA E., SSEKABEMBE C.K., KYAMANYAWA S., BHAGSARI A.S., 2001, "Effect of Intercropping Maize and Solanum Potato on Yield of the Component Crops in Central Uganda", African Crop Science Journal, Vol. 9, n° 1, p 83-96.

soient semés en même temps, le maïs et la pomme de terre ont des besoins décalés dans le temps du fait des différences de leur cycle de développement. La pomme de terre a un cycle court d'environ 130 jours contre 200 jours pour le maïs. A 60 jours, les tubercules de la pomme de terre commencent à se former alors le maïs est toujours dans sa phase végétative. A 120 jours, c'est la fin de la formation des tubercules quand le maïs est en floraison et débute le développement des grains.

Les systèmes racinaires et foliaires complémentaires des deux espèces permettent donc de capter plus de lumière et de mieux exploiter l'eau et les nutriments que le ferait une seule espèce. En monoculture, tous les plants sont en compétition aussi bien pour l'exploitation des ressources par les racines que pour l'accès du feuillage à la lumière (SERAN and al., 2010). L'arrangement spatial des pommes de terre et du maïs est donc important pour que deux plants de la même espèce ne se retrouvent pas en compétition. Pour optimiser la densité de semis, la quantité de semis de chaque culture est donc ajustée en dessous de la quantité prévue en monoculture.

En plus de la complémentarité des deux cultures, l'association permet de mieux contrôler les adventices par une couverture totale du sol, mais aussi contrôler la propagation des maladies. Le rendement à l'unité de surface est plus élevé et plus stable que pour la monoculture. Ifenkwe et al. trouvent même lors d'expérimentations au Nigéria que le rendement du maïs n'est pas significativement affecté par l'association avec la pomme de terre³⁹.

- **L'éleusine (*kodo*)**

Aucune variété « améliorée » d'éleusine n'a été introduite par le Bureau de Développement de l'Agriculture. Les variétés *nankātuwa* ou *nankāte* (qui signifie « coupé à l'ongle ») et *mangsire* (c'est-à-dire récolté en *mangsir*, fin novembre dans notre calendrier) sont les plus communes dans le VDC de Jubing. Elles sont aussi appelées de manière indifférenciées *rāto* (rouge) ou *purano kodo*. A Jubing, les agriculteurs cultivent aussi le *dole kodo* (*dolo* signifie rond) dont l'épi ressemble à une boule et une variété plus récente provenant du Bhutan, *bhutange* ou *bhote kodo*. Cette dernière présenterait des grains plus gros mais ne donnerait pas de production pour un semis trop tardif (à la mi-août) à partir de 1800 m.

La culture d'éleusine requiert une main d'œuvre importante surtout lors du repiquage. Le semis à la volée est difficilement réalisable vu la taille des graines (un à deux millimètres de diamètre) et les plants sont bien souvent mal répartis sur la parcelle ce qui nuit à la production. La plupart du temps, deux pépinières sont semées en décalé, de la mi-avril à la mi-juin, pour étaler les travaux de repiquage sur un mois. Le plant repiqué ne doit pas dépasser 30 cm ce qui correspond à moins de deux mois en pépinière.

Tableau 4 : Calendrier des opérations culturales de la production d'éleusine (2000 m)

baisākh	jaith	asār	sāun	bhadau	asoj	kārtik	mansir	pus	magh	phāgun	cait	
	mai	Juin	Juil	août	sept	oct	nov	déc	jan	févr	mars	avril
semis pépinière	Labour repiquage	repiquage	sarclage			Récolte						

³⁹ IFENKWE O.P., ODURUKWE S.O., OKONKWO J.C., NWOKOCHA H., 1989, "Effects of maize and potato populations on tuber and grain yields, net income and land equivalent ratio in potato/maize intercropping", Tropical Agriculture, vol 66, p 329-333.

L'éleusine est soit cultivée seule, soit repiquée en association avec du maïs blanc ou jaune. Le maïs est récolté au début de la maturation des épis d'éleusine. Cette association avec le maïs joue à nouveau sur la complémentarité d'utilisation des ressources dans le temps et dans l'espace.

Les épis d'éleusine sont récoltés en plusieurs passages puis stockés dans de petits silos fabriqués en bambou appelés *baghari*. Le décorticage s'effectue au mortier et au pilon. Le rendement en grain est de 900 kg/ha en moyenne et varie de 160 kg à trois tonnes par hectare. Les pailles d'éleusine sont de bonne qualité pour l'alimentation des animaux et sont disponibles pendant la saison sèche. A partir de 2000 m, des agriculteurs produisent de l'éleusine seulement pour la qualité de son fourrage. Les doses de semence sont moindres (3 mana/hal), pour un rendement en foin qui atteint une demi tonne par hectare.

- **Les autres cultures sèches**

D'autres cultures sèches interviennent aussi dans les rotations. Elles sont plantées seules ou en association avec les cultures de base.

-Le riz pluvial (*ghaiyā dhān*)

Le riz pluvial était déjà cultivé il y a une vingtaine d'année en bas de versant chez les Rai de Jubing. Aujourd'hui, il en reste très peu. Mis à part l'avantage de produire de longues pailles pour la confection de nattes, la production serait trop faible par rapport aux autres cultures et le désherbage peu aisé. A Kharikhola (2000 m), depuis huit ans, des essais de plantation à partir de variétés appelées *himali dhan* (riz rouge d'altitude) donne des rendements acceptables. Ces variétés ont été introduites entre 1980 et 1995 sur le versant de moyenne montagne de Salmé (RIPERT, 2003)⁴⁰, où il est contrairement irrigué mais présente aussi l'avantage de pouvoir s'implanter à une altitude supérieure aux variétés classiques. Environ cinq exploitations de Kharikhola en produisent sur moins de un hectare. Le riz pluvial est couramment cultivé en rotation avec du blé. La terrasse de culture n'est pas endiguée et il n'y a pas de submersion du riz. Le terrain, bien drainé, est travaillé et ensemencé à sec. Malgré le fait que ce soit du riz pluvial, les agriculteurs disent utiliser le même itinéraire technique que pour l'éleusine. La pépinière débute à la mi-avril et le repiquage s'effectue deux mois plus tard à la mi-juin. Un désherbage est nécessaire fin août et le riz est récolté fin octobre. Pour deux *pathi* semés par *hal*, le rendement peut atteindre 50 *muri* (soit 800 kg/ha).

-Le maïs blanc ou petit maïs (*seto makai* ou *sano makai*)

Plusieurs variétés ont été introduites il y a 10 ans par le Bureau de développement de l'agriculture : la variété *ganesh 1* (du nom du fils de Shiva), la *manokamona 1* (du nom d'un temple à Katmandou) et la variété *american satiya* (littéralement « 60 jours »). Les Rai et les Kamis l'appellent *bhote makai* car il a été implanté en premier par les Sherpa dans le VDC et qu'il est probablement plus adapté au froid que le maïs jaune. Le maïs blanc ne nécessite qu'un seul sarclage et sa durée de cycle est inférieure d'un mois au maïs jaune ce qui lui permet de s'insérer après le blé dans la rotation. Il est récolté environ un mois plus tard que le maïs jaune.

-La moutarde (*tori*)

Deux types de variétés traditionnelles sont cultivées suivant l'altitude : à Kharikhola (2000 m), la *bhadaure* (qui se sème en *bhadau*, c'est-à-dire à la mi-août) et à Jubing (1700 m), la *tin mahine* (littéralement « trois mois ») puisque le cycle de la plante se limiterait à trois

⁴⁰ SMADJA J. et al., 2003, Histoire et devenir des paysages en Himalaya, p 451, Paris, CNRS Edition.

mois !). La moutarde est cultivée seule ou mélangée au semis avec l'orge ou le blé lorsque l'exploitation manque de terre. La récolte se fait pendant l'hiver jusqu'à mi-avril. Les graines sont surtout utilisées pour l'huilerie.

-Le sarrasin (*phāpar*)

La culture du sarrasin est possible pendant deux saisons de l'année. Le sarrasin de mousson ou sarrasin amer (*tite phāpar*) est semé à la mi-mars après l'éleusine (rotation blé/éleusine/sarrasin) ou le maïs. Il est récolté fin juillet au cœur de la mousson ce qui peut parfois causer des problèmes au séchage. Le sarrasin de saison sèche ou sarrasin doux (*mithe phāphar*) est semé en août après la récolte de pommes de terre et de maïs soit du blé et récolté en novembre. Un *pathi* semé par hal donne sept *pathi* pendant la mousson et jusqu'à dix *pathi* pendant la saison sèche.

-Les haricots (*simi*)

Les haricots sont surtout cultivés à partir de 2300 m où la culture de l'éleusine n'est plus possible, comme dans les hameaux de Bhalukhop ou de Kharte. Deux variétés locales sont utilisées : une blanche et une rouge. Ils sont ajoutés dans l'association pommes de terre/maïs où ils croissent sur des tuteurs. On les trouve plus rarement en association du blé ou de l'orge.

-Le soja (*bhatmās*)

Le soja est semé en juin en bordure des terrasses d'éleusine, de maïs blanc ou sur les diguettes des casiers rizicoles. La récolte se fait à la mi-novembre.

-La lentille (*mās*)

La lentille rouge (*rāto mās*) est cultivée en altitude par les Sherpa dans les hameaux de Bupsa et Bumburi. Elle s'insère dans la rotation Maïs +PdT / Blé / Lentille à la place de l'éleusine. Elle est semée en juillet, désherbée mi-août quand le plant atteint 30 cm de haut. La récolte se fait à la mi-novembre par arrachage des plants qui sont ensuite battus.

-Le taro (*pindālu*)

Deux types de taro sont cultivés : *pindālu* et *kerā pindālu* (taro à feuilles de bananier). Ce tubercule est semé de manière éparsée dans l'association maïs/pomme de terre et il est récolté en à la mi-novembre. Il est aussi cultivé seul dans les jardins ou à proximité de points d'eau.

1.3.2. Le travail du sol dans le *bari*

Le travail de préparation du sol est réalisé avec l'araire et la houe (**annexe 14**). L'araire est un outil à traction animale muni d'une simple pointe ferrée qui scarifie le sol sans le retourner et détruit de ce fait très incomplètement les adventices. C'est un outil symétrique mais un retournement partiel est possible lorsque le paysan incline le manche par rapport à l'axe vertical. On distingue deux types d'arairage :

- *bajo marne* ou déchaumage qui permet d'ameublir le sol, d'enfouir du fumier et les chaumes. C'est le cas du premier travail aratoire avant le semis des pommes de terre et du maïs.

- *biu ropne* pour le semis grain par grain dans le sillon ou *biu charne* lorsque l'arairage permet d'enfouir les graines semées à la volée. C'est le cas du semis des pommes de terre et du maïs où les tubercules et graines sont déposés dans le sillon créé lors du passage de l'araire.

Le travail aratoire doit souvent être complété par l'utilisation de la houe pour briser les mottes et refermer le sillon. Elle remplace aussi l'araire là où son passage n'est pas possible. Les travaux de sarclage sont réalisés soit à la main, soit à la houe ou avec le *koma*, un outil formé d'une lame incurvée permettant de racler le sol (**annexe 14**).

1.3.3. Fertilisation et reproduction de la fertilité du *bari*

Le renouvellement de la fertilité des terres se fait exclusivement par le fumier et la vaine pâture des chaumes, très peu d'agriculteurs utilisent des fertilisants chimiques. En effet, le prix élevé des intrants et leur approvisionnement irrégulier rendent leur usage impossible pour la majorité des exploitations. De plus, les villageois considèrent que l'engrais déstructure le sol contrairement à la fumure organique. L'épandage du fumier (*mol*) s'effectue le plus souvent mi-février lors du premier labour avant le semis du maïs et des pommes de terre mais plus rarement avant le semis du blé. Les quantités épandues, transportées par *doko*, varient de sept à 11 T/ha. Selon les techniciens du Bureau de développement de l'agriculture, sans fertilisants chimiques, la quantité optimale épandue devrait être de 12 tonnes par hectare.

Le fumier est fabriqué dans les *goth*, abris mobiles pour le bétail déplacés sur les terrasses pendant la saison sèche. Faire le fumier en stabulation mobile permet de pallier la difficulté de transport du fumier. Les déjections animales des bovins et des buffles sont mélangées avec de la litière ramassée en forêt (litière de feuillus ou aiguilles de pins). Le fumier du cochon et le lisier des chèvres servent pour le potager et les terres à proximité de la maison. Le fumier est seulement produit pendant la saison sèche car il n'est plus possible de récolter la litière pendant la mousson et les risques de lessivage sont trop importants.

Les exploitants qui ne possèdent pas de bétail proposent souvent à des éleveurs de venir pâture leurs résidus de culture. Dans ce « contrat de fumure », le pâturage gratuit des terres permet d'apporter en partie la fumure nécessaire au renouvellement de la fertilité.

1.3.4. Des cultures sèches entièrement dépendantes des précipitations d'hiver et de la mousson

La majorité des cultures sont cultivées pendant la mousson et de ce fait une grande part de la production agricole dépend directement des conditions climatiques de la mousson et des quelques mois qui la précèdent. Pour le maïs et les pommes de terre, les précipitations d'avril sont déterminantes pour la germination et le développement des jeunes plants. Le maïs nécessite entre 500 et 1650 mm de pluies pour une production optimale (MANANDHAR and al., 1996)⁴¹. Pour les pommes de terre, les besoins sont moindres (400 à 600 mm). Mais, outre la quantité des précipitations, leur répartition dans le temps est primordiale. Un excès d'eau au début du cycle des pommes de terre et du maïs favorise seulement la croissance végétative et la production est moindre. Des canaux sont parfois creusés pour drainer les excès d'eau et éviter que les plants ne pourrissent.

Pour les cultures d'hiver ou de saison sèche (blé et orge), l'absence de précipitations est le facteur le plus limitant de la production. Les besoins en eau sont compris entre 500 et 875 mm pour le blé et entre 400 et 600 mm pour l'orge. En moyenne, les précipitations s'élèvent à 460 mm d'octobre à mai⁴². Mais à nouveau, plus que leur quantité, c'est la répartition des précipitations qui est primordiale. Les besoins sont les plus forts pendant le

⁴¹ MANANDHAR D.N., SHAKYA D.M., 1996, "Climate and Crops of Nepal", NARC and Swiss agency for development and cooperation, September 1996, p 59.

⁴² Climatological records of Nepal 1991-1998, Department of Hydrology and Meteorology, Station de Jiri (district Dolokha), Lat.: 27°38' N, Long. : 86°14' E, Altitude : 2003 m. amsl

mois de novembre c'est-à-dire après le semis pour la croissance végétative et en février pour l'épiaison et la floraison. Si les précipitations hivernales sont trop faibles, les rendements en blé ou en orge peuvent être aisément divisés par deux ou nuls. D'autre part, le murissement des grains et la récolte début mai nécessitent des conditions climatiques sèches. En effet, un mois de mai brumeux et mouillé fait pourrir la récolte et verser la moisson.

Pour l'éleusine, les précipitations sont nécessaires pour le repiquage mais cela ne pose que rarement des problèmes puisqu'en juillet, la mousson est au plus fort et les besoins de l'éleusine se situent autour de 350 à 400 mm.

D'autres événements climatiques peuvent aussi être défavorables pour les cultures:

- des vents violents peuvent casser les plants de maïs pendant les mois de juin et juillet,
- la grêle (*āshinā*) dont le risque est le plus élevé en avril peut détruire localement les jeunes plants de pommes de terre et de maïs et anéantir la récolte de blé et d'orge,
- enfin, les gelées tardives en mars peuvent avoir un impact important sur les cultures de blé et d'orge.

1.3.5. L'impact des maladies, ravageurs et dégâts des animaux sauvages

Aucun pesticide, ni fongicide n'est utilisé contre les maladies ou les ravageurs que peuvent rencontrer les exploitants. Les différentes maladies, ravageurs et facteurs climatiques nuisant aux cultures ont été répertoriés dans le tableau suivant :

Tableau 5 : Maladies et ravageurs par culture

CULTURE	CHAMPIGNONS, RAVAGEURS, FACTEURS CLIMATIQUES
Blé/Orge	-la <u>rouille jaune</u> (<i>siduré</i>) : les feuilles jaunissent suite au développement d'un champignon favorisé par une forte humidité relative -la <u>carie commune du blé</u> (<i>kalopoké</i>) : les grains de l'épi infectés par ce champignon deviennent noirs et les tissus internes sont remplacés par une masse de spores fongiques. La maladie se propage très rapidement et peut donner lieu à de fortes pertes l'année suivante si les semences contaminées ne sont pas éliminées.
Maïs	- <u>maladie des taches grises</u> (<i>pat lapé, kuyaré, doruwa</i>) : c'est une maladie destructrice, le champignon provoque des lésions dans les feuilles inférieures, les lésions deviennent grises et la feuille est brûlée. La rotation de culture et le travail du sol pour réduire les niveaux d'inoculum sont les principales stratégies de lutte. -dégâts du porc-épic
Pommes de terre	- <u>mildiou</u> : il apparaît des taches noires à l'extrémité des feuilles et des tiges, une moisissure peut ensuite se développer et le plant s'affaisse rapidement. Les tubercules peuvent aussi être atteints. -dégâts du porc-épic
Eleusine	- <u>foreur de tige</u> (<i>chopsti [Sh]</i>) : insecte qui s'insère entre la tige et l'épi L'éleusine est relativement aux autres cultures peu sensible aux maladies et ravageurs. -fortes précipitations pendant la floraison
Phāpar	-fortes pluies et vent : verse

D'autres pertes de rendement sont liées aux prélèvements et aux dégâts des animaux forestiers. Ces pertes peuvent s'élever à 50% de la production. Les principaux animaux ravageurs sont le porc-épic, les faisans, les chevreuils, les ours et les singes. Face aux dégâts

importants dans certaines exploitations, des agriculteurs n'hésitent pas à dormir dans leur champ de pommes de terre pendant plus de quatre mois (de mi mai à mi août) pour prévenir les attaques nocturnes du porc-épic.

D'autres ravageurs interviennent pendant le stockage. Les épis, tubercules ou grains sont stockés à l'intérieur de la maison dans de petits silos ouverts appelés *baghari*, dans des coffres en bois, ou de grands récipients de cuivre pour les semences qui serviront l'année suivante. Les récoltes stockées sont sensibles aux rongeurs, larves de papillon et à de petits insectes (*gun*). Une poudre chimique est parfois utilisée pour conserver les semences, sinon un bon séchage suffit.

1.4. Les jardins-vergers

Les jardins vergers sont très courants. Situés à proximité de la maison, il est facile de les fertiliser, de les arroser et de récolter leur production pour la préparation des repas. Ils sont établis sur des surfaces plutôt limitées et protégées par des clôtures tressées en bambou. On y pratique la culture de légumes à croissance rapide : des légumes feuilles comme les épinards, des carottes, des radis, du chou, du chou fleur, des pois, des courges, des haricots, des tomates, etc. Les graines sont achetées au technicien agricole, à Salleri ou Katmandu. Il existe deux saisons de production : une première saison pendant la mousson de mi mai à mi août et une deuxième période pendant la saison sèche de septembre à mi décembre. Pendant la première saison, les précipitations sont abondantes et la croissance est rapide, alors que pour la deuxième il faut parfois irriguer mais les légumes ont plus de goût.

Cinq exploitations ont fait l'investissement dans une serre souvent avec l'aide d'une ONG ou du district. La plantation sous serre est beaucoup plus développée à partir de Lukla où le climat est plus frais. La plantation des pépinières se fait en mars pour la première saison et début juillet pour la deuxième. La serre protège les jeunes plants des conditions extérieures (gelée, grêle, fortes pluies, etc.). Au bout d'un mois, les plants de chou, de tomate, de piment sont vendus aux autres villageois entre deux et dix roupies. Mettre en place une pépinière avec ou sans serre représente un investissement et toutes les exploitations ne sont pas prêtes à prendre le risque. La demande pour de jeunes plants est élevée.

Hors-saison, les légumes frais sont remplacés par des légumes secs, appelés *gundruk* (feuilles d'épinards sèches que l'on réhydrate lors de la préparation du repas), du chou stockée, ou du soja fermenté (*goyan*). La consommation de légumes est complétée par la récolte de produits forestiers comme les jeunes pousses de bambou, les crosses de fougère (en juin/juillet) ou les champignons (en mai/juin).

Les insectes sont les principaux ravageurs des légumes surtout pendant la mousson. Des produits préventifs, comme le tabac, les cendres, certaines espèces végétales, comme *Artemisia vulgaris* (localement nommée *Tite pati*), sont utilisés avec plus ou moins de succès.

Le jardin potager est accompagné de cultures annuelles telles que le piment, les aubergines, les bananiers, la canne à sucre ou la chayotte (*iskus*). On trouve également de nombreux arbres fruitiers : pruniers (*āru* ou *Prunus persica*, *ālubakhaDā* ou *Pyrus domestica*), poiriers, pommiers (*syāu* ou *Pyrus malus*), des orangers (*junār* ou *Citrus sinensis*), des mandarines (*suntalā* ou *Citrus nobilis*) ou encore des citronniers. De petites plantations de thé autour de la maison sont destinées à l'autoconsommation et plus rarement à la vente. Les jeunes feuilles sont récoltées deux fois par an pendant les mois de mai et de novembre.

1.5. La production des talus du *bari*

1.5.1. Les arbres fourragers

Dans les 20 dernières années, les difficultés grandissantes d'accès à l'espace forestier à cause de sa dégradation (les temps de trajet sont plus importants et la forêt est moins productive à cause de la surexploitation) et la mise en place de la gestion communautaire ont encouragé les villageois à intégrer l'arbre dans l'espace cultivé. En bas de versant, cette intégration de l'arbre a été plus précoce du fait de l'éloignement plus important des ressources forestières. Les pratiques agro-forestières consistent simplement à préserver, sélectionner et protéger les jeunes plants qui se régénèrent naturellement sur le bord des terrasses, les graines étant en partie apportées par le fumier. Elles permettent un accès privé au fourrage sans dépendre des ressources collectives. L'arbre joue un rôle multiple : la lutte contre l'érosion, le maintien de la fertilité, la fourniture de bois de feu et de fourrage. Au Népal, plus d'une centaine d'arbres et d'arbustes servent à l'alimentation des animaux (JOSHI, 1990)⁴³. Sur le versant de Jubing, on retrouve cette diversité puisqu'au moins une vingtaine d'espèces ont été identifiées comme fournissant du fourrage foliaire (**annexe 15**).



Photo 9 : Un paysan coupe avec son *kukhuri* le fourrage de la partie basse d'un *qoqan* (*Saurauia nepaulensis*)

La gestion des arbres fourragers

La majorité des arbres sont utilisés de fin novembre à début juin. Ils sont en moyenne émondés une fois par an. Leur feuillage est distribué en vert aux animaux et les branchettes sont récupérées, séchées puis servent de bois de feu. Les espèces de moyenne montagne prennent cinq à dix ans pour produire alors que cette durée serait réduite entre trois et dix ans pour les basses montagnes (JOSHI, 1990). Les arbres de moins de trois ans sont légèrement émondés sans toucher la partie apicale. Pour les arbres plus grands, la récolte s'effectue en

⁴³ JOSHI N.P., SINGH S.B., 1990, Availability and use of shrubs and tree fodders in Nepal, Shrubs and tree fodders for farm animals: proceedings of a workshop in Denpasar, Ottawa, IRDC.

une seule ou plusieurs coupes de la base vers le haut et peut laisser l'arbre entièrement dépourvu de feuillage. Le rendement en fourrage varie de 10 à 400 kg/arbre/an et dépend de l'espèce, son emplacement (climat et sol), de son âge, de la saison et la méthode d'émondage (PAUDEL, 1992)⁴⁴. La saison de récolte débute après les récoltes hivernales (éleusine, sarrasin), à partir de novembre et s'arrête avant la nouvelle poussée au printemps.

Tableau 6 : Rendement en fourrage foliaire et période de récolte des principales espèces

Nom népali	Nom scientifique	Rendement (kg/arbre/an)	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
katus	<i>Castanopsis tribuloides</i>	40-60												
dudhilo	<i>Ficus nemoralis</i>	-												
nebharo	<i>Ficus roxburghii</i>	60-80												
lānkuri	<i>Fraxinus floribunda</i>	-												
paiyu	<i>Prunus cerasoides</i>	80-120												
phalānt	<i>Quercus glauca</i>	80-100												
khasru	<i>Quercus semecarpifolia</i>	30-40												
gogan	<i>Saurauia nepaulensis</i>	10-20												
Cilaune	<i>Schima wallichii</i>	-												

Source: PAUDEL K.C., TIWARI B.N., 1992, *Fodder and forage production, Sustainable livestock production in the mountain agro-ecosystem of Nepal, Rome, FAO*

Une contribution non négligeable dans l'alimentation des animaux

Les arbres fourragers permettent de substituer une partie de l'alimentation en fourrage qui provenait uniquement de la forêt auparavant et de réduire avantageusement le temps de trajet pour sa collecte. Contrairement à certaines zones de basses montagnes comme le district de Gulmi et d'Argha Kanci (SMADJA, 1995)⁴⁵, le nombre d'arbres fourragers reste insuffisant pour permettre aux exploitations de fonctionner indépendamment de la forêt.

Pendant la saison sèche, période d'étiage fourrager où l'alimentation est de fait la principale contrainte de l'élevage, les arbres fourragers fournissent 25 à 50% de l'affouragement suivant le système de production. Pour chaque système de production, les différences sources d'approvisionnement en fourrage sont précisées dans l'**annexe 17**. Le fourrage foliaire apporte un complément aux résidus de culture (souvent de faible qualité et en quantités insuffisantes) qui ne permettent pas à eux seuls de remplir les besoins d'entretien des animaux et encore moins les besoins de production.

Tableau 7 : Valeur nutritive des résidus de culture (calculée en % de la matière sèche)

Résidu de culture	% protéine brut
Paille de riz	3.5
Paille de blé	7.7
Paille d'éleusine	6.7
Tige de maïs	5

Source: PAUDEL K.C., TIWARI B.N., 1992, *Fodder and forage production, Sustainable livestock production in the mountain agro-ecosystem of Nepal, Rome, FAO*

⁴⁴ PAUDEL K.C., TIWARI B.N., 1992, *Fodder and forage production, Sustainable livestock production in the mountain agro-ecosystem of Nepal, Rome, FAO*

⁴⁵ SMADJA J., 1995, « Sur une dégradation annoncée des milieux népalais : initiatives villageoises pour remplacer les ressources forestières », *Nature-Sciences-Sociétés*, 3 (3), p197.

Les qualités nutritionnelles des fourrages foliaires utilisés à Jubing sont reportées ci-dessous :

Tableau 8 : Composition chimique (en pourcentage de matière sèche) des principaux fourrages utilisés à Jubing

Nom népal	Nom scientifique	%DM	%CP	%NFE	%EE	%CF	%Total ash
Titepati*	<i>Artemisia vulgaris</i>	-	16.4	54.4	4.2	16.1	8.9
Katus	<i>Castanopsis tribuloides</i>	48.5	8.2	-	2.8	-	4.9
Thotne*	<i>Ficus hispida</i>	31.7	24.2	35.3	4.1	23.9	12.4
Dudhilo	<i>Ficus nemoralis</i>	30	13.4	51.1	4.3	19.0	12.2
Nebharo	<i>Ficus roxburghii</i>	37	18.3	39.7	4.5	36.8	11.3
Lānkuri	<i>Fraxinus floribunda</i>	-	-	-	-	-	-
Paiyu	<i>Prunus cerasoides</i>	43.5	11.6	58.7	4.0	12.5	13.2
Phalānt	<i>Quercus glauca</i>	-	-	-	-	-	-
Khasru	<i>Quercus semecarpifolia</i>	69.2	8.7	-	7.6	-	3.1
Gogan	<i>Saurauia nepaulensis</i>	40	6.2	-	-	-	1.1

DM : matière sèche (dry matter) ; CP : protéine brut (crude protein) ; NFE : extrait azote libre (nitrogen-free extract) ; EE : extrait éther (ether extract) ; CF : fibre brute (crude fiber)

*ces deux fourrages sont des herbes qui poussent sur les talus

Source : PAUDEL K.C., TIWARI B.N., 1992, Fodder and forage production, Sustainable livestock production in the mountain agro-ecosystem of Nepal, Rome, FAO

De manière générale, ces espèces sont riches en protéine brute dont la teneur varie de 6 à 24% alors que celle des résidus de culture ne dépasse pas les 8%. Quant à la teneur en matière sèche, elle se situe en moyenne à 40%. Ces teneurs peuvent varier de manière importante sur le même arbre en fonction de l'âge, de la position des feuilles sur l'arbre ou de la maturité du feuillage (PAUDEL, 1992).

Le fourrage foliaire est aussi connu pour avoir des propriétés toxiques ou anti-nutritives. Par exemple, les paysans de Jubing expliquent que les jeunes feuilles ont des effets toxiques sur les animaux. Certaines espèces augmentent ou diminuent la production de lait et la matière grasse du lait. D'autres sont à l'origine de dysphagie⁴⁶, d'hématurie⁴⁷ ou de problèmes urinaires (JOSHI, 1990).

Pratiques agroforestières: quels effets des arbres fourragers sur les cultures ?

Les effets des pratiques agroforestières restent difficiles à déterminer sur le rendement des cultures. En effet, d'une part, les arbres sont en compétition pour l'accès à la lumière ou pour l'accès à l'eau, même si leurs racines explorent des horizons plus profonds. Ces inconvénients directs vont dans les sens d'un ralentissement de la croissance et d'une baisse des rendements. Selon Joëlle Smadja, dans les secteurs de basses montagnes, « la plantation des arbres est surtout néfaste au-delà de 1700 m car l'ombre portée s'ajoute aux pluies plus abondantes et aux températures plus fraîches de cet étage pour réduire les rendements. Mais dans ces secteurs d'altitude la forêt est moins dégradée et la plantation d'arbres moins nécessaire » (SMADJA, 1995)⁴⁸. D'autres parts, il convient de prendre en compte les effets indirects qu'apportent les arbres fourragers. L'accès à un fourrage en quantité pendant la

⁴⁶ Difficulté à ingérer les aliments, troubles de la déglutition

⁴⁷ Présence de sang dans les urines

⁴⁸ SMADJA J., 1995, « Sur une dégradation annoncée des milieux népalais : initiatives villageoises pour remplacer les ressources forestières », Nature-Sciences-Sociétés, 3 (3), p197.

saison sèche permet de nourrir mieux les animaux voire plus d'animaux et de produire du fumier en abondance. L'arbre fourrager instaure de nouveaux flux de biomasse sur le versant pour le renouvellement de la fertilité. De plus, par son action antiérosive, il contribue à réduire les pertes de sol liées aux fortes précipitations de la mousson. Adapter la période d'émondage en relation avec les rotations et le développement des cultures peut permettre de réduire les effets négatifs des arbres sur les cultures.

Sur le versant de Jubing, l'agroforesterie touche ses limites avec l'augmentation de l'altitude. En bas de versant, ces pratiques sont très courantes et la densité d'arbre est importante alors qu'à Kharikhola l'altitude, l'exposition et la proximité de la forêt limitent l'implantation des arbres aux terrains à proximité des maisons, des sentiers ou des torrents. Après tout, dans une économie d'autosubsistance, les cultures céréalières représentent encore pour une large part la survie de l'exploitation.



Photo 10 : Arbres fourragers dans terrasses de culture à Chokhā (majoritairement *Ficus nemoralis*)

1.5.2. Les graminées fourragères

Sur le versant, il n'y a pas de terrasses consacrées à la production d'herbe, du fait du peu de surface disponible pour les cultures vivrières. Ainsi, de juin à octobre, pour la majorité des exploitations, les animaux sont alimentés uniquement à partir du fourrage herbacé (*bhuighās*) poussant abondamment sur les talus des terrasses du *bari*. Les espèces les plus connues sont *titepati* (*Artemisia vulgaris*) utilisée surtout dans l'alimentation des chèvres, *thotne* (*Ficus hispida*) qui possèdent une teneur en protéine brute intéressante (**tableau 8**), ou encore le dactyle. L'herbe peut y être fauchée au mois d'août et septembre pour constituer quelques réserves de foin pour la saison sèche.

Les talus représentent un potentiel important pour la production de fourrage. En effet, suivant la pente, la surface du talus est parfois aussi étendue que la surface en terrasse. Dans les collines de l'Est du Népal, ces talus ont été estimés à 25% de l'espace cultivé (PAUDEL, 1992). Cette proportion est probablement similaire sur les pentes enterrassées des moyennes montagnes.

1.6. Bilan sur les systèmes de cultures et approche de modélisation

Dans une économie agricole encore majoritairement orientée vers l'autosubsistance, la culture des céréales représente la survie de la famille. L'écosystème cultivé fournit aussi un fourrage non négligeable pour l'entretien du bétail aussi bien par l'utilisation des talus ou par les résidus de culture.

La faiblesse des moyens de production notamment pour le travail du sol qui reste essentiellement manuel et pour le transport pèsent sur la productivité des systèmes de culture. Les exploitations n'ont pas accès aux moyens de production de l'industrie comme les engrais ou les pesticides et la fumure organique reste le paramètre clé qui a le plus d'impact sur les rendements. Cette ressource est le plus souvent limitante et elle est affectée de la meilleure façon possible notamment à proximité de l'exploitation et dans les jardins. Selon le Bureau de développement de l'agriculture, l'introduction de variétés améliorées aurait permis d'augmenter les rendements de 25 à 40 %. Le potentiel d'augmentation des rendements serait encore plus important mais les faibles moyens d'irrigation et la fertilisation sont les principales contraintes.

Les rendements actuels sont très variables suivant les étages du versant. La diminution des rendements par unité de surface avec l'altitude, causée par le gradient thermique, peut être contrebalancée par les effets de l'exposition, de la fertilisation, du type de sol ou de la pression parasitaire qui diminue avec l'altitude. Autrement dit, une multitude de paramètres entrent dans l'élaboration du rendement. Le **tableau 9** permet de constater la faiblesse des rendements du VDC de Jubing par rapport aux rendements moyens nationaux. Pour chaque culture, l'estimation des produits et consommations intermédiaires (limitées aux semences) permet d'évaluer la valeur brute par hectare. En calculant cette valeur ajoutée brute par rotation associée à chaque étage de culture, on peut mettre en évidence de forts écarts qui auront leur importance dans la viabilité des systèmes de production (**tableau 10**).

D'autre part, on remarque que malgré une valeur ajoutée brute des plus élevées, la productivité du travail pour l'éléusine et le riz irrigué sont les plus faibles. Cela s'explique par les besoins importants en main d'œuvre pour ces cultures notamment lors du repiquage.

Tableau 9 : Rendements et valeurs ajoutées brutes par type de culture

		MAÏS	POMME DE T.	BLÉ/ORGE	ÉLEUSINE	RIZ IRRIGUÉ
RENDEMENT MOYEN (kg/ha)	1600-1900 m	1470	5140	530	1600	1000
	1900-2300 m	930	2730	930	800	
	2300-2500 m	1070	4400	930		
	2900 m		3130	470		
RENDEMENT MOYEN* NATIONAL (kg/ha) en 2002		1800	10 500	1880	1100	2740
SEMENCE (kg/ha)		30	830	80	20	30
PRIX (Rs/kg)		50	15	70	50	80
VAB (Rs/ha)	1600-1900 m	72 000	64 700	31 500	79 000	77 600
	1900-2300 m	45 000	28 500	60 000	39 000	
	2300-2500 m	52 000	53 500	60 000		
	2900 m		34 500	27 300		
JOURNÉES DE TRAVAIL AVANT BATTAGE (j/ha)		40		8	50	55
PRODUCTIVITE DU TRAVAIL (Rs/j)	1600-1900 m	3400		3900	1600	1400
	1900-2300 m	1800		7500	780	
	2300-2500 m	2600		7500		
	2900 m			3400		

*Source : SHRESTHA S.H., 2004, Economic geography of Nepal, Kathmandu, Educational Publishing House.

NB: une journée de travail correspond à celle d'un journalier (6 heures de travail)

Tableau 10 : Evolution des rotations avec l'altitude et valeurs ajoutées

Altitude (m)	Rotation sur le <i>bari</i> pour 2 ans	VAB/ha/an (Rs)
1600-1900	Maïs+PdT/Eleusine//Maïs+PdT/Eleusine	217 000
1900-2300	Maïs+PdT//Blé ou orge/Eleusine	81 400
2300-2500	Maïs+PdT//Blé ou orge/Lentille	103 400
2900	PdT//Orge	28 900

NB : ce tableau prend en compte l'évolution des rendements avec l'altitude

2. Les systèmes d'élevage

L'élevage joue différents rôles dans le fonctionnement de l'exploitation. Tout d'abord, il fournit les produits carnés et laitiers pour l'alimentation humaine. Il est étroitement lié aux systèmes de cultures en assurant le renouvellement de la fertilité (parfois, des animaux sont seulement gardés pour la production de fumier) et en fournissant une force de traction pour les travaux aratoires. Il possède un rôle d'épargne, les animaux sur pied représentant un capital mobilisable en cas de besoin. Les animaux ont aussi une importance dans les rituels religieux. Les paysans de religion hindou ou kirant offrent des chevreaux ou des porcs en sacrifices pour les dieux qu'ils vénèrent (comme *Purve*, *Nagi* ou *Debi*) dans de petites forêts préservées sur le versant. Des poulets sont aussi sacrifiés lorsque l'on fait appel à la médecine traditionnelle des chamanes (appelés *dhāmi*).

Un système d'élevage est « l'ensemble des ateliers et des techniques qui permettent de produire des animaux ou des produits animaux dans des conditions compatibles avec l'objectif de l'agriculteur et avec les contraintes de l'exploitation. Il est décomposé en trois sous systèmes principaux : le système fourrager, le système de conduite du troupeau, le système de valorisation de la production animale » (SEBILLOTE, 1982)⁴⁹.

Pour chaque système d'élevage, on calculera la valeur ajoutée brute moyenne à partir du produit brut puis en lui soustrayant les consommations intermédiaires. Cette modélisation permettra par la suite de simplifier les calculs des résultats économiques des systèmes de production. En effet, les enquêtes sur le terrain nous montrent que la conduite des troupeaux varie peu d'un système de production à l'autre.

2.1. L'élevage bubalin

Dans le VDC de Jubing, l'élevage de buffle ne dépasse pas les 2400 m. Au-delà de cette limite les conditions climatiques sont trop froides. Une race « améliorée » appelée *lauri*, a été introduite il y a une dizaine d'années par le Bureau de Développement de l'Élevage du district. Certains villageois possèdent des mâles *lauri* pour effectuer des croisements avec les mères locales.

⁴⁹ SEBILLOTE M., 1982, « Les systèmes d'élevage », in Séminaire du département d'agronomie de l'INRA, Vichy.

2.1.1. Un mode de conduite exigeant en fourrage et en main d'œuvre

L'élevage de buffle se fait à petite échelle : les exploitations élèvent un à six buffles et en moyenne trois têtes. Les buffles sont moins agiles que les vaches ou les chèvres et se déplacent moins facilement sur les terrains rocaillieux et en pentes relativement fréquents à Jubing. Par ailleurs, le troupeau au pâturage ne peut être surveillé par des enfants qui sont couramment préposés au gardiennage des autres animaux car les buffles sont de trop gros format et peuvent parfois être agressifs. Ils restent donc à l'attache au piquet en stabulation et ne s'en éloignent que pour la vaine pâture des chaumes sur les terrasses de culture et plus rarement monte aux *kharkā* (pâturage d'altitude) pendant la mousson. L'étable (*goth*) est déplacée dans les terrasses à proximité de l'exploitation pendant la saison sèche pour fumer les terres.



Photo 11 : Un buffle au pâturage dans un *kharkā*.

L'alimentation est constituée de 20 à 30 kg de fourrage qui provient soit d'arbres fourragers pendant la saison sèche, soit d'herbe (*khar* ou *kanlo ghās*) pendant la mousson. Pendant la saison sèche, le fourrage foliaire est coupé par du fourrage sec (paille de blé, fanes de maïs, etc.). Cette ration est complétée par 300 g de farine de maïs ou d'orge, du sel, des drêches et 20 L d'eau en saison sèche. Un buffle ingère donc les mêmes quantités de fourrage et de compléments que deux vaches. Ce mode de conduite à l'attache et en stabulation est exigeant en main d'œuvre à cause des quantités importantes de fourrage qu'il faut transporter mais peu risqué car les buffles représentent un capital sur pied important.

2.1.2. Les produits : la viande et le lait

Les femelles produisent en moyenne un bufflon tous les deux ans. La première mise-bas a lieu au bout de quatre ans. La reproduction se fait en monte naturelle contrôlée et il faut payer au propriétaire du buffle 500 à 1000 Rs (suivant la race du buffle, local ou *lauri*) par monte réussie (ie la femelle est gestante). Le croisement avec un buffle *lauri* peut parfois entraîner des complications lors de la mise-bas car le format du bufflon est plus important. Le buffle utilisé pour la monte est renouvelé tous les huit ans. Les bufflesses offrent de plus grandes quantités de lait que les vaches : quatre à cinq litres par jour en moyenne en début de lactation, puis un litre par jour en fin de lactation c'est-à-dire au bout de huit à 18 mois. Deux quartiers sont réservés pour la traite pendant les huit premiers mois puis trois par la suite, le lait des quartiers restants sert à l'alimentation du bufflon. La production annuelle moyenne de lait pour une bufflesse s'élève donc à 1000 L. Le Bureau de Développement de l'Élevage du district, chiffre la production moyenne d'une femelle croisée *lauri* à 1000 à 1200 L de lait/an. Le lait est rarement vendu mais consommé sur l'exploitation ou transformé en beurre.

Les buffles ne sont pas utilisés comme force de traction. Le principal débouché est la vente de mâles engraisés pour la viande. Avec une femelle, on peut vendre en moyenne un buffle tous les quatre ans. Le buffle adulte de quatre à huit ans peut être abattu par l'éleveur qui partage la viande entre villageois (800 Rs/dhārni)⁵⁰ ou vendu vivant (35 000 Rs) à des intermédiaires Raï ou Tamang qui se chargent de l'abattage et de la vente sur les marchés (1200 Rs/dhārni à Lukla). Le rendement moyen à l'abattage d'un buffle adulte est de 40 kg de viande et de 40 kg d'abats. Ces derniers sont aussi vendus dans le village (200 Rs/dhārni).

Les buffles sont abattus à Helku, abattoir situé dans le VDC de Jubing et qui fournit les marchés de Lukla et de Namche, l'abattage de buffles étant interdit dans le Khumbu depuis deux ans (pays Sherpa). L'augmentation de la demande en viande dans la zone touristique du Khumbu ne semble avoir eu un impact sur le nombre de buffle élevés à Jubing probablement du fait de la main d'œuvre importante que demande cet élevage. Ainsi, pendant la saison touristique, les buffles affluent de tous les VDC voisins et sont abattus en début de semaine.

En principe, les femelles sont conservées pour le renouvellement et l'accroissement du troupeau. Cependant, lorsqu'une femelle ne donne pas de bufflons, elle peut aussi être engraisée et vendue pour la viande pour 15 à 16 000 Rs. A un mois et demi, une femelle se vend 3000 Rs. Une femelle qui donne du lait peut se vendre 40 000 Rs.

2.1.3. Modélisation des résultats économiques

Sur une période de quatre ans et avec une mise-bas tous les deux ans, une bufflesse produit en moyenne un mâle qui peut être vendu et une femelle pour le renouvellement du troupeau. En lactation une année sur deux, la production en lait ramenée à l'année est de 500 L. Une femelle est réformée au bout de 15 ans.

En prenant ce cas moyen, la production annuelle d'une bufflesse peut être estimée de la manière suivante :

Produits	Quantité/an	Prix de vente (Rs)	Produit brut moyen (Rs)
mâle de 4 à 8 ans	0,25	35 000	8 750
lait de bufflesse	500 L	35 Rs/L	17 500
femelle de réforme (15ans)	0,07	25 000	1 750
TOTAL	-	-	28 000

Les consommations intermédiaires se limitent aux charges d'alimentation et de reproduction. Une bufflesse consomme 55 kg de farine pendant la saison sèche dont le coût est de 50 Rs/kg et trois kilos de sel par mois soit 36 kg à 60 Rs/kg. La dépense en alimentation est donc de 4 900 Rs. Les frais de reproduction s'élève à 500 Rs par monte réussie. Les consommations intermédiaires s'élèvent donc à 5 400 Rs par bufflesse et par an.

Pour l'élevage bubalin, la valeur ajoutée brute par mère reproductrice est de 22 600 Rs/an .

⁵⁰ 1 dhārni = 2.5 kg

2.2. L'élevage bovin

Au Népal, les vaches sont sacrées pour les hindous et l'abattage d'une vache constitue une infraction pénale. Les bouddhistes ne peuvent abattre d'animaux mais peuvent consommer de la viande de bovin si celui-ci est mort par prédation ou naturellement.

Les troupeaux bovins sont de taille modeste : entre une et 12 vaches au maximum, la moyenne se situant autour de cinq têtes de bétail : trois vaches suitées et deux bœufs par exploitation. Les races locales sont des zébus et leur format est petit. Les bœufs de race locale développent une bosse appelée *dzuro* qui stabilise le joug pour le labour. Des variétés croisées avec des vaches suisses, les « Swiss brown cross », ont été introduites par la coopération suisse il y a 25 ans à partir de Jiri mais sont peu répandues dans le VDC de Jubing.

2.2.1. Des agents importants du transfert de fertilité

L'alimentation des bovins est généralement constituée de 10 à 15 kg de fourrage par jour distribué en deux à trois fois : moitié fourrage foliaire et moitié fourrage sec (canne de maïs, paille de blé, d'orge ou foin) pendant la saison sèche (octobre à mai) et pendant la mousson, l'affouragement se fait en vert avec l'herbe des talus des terrasses. Pendant les mois de mars et avril, 20 L d'eau sont nécessaires par tête et apportés à l'animal tous les jours. Pour les vaches en lactation, l'alimentation est complémentée par du *khole*, mélange composé d'eau, de 50 g de sel, 150 g de farine et de drêches. Pendant les périodes de labour, les bœufs sont aussi complémentés par un kilo de farine par jour distribué en deux fois. L'affouragement des animaux est coûteux en main d'œuvre et mobilise trois à quatre heures de travail par jour pendant la saison sèche pour récolter le fourrage foliaire.

Lors de la saison sèche, les vaches sont gardées à l'étable dans les champs non cultivés en blé ou en orge pour produire du fumier en mélangeant les déjections à de la litière forestière. L'étable (*goth*) est mobile et déplacée tous les trois semaines dans le *bari*. Lors de la mousson, les vaches peuvent être laissées en divagation dans la forêt lorsque celle-ci est facilement accessible et proche de l'exploitation, en haut et bas de versant notamment. Pour les exploitations n'ayant pas accès à la forêt, les animaux pâturent les talus des chemins, les espaces à proximité des torrents ou les quelques bois du versant. Les vaches étant plus agiles que les buffles, elles peuvent entrer plus facilement dans les parcelles et sont surveillées en permanence, ce qui mobilise un enfant ou un « ancien » pour quelques heures de l'après midi. Le pâturage des résidus de cultures (chaumes de blé, de sarrasin, d'éleusine, cannes de maïs, etc.) se fait à l'attache au piquet, qui est déplacé plusieurs fois par jour. Les animaux passent ensuite la nuit sous le *goth*.

A Pangom, la conduite des animaux est différente du fait de la moindre importance des cultures avec l'altitude. Le bétail pâture librement dans le village et la forêt à proximité. Les champs de cultures sont protégés par des clôtures bien entretenues.

2.2.2. Une faible productivité des femelles mais le rôle essentiel des mâles dans la traction attelée

Les objectifs de l'élevage bovin sont la production de lait, de bœufs pour la traction et de fumier, mais pas de viande, celle-ci pouvant néanmoins être consommée à la mort de la vache. Une femelle peut être mise en reproduction au bout de deux à trois ans et met bas en moyenne tous les deux ans, voire parfois tous les trois ans. La reproduction est faite en monte naturelle contrôlée puisque la plupart des exploitations ne possède pas de taureau. Il faut

donc amener la vache au taureau dans le village. C'est une des raisons de la faible productivité des femelles : la détection des chaleurs est parfois difficile (« quand la vache est bruyante ») et le succès de la saillie n'est pas garanti. Quand la vache est gestante, il faut payer entre 300 et 500 Rs au propriétaire du taureau. Les vaches produisent en moyenne deux à trois litres de lait par jour en début de lactation et le veau en prélève le quart à la moitié. La traite est effectuée matin et soir. En fin de lactation, c'est-à-dire au bout de six mois à un an, la production chute à un demi ou un litre par jour. Le sevrage du veau se fait de manière naturelle. Une vache locale produit donc en moyenne 500 L de lait/an. La production est cependant estimée par le Bureau de Développement de l'Élevage du district à 200-300 L/an pour les races locales et 1500 L/an pour une vache croisée.



Photo 12 : Femme sherpa effectuant la traite de sa vache

La vente d'animaux concerne principalement les mâles de deux à quatre ans, âge à partir duquel ils peuvent commencer à labourer et sont castrés. Ils sont vendus entre 4000 et 8000 Rs. Si le jeune bœuf a une bonne aptitude au labour, il peut aussi être gardé sur l'exploitation. Un bœuf âgé formé pour le labour (entre huit et neuf ans) se vend jusqu'à 16 000 Rs. En principe, les femelles sont gardées pour le renouvellement et l'accroissement du troupeau. Une vache de trois ans qui n'est pas encore entrée en production se vend seulement 4500 Rs alors qu'une vache en production 8000 à 10 000 Rs.

Les vaches ne sont pas réformées et meurent naturellement au bout de 15 à 20 ans. La mortalité est plutôt rare si on exclut les pertes liées aux attaques des animaux sauvages (léopards, serpents) lors de la divagation en forêt.

2.2.3. Modélisation des résultats économiques

Pour une période de quatre ans et à raison d'un vêlage une fois tous les deux ans, une vache produit en moyenne :

- un mâle destiné à la vente pour le labour
- une femelle pour le renouvellement et l'accroissement du troupeau

La vache étant en lactation une année sur deux, la production laitière ramenée à l'année est de 250 L. Avec ces hypothèses, on peut calculer le produit brut par vache par an :

Produits	Quantité/an	Prix de vente (Rs)	Produit brut moyen (Rs)
lait de vache	250 L	35 Rs/L	8750
mâle de 3 ans	0,25	6000 Rs	1 500
TOTAL	-	-	10 250

Les consommations intermédiaires concernent les charges d'alimentation et de reproduction. Les charges d'alimentation correspondent à la consommation de farine (40 kg) et de sel (14 kg) pendant la lactation soit pendant neuf mois en moyenne. Les dépenses

d'alimentation s'élèvent à 2840 Rs. Les charges de reproduction sont de 600 Rs par monte réussie. Les consommations intermédiaires s'estiment donc à 3 440 Rs.

Pour l'élevage bovin, la valeur ajoutée brute par mère reproductrice est de **6 800 Rs/an**.

2.3. L'élevage caprin

Les chèvres sont majoritairement de race locale, appelée *choTokane*, littéralement « courtes oreilles » par opposition à la variété introduite *lamkane*, « longues oreilles » de format plus grand. La taille des troupeaux varie de une à 15 chèvres, les exploitations comportant en moyenne cinq chèvres.

2.3.1. Une alimentation peu exigeante

Les chèvres sont élevées sur caillebottis dans une cabane à cheval sur deux terrasses ou simplement surélevée pour faciliter l'évacuation des déjections. Elles sont systématiquement enfermées pendant la nuit et alimentées sur une aire clôturée devant la cabane. Le fourrage est distribué dans un râtelier. Cinq kilos de fourrage, 50 g de farine mélangée à de l'eau et parfois des drêches de *chang* constituent l'alimentation de bases d'une chèvre. La farine peut être parfois substituée par du maïs grain. De mi-novembre à mi-avril, le



Photo 13 : Les chèvres sont élevées sur caillebottis pour faciliter l'évacuation des déjections.

fourrage provient de l'élagage d'arbres des terrasses ou de la forêt, puis des talus pendant la mousson. L'alimentation est complétée par du pâturage à proximité de l'exploitation (talus, forêt) pendant l'après midi. Le pâturage est plus difficile pendant la mousson et la main d'œuvre étant peu disponible en juin-juillet, les chèvres restent alors enfermées en permanence. Les besoins en eau de la chèvre varient d'un litre par jour pendant la mousson à deux litres par jour en saison sèche.

Dans de très rares cas, des exploitations peuvent développer un rapport de production particulier : le confiage animal (*adhiyā*). Le contrat consiste au partage des produits obtenus entre le propriétaire des chèvres et l'éleveur à qui il les confie. Ce type de contrat concerne seulement l'élevage caprin pour lequel la prolificité des mères permet de partager chaque année les chevreaux mais est impossible pour les gros ruminants dont la taille du troupeau est réduite.

2.3.2. Des produits réguliers malgré une forte mortalité

Les chèvres sont seulement élevées pour la production de viande et de fumier. Il n'y a pas de production laitière. Les chevreaux sont fréquemment utilisés en sacrifice pour les cérémonies religieuses. Une chèvre produit un à deux chevreaux par mise bas (soit 1,5 chevreau par mise-bas) une à deux fois par an. Cependant, la production moyenne par chèvre n'excède pas deux chevreaux/an à cause de problèmes de mortalité liés aux maladies, problèmes digestifs, diarrhées, etc. L'âge de première mise-bas est de six mois. La reproduction se fait en monte naturelle non contrôlée puisque les boucs sont présents en permanence avec les femelles.

Le débouché principal de l'élevage de chèvre est la vente des mâles, les femelles étant gardées pour le renouvellement et l'accroissement du troupeau. Ils sont vendus vivants entre huit et 18 mois (soit 20 à 25kg) pour 3 000 à 5 000Rs.

2.3.3. Modélisation des résultats économiques

Une chèvre produit en moyenne deux chevreaux/an dont un mâle, destiné à la vente, et une femelle pour le renouvellement et l'accroissement du troupeau. Les femelles productrices sont réformées tous les six ans.

Avec ce cas moyen, le produit brut d'une chèvre peut être calculé de la manière suivante :

Produits	Quantité/an	Prix de vente (Rs)	Produit brut moyen (Rs)
Mâle de 8 à 18 mois	1	4 000	4 000
Femelle de réforme	0,17	6 000	1 020
TOTAL	-	-	5 020

Les consommations intermédiaires se limitent aux charges d'alimentation soit 50g de farine/chèvre pendant toute l'année ce qui compte pour 900 Rs.

La valeur ajoutée brute par mère reproductrice est donc de **4 100 Rs /an** pour l'élevage caprin.

2.4. Les élevages porcins

L'élevage de porc est peu pratiqué par les Sherpa en lien avec des croyances religieuses. Pour d'autres ethnies comme les Raï, les Magar, les Kami ou les Damaï, le porc a une signification sociale et religieuse forte notamment pour les cérémonies de sacrifices (*puja*). Récemment, des variétés à plus haut rendement potentiel en viande, appelées « *bungur* » ont été introduites. Dans le VDC de Jubing, la variété *Pakhribas Cross* a été introduite par croisement à partir du Bureau de Développement de l'Agriculture il y a un peu plus d'une dizaine d'année. Les porcs croisés sont de taille plus importante et produisent, de fait, plus de viande. Le temps d'engraissement est plus court mais il faut fournir plus de nourriture.

2.4.1. Des élevages engraisseurs et plus rarement naisseurs

On peut distinguer deux types d'élevage porcine, toujours réalisés à petite échelle :

- des élevages naisseurs où les porcelets sont vendus au sevrage

- des élevages engraisseurs où les porcelets sont achetés au sevrage et vendus au bout de 9 à 17 mois

La plupart des exploitations ne pratiquent qu'un élevage engraisseur de un à trois porcs par an car elles ne disposent pas de la main d'œuvre et de l'alimentation suffisante pour entretenir une truie et s'en occuper au moment de la mise bas. Dans le cas de l'élevage engraisseur, le travail se réduit à la préparation des rations. Les meuniers sont le plus souvent éleveurs-naisseurs car ils disposent de résidus de farine du moulin et ont construit la porcherie à côté du moulin.

2.4.2. Un engraissement confiné valorisant les déchets alimentaires et les drêches

L'élevage de porc est conduit de manière confinée en porcherie. La porcherie est une petite cabane située à proximité de la maison, construite en pierre, en bois ou en bambou avec une aire pour l'alimentation. Le sol est régulièrement recouvert de litière de feuilles sèches ou de fougères coupées sur les talus et permet de fabriquer du fumier.

L'alimentation est composée de deux repas, le matin et le soir. La ration quotidienne du porc à l'engraissement, qui augmente progressivement avec l'âge de celui-ci, est une soupe constituée de quatre kilos de feuilles d'orties préalablement bouillies, d'un demi-kilo de farine de céréales (maïs, blé, orge, éleusine) et de 20 litres d'eau. Le mélange est complété par les drêches issues de la production de bière ou d'alcool (un à deux litres/jour) à partir du cinquième mois et parfois de pommes de terre crues ou de chayotte (*iskus*) lorsque la récolte est abondante. Suivant la disponibilité, des résidus de cultures (son par exemple), déchets domestiques ou fourrages verts peuvent être ajoutés. Les truies reproductrices reçoivent de la nourriture trois fois par jour pendant la mise-bas et jusqu'à la vente de la totalité des porcelets. La ration se constitue alors de deux kilos de farine, deux kilos de pommes de terre, six courges et parfois de la viande de buffle (sept à dix kilos par mise-bas).

2.4.3. La vente de la viande est un apport intéressant de trésorerie

La première mise-bas intervient à partir de 14 mois. La truie met bas en moyenne deux portées/an de 10 à 12 porcelets. Le taux de mortalité des porcelets s'élève à 20% et est principalement dû à des problèmes sanitaires ou d'écrasement par la truie. La production moyenne se réduit donc à neuf porcelets par portée. Il faut attendre 45 jours après la mise-bas pour la remettre en reproduction. Les porcelets sont castrés au bout d'un mois puis vendus principalement à d'autres villageois : 2500 Rs pour les femelles et 3000 Rs pour les mâles.

Suivant la rapidité de la croissance du porc et les besoins en trésorerie, il est vendu vivant entre neuf et 17 mois à des intermédiaires commerçants-paysans raï ou tamang qui se chargent de l'abattage et de la vente de la viande sur les marchés à Lukla ou Namche. Le porc peut être aussi abattu par l'éleveur et partagé ensuite entre villageois ou encore sacrifié pour les fêtes religieuses. Le rendement en viande varie de 20 à 30 *dhārni* soit 50 à 75 kg/porc. Le marchand achète la viande 600 à 650 Rs/*dhārni*. Le prix du *dhārni* se réduit à 500 Rs lorsque la viande est écoulee dans le village.

2.4.4. Modélisation des résultats économiques

- **Pour l'élevage engraisseur**

Pour l'élevage de porc engraisseur, le produit brut se résume à la vente du porc :

Produits	Quantité/an	Prix de vente (Rs)	Produit brut moyen (Rs)
Vente du porc (12 mois)	1	21 000 (35 dhārni)	21 000
TOTAL	-	-	21 000

Les consommations intermédiaires se composent de l'achat initial du porcelet (3000 Rs) et de l'alimentation au cours des 12 mois d'engraissement soit 182 kg de farine. Les charges s'élèvent donc à 9 100 Rs.

La valeur ajoutée brute par porc pour l'élevage engraisseur est de **11 900 Rs/an.**

- Pour l'élevage naisseur

En prenant en compte la mortalité de 20%, neuf porcelets survivent à chaque mise-bas. A raison de deux mise-bas par an, une truie peut produire 18 porcelets par an qui seront vendus pour l'engraissement. Une truie est réformée au bout de quatre ans.

Produits	Quantité/an	Prix de vente (Rs)	Produit brut moyen (Rs)
Vente des porcelets	18	2500-3000	49 500
Truie de réforme	0,25	21 000	5 250
TOTAL	-	-	54 750

Les consommations intermédiaires se limitent aux charges d'alimentation. Pendant les deux périodes de mise-bas, la truie consomme 120 kg de farine et 120 kg de pommes de terre et sept *dhārni* de viande de buffle. Le reste de l'année, la truie est entretenue avec 150 kg de farine. Au total, les charges d'alimentation s'élèvent à 20 600 Rs.

Pour l'élevage naisseur, la valeur ajoutée brute par truie est de **34 150 Rs/an.**

L'élevage naisseur peut être très intéressant économiquement si le nombre de mise-bas et de porcelets par portée est élevé. Pour y parvenir, le contrôle de l'alimentation, de la santé de la truie et la vigilance des porcelets après la mise-bas sont primordiaux. A cause des bénéfices intéressants, l'engraissement de porc est devenu de plus en plus populaire dans toutes les castes et ethnies même chez les Sherpa.

2.5. L'élevage de poules

L'élevage de poules est mené à petite échelle. Les foyers possèdent en moyenne six poules pondeuses. L'élevage est de type naisseur-engraisseur et permet aussi la production d'œufs.

2.5.1. L'enjeu de la conduite des poules : limiter la mortalité liée à la prédation

Les poules sont nourries au maïs dur (50 à 100 g/jour/poule) et par l'alimentation qu'elles peuvent trouver en divagation pendant la journée. Suivant la période, elles peuvent être enfermées sous une hotte de bambou pour éviter les dégâts sur les cultures et le jardin-verger à proximité de l'exploitation. Pendant la nuit, elles sont enfermées dans une petite cabane surélevée. La principale difficulté de l'élevage de poule est de limiter la mortalité qui

peut être causée par les attaques de rapaces, les chacals et les maladies. Pour maximiser la production, de multiples précautions sont prises. La ponte est surveillée et se fait dans un compartiment de la cabane ou parfois à l'intérieur même de la maison. La mère et les jeunes poussins sont gardés sous hotte après l'éclosion.

2.5.2. Autoconsommation, sacrifice et vente des poulets

Une poule pondeuse fait environ trois couvées de 10 à 12 œufs par an. Une partie des œufs est prélevée pour la consommation (environ cinq œufs par couvée) et le reste est couvé par la poule pendant une vingtaine de jours. L'âge de la première couvée est de trois à quatre mois. Dans ce type d'élevage naisseur-engraisseur, les poussins sont engraisés pour être vendus, autoconsommés ou sacrifiés entre quatre et sept mois. Un élevage comprenant six poules pondeuses vend en moyenne une vingtaine de poulets et une dizaine de poulets est autoconsommée par l'exploitation. Une partie des poussins est utilisée pour le renouvellement des pondeuses. Les poules pondeuses sont réformées au bout de cinq ans.

2.5.3. Modélisation des résultats économiques

Une poule pond 36 œufs en trois couvées chaque année. Cinq œufs sont prélevés à chaque couvée pour être vendus ou autoconsommés. Sur les 21 œufs restants, seulement cinq poulets seront vendus ou autoconsommés entre quatre et sept mois. Sur la totalité des œufs initiaux, le taux de mortalité atteint 40 %.

Le produit annuel d'une poule pondeuse est le suivant :

Produits	Quantité/an	Prix de vente (Rs)	Produit brut moyen (Rs)
poulets de 4 mois	2,5	400	1000
poulets de 7 mois	2,5	1000	2 500
poule de réforme (5ans)	0,2	800	160
œufs	15	20	300
TOTAL	-	-	3 960

Les consommations intermédiaires correspondent à la consommation de maïs grain. Une poule pondeuse consomme 18 kg de grain au cours de l'année et 10 kg sont nécessaires pour l'engraissement des 2.5 poulets de quatre mois, 21 kg pour les 2.5 poulets de sept mois. Au total, les charges d'alimentation s'élèvent à 2 450 Rs.

En l'absence d'épidémies, la valeur ajoutée brute de l'élevage de poules pondeuses et naisseurs engraisseur est de **1 510 Rs/poule/an**.

2.6. L'élevage de *chauri*

Ce type d'élevage concerne aujourd'hui cinq exploitations situées dans les hameaux de Pangom, Bhalukhop, Kharte et Kanre.

2.6.1. Un élevage transhumant

Un *chauri* ou *dzum* en Sherpa est un hybride F1 issu du croisement : mâle Yak (*Phoehagus grunniens*) × femelle vache (*Bos taurus*) et du back-cross F2 et F3 des femelles F1 avec un mâle bovin. La conduite du troupeau permet de tirer parti de l'effet d'hétérosis manifesté par les hybrides de première génération (F1) dont la production laitière est plus élevée et l'intervalle de vêlage plus court (un an) que celui des yaks et des bovins locaux (deux ans). Le Solu n'ayant pas une altitude assez importante pour l'élevage de yak tout au long de l'année, les femelles hybrides n'y sont pas produites. Les troupeaux sont donc entièrement achetés dans le district voisin de Taksindu, à Hewā.

L'élevage de *chauri* est un élevage transhumant qui exploite pendant la mousson des pâturages d'altitude (*kharkā*) échelonnés entre 3000 et 4000 m et descend ensuite en hiver à 2400 m à proximité du siège de l'exploitation sur des pâturages d'hiver (Bhalukhop, Leldum, Kupare, Kharte) ou les terres cultivées. Les exploitations possèdent ou louent cinq à six *kharkā* situés à différentes altitudes et distants de deux heures de marche environ. Dans chaque *kharkā*, un emplacement est prévu pour l'abri temporaire qui sert de laiterie avec une aire d'attente pour la traite. Le pâturage se fait par divagation en forêt ou sur des landes subalpines suivant l'altitude. Une fois par jour, lors de la traite, chaque *chauri* reçoit une ration constituée de 200 g de farine, 60 g de sel mélangés avec du petit lait. Le pâturage dans la forêt constitue l'essentiel de l'alimentation en fourrage. Elle est complétée par 10 kg de fourrage foliaire ou de foin pendant l'hiver (de mi-décembre à mi-février).

2.6.2. Des produits transformés

Le produit principal de l'élevage de *chauri* est du beurre et du fromage frais, le *serkem*. A proximité d'un lieu de passage, le lait peut aussi être vendu directement. Un *chauri* produit en moyenne deux à trois litres de lait par jour en début de lactation. La lactation dure six à 18 mois suivant le rythme des mises bas : une par an ou tous les deux ans. Un *chauri* produit donc en moyenne 400 à 600 L de lait par an. La traite est effectuée le matin et le soir au retour du pâturage.



Photo 14 : Traite manuelle des *chauri* dans un *kharkā* pendant la mousson.

La reproduction se fait en monte naturelle par un taureau présent en permanence dans le troupeau. En général, les mises-bas sont regroupées de mars à fin juin. La mortalité des « veaux » est très élevée et avoisine les 90%. Elle est principalement causée par un manque d'instinct maternel et les conditions difficiles pour la croissance des jeunes : mousson, déplacement fréquents d'un *kharkā* à un autre et le manque d'hygiène. Les mâles de deuxième génération qui

survivent sont utilisés comme force de traction pour le travail du sol à partir de 2400 m. Les femelles hybrides de seconde génération ne présentent la vigueur hybride de la génération F1 mais peuvent être gardées dans le troupeau. Une mère peut produire pendant 15 à 20 ans. Les principales maladies sont le mal d'altitude et les parasitoses. Les sangsues peuvent aussi affaiblir l'animal pendant la mousson. Enfin, les attaques de léopard sont la principale source de mortalité.

Vingt litres de lait permettent de fabriquer un kilo de beurre et deux kilo de *serkem*. Cette transformation au *kharkā* nécessite de chauffer de l'eau, le lait et le babeurre et cela au prix d'une consommation en bois élevée : environ un *bhāri* de bois par jour.

Ce type d'élevage transhumant est très exigeant en main d'œuvre à cause de l'astreinte quotidienne de la traite, la fabrication du beurre à la baratte, la distribution du fourrage en hiver, la collecte du bois et de l'eau et les multiples déplacements entre *kharkā*. Même si l'évolution du prix du beurre est encourageante depuis cinq ans (200 à 300 Rs/kg d'augmentation annuelle), il y a de moins en moins d'éleveurs de *chauri* (en fait, c'est en partie la cause de cette augmentation du prix du beurre !).

2.6.3. Modélisation des résultats économiques

Un *chauri* produit 600 L de lait pendant l'année dont 410 L pendant la saison humide (mars à septembre) et 190 L pendant l'hiver.

Le produit annuel du *chauri* est calculé dans le tableau suivant :

Produits	Quantité (kg/an)	Prix de vente (Rs/kg)	Produit brut moyen (Rs)
beurre d'hiver	9,5	660	6 300
beurre d'été	20,5	580	11 900
fromage frais	60	200	12 000
TOTAL	-	-	30 200

Vingt kilos de sel et 60 kg de farine sont nécessaires au cours de l'année pour l'alimentation. Les consommations intermédiaires s'élèvent donc à 4200 Rs/*chauri*/an.

La valeur ajoutée brute pour l'élevage transhumant de *chauri* avec transformation du lait en beurre est de **26 000 Rs/*chauri*/an**.

2.7. L'apiculture

L'apiculture est pratiquée à petite échelle c'est-à-dire que les exploitants possèdent entre une et huit ruches. La ruche est taillée dans un tronc et une fois achevée, mise en place pour attendre qu'elle soit colonisée. Le miel est récolté plus ou moins fréquemment suivant l'altitude (deux fois par an à 2400 m par exemple) sauf en hiver. Il est vendu dans le village 400 à 1000 Rs/kg.

Les valeurs ajoutées calculées pour chaque système d'élevage sont regroupées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 12 : Valeur ajoutée brute par système d'élevage

Système d'élevage	Produit brut/mère reproductrice/an (Rs)	Consommations intermédiaires/mère reproductrice/an (Rs)	Valeur ajoutée brute/mère reproductrice/an (Rs)
BUBALIN	28 000	5 400	22 600
BOVIN	10 250	3 450	6 800
CAPRIN	5 000	900	4 100
PORCIN*	21 000	9 100	11 900
<i>CHAURI</i>	30 200	4 200	26 000
VOLAILLE	4 000	2 450	1 550

* pour l'engraissement

La comparaison des valeurs ajoutées brutes montre que l'élevage de *chauri* permet de dégager le plus de valeur ajoutée et cela grâce à la transformation du lait en fromage frais et en beurre. L'élevage bubalin et porcine sont aussi intéressants pour les débouchés en viande. La volaille et l'élevage caprin permettent d'assurer des entrées régulières de revenu intéressantes pour la gestion de la trésorerie. Contrairement à l'élevage de chèvres, les consommations intermédiaires de l'élevage de poules réduisent de plus de la moitié le produit brut et ne laissent qu'une faible valeur ajoutée.

Ces valeurs ajoutées sont à mettre en relation avec le temps de travail nécessaire pour chacun de ces systèmes d'élevage. Il apparaît que l'élevage est nettement moins rémunérateur que l'agriculture. Par exemple, l'élevage de deux buffles nécessite entre 40 et 60 kg de fourrage qu'il faut collecter chaque jour ce qui prend environ trois heures. En prenant seulement en compte le temps d'affouragement, la productivité horaire journalière s'élève à 240 Rs ($22600 \text{ Rs} \times 2 / [365 \text{ j} \times 3 \text{ h}] = 240 \text{ Rs/j}$) ce qui est nettement inférieur à l'ensemble des valeurs calculées pour les systèmes de culture.

3. Les systèmes de transformation

Les productions sont généralement peu transformées pour leur consommation. Avec les céréales, on réalise de la farine au moulin, parfois de l'huile avec les oléagineux. Certaines transformations sont plus élaborées comme la fabrication de *chang*, la bière locale ou de *rakshi* et sont communes à l'ensemble des systèmes de production. La fabrication de beurre et de fromage est caractéristique des systèmes d'élevage de *chauri* en pâturage d'altitude. Quelles sont les caractéristiques techniques de ces diverses transformations ?

3.1. Meunerie et huilerie

La plupart des céréales sont transformées en farine avant d'être utilisées dans l'alimentation pour confectionner des galettes (*chapatti*), des beignets (*roti*), de la *tsampa* (bol de farine mélangée à du thé) ou du *dhido* (mélange cuit de farine et d'eau). Les Sherpa ajoutent aussi de la farine dans le thé. L'alimentation en céréales des animaux se fait également sous forme de farine.

Une trentaine de moulins traditionnels (*ghatta*) s'égrènent le long des principaux torrents du VDC de Jubing. Le torrent est détourné par un chenal vers une conduite en plastique ou en bois. Le moulin utilise la force exercée par ce courant d'eau sur les pales d'une roue horizontale, appelée rouet. La meule travaillant à l'horizontale est solidaire de l'axe du rouet, la transmission est donc directe (**annexe 14**). Dans un petit bâtiment maçonné, les grains sont déversés par un entonnoir en bois dans un trou de la meule volante qui travaille contre une meule fixe.

Le moulin ne peut fonctionner que lorsque la disponibilité en eau est suffisante dans le torrent ce qui n'est pas toujours le cas à la fin de la saison sèche. Les performances du moulin dépendent aussi de la qualité de la conduite d'amenée d'eau, de la hauteur de son captage et du rouet, soit fabriqué en bois soit métallique. La vitesse de fonctionnement varie de un *pathi* par heure (1 *pathi*~4kg) à 10 *pathi*/heure suivant le grain, son humidité et la qualité de la farine à obtenir. Les moulins sont privés et leur utilisation coûte 10 Rs/*pathi* pour de la farine fine et 5 Rs/*pathi* pour de la farine plus grossière servant à la fabrication d'alcool.

La farine est aussi fabriquée directement sur l'exploitation avec un moulin à main, le *jāto*, mais le travail est long. Ainsi, lorsque l'affluence le permet et malgré des transports plus importants, le moulin décharge la paysannerie de lourdes tâches manuelles.



Photo 15 : A gauche, une femme sherpa récupère sa farine au moulin à eau. A droite, le meunier s'occupe d'une petite machine de minoterie utilisant l'énergie mécanique fournie par la conduite forcée.

Dans le VDC, deux moulins fonctionnent de manière couplée avec la production électrique en utilisant l'énergie mécanique fournie par la conduite forcée pendant la journée. La transmission avec la machine de minoterie est réalisée par une courroie. La capacité de la machine est de 30 *pathi*/heure pour de la farine fine à 60 *pathi*/heure pour de la farine plus

grossière. Si le grain est trop humide, la vitesse chute à 15 *pathi*/heure. Le coût de la transformation s'élève 15 Rs/*pathi*.

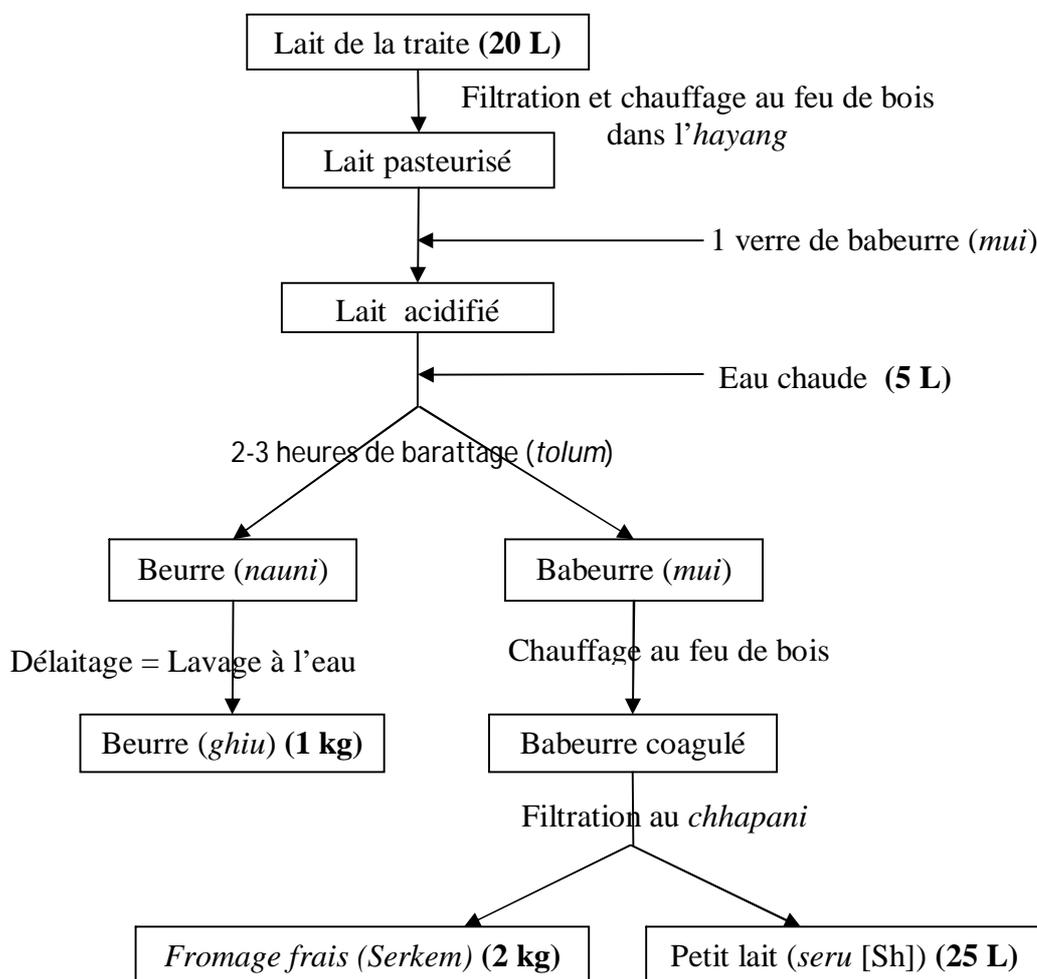
Ces moulins tournent de manière quasi permanente du fait de la capacité importante de la machine. Les mois d'affluence les plus forts sont de décembre à février. En effet, pendant l'hiver, la consommation de thé est plus élevée (et on met de la farine dans le thé). L'affluence la plus faible concerne les mois de juillet à septembre qui correspondent aux pointes de travail dans les champs. Il y aurait une différence de goût entre les farines issues du *mil* et du *ghatta* due à l'échauffement de la farine dans la machine.

L'énergie mécanique de la conduite est aussi retransmise à une machine d'extraction de l'huile de graine de moutarde ou de sésame noir. Le fonctionnement est périodique, et correspond surtout aux périodes des fêtes (*Sauni sangrati*, *Dashain*, *Tihar*), où l'huile naturelle de moutarde remplace l'huile de soja dans la préparation des repas. A partir d'un *pathi* de graines, on extrait un à un litre et demi d'huile. Le tourteau de moutarde (*tori pina*), est destiné à l'alimentation des animaux.

3.2. La fabrication du beurre et du fromage frais dans les *kharkā*

L'itinéraire technique de la production de beurre et de fromage maigre en *kharkā* se représente de la manière suivante :

Figure 7 : Les étapes de la production de beurre et de fromage sec en *kharkā*



Après la traite, le lait est filtré pour retenir les poils, les poussières et petits corps étrangers puis bouilli. Le lait ainsi pasteurisé est ensuiteensemencé avec du babeurre et laissé à refroidir pendant la nuit pour devenir yaourt. Cette acidification permet de conserver le lait à température ambiante sans avoir recours à des infrastructures de réfrigération. Le lendemain, on ajoute de l'eau au lait acidifié et on le baratte pour en obtenir le beurre et le babeurre. L'eau ajoutée permet de réajuster la température et de faciliter la formation du beurre. La baratte est verticale. Elle est constituée d'un récipient cylindrique en bois (le *tolum*[Sh]) dans lequel on agite le lait à l'aide d'un bâton munie d'un brasseur terminal. Le barattage nécessite une grande dépense de force d'autant plus que le beurre est fabriqué ici à partir de lait fermenté et non de crème. Les particules de matière grasse s'agglomèrent plus difficilement et le rendement est plus faible. La durée du barattage varie entre deux et quatre heures pour 20 L de lait suivant la saison et la température extérieure. Quand le beurre est formé, il est séparé du babeurre et lavé dans l'eau : c'est le délaitage. La conservation du beurre dépend d'un délaitage complet, qui évite son rancissement rapide.

Le babeurre, quant à lui, est chauffé à nouveau pour faciliter sa coagulation. La filtration permet ensuite de séparer le fromage maigre (*serkem*) du petit lait (*seru*) utilisé pour l'alimentation des animaux. Le fromage frais est caractérisé par une consistance granuleuse. Il est utilisé dans des plats cuisinés ou mangé directement avec du lait. Une attention particulière est prêtée au lavage de tous les ustensiles et récipients de la laiterie pour assurer la qualité et la bonne conservation des produits.

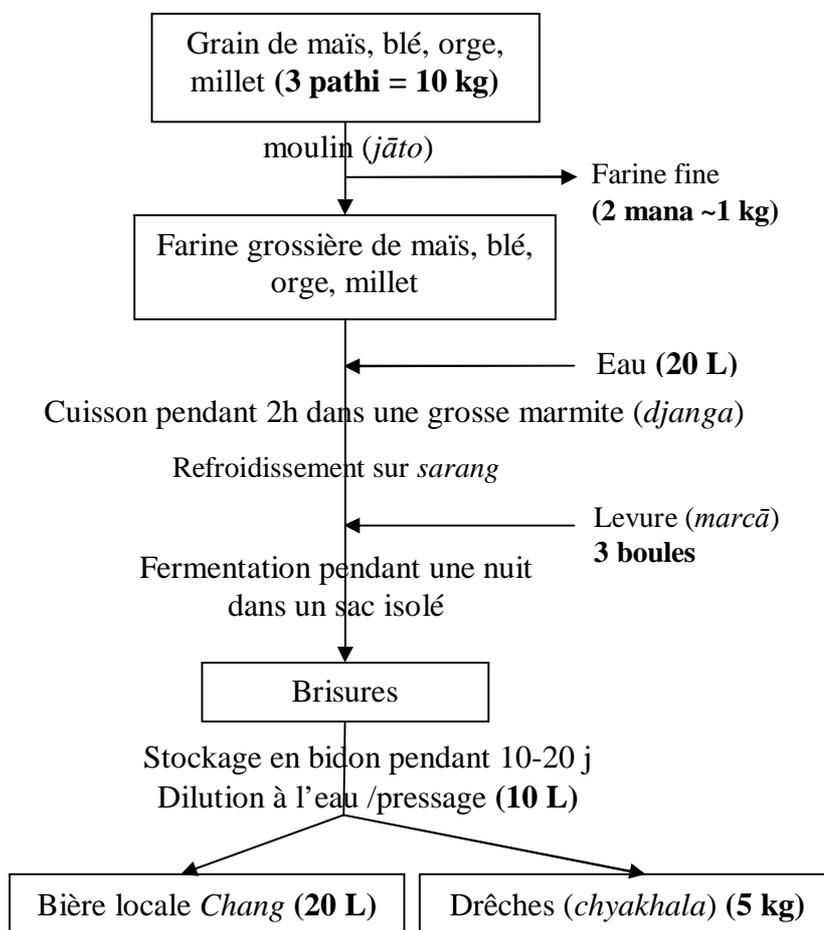


Photo 16 : Pour obtenir cette motte de beurre, deux à trois heures de barattage dans le *tolum* sont nécessaires.

3.3. La fabrication de *chang*

La fabrication de *chang* est réalisée par la majorité des familles. La *chang* est autoconsommée, au moment des fêtes mais aussi pendant la journée pour les travaux des champs. La consommation varie de cinq à 30 *pathi* (17 à 100 kg) par mois de céréales transformées. C'est une bière produite à base de farine grossière de maïs, d'orge ou d'éleusine. Les grains sont cuits, mis à fermenter avec de la levure et stockés en bidon. Au bout d'une à deux semaines, le mélange est pressé avec de l'eau pour être consommé. Le prix de vente moyen est de 40 Rs/L. Ramené à la quantité de céréales utilisées, le produit brut obtenu est de 800 Rs pour 10 kg de grain.

Figure 8 : Les étapes de la fabrication de *chang*.



Les consommations intermédiaires s'élèvent à 550 Rs pour 10 kg de céréales et se décomposent dans les charges suivantes :

- le coût des céréales : 500 Rs
- la fabrication de la farine : 30 Rs
- l'achat de levure : 20 Rs

La fabrication de 20 L de *chang* permet à l'exploitation de dégager une valeur ajoutée brute de 250 Rs. Les drêches issues de la transformation apportent un complément d'alimentation azoté et sont valorisées dans la ration des animaux.

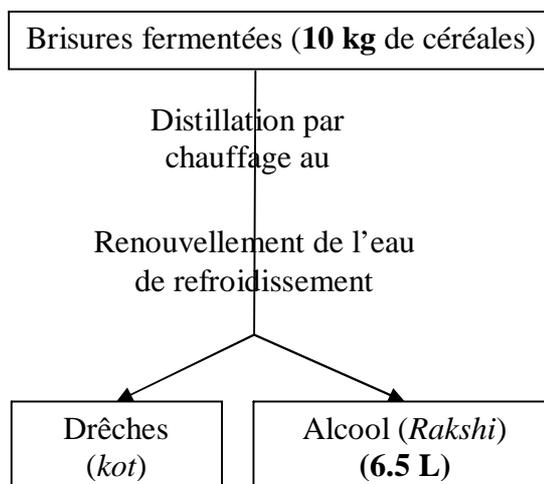
3.4. La fabrication d'alcool

La fabrication d'alcool intervient le plus souvent au moment des fêtes. Après 20 à 30 jours de fermentation, au lieu d'être consommés en *chang*, les brisures fermentées peuvent être utilisées pour produire de l'alcool (*rakshi*). Le mélange est distillé pendant une à deux heures à partir d'installations « traditionnelles » par un jeu de plusieurs récipients emboîtés (**annexe 16**). Plus l'eau est renouvelée dans le *bata*, moins le degré d'alcool sera important. A partir de un kilo de céréales, on obtient 0.7 L de *rakshi*. Le prix moyen de vente est de 80 Rs/L. Ramené à la quantité de céréales utilisée, le produit brut obtenu est de 560 Rs pour 10 kg de céréales. Les consommations intermédiaires sont les mêmes que pour la fabrication de *chang*, soit 550 Rs pour 10 kg de céréales transformées. La fabrication de 6.5 L de *rakshi*

ne permet de dégager qu'une très faible valeur ajoutée de 10 Rs pour 10 kg de céréales. La transformation en *rakshi* n'apporte pas de bénéfice significatif mis à part les drêches qui sont valorisées dans l'alimentation animale.

La fabrication de *rakshi* est également possible à partir de prunes (80 kg de fruit pour 20 L de *rakshi*) ou de *kechu*, un tubercule que l'on rencontre en altitude et couramment utilisé comme fourrage pour les bovins (35 kg de tubercules rendent 10 L de *rakshi*). La fermentation est un peu plus longue et varie de un à deux mois.

Figure 9 : Les étapes de la fabrication du *rakshi*.



4. L'espace forestier et les ressources extra-forestières



Photo 17 : Transport du bois de chauffage par un enfant

Depuis une quinzaine d'années, la forêt est gérée de manière communautaire. La loi sur les forêts de 1993 a donné aux groupes d'utilisateurs forestiers, les « forest group », un statut juridique d'« institutions autonomes et collectives dotées d'une succession perpétuelle » habilitées à vendre et à acheter les produits forestiers (KUMAR, 2001)⁵¹. Sur le district de Jubing, il y a deux groupes d'utilisateurs. Le gouvernement reste propriétaire de la forêt mais les bénéfices de l'exploitation vont aux groupes d'utilisateurs d'où leur intérêt à mettre en place une gestion durable.

La forêt est un espace productif qui offre aux plus démunis un moyen de subsistance de première importance. Une grande variété d'espèces d'arbres procure aux villageois du bois de chauffage, de construction et une grande partie du fourrage nécessaire à l'alimentation du troupeau. La forêt fournit aussi des produits non ligneux et des services environnementaux comme la protection du bassin versant d'approvisionnement en eau et la conservation de la biodiversité. Cet espace est parfois utilisé pour des rituels religieux.

L'exploitation forestière (récolte de fourrage, de bois d'œuvre, de bois de chauffage ou de litière) s'effectue pendant l'hiver. En effet, pendant la mousson, les déplacements sont plus difficiles et l'on risque de se faire mordre par les serpents en forêt.

⁵¹ KUMAR N., 2001, « Foresterie communautaire au Népal », Précis, Banque mondiale, Département de l'évaluation des opérations, n°217.

4.1. Le bois de chauffe : la principale source d'énergie

Le bois est la principale source d'énergie utilisée majoritairement pour la cuisine. Les espèces les plus courantes sont *Alnus nepalensis*, *Betula utilis*, *Rhododendron arboreum*, et *Lyonia ovalifolia* (utilisé aussi par les Kami pour faire le charbon nécessaire au fonctionnement de la forge). La consommation de bois est de 250 à 350 kg/mois soit 0.6 à 0.8 m³. Le comité forestier autorise les coupes de mi-février à mi-mai. Les villageois doivent ranger le bois en *pil*⁵². Ces *pil* sont ensuite contrôlées par le comité forestier qui limite l'exploitation à cinq *pil* par foyer. Dans les *ward* gérés par le comité de Jubing, il faut payer 35 Rs/*pil*. Pour celui de Kharikhola, l'exploitation du bois de chauffe reste gratuite suite à l'opposition des villageois. Les villageois transportent ensuite le bois en mai/juin dans des hottes pour le stocker à la maison. Ce transport est une longue tâche qui est souvent effectuée en *parma* : à Kharikhola, on ramène deux charges de 60 kg par jour. A partir du mois d'octobre et pendant tous l'hiver, les villageois collectent du bois mort, appelé *dzigra*. Il n'y a pas de restriction sur la collecte de bois mort.

4.2. Le bois d'œuvre : construction et artisanat

Les prélèvements en bois d'œuvre sont soumis à l'obtention d'un permis de la part du Comité Forestier et concerne des zones plus éloignées que celles dédiées à l'exploitation pour le bois de chauffe. Le coût est de 30 Rs/*kibi* (il faut 50 *kibi* pour réaliser la toiture d'une maison et le plancher de l'étage). Le bois sert à la construction de maison, d'étables mobiles, de moulins, la fabrication d'araires, de barrières ou pour les mâts de prière. Comme les arbres fourragers, des arbres privés destinés à la construction peuvent être plantés dans les parcelles (le plus souvent *Alnus nepalensis* et *Pinus roxburghii*). Les branches basses sont élaguées pour favoriser l'allongement du tronc et éviter les nœuds.



Photo 18 : Des scieurs de long à Bumburi débitent un tronc d'arbre en planches.

⁵² *pil* : tas de la hauteur d'un homme sur la largeur de ses bras étendus. Selon les enquêtes, un *pil* équivaut à 1.4 m³ soit environ 600 kg.

4.3. La récolte de fourrage et de litière : base du renouvellement de la fertilité des terrasses de culture

La forêt joue donc un rôle primordial dans le renouvellement de la fertilité des terrasses de culture en permettant une partie de l'affouragement du bétail et par la collecte de litière forestière. Sur le versant cultivé, la production de fourrage est limitée aux talus. Pendant la saison sèche, le fourrage provient ainsi en grande partie de la forêt. Cette part de l'approvisionnement en fourrage forestier est variable suivant les systèmes de production et leur position sur le versant qui conditionne l'accès plus ou moins facile à l'espace forestier. La litière forestière est récoltée pendant la saison sèche et par le mélange avec les déjections des animaux, elle permet de fabriquer du fumier.

4.4. La cueillette en forêt

La cueillette en forêt est une ressource majeure dans l'alimentation des familles en légumes (orties (*cicnu*), crosses de fougères (*neuro*), jeunes pousses de bambou ou des tubercules (*Dioscorea bulbifera* appelée *gitthe*)), en champignons (*cyau*), en vitamines ou de miel. La forêt est un réservoir alimentaire en cas de disette. Les anciens se souviennent de celle de 1971, où l'on mangeait pour trois jours un bol de porridge. Le prix des céréales avait explosé et les paysans voulaient échanger leurs récipients en cuivre contre du grain !

La récolte des plantes médicinales fournit un marché intéressant. A Kharikhola, elles sont récoltées d'avril à juillet et vendues à des marchands de Katmandu. La *chirāito* (*Swertia angustifolia*) soigne les maux de gorges et douleurs d'estomac. Elle se vend 400 Rs/*dhārni*. La *tintale*, riche en vitamine, coûte 1500 à 3000 Rs/*dhārni*.

4.5. La cardamome sous couvert d'aulnes : une culture de rente



Photo 19 : La cardamome est cultivée sous couvert d'*Alnus nepalensis*, qui est capable de fixer l'azote atmosphérique.

La cardamome (*Amomum subulatum*), est une plante pérenne qui produit à sa base des fruits séchés utilisés comme épice. Elle est cultivée sous couvert d'*Alnus nepalensis* dans des espaces marécageux (*simsai*). Cet aulne peut fixer l'azote atmosphérique par ses nodosités racinaires. Ainsi l'association de la cardamome avec l'aulne permet d'optimiser le potentiel de production de cette culture de rente comme le démontre l'étude de Sharma⁵³ dans le Sikkim. Dans le VDC de Jubing, elle a été introduite une dizaine d'années auparavant en fond de vallée (1600 m d'altitude) à partir de

⁵³ SHARMA R., SHARMA G., SHARMA E., 2002, "Energy efficiency of large cardamom grown under Himalayan alder and natural forest", *Agroforestry Systems*, n°56, p 233-239.

plants fournis par le Bureau de développement de l'agriculture. Les conditions de culture sont exigeantes et l'implantation de cardamome n'a pas été un succès dans tous les cas.

Un plant produit au maximum 500 g de fruits qui sont récoltés de mi-août à mi-décembre. Un plant produit des fruits pendant 20 ans. Pour étendre la surface en production, la manière la plus simple est de transplanter une partie d'un plant original. La partie transplantée entre ensuite en production au bout de trois ans. En utilisant les graines, l'entreprise est plus difficile. Il faut élever les plants pendant sept mois en pépinière puis les transplanter. Ceux-ci ne rentreront en production qu'au bout de cinq ans. L'entretien se limite à un ou deux désherbages par an. Les problèmes les plus préoccupants actuellement sont les dégâts des animaux sauvages ou du bétail et une maladie qui jaunit les feuilles (*pahela rokh*).

Le prix des graines est très fluctuant et probablement lié au marché Indien. Il y a deux ans le kilo se vendait 125 Rs, puis 800 Rs l'an dernier, pour atteindre 1500 Rs cette année. Les rares paysans qui en cultivent vendent leur production (10 à 20 kg de graines) à des marchands du district de Waku situé en aval. L'écoulement de la production est difficile dans la mesure où les volumes sont faibles et la région enclavée par rapport aux principales pistes contrairement aux régions de Jiri, Bhandar ou Chaulakharka où la culture est plus répandue.

5. La diversité des systèmes de production et leur fonctionnement

Pour comprendre le fonctionnement de l'agriculture, 80 exploitations ont été enquêtées sur les 560 du VDC de Jubing⁵⁴. Au total, dix systèmes de production ont été identifiés sur la zone d'étude (**annexe 17**). Ils combinent systèmes de culture pluviale de type *bari*, système de culture irrigué (*khet*) et systèmes d'élevage. SP3, SP4, SP5 et SP6 sont majoritaires sur le versant. SP2, SP7, SP9 et SP10 sont les systèmes les plus faiblement représentés.

5.1. Les systèmes de polyculture-élevage

Les caractéristiques de chaque système de production sont décrites sous forme synthétisée dans l'**annexe 17**.

SP1 : Polyculture-élevage en métayage ou en fermage (1900-2400 m)

Ce système de production concerne 10% des exploitations de l'échantillon étudié et les paysans sont d'ethnie sherpa, magar ou rai. Il est caractérisé par une faible surface cultivée (<1 ha) dont la moitié est louée en fermage ou en métayage. Le métayage (*adhiyā*) consiste en un contrat à part de fruit où le propriétaire de la parcelle fournit les semences et obtient la moitié de la récolte. La production du *bari* se limite aux cultures alimentaires de base : blé, pommes de terre, maïs et éleusine. La rotation de culture est biennale : Maïs+PdT/Blé/Éleusine. Tous les résidus de cultures (chaumes et pailles de blé ou d'éleusine, tiges de maïs) fournissent un fourrage indispensable (50% de leur alimentation) aux bovins et caprins pendant la saison sèche et sont stockés en meules dans les arbres des champs. L'élevage se subdivise en quatre sous systèmes : l'élevage bovin (une vache et deux bœufs), caprin (trois chèvres), porc (un porc) et la volaille (quatre poules). En effectuant un bilan fourrager sur l'année, on constate que compte tenu de la situation des exploitations à mi-

⁵⁴ En faisant l'hypothèse que 90% des foyers ont une activité agricole, soit 560 exploitations sur les 621 du VDC de Jubing.

versant, l'alimentation en fourrage dépend majoritairement (à 60%) de ce qui est produit sur la surface cultivée (arbres fourragers, talus des terrasses, résidus de cultures).

Tableau 13 : Calendrier de travail d'une exploitation à 2000 m

	avril	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	jan	fév	mars
CULTURES												
Maïs/PdT	S		D1	D2	R P	R Maïs					F + L1	L2
Blé-orge		R			(L1)	S + L2						
Eleusine		S pép	L + Rep	D				R				
Trav. post récolte (riz irrigué)	battage, décortilage, transport au moulin											
		S pép + L1	L2+Rep		D	Dr	R					
réparation des terrasses												
ELEVAGE												
traite	1 à 2 heures/j											
fourrage foliaire											3 h/j	
récolte herbe						1,5h/jour						
ramassage litière											3 h/j	
gardiennage	4-5 h/jour											
TRANSFORMATION												
chang	tous les mois											
rakshi	majoritairement pour les fêtes											
Bois de chauffe	Transport bois						Ramassage bois mort				Coupe	
TREKKING												

L'étude du calendrier de travail montre que les pointes de travail se trouvent majoritairement au moment de la mousson où la plupart des cultures sont implantées. Le repiquage de l'éleusine et les désherbages du maïs et de l'éleusine constituent des opérations non différables dans le temps. Mais la dispersion des parcelles, la mise en place de plusieurs pépinières d'éleusine permettent d'étaler la charge de travail. Les récoltes sont le plus souvent en concurrence avec d'autres travaux. La moisson est ainsi directement stockée dans les maisons et sera battue ultérieurement au fur à mesure des besoins alimentaires du foyer.

Quant à l'élevage, l'alimentation et l'abreuvement du troupeau est une charge de travail quotidienne dont les modalités varient suivant les animaux. Lors de la saison sèche, les vaches sont gardées à l'étable sur les terrasses pour produire du fumier en mélangeant les déjections à de la litière forestière. L'étable est mobile et déplacée toutes les trois semaines dans le *bari*. Le pâturage des résidus de cultures se fait à l'attache au piquet. Lors de la mousson, l'étable est fixe et l'affouragement se fait avec le fourrage produit sur le talus des terrasses (**tableau 11**). Ce mode d'alimentation est coûteux en main d'œuvre et mobilise trois à quatre heures de travail par jour. Les chèvres sont élevées à proximité de l'exploitation dans une cabane sur caillebotis. Elles sont systématiquement enfermées pendant la nuit et alimentées dans un râtelier sur une aire clôturée devant la cabane. Après l'école, les enfants emmènent le troupeau pâturer sur les talus du village. Enfin, l'élevage porcin est confiné à proximité de la maison et le travail se limite à la préparation de la ration.

De novembre à février, c'est la morte saison agricole qui est consacrée au ramassage du bois, à la confection de hotte ou de nattes en bambou et aux fêtes (période de mariage).

La répartition des tâches entre les hommes et les femmes est clairement établie et ils ont un calendrier très différent. Pendant les saisons touristiques, les hommes travaillent comme guide ou porteur pour les touristes laissant les femmes et les vieillards s'occuper des travaux agricoles. De retour pour la mousson, ils sont présents pour la pointe de travail agricole ou avec le troupeau dans les pâturages d'altitude. Les femmes sont donc fortement investies sur l'exploitation sans oublier les activités complémentaires comme le transport du bois, de litière, la préparation des repas, la fabrication de *chang* ou de *rakshi* et parfois les corvées d'eau.

Comme dans l'ancien système agraire l'entraide par groupe de travail, le *parma*, est très courante. Il permet d'alléger les pointes de travail et d'homogénéiser le calendrier agricole. Le *parma*, regroupe cinq à dix maisons et fonctionne sur le principe de l'échange de journée de travail pour les gros travaux des champs : semis du maïs, récolte, transport de bois, repiquage du riz, etc. Les parcelles des différentes exploitations sont dispersées et étagées sur le versant, ce qui permet d'intervenir rapidement sur les parcelles



Photo 20 : Travail en *parma* pour la récolte du blé dans une exploitation sherpa

qui en ont le plus besoin et rend le système d'entraide particulièrement approprié pour faire face aux pointes de travail. Ainsi, un ordre passage dans les parcelles est établi lors de réunions entre les exploitants du groupe. Le tour dépend du stade de la culture, de l'altitude et du travail le plus urgent. Parfois, c'est la cause de conflit, le travail peut ne pas être réalisé à temps et entraîner des pertes de production. C'est le cas par exemple d'un sarclage trop tardif. Les journées de travail peuvent aussi être rendues en travail différent. Les exploitations ayant un nombre trop faible d'actif ou trop âgé sont les seuls à ne pas pratiquer l'entraide car elles ne sont pas en mesure de rembourser les journées de travail. Le recours à l'emploi de journalier s'impose alors.

La trésorerie est difficile à gérer pour ces exploitations. Les bœufs sont rarement vendus. L'engraissement d'un porc apporte une valeur ajoutée intéressante mais la vente est ponctuelle. Seuls les chèvres et les poules apportent un revenu assez régulier malgré une plus faible valeur ajoutée. Les besoins en trésorerie sont les plus importants de novembre à mars, période de mariage et de fêtes (par exemple *Lhosar* pour les bouddhistes ou *Tihar* pour les hindous). Ces obligations sociales amènent souvent les villageois à s'endetter auprès d'autres exploitations du village, le plus souvent chez les Sherpa. Les prêts en banque nécessitent la carte d'identité et le certificat de propriété des terres que certains ne possèdent pas. Dans le village, le taux d'intérêt mensuel est de 2% ce qui correspond à un taux équivalent annuel de plus de 25%.

Ce système de production n'est pas autosuffisant en céréales de base et doit recourir à des activités complémentaires pour survivre. La location de la force de travail comme journalier sur d'autres exploitations est très courante. La rémunération suivant le type de

travail varie de 50 Rs (par exemple pour du sarclage) à 200 Rs (pour le labour), le diner étant compris dans la journée de travail. Le revenu agricole peut aussi être complété par du travail salarié non agricole, comme le portage de marchandises, la construction de maison, du bûcheronnage, etc.

SP2 : Polyculture/petit élevage bovin en fermage (2900 m)

Les exploitations de ce système de production (2% de l'échantillon étudié) sont localisées en altitude où ne vivent que les communautés sherpa et possèdent une très faible surface dont la moitié est en contrat de fermage dont le prix (33000 Rs/ha) est très défavorable pour l'exploitant. Comme pour SP1, l'activité sur l'exploitation n'est pas suffisante pour vivre et contraint les paysans à louer leur force de travail sur d'autres exploitations.

A 2900 m, la rotation est simplifiée à une culture par an (rotation PdT/Orge sur deux ans) et marquée par deux impératifs climatiques : le début de la mousson pour la récolte de l'orge, les précipitations neigeuses et les premières gelées pour le semis des pommes de terre. Le cycle de l'orge est rallongé d'un mois par rapport à sa culture à 2000 m (**annexe 8**) et son rendement est divisé par deux. Le rendement des pommes de terre se maintient en partie par une densité de semis plus importante que pour la culture associée au maïs dans les étages inférieurs.

Quant à l'élevage, le troupeau est limité à une vache et un bœuf. Pour le travail du sol, les exploitations se regroupent pour former un attelage. L'alimentation du troupeau est basée sur l'espace forestier, seulement 25% des fourrages sont produits sur la surface cultivée. Le bétail reçoit de la farine le matin puis divague dans le village et la forêt à proximité. Le soir, il retourne à l'étable. Les champs de culture sont entièrement clôturés pour éviter les dégâts qu'il pourrait occasionner. La neige est présente pendant trois mois l'hiver et les bovins sont alors enfermés en étable et affouragés avec du foin récolté de la mi-juillet à septembre, du fourrage foliaire provenant de la forêt et des pailles d'orge. C'est pendant cette période qu'ils produisent l'essentiel du fumier par le mélange des déjections à de la litière forestière. La proximité de la forêt entraîne aussi des dégâts plus importants sur les cultures par les animaux sauvages et une mortalité accrue liée aux attaques de léopard.

SP3 : Artisans/forgerons (1600-2300 m)

Ce système de production (20% de l'échantillon étudié) se rapproche du SP1 malgré une différence majeure pour l'accumulation de capital qui est la propriété des terres. Les paysans ont une activité principale autre que l'agriculture comme chez les Kami qui sont pour la plupart des forgerons ou certains Magar qui exercent le travail de menuisier. La rotation de culture est la même que pour SP1. L'activité d'élevage est cependant plus réduite avec deux vaches, deux chèvres et deux poules. Les exploitations ne possèdent pas d'attelage et emploient d'autres paysans pour l'arairage (500 à 800 Rs/jour) ou doivent louer un attelage (300 à 500 Rs/j). Cette dépendance vis-à-vis d'autres agriculteurs est parfois préjudiciable pour les cultures à semer, les délais d'attente ne permettant d'exécuter les travaux à temps. Leur localisation sur le versant étant voisine de celle de SP1, les modalités d'affouragement du troupeau et de renouvellement de la fertilité restent les mêmes.

L'activité principale des Kami est forgeron. Ils réalisent l'entretien des outils (faucille, *kukhuri*, houe) pour les autres exploitations. Un forgeron peut s'occuper de l'outillage de plus de 80 exploitations. Pour cet entretien, une exploitation lui donne une fois par an 500 à 800 Rs ou l'équivalent en grain et pommes de terre.

SP4 : Polyculture/élevage en propriété en bas de versant (1600-1900m)

La surface du SP4, de 0,9 à 2,7 ha, est nettement supérieure aux systèmes précédents et permet aux exploitations rai de dégager un surplus les "bonnes" années. Ces exploitations représentent 15 % de l'échantillon étudié. Le rang d'altitude appartient à l'étage subtropical où le climat permet une plus grande diversité de culture. Les rotations sur le *bari* se différencient suivant la distance à l'exploitation :

- à proximité de la maison, on réalise deux cycles de culture par an : Maïs+PdT/Eleusine+Soja. Lorsque les pommes de terre sont récoltées en juillet, l'éleusine est repiquée dans le maïs et du soja est déjà implanté en bordure de terrasse. La valeur ajoutée à l'hectare est nettement supérieure aux autres rotations maïs aussi du fait de rendements plus élevés à cet étage.
- dans les parcelles plus lointaines (accessibles en 15 à 30 min), on retrouve la rotation Maïs+PdT/Blé-orge/Eleusine décrite pour le SP1 et sa variante avec le sarrasin : Sarrasin/Blé/Eleusine.

En fond de versant, 0,7 ha de terrasses sont aménagées en casiers limités par des diguettes où les paysans de l'exploitation cultivent du riz. A causes des besoins importants en eau pour l'irrigation des terrasses et faute de canaux, la culture du riz se pratique à proximité des torrents qui dévalent le versant. Le riz irrigué peut être cultivé en rotation avec du blé ou avec une courte friche herbacée qui se développe pendant l'hiver et sert de pâturage au bétail.

L'élevage est plus développé que dans les systèmes précédents et comprend en moyenne trois vaches, deux bœufs, un porc, six chèvres et quatre poules. La position du SP4 en bas de versant rend l'accès à la forêt plus difficile. En effet, la forêt au bord de la Dudh Koshi est de petite taille et peu exploitée du fait de la pente et de son rôle de protection. Le système repose sur le fourrage produit sur l'exploitation et surtout sur les talus du *bari*. Les arbres fourragers, les résidus de cultures (dont les pailles de riz) et l'herbe des talus constituent 75% de la ressource fourragère. La logique de renouvellement de la fertilité est donc bien différente des autres systèmes et s'affranchit de l'espace forestier.

Le revenu agricole est complété par une activité saisonnière et occasionnelle de trekking.

SP5 : Polyculture/élevage en propriété en milieu de versant (1900-2300 m)

Ce système est pratiqué par les exploitations magar, rai et plus rarement sherpa qui se situent en milieu de versant (15% de l'échantillon étudié). La surface varie de 0,6 à 2,1 ha et permet de dégager un surplus les "bonnes" années. La rotation principale est Maïs+PdT/Blé-orge/Eleusine+Soja, déjà décrite dans le SP1. La variante Sarrasin/Blé-orge/Eleusine est aussi pratiquée sur de plus faibles surfaces.

L'élevage comporte deux bufflesses, un buffle, deux vaches, deux bœufs pour l'attelage et quatre poules. L'affouragement des buffles tout au long de l'année est une charge de travail importante qui nécessite d'avoir de la main d'œuvre disponible pour récolter les 20 à 30 kg de fourrage nécessaire par tête. L'avantage important de cet élevage est la production laitière, bien plus importante que celle des bovins. La vente des mâles et des réformes pour la viande représente un revenu intéressant (**tableau 12**) mais qui n'est perçu que tous les quatre ans.

Les exploitations sherpa de Bupsa sont souvent fortement investies dans le tourisme. Elles peuvent avoir un lodge et les hommes sont pour la plupart des guides de haute montagne qui réalisent des ascensions dans le Khumbu, pratique plus exigeante en disponibilité

saisonnaire que le trekking puisque les ascensions sont plus longues et certaines se déroulent pendant la mousson.

SP6 : Polyculture/élevage en propriété en haut de versant (2300-2500 m)

Les exploitations sherpa de ce système de production se situent sur le haut de versant cultivé en limite avec la forêt (15% de l'échantillon étudié). Leur surface est comprise entre 0,6 et 1,35 ha. A partir de 2300 m, l'éleusine atteint sa limite de culture et d'autres espèces la remplacent dans les rotations : PdT+maïs/blé ou orge/sarrasin ou lentille ou maïs blanc+soja (**annexe 8**). Le maïs blanc ne nécessite qu'un seul sarclage et sa durée de cycle est inférieure d'un mois au maïs jaune ce qui lui permet de s'insérer après le blé dans la rotation.

L'élevage, constitué de trois vaches, deux bœufs et quatre poules, repose sur les ressources forestières pour l'affouragement du troupeau (60% du fourrage). La proximité de la forêt permet la divagation du troupeau pendant la mousson et la récolte de fourrage foliaire est plus aisée.

La surface cultivée permet à ce système de dégager des surplus occasionnels ce qui ne l'empêche pas d'avoir une activité complémentaire principalement dans le trekking.

SP7 : Polyculture/petit élevage bovin en altitude (2900 m)

Ce système de production (5% de l'échantillon étudié) se rapproche du SP2 pour la logique d'affouragement et de renouvellement de la fertilité. Le troupeau est cependant un peu plus important (deux vaches, un bœuf) et les terres sont en propriété. Les paysans de ce système sont exclusivement sherpa. L'activité agricole est complétée par du trekking en agence qui apporte des revenus plus irréguliers mais bien plus avantageux que le travail comme journalier.

SP8 : Polyculture/élevage avec ouvriers agricoles (2000-2500 m)

Les exploitations du SP8 sont d'ethnie sherpa, magar ou rai et représente 10% de l'échantillon étudié. Ce système possède des surfaces importantes (1,5 à 5 ha) et recourt à de la main d'œuvre extérieure pendant la mousson pour faire face aux pointes de travail. La paye du journalier est variable suivant le type de travail. En moyenne, il touche 50 à 200 Rs par jour et comprend aussi une collation au champ et le dîner (soit 250 à 400 Rs au total). La journée de travail compte environ sept heures de 10 à 17 heures. Les journaliers sont principalement des exploitants locaux qui possèdent peu de terre, parfois des paysans d'autres villages sur le chemin de Lukla ou de Namche qui s'arrêtent dans le village pour une semaine à un mois. Le travail salarié a un coût important pour l'exploitation (plus de 55 000 Rs/an) d'autant plus que les journaliers ne sont pas toujours disponibles puisqu'ils s'occupent prioritairement de leurs terres au moment des pointes de travail. Le système est excédentaire et vend une partie de sa production. Les rotations sont les mêmes que pour le SP1 : Maïs+PdT/Blé-orge/Éleusine et une variante avec maïs blanc et soja à la place de l'éleusine.

L'élevage comprend deux bufflesses, trois vaches, deux bœufs, un porc et six poules et constitue la majeure partie du revenu agricole. L'affouragement s'effectue à 60% à partir de l'espace cultivé (Cf SP1) et comme pour le SP5 demande une main d'œuvre disponible.

5.2. Les systèmes pastoraux

SP9 : Elevage laitier avec transformation-polyculture (2400 m)

Les exploitations de ce système de production sont établies à partir de 2200 m à proximité de la forêt. Ce sont des exploitations sherpa qui élèvent des *chauri* à plein temps et ne représentent qu'une faible partie de l'échantillon étudié (5%). Le système d'élevage comprend 15 mères *chauri*. Sur les 0,45 à 1,6 ha, la rotation mise en place est Maïs+PdT/Blé-orge et sur quelques parcelles on cultive le sarrasin après le blé. Une partie des céréales est autoconsommée par le troupeau.

La main d'œuvre se divise entre les ateliers de culture et d'élevage. Les femmes montent s'occupent du troupeau au *kharkā* (alimentation, traite et transformation) tandis que les hommes se chargent des cultures, de la commercialisation du beurre et du fromage (parfois transportés sur les marchés de Lukla et Namche), ravitaillent le *kharkā* et aident au déplacement du matériel d'un pâturage à l'autre.

Pendant l'hiver, les animaux redescendent des pâturages d'hiver ou les terres cultivées. La mobilité des actifs est alors beaucoup plus réduite et la production des *chauri* est moindre. Les mises-bas sont concentrées au printemps et le pic de production laitière et des besoins d'alimentation des animaux interviennent donc quand le fourrage est disponible.

Ce système repose essentiellement sur le pâturage en forêt mais pendant la saison sèche, l'affouragement se fait à partir de foin, de paille et de fourrage foliaire forestier.

Bien que ce système de production soit exigeant en main d'œuvre, il permet de dégager une valeur ajoutée brute par *chauri* supérieure à tous les autres systèmes d'élevage (**tableau 12**). Il nécessite aussi un niveau d'équipement supérieur lié à la transformation de la production laitière.

SP 10 : Elevage laitier avec transformation (2900 m)

Ce système de production est proche du SP 9 mais l'élevage n'est pas combiné à la polyculture. Il est encore plus rare sur le versant (2% de l'échantillon étudié) et ne concerne que les populations sherpa. Un salarié est employé de manière permanente pour le travail dans les *kharkā*. La taille du troupeau atteint 50 mères. Pendant la mousson, il évolue entre les différents lieux de pâturage échelonnés avec l'altitude. A chaque changement de pâturage, il faut déplacer l'abri qui sert de laiterie. Une partie des *kharkā* est privée et l'autre partie demande de s'acquitter de droits d'accès payés en kilos de beurre. L'hiver, le troupeau descend sur les terres d'autres exploitations et le grain et la paille sont achetés à l'extérieur ce qui représente des charges d'alimentation importante.

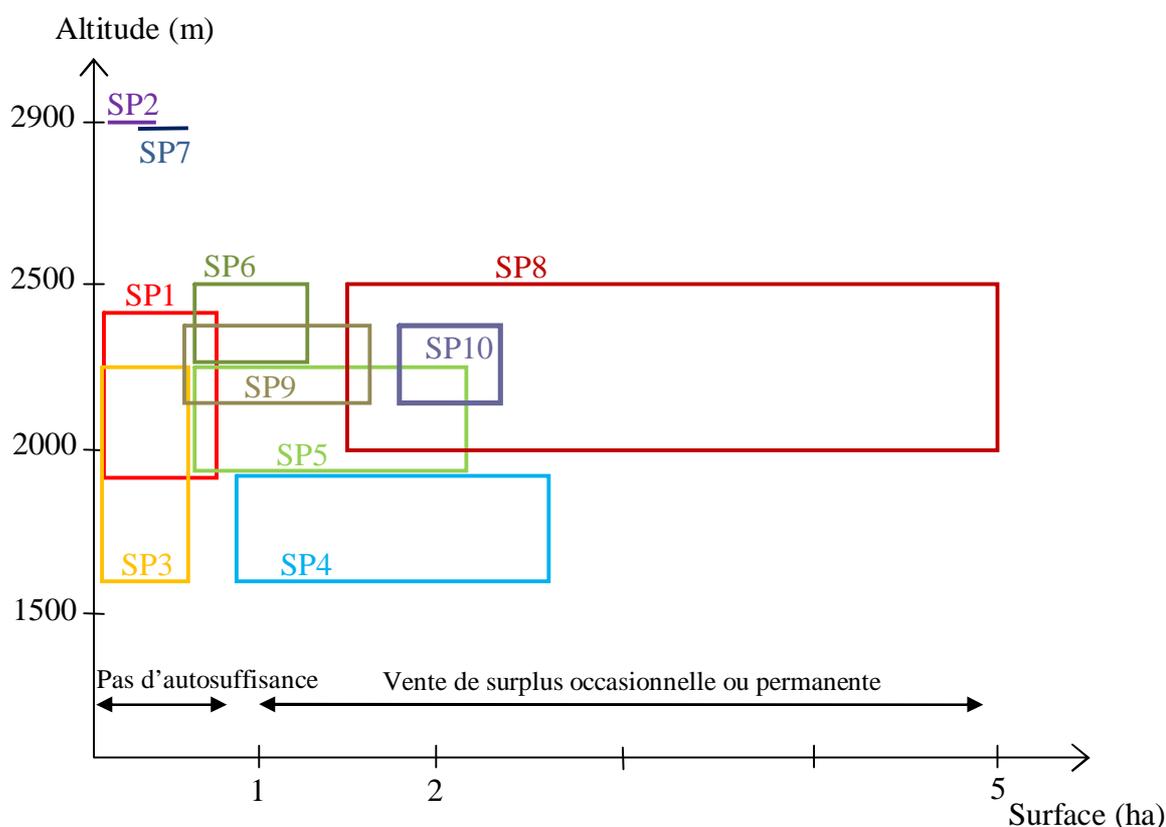
Cet élevage fournit un revenu nettement supérieur aux autres systèmes mais nécessite des investissements plus importants dans le matériel pour la laiterie ou le renouvellement du troupeau et il est très intensif en travail. La trésorerie est rarement un problème, la vente du beurre et du fromage frais permettant d'apporter un revenu régulier tout au long de l'année.

BILAN PARTIE 5 :

Une grande diversité de système de production existe malgré l'apparente homogénéité liée à la caractéristique commune qu'est la polyproduction. Les systèmes se différencient principalement par la surface disponible (**figure 10**), l'altitude qui conditionne l'accès à différents écosystèmes et la combinaison de l'activité agricole avec d'autres activités complémentaires.

Cette combinaison du travail agricole avec un travail extérieur constitue un système d'activité. En effet, pour certains systèmes l'activité agricole n'est pas suffisante pour faire vivre la famille d'où le recours à la pluriactivité. A partir du fonctionnement des exploitations étudié dans cette partie et par une analyse en détail des résultats économiques, il sera intéressant d'évaluer la part de revenu qui est fournie par l'agriculture et l'élevage.

Figure 10 : Représentation des systèmes de production en fonction de l'altitude et de la surface



CHAPITRE 4 : MODELISATION ECONOMIQUE ET COMPARAISON DES SYSTEMES DE PRODUCTION

1. Méthode de modélisation des résultats économiques

A partir des enquêtes réalisées auprès des exploitants, il a été possible de reconstituer des archétypes correspondant aux systèmes de production c'est-à-dire à un groupe d'exploitations ayant accès aux mêmes facteurs de production (terre, travail et capital) et mettant en place les mêmes combinaisons arbre-culture-élevage. Les archétypes utilisés ne correspondent donc à aucune exploitation particulière.

Le fonctionnement technique des systèmes de production qui a été décrit dans la partie précédente a servi de base au calcul économique. Les données utilisées sont des chiffres « moyens » qui reflètent une année « moyenne » c'est-à-dire hors aléas exceptionnels, où le système de production fonctionne à sa « vitesse de croisière ».

Pour évaluer et comparer les résultats moyens annuels des systèmes de production, on dispose de deux ratios : la création annuelle de richesse (valeur ajoutée nette ou VAN) rapportée au nombre total d'actifs et le revenu agricole par actif familial qui permet d'apprécier la rentabilité du système.

La valeur ajoutée nette « est égale à la valeur des productions finales à laquelle on soustrait la valeur de l'ensemble des biens et services consommés » (DUFUMIER, 1996)⁵⁵ :

$$VAN = PB - CI - Dep = VAB - Dep$$

avec : PB = produit brut annuel = valeur des productions finales

CI = consommations intermédiaires annuelles

Dep = dépréciation annuelle des équipements

VAB = valeur ajoutée brute

Le revenu agricole est « la différence entre le produit brut et l'ensemble des charges fixes et variables pour une période donnée. Ce revenu agricole doit permettre pour une part de rémunérer l'exploitant agricole et ses travailleurs familiaux et de financer pour une autre part tout ou partie des investissements destinés à accroître les capacités productives de l'exploitation » (DUFUMIER, 1996). Le revenu agricole s'exprime de la manière suivante :

$$RA = VAN + Sub - Int - RF - Imp - Sal$$

avec : RA = revenu agricole

Sub = subventions perçues par l'exploitant

Int = intérêts des emprunts aux banques ou prêteurs usuriers

RF = rente foncière

Imp = impôts payés à l'Etat

Sal = salaires versés à la main d'œuvre extérieure à la famille

⁵⁵ DUFUMIER M., 1996, Les projets de développement agricole, p54-55, Paris, Editions Karthala

Dans notre cas, cette expression peut se simplifier puisqu'aucune exploitation ne perçoit de subventions. La rente foncière correspond au prix de la location des terres en fermage ou en métayage.

2. Hypothèses du calcul économique

2.1. Le système de prix agricole

Les prix agricoles sont parfois difficiles à connaître lorsque les productions sont quasi-exclusivement destinées à l'autoconsommation des ménages agricoles. Il est donc nécessaire d'évaluer les productions au prix auquel elles auraient été achetées si la famille ne les produisait pas. Ces prix ont été établis à partir d'enquêtes sur les différents marchés de la région ou chez les commerçants et discutés avec les paysans. Il s'agit de prix moyens sur l'année des denrées agricoles. Ils peuvent effectivement varier au cours de l'année et augmentent surtout pendant la mousson où le transport est plus difficile et pendant la saison touristique. La propriétaire d'un lodge à Lukla m'explique que pendant la saison touristique, le prix du kilo d'éleusine peut augmenter de 20%. L'ensemble des prix utilisés est détaillé en **annexe 18**.

2.2. L'évaluation du produit brut

Le produit brut est calculé à partir des productions des systèmes de culture, d'élevage et des éventuelles transformations de la production. Les quantités utilisées pour l'alimentation des animaux et la transformation en *chang* ou en *rakshi* sont soustraites aux productions des systèmes de culture.

Les productions du jardins-vergers ont été considérées comme négligeables par rapport aux systèmes de culture et d'élevage.

2.3. Les consommations intermédiaires

Les consommations intermédiaires sont constituées des semences, des concentrés pour les animaux et de l'entretien du matériel. L'alimentation en fourrage est seulement comptée comme une dépense en temps de travail. Il n'y a pas d'utilisation d'engrais, ni de pesticides.

2.4. Les dépréciations du matériel

Les dépréciations correspondent à la valeur initiale du matériel divisé par sa durée d'utilisation. Le matériel est soit fabriqué par l'exploitant à partir de certaines espèces forestières soit acheté directement chez les forgerons ou encore sur les marchés. Dans le premier cas, le coût du matériel est évalué au prix qu'il aurait fallu payer pour son achat et dans le deuxième directement par son prix d'achat. Le coût du matériel et les durées d'utilisation sont répertoriées dans l'**annexe 19**. Le seul bâtiment qui a un coût est la maison mais elle n'est pas considérée comme un bâtiment agricole malgré son utilisation pour le stockage ou comme étable (dans les exploitations à 2900 m). Les autres bâtiments d'élevage sont fabriqués à partir de matériaux locaux et représentent seulement du temps de travail.

2.5. La main-d'œuvre

Le nombre d'actif travaillant sur l'exploitation est calculé selon une convention établie en conformité avec les informations recueillies lors des enquêtes de terrain. Ainsi, pour pouvoir additionner les différentes catégories de travailleurs, on définit une unité de travail par actif :

- de 12 à 15 ans : 0,3 UTA
- de 16 à 59 ans : 1 UTA
- de 60 à 65 ans : 0,5 UTA
- plus de 65 ans : 0,3 UTA

On considère que les enfants travaillent à partir de 12 ans. Avant et après l'école ainsi que le samedi, ils aident à la récolte de fourrage ou à la surveillance du bétail au pâturage. En ajoutant les périodes de vacances (mois de juillet) et les fêtes, on peut évaluer leur aide à un tiers temps. De plus, l'absentéisme à l'école est encore élevé certains mois de l'année comme en juin où le désherbage du maïs diminue de plus de 10% les effectifs à l'école.

Le coût de l'emploi d'un salarié revient à 350 Rs en comptant la paye (200 Rs) et en ajoutant la collation au champ et le dîner. L'emploi de journaliers de manière saisonnière, notamment pendant la mousson, est compté dans les consommations intermédiaires des cultures (SP8) alors que l'emploi d'un salarié permanent (SP9 et SP10) est pris en compte au moment de la redistribution de la valeur ajoutée.

2.6. Les prêts et les impôts

Les emprunts contractés ne concernent pas des achats agricoles mais plutôt de la nourriture. Ils ne sont donc pas pris en compte dans le calcul économique. La taxe foncière est le seul impôt mais sa valeur est négligeable (autour de 30 Rs/ha) par rapport aux autres charges.

3. Comparaison des résultats économiques des systèmes de production

3.1. Représentation graphique des résultats économiques

3.1.1. Méthode de représentation graphique

Pour comparer les systèmes de production entre eux, on rapporte la valeur ajoutée nette à la surface cultivée par actif. Des éléments de recettes et de charges peuvent être calculés proportionnellement à la surface (indités p) mais d'autres ne dépendent pas de la surface cultivée (indités np). Dans le cas de l'élevage, une partie de la valeur ajoutée brute a été reliée à la surface par le pourcentage de fourrage provenant de la surface cultivée (résidus de culture, herbe des talus ou arbres fourragers), indiqué dans le tableau de l'**annexe 17**.

La Valeur Ajoutée Nette par actif en fonction de la Surface/actif (S) s'exprime alors de la manière suivante :

$$\text{VAN/actif} = (\text{VABculture/ha} + \text{VABélevage}_p/\text{ha} - \text{Dep}_p) \times S/T + [\text{VABélevage}_{np} - (\text{Dep}_{np} + \text{Entretien du matériel})]/T$$

avec : T = nombre d'actif et S = surface cultivée

Les segments de droite sont représentés sur la **figure 20**. Les extrémités des segments correspondent aux seuils minimaux et maximaux de surface/actif.

De la même façon que pour la VAN, on peut rapporter le revenu agricole au nombre d'actifs familiaux :

$$\text{RA/actif} = (\text{VABculture/ha} + \text{VABélevage}_p/\text{ha} - \text{Dep}_p - \text{RF}) \times S/\text{Tf} + [\text{VABélevage}_{np} - (\text{Dep}_{np} + \text{Entretien matériel} + \text{Sal})]/\text{Tf}$$

avec : Tf = nombre d'actifs familial

3.1.2. Calcul des seuils de survie et de renouvellement

Sur la représentation graphique, le seuil de survie permet de situer le revenu des systèmes de production par rapport aux besoins incompressibles d'un actif et des inactifs qu'il supporte (besoin d'alimentation et autres besoins de base). En dessous de ce seuil, une exploitation n'est pas viable. Le calcul a été effectué pour une famille théorique de six personnes comprenant trois enfants (dont un de plus de 12 ans), deux adultes et un vieux soit 2.6 actifs.

Tableau 14 : Calcul du seuil de survie

Types de dépense	Quantité consommée/an	Coût annuel (en Rs)
Aliments		
Riz	720 kg	72 000
Pommes de terre	300 kg	4 500
Lentilles	120 kg	18 000
Maïs	210 kg	10 500
Huile de soja	18 L	3 600
Sucre	20 kg	1 600
Sel	25 kg	1 500
Autres dépenses de bases		
Vêtement, médicaments, matériel scolaire	-	20 000
TOTAL	-	131 700
TOTAL/actif		50 600

Le seuil de survie s'élève donc à 50 600 Rs par an pour un actif ayant à sa charge un peu plus d'un inactif.

Le seuil de renouvellement de l'unité de production est le prix de la force de travail sur le marché (MAZOYER, 2002)⁵⁶. On l'appelle aussi coût d'opportunité du travail. En effet, ce seuil permet de mesurer le gain qu'entraînerait une utilisation de la main-d'œuvre familiale autre que le travail sur l'exploitation. Dans la région, les autres opportunités de travail ne manquent pas.

Tableau 15 : Les opportunités de travail dans le VDC de Jubing

Type de travail	Rémunération
<i>Dans le village</i>	
Journalier agricole	50 à 200 Rs/jour + collation + dîner
Charpentier/menuisier	400 à 500 Rs/jour
Maçon	300 à 400 Rs/jour
Bûcheron	750 Rs/jour (30 Rs/coudée de planche)
Transport pierre/bois	150 à 300 Rs/jour + collation + dîner
<i>Emploi touristique (Lukla, Kathmandu)</i>	
Portage Jiri-Kharikhola ou Karikhola-Namche (viande ou autres marchandises)	400 à 500 Rs/jour
Porteur pour touristes sans agence	800 à 1000 Rs/jour
Cuisinier/porteur avec agence	600 à 900 Rs/jour
Guide de trekking (avec formation)	2000 Rs/jour
Guide de haute montagne (avec formation)	-2000 Rs/jour avec bonus de 10 000 Rs pour les ascensions -ascension de l'Everest, 300 000 Rs pour un mois et demi.

Les emplois dans le village présentent des rémunérations nettement plus faibles que celle du tourisme mais ont l'avantage de fournir un travail plus régulier. Travailler comme guide demande d'avoir une formation effectuée à Katmandu et une bonne maîtrise de l'anglais ou d'autres langues étrangères ce qui nécessite un investissement préalable. Les migrations internationales dans les pays du Golfe constituent aussi une alternative pour une période plus longue (trois à sept ans) et concerne le plus souvent du travail non qualifié. Suivant la compagnie, le retour au pays peut aussi bien être une réussite qu'un échec dramatique.

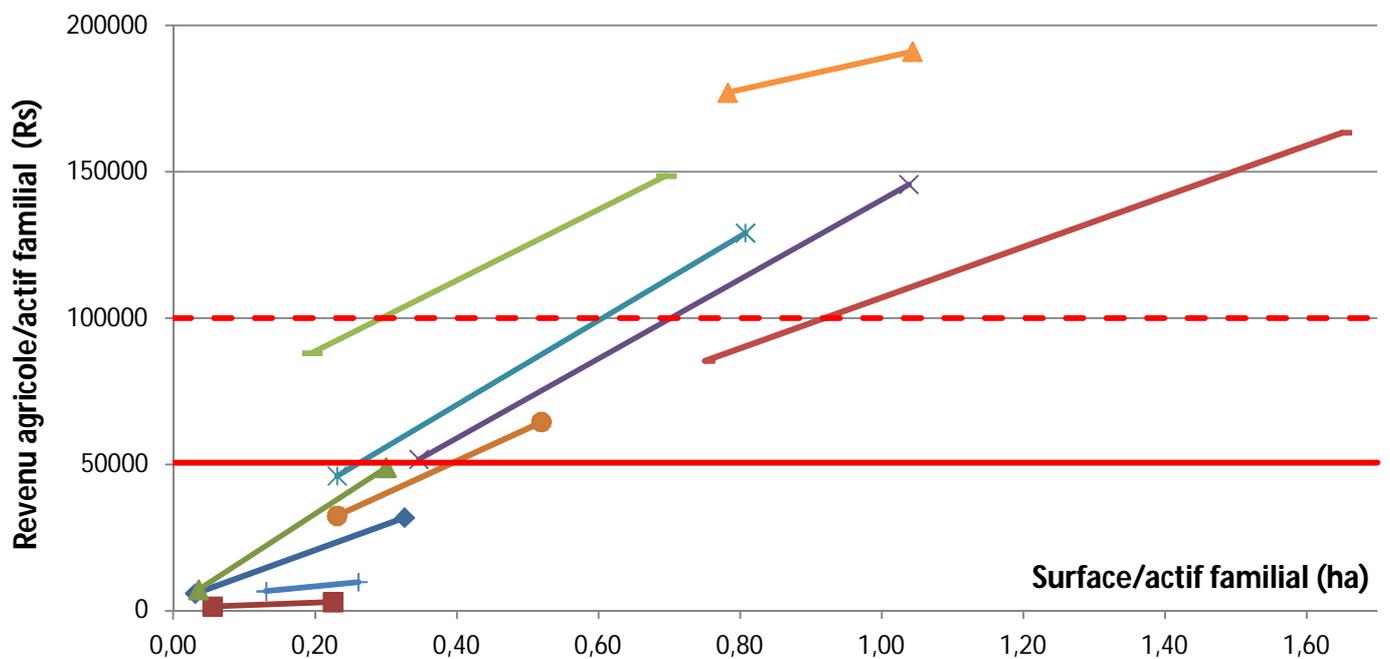
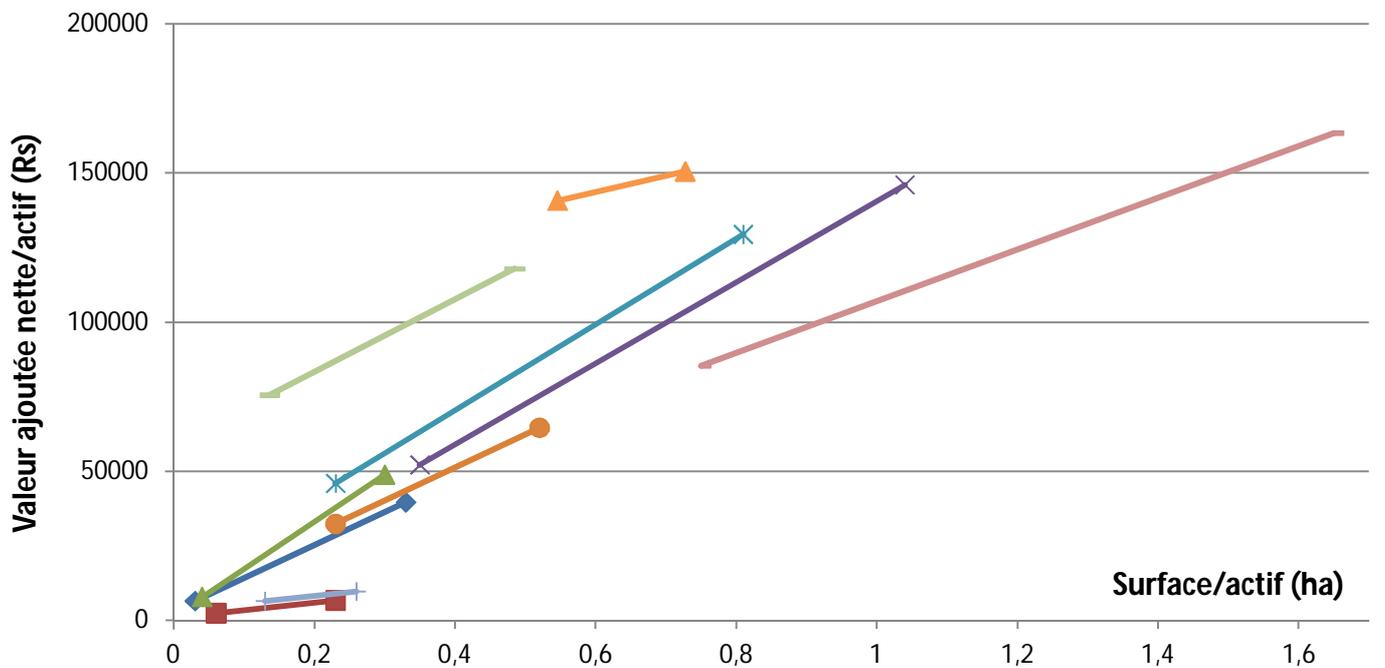
Le prix de la force de travail sur le marché local est calculé à partir du salaire annuel d'un journalier agricole, ce travail étant l'alternative la plus accessible localement. En considérant qu'un salarié peut travailler 300 jours pendant l'année (durée obtenue en enlevant les jours de fêtes et le repos), on obtient un seuil de renouvellement de 100 000 Rs/actif.

3.1.3. Valeurs ajoutées nettes et revenus agricoles modélisés

Les valeurs ajoutées nettes et les revenus de chaque système de production sont présentées en annexe et sur les graphiques suivants. On rappelle que pour simplifier les calculs, la modélisation des systèmes d'élevage est la même pour tous les systèmes de production (les différentes modalités d'affouragement ne rentrant pas en compte dans le calcul économique). Seuls varient les combinaisons de systèmes d'élevage et l'effectif en animaux.

⁵⁶ MAZOYER M., ROUDART L., 2002, Histoire des agricultures du monde, p 527, Paris, Editions du Seuil.

Graphique 1 : Valeur ajoutée nette et revenu agricole par actif en fonction de la surface par actif



- ◆ SP1: petite polyculture/polyélevage en métayage/fermage (1900-2400m)
- SP2: polyculture/petit élevage bovin en fermage (2900m)
- ▲ SP3: petite polyculture/polyélevage en propriété (1900-2400m)
- × SP4: polyculture/polyélevage en propriété en bas de versant (1600-1900m)
- * SP5: polyculture/polyélevage en propriété en milieu de versant (1900-2300m)
- SP6: polyculture/polyélevage en propriété en haut de versant (2300-2500m)
- + SP7: polyculture/petit élevage bovin en propriété (2900m)
- SP8: polyculture/polyélevage avec ouvriers agricoles
- SP9: polyculture/élevage laitier transhumant avec transformation
- ▲ SP10: élevage laitier transhumant avec transformation
- SEUIL DE SURVIE
- - - SEUIL DE RENOUVELLEMENT

3.2. Analyse des résultats économiques

Tout d'abord, l'ordonnée à l'origine du prolongement des segments de droite est positive ce qui peut apparaître surprenant. Pour le comprendre, il faut s'intéresser aux facteurs non proportionnels de l'équation de la droite. La valeur positive de ce facteur est due à la partie non proportionnelle de la valeur ajoutée brute de l'élevage qui est supérieure aux dépréciations non proportionnelles, à l'entretien du matériel et aux salaires. En effet, cela met en avant un caractère important de l'agriculture de cette région : les immobilisations en capital dans les bâtiments ou l'équipement sont très faibles. L'agriculture est manuelle, peu mécanisée et peu motorisée.

Les représentations graphiques des valeurs ajoutées nettes et des revenus agricoles par actif permettent d'identifier clairement deux groupes de systèmes de production.

Un premier groupe formé par SP1, SP2, SP3 et SP7 se distingue pour des surfaces inférieures à 0,3 ha/actif, des altitudes et des modes de tenure foncière différents des autres. Les coefficients directeurs des portions de droite traduisent les possibilités d'accroissement de richesse ou du revenu avec la surface. Ceux de SP2 et SP7 sont bien faibles (les droites ont une allure presque horizontale) par rapport aux SP1 et SP3. A 2900 m, les systèmes de cultures sont très simplifiés et ne permettent pas de dégager une valeur ajoutée importante à l'hectare (**tableau 10**), d'autant plus que le cheptel des exploitations est très limité pour ces systèmes. SP1 et SP3 présentent un revenu agricole plus élevé et des pentes plus élevées. Cela peut s'expliquer par le fait qu'il se situe à une altitude plus faible et peuvent cultiver une plus grande diversité d'espèces. Mais ce qui différencie aussi les systèmes de ce premier groupe est le statut du foncier. Le fermage et le métayage se traduisent par le versement d'une rente qui handicape très lourdement les capacités de survie de SP1 et SP2 et *a fortiori* leur capacité d'investissement. Ce facteur contribue à diminuer la pente de la droite sur la représentation graphique.

Les systèmes de production de ce premier groupe se situent tous en dessous du seuil de survie et les villageois recourent à une activité complémentaire indispensable pour pérenniser la situation économique de l'exploitation. Les quasi-sans terre (SP1, SP2, SP7) travaillent couramment comme journaliers agricoles pour d'autres exploitations, dans le portage commercial ou touristique ou comme scieurs de long. SP2 et SP7 sont particulièrement vulnérables lorsqu'ils ont besoin de mobiliser du capital (problème de santé, décès, mariage). Les exploitants du SP3 travaillent la majorité de leur temps comme charpentier ou forgeron et le manque de terre représente pour eux une contrainte moins forte.

Un deuxième groupe apparaît pour des superficies par actif s'étalant de 0,2 à 1,6 ha (SP4, 5, 6 et 8). La superficie maximale de 1,6 ha par actif s'explique par le recours à de la main d'œuvre salariées journalière pour le SP8. Les systèmes de production de ce groupe dégagent occasionnellement ou systématiquement un surplus en fonction de la taille de l'exploitation. L'élevage comporte au minimum cinq têtes de bétail. Au regard de la modélisation des différents systèmes de production (**graphique 1**), ces systèmes possèdent un revenu agricole significatif et supérieur au seuil de survie. Cela est moins vrai pour le SP6, situé à des altitudes plus élevées (2300 à 2500 m) et se justifie par un élevage plus réduit. A 2300 m, la limite de culture de l'éleusine est atteinte et le haricot ou la lentille la remplace dans la rotation mais la valeur ajoutée brute à l'hectare reste intéressante (**tableau 10**). Pour les systèmes de ce groupe, la surface disponible est plus importante et les champs sont cultivés de manière moins intensive (moins d'association, différenciation des rotations en fonction de l'éloignement à l'exploitation) que pour le groupe précédent. La stratégie du SP8 d'employer des salariés pour cultiver ses terres rend l'accroissement du revenu avec la surface plus difficile. L'emploi des journaliers représente en effet une charge importante.

Certaines exploitations, surtout celles des Sherpa, se sont tournées vers le tourisme, à la recherche d'activités lucratives comme l'accompagnement en montagne pour les treks ou l'ascension de sommets (SP6).

SP9 et SP10 constituent des systèmes à part en dépendant essentiellement du bétail et la commercialisation des produits. L'élevage de *chauri* possède une limite inférieure à 2200 m liée à la physiologie des animaux. Ces systèmes dégagent les meilleures valeurs ajoutées par actif dans la gamme de surface utilisée grâce à la transformation du lait en beurre et en fromage frais.

BILAN DE LA MODELISATION ECONOMIQUE

Les exploitations qui possèdent une surface cultivée supérieure à 0.3 ha/actif et situées en dessous de 2500 m dégagent des revenus supérieurs au seuil de survie voire supérieurs au seuil de renouvellement (pour SP4 et SP5 à partir de 0.6 ha/actif). L'altitude est importante puisqu'elle détermine les possibilités de diversification des systèmes de culture qui réduisent la vulnérabilité des exploitations aux aléas climatiques. Cependant, il reste encore beaucoup d'exploitations en dessous du seuil de survie et qui sont dépendantes d'une activité extérieure.

La modélisation économique montre que les revenus agricoles restent en majorité bien inférieurs aux opportunités de travail à l'extérieur et notamment dans le tourisme. La question qui se pose est donc celle du maintien de la main d'œuvre dans l'agriculture qui ne pourra se faire sans une augmentation de la productivité des systèmes de cultures et surtout des systèmes d'élevage où la marge de progression semble la plus élevée.

CHAPITRE 5 : PERSPECTIVES D'EVOLUTION

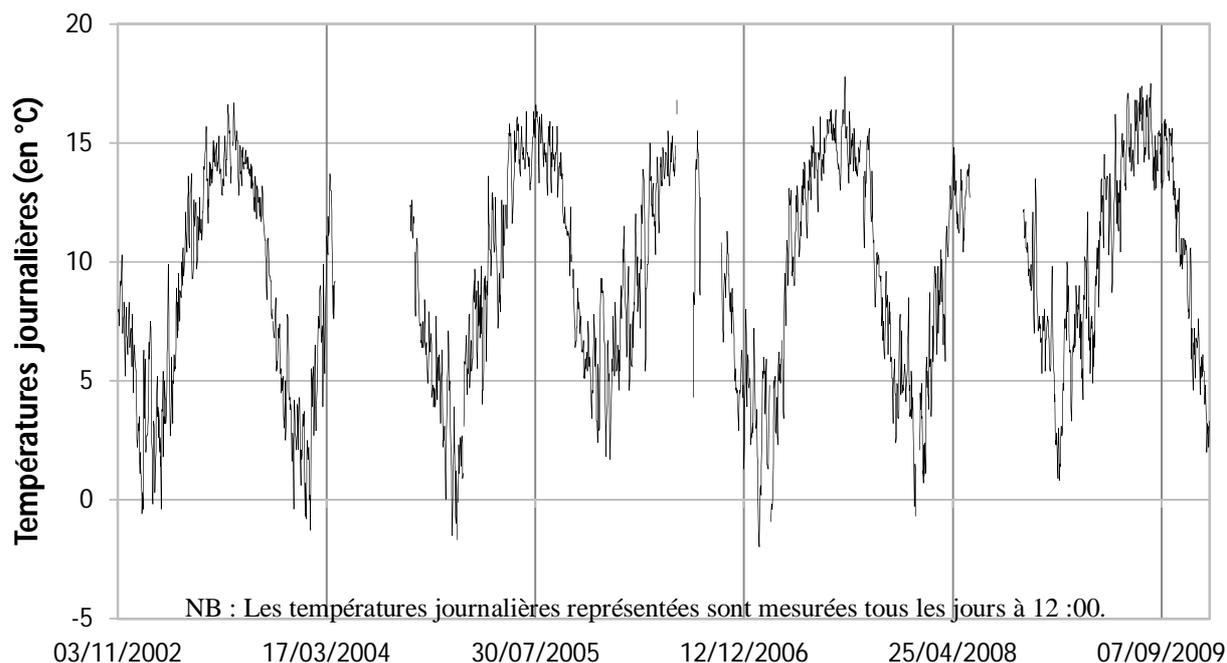
1. Les capacités d'adaptation de l'agriculture face à l'augmentation des aléas climatiques

1.1. L'augmentation des aléas climatiques

De nombreuses études montrent que le réchauffement climatique a été plus important dans la chaîne himalayenne par rapport à la moyenne mondiale (0,74°C pour les 100 dernières années). Au Népal, le réchauffement a atteint 0,6°C par décennie de 1977 à 2000 (ERIKSSON and al., 2009)⁵⁷. Dans la région himalayenne, les principales préoccupations sont les possibilités de retrait des glaciers et de réduction du couvert neigeux qui réduiraient la capacité de stockage en eau. Ces éventuelles modifications de la cryosphère et leurs conséquences pour les populations font l'objet du programme « PAPRIKA » du CNRS. Selon Eriksson et al., les changements les plus sérieux concernent probablement la fréquence et la magnitude d'événements climatiques extrêmes comme par exemple des précipitations très intenses. Les populations montagnardes devraient donc faire face à une augmentation de l'incertitude sur le climat : des précipitations incertaines, des températures en augmentation et une accentuation des caractéristiques du climat comme par exemple des sécheresses plus marquées en hiver (ERIKSSON and al., 2009).

Qu'en est-il de l'évolution des paramètres climatiques dans la zone d'étude ? Seule la station météorologique de Lukla, située à 15 km en amont de Jubing dans la vallée de la Dudh Koshi, permet de suivre l'évolution de la température dans les dix dernières années.

Graphique 2 : Evolution de la température journalière à Lukla de 2002 à 2009



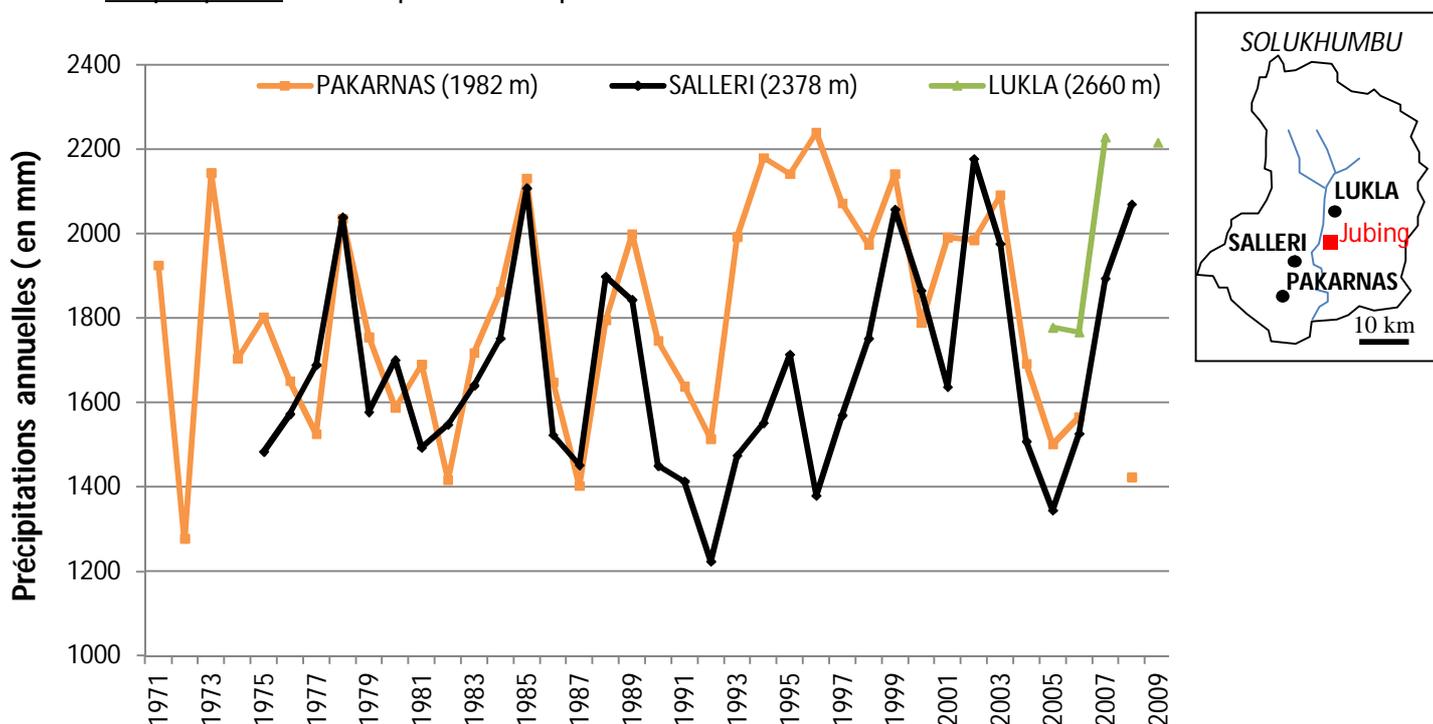
SOURCE : Climatological records of Nepal 2002-2009, Department of Hydrology and Meteorology.

⁵⁷ ERIKSSON M., JIANCHU X., SHRESTHA A.B., VAIDYA R.A., NEPAL S., SANDSTRÖM K., 2009, "The changing Himalayas, Impact of climate change on water resources and livelihoods in the greater Himalayas", Kathmandou, ICIMOD.

Malgré l'absence de données pour certaines périodes et la faible durée d'analyse, on constate une légère tendance à la hausse pour les températures moyennes qui semble correspondre en fait surtout à une hausse des températures minimales en hiver plus qu'à une hausse des températures maximales et de l'ensemble des températures. Les villageois n'hésitent pas à parler de réchauffement climatique. Ils associent cette tendance à la diminution des précipitations neigeuses dans les 40 dernières années. Auparavant, la neige pouvait recouvrir le paysage de un à deux pieds de neige (soit 30 à 60 cm) en une semaine. A Jubing (1700 m), les bambous se cassaient sous le poids de la neige. Aujourd'hui, la neige ne reste pas plus d'un jour et ne dépasse pas un pouce (soit moins de trois centimètres).

Quant aux variations des précipitations, on dispose de relevés depuis les années 1970 dans les stations de Salleri et de Pakarnas situées au sud du district.

Graphique 3 : Relevés pluviométriques annuels dans trois stations du Solukhumbu



SOURCE : Climatological records of Nepal 1971-2009, Department of Hydrology and Meteorology

Les changements dans les précipitations sont moins aisés à interpréter que l'évolution de la température du fait d'une variabilité interannuelle déjà très élevée. Selon une étude de l'ICIMOD dans le bassin de la Koshi (DIXIT and al., 2009)⁵⁸, les précipitations auraient tendance à décroître dans le Solukhumbu sur les 30 dernières années. Cependant, elle signale que les changements dans les précipitations sont ambigus, les indicateurs de changement devant être reliés aux spécificités locales qui peuvent varier considérablement. Les prévisions quant à l'évolution de la pluviométrie restent donc incertaines, « les modèles concernant les changements possibles en matière de volume et de répartition des pluies étant encore beaucoup plus difficiles à établir que ceux faisant état de l'accroissement des températures. Le morcellement de l'espace dans les régions montagneuses, l'étagement altitudinal et les

⁵⁸ DIXIT A., UPADHYA M., DIXIT K., POKHREL A., RAI D.R., 2009, "Living with Water Stress in the Hills of the Koshi Basin", Nepal, Kathmandu, ICIMOD.

dissymétries de versant ne peuvent pas être pris en compte dans ces modèles » (COCHET, 2009)⁵⁹.

1.2. Les effets actuels et potentiels des changements climatiques

1.2.1. Effets actuels

Selon Dahal, « le changement climatique est une menace imminente pour l'environnement mondial et le Népal est un des pays les plus vulnérables face aux conséquences négatives de ses effets » (DAHAL, 2006)⁶⁰. « En effet, le Népal a déjà souffert des répercussions du changement climatique comme la réduction du couvert neigeux, le retrait des glaciers et les débâcles glaciaires ». La région du Solukhumbu a connu trois GLOF dans les trente dernières années : celui du Nare en 1977, du Dig Tsho en 1985 et du Tam Pokhari en 1998. Le GLOF du Dig Tsho, un lac glaciaire situé en amont de Thame à 4365 m, déversa six à 10 millions de m³ d'eau et de débris dans la vallée de la Dudh Koshi. Les conséquences furent dévastatrices, aussi bien au niveau social qu'économique. Les dégâts s'étendirent jusqu'à Jubing c'est-à-dire à plus de 60 km en aval du lac. Des terres agricoles (comme des rizières à Hatemu dans le VDC de Jubing), des maisons et l'usine hydroélectrique de Thame furent emportées. L'économie touristique fut aussi affectée par la destruction de chemins de trek et de 14 ponts dont celui de Jubing. La débâcle glaciaire du Tam Pokhari en 1998, dans la vallée voisine de l'Inkhu Khola, marque à nouveau la région. Dix sept millions de mètres cubes se déversent dans la vallée suite à la rupture de la digue par une avalanche de glace, créant une brèche de 42 mètres. Deux personnes meurent, six ponts sont endommagés et des terres agricoles emportées (MOOL, 2001)⁶¹. Le nombre important de lacs glaciaires potentiellement dangereux dans la région du Khumbu montre que ce genre d'épisode pourrait se renouveler. Les villageois sont conscients de la menace de l'Imja Tsho qui connaît actuellement une expansion rapide et contient un volume six fois plus important que celui du Dig Tsho. L'exemple passé du Dig Tsho permet d'évaluer les dégâts potentiels que pourrait occasionner la débâcle de ce lac et de mettre en place des mesures de prévention (BAJRACHARYA and al., 2007)⁶².

En revanche, l'augmentation de la température aurait des effets positifs sur la culture des légumes et les fruits. Dans la région Ouest du Népal, Dahal explique que des paysans cultivent dorénavant des choux, choux fleur, piments, tomates et concombres qui nécessitaient auparavant d'être produits sous serre (DAHAL, 2005)⁶³. Dans d'autres régions, étudiées par Oxfam International⁶⁴, les cultures maraîchères irriguées sont introduites en remplaçant une partie des cultures céréalières pendant la saison sèche en réaction à l'augmentation du risque climatique. Dans le VDC de Jubing, les agriculteurs n'associent pas le développement du maraîchage avec le changement climatique d'autant plus que cette pratique s'est diffusée

⁵⁹ COCHET H., 2009, « L'agriculture éthiopienne face à l'augmentation du risque », Dialogues Franco-éthiopiens : « Ethiopie : une société vulnérable au défi du risque climatique et environnemental », Centre Français d'Etudes Ethiopiennes.

⁶⁰ DAHAL N., 2006, "Implications of Climate Change in Nepal: Some Observations and Opportunitie", Paper Presented at 23rd Warden Seminar held in Pokhara in November 2006, Nepal.

⁶¹ MOOL P.K., BAJRACHARYA S.R., JOSHI S.P., 2001, "Inventory of Glaciers, Glacial Lakes and Glacial Lake Outburst Floods: Monitoring and Early Warning Systems in the Hindu Kush-Himalayan Region", Kathmandu, ICIMOD.

⁶² BAJRACHARYA S.R., MOOL P.K., SHRESTHA B.R., 2007, "Impact of Climate Change on Himalayan Glaciers and Glacial Lakes", Kathmandu, ICIMOD.

⁶³ DAHAL N., 2005, "Perceptions of climate change in the Himalaya", Tiempo Climate Change Bulletin, n° August 2005.

⁶⁴ GUM W., SINGH P.M., EMMETT B., 2009, "Even the Himalayas have stopped smiling: Climate Change, Poverty and Adaptation in Nepal", Oxfam International.

progressivement dans le pays au cours des 20 dernières années en lien avec la construction des routes et d'altiports et de nouvelles possibilités de commercialisation des produits. Cependant, certains sont convaincus de l'augmentation de la température et de ses effets directs vu le succès de nouvelles plantations d'espèces subtropicales (bananier, piment, citronnier, mandarinier) à Kharikhola à 2000 m d'altitude alors que leur culture était auparavant impossible. Ce succès reste à nuancer du fait que les rendements et durées de cycles végétaux sont tout de même plus longs que dans les étages inférieurs et que pour une même altitude les conditions climatiques locales, comme par exemple les conditions d'ensoleillement, peuvent être très variables.

Aucun changement dans les dates de semis ou de récolte des cultures n'a été mentionné par les agriculteurs, peut être parce que ces dates ont toujours eu une forte variabilité interannuelle.

1.2.2. Les effets potentiels

Les effets potentiels que pourraient avoir le changement climatique dans le VDC de Jubing sont décrits ci-après à partir d'hypothèses qui s'appuient le plus souvent sur des exemples avérés au Népal ou ailleurs.

Tout d'abord, la forte dépendance des cultures aux pluies de mousson est un point important de la vulnérabilité des exploitations. Ainsi, les fluctuations de la mousson et une modification de la répartition des pluies pourraient avoir des conséquences néfastes. Dans les districts du bassin de la Koshi enquêtés par une équipe de l'ICIMOD, beaucoup de paysans expliquent que la date d'arrivée de la mousson a changé et que son retard a un impact négatif pour les cultures (DIXIT and al., 2009)⁶⁵ en particulier le maïs et les pommes de terre. Pour les cultures d'hiver (blé, orge, moutarde), une augmentation de la fréquence des sécheresses pourrait avoir un impact important sur les récoltes, ces épisodes étant déjà bien connus dans la zone d'étude.

Une augmentation des températures peut avoir des effets considérables sur un versant où l'ensemble des activités agricoles est organisé en fonction du gradient et des limites altitudinales. Dans les régions montagneuses, « cet accroissement de température et d'humidité s'accompagnerait, n'en doutons pas, d'une pression parasitaire elle-même accrue, ainsi que d'une minéralisation de la matière organique plus rapide » comme le constate Cochet⁶⁶ en Ethiopie. De plus, un réchauffement peut avoir une influence sur l'évolution du couvert neigeux qui recouvre actuellement le versant pendant deux à trois mois à partir de 2300 m. Les fluctuations du couvert neigeux peuvent augmenter les risques de gelée des cultures d'hiver, plus significatifs à cette altitude, et modifier les périodes de montée en pâturage. Toutefois, les parcours et période de pâturage en altitude semblent avoir peu évolué jusqu'à présent selon nos enquêtes auprès des éleveurs. Ces enquêtes restent par ailleurs à être précisées en ce qui concerne une plus forte occurrence du gel. Enfin, un réchauffement pourrait modifier la disponibilité en eau. La potentielle régression du couvert neigeux réduirait les quantités d'eau déstockées ce qui accentuerait le contraste entre mousson et saison sèche, phénomène que les agriculteurs ne nous ont pas mentionné. Mais l'évaluation de la disponibilité en eau reste une tâche difficile du fait des fortes variations interannuelles du débit des torrents et aussi des modifications récentes des usages de l'eau dues à la généralisation des adductions d'eau, à l'utilisation hydro-électrique et à l'irrigation pour le maraîchage dont l'essor pourrait accroître la pression sur cette ressource pendant la saison sèche.

⁶⁵ DIXIT A. et al., *Ibid.*

⁶⁶ COCHET H., *Ibid.*

1.3. Quelles sont les capacités d'adaptation du système agricole ?

1.3.1. Projections suivant le système de production

Les conséquences éventuelles d'un changement climatique diffèrent selon les types d'exploitations situées à différents étages, les différents types de culture et d'élevage. On peut tenter de faire des projections : qu'impliquent les changements actuels et potentiels recensés ? Des systèmes de production sont-ils plus vulnérables que d'autres ?

Tout d'abord, l'augmentation de la température et la remontée de la limite de certaines cultures qu'elle entraîne aurait un effet positif sur les systèmes situés entre 2000 et 2500 m (SP1, 3, 4, 5, 6 et 8) en offrant des possibilités de diversification accrue des productions mais en revanche la pression parasitaire serait probablement plus importante pour l'étage subtropical (jusqu'à 2000 m). Une tendance à la régression du couvert neigeux augmenterait la sensibilité aux dégâts du gel pour les exploitations au-delà de 2300 m. Elle pourrait aussi modifier les parcours des systèmes d'élevage de *chauri* (SP9 et SP10) en permettant une montée plus précoce dans les pâturages d'altitude. Quant aux potentielles sécheresses accrues et irrégularités de la mousson, elles affecteraient l'ensemble des systèmes mais plus particulièrement ceux qui ont le moins de possibilités de diversification des cultures et de sources de revenu. En ce qui concerne les systèmes de culture, la vulnérabilité des exploitations augmente donc avec l'altitude, ces systèmes étant moins diversifiés et la durée des cycles végétatifs laissant moins de marges de manœuvre. Cependant, les modifications climatiques semblent surtout reposer sur une incertitude climatique croissante comprenant des événements extrêmes (comme l'augmentation de la fréquence des sécheresses par exemple). Les capacités d'adaptation des systèmes de production et leurs marges de manœuvre reposent donc avant tout sur la diversification de leurs activités.

1.3.2. La diversité, source de résilience des systèmes de production

Les événements climatiques désastreux ne sont pas nouveaux pour les populations himalayennes. Elles ont toujours eu à faire face à des changements de température, de disponibilité en eau et d'événements extrêmes comme les sécheresses ou les glissements de terrain (ERIKSSON, 2009)⁶⁷. A Jubing, compte tenu des conditions du milieu, les systèmes de production se sont construits de manière à répondre aux conditions aléatoires. Aucun système n'est basé sur une spécialisation dans une production particulière. La diversité des productions, l'étagement des cultures, la dispersion des parcelles ou encore la pluriactivité sont autant de facteurs assurant la capacité d'adaptation du système agricole face aux aléas. De plus, les liens forts de solidarité à l'intérieur des communautés ethniques du versant constituent un soutien important en cas de difficultés.

Les migrations et la pluriactivité qui se sont développées de manière importante avec le tourisme assurent une diversification des sources de revenu qui constitue un élément crucial de la pérennisation économique des exploitations. Les villageois bénéficiant des sources plus diverses de revenu s'adaptent plus facilement aux changements que ceux qui ne dépendent que de l'agriculture. Selon Dixit (2009)⁶⁸, « la diversité des sources de revenus est plus importante que le niveau de revenu. Pour cette raison, les familles pauvres ne sont pas forcément les plus vulnérables ». Des villageois s'étant investis dans une activité entièrement touristique sont par exemple à la merci de tout événement politique ou de catastrophes naturelles (GLOF, séismes) qui pourraient réduire la fréquentation touristique. En ce qui

⁶⁷ ERIKSSON M. and al., *Ibid.*

⁶⁸ DIXIT A. and al., *Ibid.*

concerne les exploitations les plus pauvres, leur faible niveau de revenu rend l'épargne impossible et donc leur vulnérabilité est tout de même plus importante.

Actuellement, la tendance à la concentration de l'activité à proximité de l'exploitation a des effets aussi bien positifs que négatifs sur la résilience des systèmes de production. La plantation d'arbres sur le bord des terrasses et la diversification dans le maraîchage ont des effets plutôt positifs alors que le reboisement des terrasses éloignées (diminution de la dispersion des parcelles) et la reconversion du *khet* (diminution de la diversité des productions) vont plutôt dans le sens d'une diminution de la résilience. Les actions de développement devront s'orienter vers des projets permettant d'augmenter les capacités d'adaptation du système actuel et notamment des plus pauvres.

2. Une route à Jubing ?

Une piste relie désormais Salleri, le chef du district du Solukhumbu, au district voisin d'Okhaldhunga et plus largement au réseau routier népalais. Un projet de route est en cours à partir de Salleri. L'itinéraire de la route n'est pas encore fixé et pourrait s'arrêter à Nunthala (village en aval de Jubing), ou se poursuivre jusqu'à Lukla par le versant du VDC Jubing ou celui de Taksindu (versant opposé). L'accès à une route, si elle est opérationnelle toute l'année, changerait profondément l'économie de la région en accélérant son ouverture sur le marché et permettrait l'accès à de nouveaux services et opportunités. Elle diminuerait notamment l'activité de portage. Jusqu'à aujourd'hui, les difficultés de transport ont mis l'agriculture locale à l'abri de la concurrence et les paysans ont dû s'adapter aux changements avec très peu de moyens de production d'origine industrielle. Dans d'autres régions, un accès routier fiable a influencé les productions agricoles: par exemple, le passage de l'élevage bovin à l'élevage de buffles pour profiter du marché du lait ou le développement des cultures de thé ou de cardamome (DIXIT, 2009).

3. Quelques pistes de développement

Les propositions d'actions de développement doivent se faire sans perturber l'équilibre actuel des systèmes d'activité des exploitations et surtout sans mettre en danger leur sécurité alimentaire. Ces dernières restent aujourd'hui essentiellement tournées vers l'autoconsommation et les objectifs n'ont pas changé : faire face aux aléas par la diversité des productions et en jouant sur l'écosystème cultivé. Les stratégies de développement doivent donc se baser sur une approche des systèmes de production intégrant la réduction des risques liés aux aléas climatiques, la gestion durable des ressources naturelles (la forêt et l'eau), la diversification des cultures, ou encore les liens avec le marché. Le manque de productivité des systèmes de culture et d'élevage est une question essentielle d'autant plus que les marges de progression sont importantes (augmentation de la fumure organique ou l'utilisation d'engrais par exemple) mais limitées par les caractéristiques physiques du milieu (dont la difficulté de transport, de motorisation et de mécanisation des opérations culturales).

3.1. Les projets mis en place par le passé

La plupart des ONG qui travaillent dans le district de Jubing portent leur aide sur l'éducation (bourse pour des élèves, salaires de professeurs de l'école de Kharikhola, etc.), l'amélioration des conditions sanitaires (hôpital de Kharikhola par exemple) et des conditions de vie (cofinancement de projets hydroélectriques ou mise en place d'adductions d'eau).

En ce qui concerne l'agriculture, les techniciens du Bureau de développement de l'agriculture et de l'élevage de Salleri mènent un travail de vulgarisation agricole depuis les années 80. Une antenne locale a été ouverte en 1997 mais fermée trois ans plus tard suite à des problèmes de financement. Des variétés sélectionnées à haut potentiel de rendement ont été introduites mais plus ou moins bien accueillies par les villageois suivant leur adaptabilité aux conditions locales de culture (association de culture, conditions climatiques). Les conditions d'expression de ce potentiel n'étant pas toujours réunies comme par exemple la nécessité d'une fertilisation plus importante, difficile pour les petites exploitations comportant peu de bétail. L'introduction de nouvelles races par croisement avec des races locales a fonctionné surtout pour l'élevage porcin. Pour l'élevage de buffle, des mâles de race *lauri*, ont été distribués à quelques paysans mais moins utilisés du fait de problèmes à la mise bas des bufflons croisés. Ces efforts de croisement doivent être poursuivis mais en ayant conscience du décalage important entre les conditions des stations expérimentales et la réalité des conditions locales du versant de Jubing.

Au milieu des années 90, des fertilisants chimiques sont introduits mais l'irrégularité de l'approvisionnement, leur coût de transport et les effets sur la structure du sol ont rendu leur utilisation quasi nulle aujourd'hui.

3.2. Propositions d'action de développement suivant les systèmes de production

3.2.1. Les systèmes de production avec peu de surface et des revenus insuffisants

Les contraintes principales des quasi sans terre (SP1, 2, 3 et 7) sont la surface d'exploitation limitée, des effectifs d'élevage trop faibles et peu productifs à cause d'une mortalité importante, une trésorerie insuffisante et une capacité d'accumulation du capital quasi nulle à cause du système de métayage-fermage très défavorable pour le producteur. Les stratégies de ces systèmes de production sont la minimisation du risque et la diversification des productions. Cette diversification est cependant limitée par les contraintes altitudinales (SP2 et SP7). Ces systèmes sont les plus vulnérables et ont le plus de difficultés à s'adapter aux changements du fait du manque de trésorerie et de temps pour entreprendre de nouvelles activités ou encore de la difficulté d'accès aux informations quand la mobilité est réduite.

La mise en place d'un système de crédit pourrait leur permettre de commencer à investir dans la plantation d'arbres en bordure des parcelles ou dans le petit bétail. Par exemple, le développement de l'élevage de chèvres a l'avantage de fournir des revenus réguliers par la vente de chevreaux. Une diversification de l'activité agricole dans l'arboriculture, peu exigeante en fertilisation et en main d'œuvre ou dans l'apiculture permettrait d'apporter de nouvelles sources de revenus. Ces deux dernières activités pouvant aller de paire puisque les abeilles butinent les fleurs des arbres fruitiers et contribuent à la fécondation.

3.2.2. Les systèmes de taille supérieure à 0,6 ha et manquant de main d'œuvre

Pour les autres exploitations de taille supérieure à un hectare (SP4, 5, 6, 8), la principale contrainte est le manque de main d'œuvre lié à l'activité complémentaire dans le tourisme qui prend une place de plus en plus importante. Suivant l'étage sur le versant et la disponibilité en fourrage, l'alimentation du bétail peut être limitée à ses besoins d'entretien ce qui limite la productivité.

Encourager la plantation d'arbres fourragers sur le bord des terrasses et dans les forêts dégradées permettrait de favoriser l'accès aux fourrages pendant la saison sèche. La plupart des efforts de reforestation se sont concentrés sur une seule essence, le pin (*Pinus roxburghii*), qui est de faible valeur pour l'alimentation du bétail mais s'établit facilement. La mise en place de pépinières et la vente d'essences reconnues par les éleveurs pour la qualité de leur fourrage ou de leur bois de construction serait une première étape. Par exemple, *Alnus nepalensis*, utilisé dans la construction et comme bois de chauffe, s'établit de manière spontanée sur les terrains dégradés et exposés à l'érosion. La possibilité qu'il a de fixer l'azote par ses nodules racinaires le rend particulièrement intéressant notamment là où une association avec la cardamome est possible ou même avec n'importe quel autre arbre produisant du fourrage. Le facteur actuel limitant la plantation d'arbre pourrait être que les villageois y voient une perte directe de rendement liée à l'ombre du feuillage et non les effets directs qui peuvent augmenter de manière durable les rendements en permettant d'une part le développement du troupeau et donc la quantité de fumier disponible et d'autre part en préservant les sols de l'érosion. D'autre part, l'introduction de graminées fourragères sur les talus des terrasses pourrait permettre aux éleveurs d'accéder à un fourrage de meilleure qualité pendant la mousson.

Le maintien de l'élevage ne peut s'assurer sans une amélioration de sa productivité. L'élevage reste un point majeur pour le renouvellement de la fertilité des terres dans un contexte où l'accès aux engrais est quasi-impossible. Il existe un vrai travail à réaliser sur l'amélioration de la ration des animaux et la diminution de la mortalité liée aux maladies. L'accès à des services vétérinaires est une demande récurrente des éleveurs. Par ailleurs, les débouchés en viande, en fromage ou beurre ne manquent pas dans le Khumbu et c'est toute une filière à élaborer.

3.2.3. Propositions pour l'ensemble des systèmes de production

Produire plus sur les faibles surfaces disponibles

D'une manière générale, les systèmes de culture de l'ensemble des exploitations sont intensifs en travail et les rendements obtenus sont faibles et aléatoires. La mécanisation est cependant difficile à cause de la taille étroite des terrasses mais aussi des associations culturales. L'introduction de nouvelles variétés doit se poursuivre en tenant compte des contraintes de fertilisation, de la variabilité importante des conditions climatiques sur le versant et par une expérimentation *in situ*.

Profiter des débouchés liés à l'activité touristique

Les surfaces étant faibles, il semblerait intéressant d'augmenter la valeur ajoutée par unité de surface. Le développement du maraîchage comme culture de rente pourrait être une alternative, la région touristique du Khumbu offrant de larges débouchés. Mais il ne doit pas se faire au détriment des cultures vivrières. La durée du transport vers Lukla ou même Namche est la principale contrainte limitant le type de culture commercialisable à des denrées peu périssables : carotte, oignons, ail, etc. La saison de production au printemps serait la plus appropriée étant donné que cette période ne correspond pas à une pointe de travail contrairement à la deuxième saison de production de légume pendant la mousson. De plus, pendant l'hiver, les risques liés aux ravageurs sont plus faibles, même si la mise place de l'irrigation devient alors indispensable. Les agriculteurs n'ont pas l'habitude de produire à plus grande échelle que pour leur propre consommation et un travail de vulgarisation des techniques maraîchères serait souhaitable.

Le développement de l'arboriculture représente une alternative intéressante du fait qu'il peut se faire sur le bord des terrasses et nécessite peu de fertilisation. Le problème de la

conservation des fruits se pose à nouveau comme pour les légumes. Par exemple, les mandarines arrivent à maturité aux mois de janvier et de février qui ne correspondent à la saison touristique. A Jubing, il existe quelques exploitations qui profitent des débouchés touristiques du Khumbu pour vendre des bananes qu'ils produisent. Ces productions fruitières nécessitent un accompagnement technique pour résoudre notamment les problèmes d'insectes ravageurs.

Certains exploitants pensent que le développement d'un atelier spécialisé en volaille à plus grande échelle serait intéressant dans la mesure où l'ensemble des poulets consommés dans la région du Khumbu proviennent de Katmandou et que le coût de transport est élevé. Une production locale pourrait éventuellement fournir de la volaille à plus bas prix mais cela reste à étudier de manière précise par une étude de marché.

Pour innover et s'adapter un accompagnement technique plus poussé est nécessaire. Ce besoin en support technique de manière suivie est souvent exprimé par les agriculteurs (formation, conseils techniques) et permettrait de développer les propositions évoquées.

Diminuer la pression sur les ressources forestières pour s'orienter vers une gestion durable

Favoriser la plantation d'arbres sur le bord des terrasses est un premier point déjà évoqué qui permettrait de diminuer la pression sur les ressources forestières. Ces plantations pourraient être incitées par des mesures des comités forestiers pour réguler l'émondage des arbres qui n'est actuellement soumis à aucune restriction. Une autorisation de récolte limitée à certaines zones en roulement sur plusieurs années laisserait la forêt se renouveler plus facilement.

Un autre point d'action pourrait être le développement de foyers fermés qui permettent de réduire la consommation de bois de chauffage. Cette réduction atteindrait un tiers de la consommation (DUMONT, 1984)⁶⁹ et réduirait d'autant les corvées de bois. Un certain nombre de foyers fabriqués en argile et d'ouverture étroite semble avoir déjà été distribués dans le hameau de Bumburi par une ONG. Ils ont permis de réduire le temps de collecte de bois, diminuer la fumée dans les foyers et servent à la fois de chauffe eau.

⁶⁹DUMONT R., 1984, Finis les lendemains qui chantent...Bangladesh/Népal "L'aide contre le développement", Paris, Editions du Seuil.

CONCLUSION

Les changements de l'agriculture dans les 50 dernières années ont été progressifs mais importants. Ils s'accompagnent de bouleversements extérieurs majeurs (scolarisation, mise en place du réseau électrique, adductions d'eau ou télécommunications) qui ont été accélérés par le développement touristique, creusant un décalage entre les nouvelles générations attirées par la "vie moderne" -qui propose une rémunération du travail supérieure- et les sociétés agricoles. Depuis les années 1950, le système agraire est resté basé sur une céréaliculture à traction attelée légère dont l'élevage associé est indispensable pour le renouvellement de la fertilité. Les grandes tendances de l'évolution ont consisté en une intensification des systèmes de cultures et la concentration de l'activité agricole à proximité de l'exploitation. Cette intensification s'est faite de manière « écologique », les difficultés de transport n'ayant pas permis aux paysans d'accéder à des moyens de production d'origine industrielle comme les engrais ou les produits phytosanitaires. Ces évolutions sont des réponses à la diminution de la surface par actif, au manque de main d'œuvre et à la dégradation des ressources forestières. Face à la situation de crise diagnostiquée dans les années 80, la plantation d'arbres sur le bord des terrasses permet une substitution partielle au rôle de production de fourrage, de bois de chauffe et de construction rempli par l'écosystème forestier et instaure de nouveaux flux de biomasse sur le versant pour le renouvellement de la fertilité. Cette tendance est commune avec l'étage inférieur des basses montagnes du Népal où depuis de nombreuses décennies, l'arbre des champs a pris de plus en plus de place dans les paysages agraires⁷⁰.

Cependant, malgré les adaptations des systèmes agraires, une grande partie des exploitations n'est pas à l'équilibre et se trouve dépendante du travail extérieur. Le tourisme a permis de soutenir cette pluriactivité en offrant des rémunérations plus intéressantes pour les agriculteurs de la région dans le portage ou l'accompagnement en montagne. Cette pluriactivité qui a d'abord servi d'appoint pour pérenniser les exploitations s'est parfois transformée en un véritable emploi permanent. Le passage du tourisme a permis d'apporter de nouvelles sources de revenus dans la région et d'enrichir localement une fraction de la population mais il a aussi accru les inégalités entre ceux qui ont saisi ces opportunités et ceux qui ont continué à pratiquer l'agriculture traditionnelle. Pour les exploitations les plus aisées, les revenus du trekking ou de migrations internationales sont rarement réinvestis dans l'agriculture mais plutôt dans les lodges, l'éducation supérieure des enfants, voire l'immobilier à Katmandou. Le flux incessant de marchandises vers le Khumbu a créé un dynamisme économique sur le parcours du trek et favorisé l'accès à de meilleures conditions de vie. Contrairement à une tendance récente de déprise agricole dans de nombreux endroits des moyennes montagnes népalaises⁷¹, le district de Jubing a gardé un relatif dynamisme agricole grâce à l'activité touristique. La question de l'avenir du système agraire doit tenir compte de l'actuelle pénurie de main d'œuvre, facteur important de déstabilisation des pratiques. La scolarisation pose la question du maintien des jeunes générations dans les exploitations aujourd'hui plus préoccupante que la croissance démographique.

De nombreuses études montrent que le réchauffement climatique a été plus important dans les Himalayas par rapport à la moyenne mondiale. Dans la zone d'étude, les effets de ce changement sont encore difficiles à apprécier. Si l'étude de la température indique une légère tendance à la hausse dans les dix dernières années l'interprétation des données pluviométriques est moins aisée, les données ayant à la base une très forte variabilité

⁷⁰ SMADJA J., 1995, "Sur une dégradation annoncée des milieux népalais : initiatives villageoises pour remplacer les ressources forestières", *Nature-Sciences-Sociétés*, 3 (3), p190.

⁷¹ KHANAL N.R., 2006, "Abandonment of agricultural lands and its consequences", *Mountain Research and Development*, vol. 26, n°1, p32-40.

interannuelle. La forte dépendance des cultures aux pluies de mousson est un point important de la vulnérabilité des exploitations. Mais la diversité des productions, l'étagement des cultures ou encore la pluriactivité sont autant de facteurs assurant les capacités d'adaptation du système agricole aux aléas potentiels. L'eau est une ressource abondante sur le versant même si sa disponibilité varie très fortement au cours de l'année. Les modifications récentes des usages de l'eau par la généralisation des adductions d'eau, l'utilisation hydro-électrique et l'irrigation des cultures maraîchères pourraient accroître la pression sur cette ressource pendant la saison sèche.

BIBLIOGRAPHIE

- BAJRACHARYA S.R., MOOL P.K., SHRESTHA B.R., 2007, "Impact of Climate Change on Himalayan Glaciers and Glacial Lakes", Kathmandu, ICIMOD.
- BISTA D.B., 2004, *People of Nepal*, Kathmandu, Ratna Pustak Bhandar.
- CHOMBART DE LAUWE J., POITEVIN J., TIREL J.-C., 1969, *Nouvelle gestion des exploitations agricoles*, p 6, Paris, Dunod.
- COCHET H., 2009, « L'agriculture éthiopienne face à l'augmentation du risque », *Dialogues Franco-éthiopiens : « Ethiopie : une société vulnérable au défi du risque climatique et environnemental »*, Centre Français d'Etudes Ethiopiennes.
- DAHAL N., 2006, "Implications of Climate Change in Nepal: Some Observations and Opportunities", Paper Presented at 23rd Warden Seminar held in Pokhara in November 2006, Nepal.
- DAHAL N., 2005, "Perceptions of climate change in the Himalaya", *Tiempo Climate Change Bulletin*, n° August 2005.
- DIXIT A., UPADHYA M., DIXIT K., POKHREL A., RAI D.R., 2009, "Living with Water Stress in the Hills of the Koshi Basin", Nepal, Kathmandu, ICIMOD.
- DOBREMEZ J.F. et al., 1986, *Les collines du Népal central*, tome I, Paris, INRA
- DOBREMEZ J.F., 1976, *Le Népal, écologie et biogéographie*, p 27, Paris, Editions du CNRS.
- DUFUMIER M., 1996, *Les projets de développement agricole*, p79, Paris, Editions Karthala
- DUMONT R., 1984, *Finis les lendemains qui chantent... Bangladesh Népal "L'aide contre le développement"*, Paris, Editions du Seuil.
- EBWONGU M., ADIPALA E., SSEKABEMBE C.K., KYAMANYAWA S., BHAGSARI A.S., 2001, "Effect of Intercropping Maize and Solanum Potato on Yield of the Component Crops in Central Uganda", *African Crop Science Journal*, Vol. 9, n° 1, p 83-96.
- ERIKSSON M., JIANCHU X., SHRESTHA A.B., VAIDYA R.A., NEPAL S., SANDSTRÖM K., 2009, "The changing Himalayas, Impact of climate change on water resources and livelihoods in the greater Himalayas", Kathmandu, ICIMOD.
- GABORIEAU M., 1995, "Une introduction à la connaissance du monde népalais", Pondicherry, Kailash.
- GUM W., SINGH P.M., EMMETT B., 2009, "Even the Himalayas have stopped smiling: Climate Change, Poverty and Adaptation in Nepal", Oxfam International.

IFENKWE O.P., ODURUKWE S.O., OKONKWO J.C., NWOKOCHA H., 1989, "Effects of maize and potato populations on tuber and grain yields, net income and land equivalent ratio in potato/maize intercropping", *Tropical Agriculture*, vol 66, p 329-333.

JOSHI N.P., 1992, Use of fodder tree and shrubs as protein supplements to ruminants and as a means of stabilization of soil. The Nepalese case. Rome, FAO

JOSHI N.P., SINGH S.B., 1990, Availability and use of shrubs and tree fodders in Nepal, *Shrubs and tree fodders for farm animals: proceedings of a workshop in Denpasar, Ottawa, IRDC*.

KHANAL N.R., 2006, "Abandonment of agricultural lands and its consequences", *Mountain Research and Development*, vol. 26, n°1, p32-40.

KUMAR N., 2001, « Foresterie communautaire au Népal », Précis, Banque mondiale, Département de l'évaluation des opérations, n°217.

MANANDHAR D.N., SHAKYA D.M., 1996, "Climate and Crops of Nepal", NARC and Swiss agency for development and cooperation, September 1996, p 59.

MAZOYER M., ROUDART L., 2002, *Histoire des agricultures du monde*, Paris, Editions du Seuil.

MOOL P.K., BAJRACHARYA S.R., JOSHI S.P., 2001, "Inventory of Glaciers, Glacial Lakes and Glacial Lake Outburst Floods: Monitoring and Early Warning Systems in the Hindu Kush-Himalayan Region", Kathmandu, ICIMOD.

PAUDEL K.C., TIWARI B.N., 1992, Fodder and forage production, Sustainable livestock production in the mountain agro-ecosystem of Nepal, Rome, FAO

RAI S.M., YOSHIDA M., UPRETI B.N., ULAK P.D., 2007, Geology of the Lesser Himalayan and Higher Himalayan Crystalline sequences of the Everest area along the Dudh Koshi valley, *Journal of Nepal Geological Society*, Vol. 36, p 11.

SACAREAU I., 1997, Sentiers de trekking et activités de portage au Népal, *Strates*, no. 9, p 4.

SAGANT P., 1976, *Le Paysan limbu : sa maison et ses champs*, Paris-La Haye, Mouton & EHESS.

SEBILLOTE M., 1982, « Les systèmes de culture. Réflexion sur l'intérêt et l'emploi de cette notion à partir de l'expérience acquise en région de grande culture », in Séminaire du département d'agronomie de l'INRA, Vichy.

SERAN T.H., BRINTHA I., 2010, "Review on Maize Based Intercropping", *Journal of Agronomy*, Vol 9, p135-145.

SHARMA R., SHARMA G., SHARMA E., 2002, "Energy efficiency of large cardamom grown under Himalayan alder and natural forest", *Agroforestry Systems*, n°56, p 233-239.

SMADJA J., 2003, *Histoire et devenir des paysages en Himalaya*, Paris, CNRS Edition.

SMADJA J., 1995, "Sur une dégradation annoncée des milieux népalais : initiatives villageoises pour remplacer les ressources forestières", *Nature-Sciences-Sociétés*, 3 (3), p 190-197.

VALLI E., 2001, *Himalaya*, p58-59, Paris, Editions de La Martinière

GLOSSAIRE

UNITÉ DE VOLUME/POIDS

1 *muri* = 20 *pathi* = 91 litres
 1 *pathi* = 8 *mana* = 4.55 litres
 1 *mana* = 10 *muthi* = 0.569 litres
 1 *muthi* = 5.69 cl

CULTURE	Riz paddy	Pommes de terre	Maïs, blé, orge, lentille	Eleusine, moutarde, soja	Sarrasin
1 pathi =	2.5 kg	3 kg	3.5 kg	4 kg	4.5 kg

Unités pour peser la viande :

1 *dhārni* = 2,5 kg = 2 *bisauli*
 1 *bisauli* = 1.25 kg

Un *bhāri* représente une charge, c'est-à-dire une hotte (*doko*) pleine, soit couramment 40 à 50 kg. Mais cette valeur peut aussi varier suivant ce que l'on transporte :

	Orties	Litière forestière	Fumier, Pommes de terre	Paille, foin, fourrage foliaire
1 bhāri = 1 doko = 1 charge =	5-10 kg	5-30kg	30-40 kg	40-50 kg

1 *borā* = sac de 30 kg (pour le riz)

Le *baghari* est un silo formé par une natte de bambou qui permet de stocker dans la maison des pommes de terre ou des épis non encore battus.

1 *baghari* de PdT = 8-9 *bhāri* = 35-40 *tin*
 1 *tin* de pomme de terre = 10 kg

1 *baghari* d'éleusine non battue = 30 *pathi* d'éleusine en grain

UNITÉS DE SURFACE

1 *hal* = 0,15 ha correspond à ce que peut labourer un attelage en une journée. On appelle aussi *hal* la paire de bœufs qui laboure.

1 *ropani* = 16 *ana* = 509 m² = 0,05 ha

CALENDRIER NÉPALAIS

ère Bickram Sambat = ère chrétienne + 57 ans

Les mois du calendrier népalais :

	avril	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	jan	févr	mars
phāgun	cait	baisākh	jaith	asār	sāun	bhadau	asoj	kārtik	mansir	pus	magh	

UNITÉS ADMINISTRATIVES

Le Népal est divisé en cinq régions de développement. Ces régions sont subdivisées en zones, puis les zones en districts, les districts en communes (VDC), elles mêmes subdivisées en neuf *ward*.

Le village de Jubing se situe dans le district du Solukhumbu, la zone Sagarmatha et la région Est.

ETHNIES

Sherpa : population d'origine tibétaine.

Rai, Magar : populations d'origine tibéto-birmane.

Kami : population d'origine indo-népalaise, ce sont majoritairement des forgerons

Damai : population d'origine indo-népalaise, parmi les intouchables dans le système des castes, ce sont majoritairement des tailleurs

LEXIQUE (*Nepali/Français*)

AGRICULTURE

<i>ālu</i>	pommes de terre
<i>bāri</i>	champ de cultures sèches
<i>bhatmās</i>	soja
<i>dhān</i>	riz (paddy)
<i>gahu</i>	blé
<i>ghaiyā dhān</i>	riz pluvial
<i>jāu</i>	orge
<i>kodo</i>	éleusine
<i>khet</i>	terrasses de culture irriguée
<i>lekh</i>	partie haute du versant cultivé à proximité de la forêt
<i>mās</i>	lentille
<i>māto</i>	sol
<i>makāi</i>	mâis
<i>parāl</i>	paille de riz
<i>phāpar</i>	sarrasin
<i>pindālu</i>	taro
<i>simi</i>	haricot
<i>tori</i>	moutarde
<i>tori pina</i>	tourteau de moutarde
<i>uwa</i>	orge nue

MARAÎCHAGE

<i>chapi</i>	oignon (petit)
<i>dhaniya</i>	coriandre
<i>gundruk</i>	légumes séchés
<i>iskus</i>	chayotte
<i>kauli</i>	chou fleur
<i>lasun</i>	ail
<i>mulā</i>	radis
<i>pharsi</i>	courge
<i>pyaj</i>	oignon (gros)
<i>rāyo</i>	moutarde
<i>rāyo sāg</i>	épinard

ELEVAGE

<i>bhuighās</i>	herbe
<i>chauri/dzum [Sh]</i>	hybride issu du croisement entre un mâle Yak (<i>Phoephagus grunniens</i>) et une femelle vache (<i>Bos taurus</i>)
<i>dzuro</i>	bosse du male zébu
<i>ghiu</i>	beurre clarifié
<i>goth</i>	abri ou étable mobile
<i>kanlo ghās</i>	herbe du talus des terrasses, source de fourrage pendant la mousson et le début de la saison sèche
<i>kharbari</i>	pré de fauche
<i>kharkā</i>	pâturage
<i>mol</i>	fumier
<i>mui</i>	babeurre
<i>rukko ghās</i>	fourrage foliaire utilisé pendant la saison sèche
<i>serkem</i>	fromage frais et sec
<i>seru [Sh]</i>	petit lait issu de la fabrication du <i>serkem</i>
<i>sungur</i>	porc

EQUIPEMENT AGRICOLE

<i>bancāro</i>	hache
<i>doko</i>	hotte tressée en bambou
<i>gelvi [Sh]</i>	fléau utilisé par les Sherpa pour battre le blé et l'orge
<i>jāto</i>	moulin à main
<i>khukuri</i>	couteau traditionnel népalais à lame courbée
<i>kodāli ou chhapra</i>	houe large
<i>kodālo</i>	houe
<i>koma</i>	outil formé d'une lame incurvée permettant de gratter le sol
<i>nanglo</i>	plateau rond tressé en bambou servant à séparer le grain du son
<i>pheuri</i>	plane
<i>rekh</i>	herse/plane attelée
<i>thangra</i>	séchoir à maïs
<i>thunse</i>	hotte étroitement tressée en bambou
<i>tolum[Sh]</i>	baratte à beurre

FORÊT

<i>chyāu</i>	champignon
<i>dāurā</i>	bois de feu
<i>jhikrā</i>	petit bois
<i>pātkhar/sottar</i>	litière forestière
<i>pil</i>	tas de la hauteur d'un homme sur la largeur de ses bras étendus. Selon les enquêtes, un <i>pil</i> équivaut à 1.4 m ³ soit environ 600 kg

EAU

<i>āli</i>	diguettes retenant l'eau dans les casiers rizicoles,
<i>dāra</i>	fontaine
<i>gaer</i>	grand récipient utilisé pour stocker l'eau dans la maison
<i>gakri</i>	récipient utilisé pour transporter et stocker de l'eau (20L)
<i>ghatta</i>	moulin à eau
<i>khola</i>	rivière ou torrent
<i>kuwa</i>	ancien point d'eau (avant les adductions avec tuyaux)
<i>nāg</i>	divinité serpent qui vit près des sources
<i>samaha</i>	conduit d'évacuation de l'eau dans un casier

simsār marécage

RELIGION, RAPPORT SOCIAUX

adhiyā contrat de métayage à 50% (la moitié de la production revient au propriétaire), confiage animal (50% des nouveaux nés reviennent au propriétaire)

Dashain fête la plus importante au Népal où l'on vénère la déesse Durga
dhāmi chamane, médecin traditionnel

kipat système privilégié de tenure foncière des Rai, abolie sous la dynastie Rana en 1946

lāma prêtre bouddhiste ou moine

Lhosar nouvel an tibétain

Panchayat assemblée de village, système instaurée au début des années 1960 par le roi Mahendra

parma groupe d'entraide

Sauni sangrati fête pendant le mois de juillet à la fin des gros travaux agricole de la mousson

talukdar chef de village et collecteur d'impôt (avant le système des *Panchayats*)

Tihar fête des lumières dans la religion hindoue

ALIMENTATION

chang bière locale brassée à partir de maïs, d'orge ou d'éleusine

chapatti galette de blé

dhido mélange cuit de farine et d'eau

goyan soja fermenté

rakshi alcool obtenu par distillation de céréales fermentées (maïs, blé, orge, éleusine)

roti pain

tsampa mélange de farine de blé ou d'éleusine avec du thé

AUTRES

Gāun bikās samiti = Ga.Bi.Sa. comité de développement villageois ou VDC (Village Development Committee)

thokna bâton en T utilisé par les porteurs pour reposer leur charge sur le chemin

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation de la zone d'étude sur le profil topographique nord/sud de la chaîne himalayenne	12
Figure 2 : Diagramme ombrothermique	14
Figure 3 : La mer Téthys avant la collision des deux plaques, il y a 50 millions d'années.	16
Figure 4 : Les unités géologiques de la chaîne Himalayenne actuelle.	16
Figure 5 : Zonage agro-écologique du versant de Jubing.....	21
Figure 6 : Un système agraire basé sur un transfert de fertilité à partir de l'écosystème forestier et des arbres de l'espace cultivé	35
Figure 7 : Les étapes de la production de beurre et de fromage sec en <i>kharkā</i>	70
Figure 8 : Les étapes de la fabrication de <i>chang</i>	72
Figure 9 : Les étapes de la fabrication du <i>rakshi</i>	73
Figure 10 : Représentation des systèmes de production en fonction de l'altitude et de la surface.....	83

TABLE DES PHOTOS

Photo 1 : Les gorges de la Dudh Koshi en direction du Khumbu.....	13
Photo 2 : Le fond de vallée, boisé et pentu avec de rares cultures sur les berges	18
Photo 3 : Les terrasses de cultures en avril se partagent entre les champs de blé ou d'orge et les terres nues semés en maïs et en pommes de terre.	19
Photo 4 : Les <i>chauri</i> sont menés dans les pâturages d'altitude (<i>kharkā</i>) pendant la mousson	20
Photo 5 : L'irrigation des légumes pendant la saison sèche est facilitée par la généralisation des adductions d'eau.....	33
Photo 6 : Le repiquage du riz est l'opération la plus exigeante en main-d'œuvre.....	39
Photo 7 : Les types de blé et d'orge cultivés sur le versant	41
Photo 8 : Le stockage du maïs sur le <i>thangra</i> pendant la saison sèche	43
Photo 9 : Un paysan coupe avec son <i>kukhuri</i> le fourrage de la partie basse d'un <i>gogan</i> (<i>Saurauia nepaulensis</i>)	50
Photo 10 : Arbres fourragers dans terrasses de culture à Chokhā (majoritairement <i>Ficus nemoralis</i>)	53
Photo 11 : Un buffle au pâturage dans un <i>kharkā</i>	56
Photo 12 : Femme sherpa effectuant la traite de sa vache	59
Photo 13 : Les chèvres sont élevées sur caillebotis pour faciliter l'évacuation des déjections	60
Photo 14 : Traite manuelle des <i>chauri</i> dans un <i>kharkā</i> pendant la mousson.	65
Photo 15 : A gauche, une femme sherpa récupère sa farine au moulin à eau. A droite, le meunier s'occupent d'une petite machine de minoterie utilisant l'énergie mécanique fournie par la conduite forcée.	69
Photo 16 : Pour obtenir cette motte de beurre, deux à trois heures de barattage dans le <i>tolum</i> sont nécessaires.	71
Photo 17 : Transport du bois de chauffage par un enfant	73
Photo 18 : Des scieurs de long à Bumburi débitent un tronc d'arbre en planches.....	74
Photo 19 : La cardamome est cultivée sous couvert d' <i>Alnus nepalensis</i> , qui est capable de fixer l'azote atmosphérique.....	75
Photo 20 : Travail en <i>parma</i> pour la récolte du blé dans une exploitation sherpa.....	78

TABLE DES GRAPHIQUES

Graphique 1 : Valeur ajoutée nette et revenu agricole par actif en fonction de la surface par actif	89
Graphique 2 : Evolution de la température journalière à Lukla de 2002 à 2009	92
Graphique 3 : Relevés pluviométriques annuels dans trois stations du Solukhumbu	93

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Calendrier de l'itinéraire technique de la riziculture irriguée.....	39
Tableau 2 : calendrier des opérations culturales pour la production de blé (2000 m)	41
Tableau 3 : calendrier des opérations culturales de l'association maïs/pomme de terre (2000 m).....	42
Tableau 4 : Calendrier des opérations culturales de la production d'éléusine (2000 m)	44
Tableau 5 : Maladies et ravageurs par culture	48
Tableau 6 : Rendement en fourrage foliaire et période de récolte des principales espèces.....	51
Tableau 7 : Valeur nutritive des résidus de culture (calculé en % de la matière sèche)	51
Tableau 8 : Composition chimique (en pourcentage de matière sèche) des principaux fourrages utilisés à Jubing.....	52
Tableau 9 : Rendements et valeurs ajoutées brutes par type de culture	54
Tableau 10 : Evolution des rotations avec l'altitude et valeurs ajoutées.....	55
Tableau 11 : Calendrier fourrager pour les systèmes d'élevage du versant de Jubing	67
Tableau 12 : Valeur ajoutée brute par système d'élevage	68
Tableau 13 : Calendrier de travail d'une exploitation à 2000 m.....	77
Tableau 14 : Calcul du seuil de survie.....	87
Tableau 15 : Les opportunités de travail dans le VDC de Jubing	88

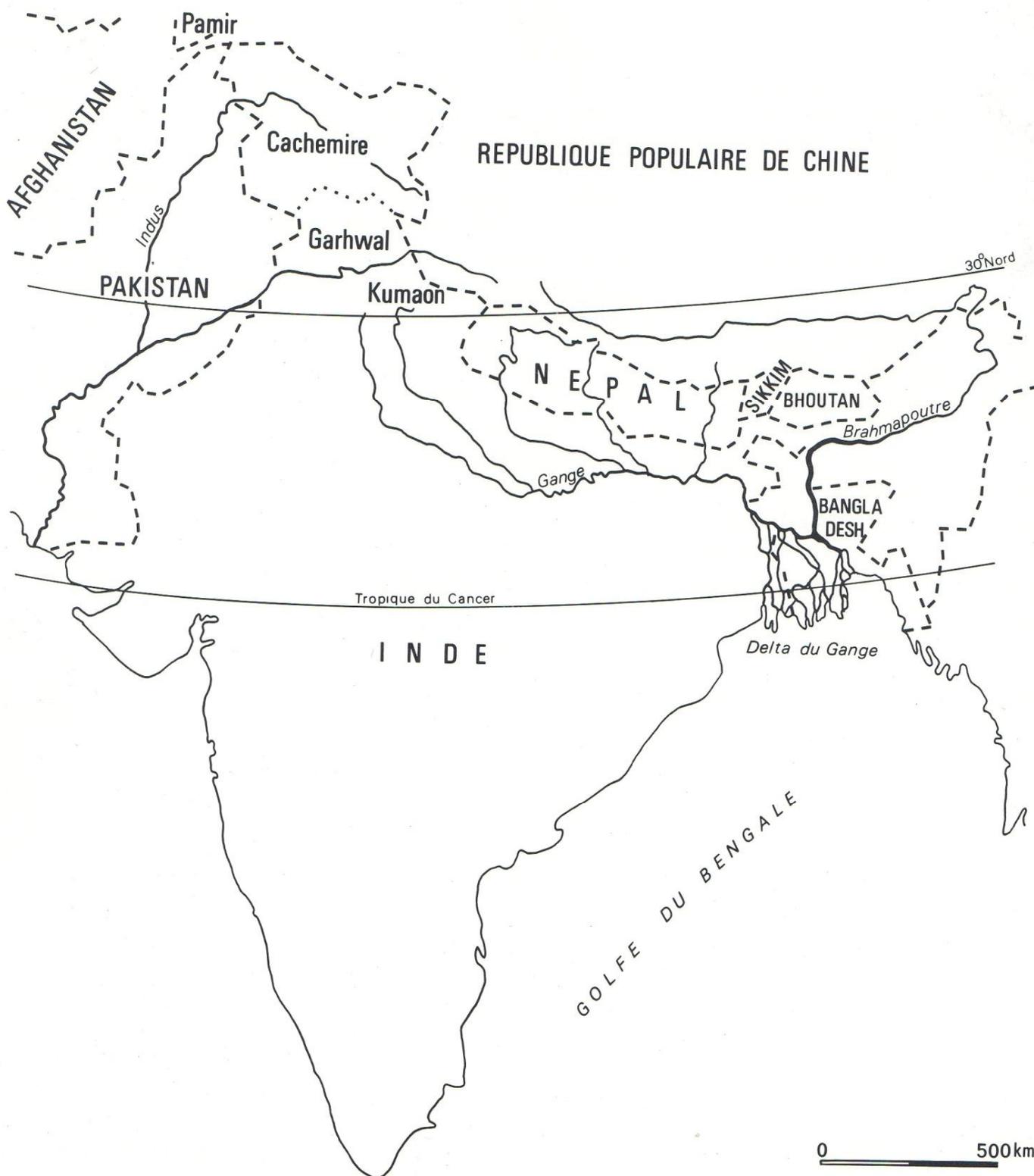
ANNEXES

TABLE DES ANNEXES

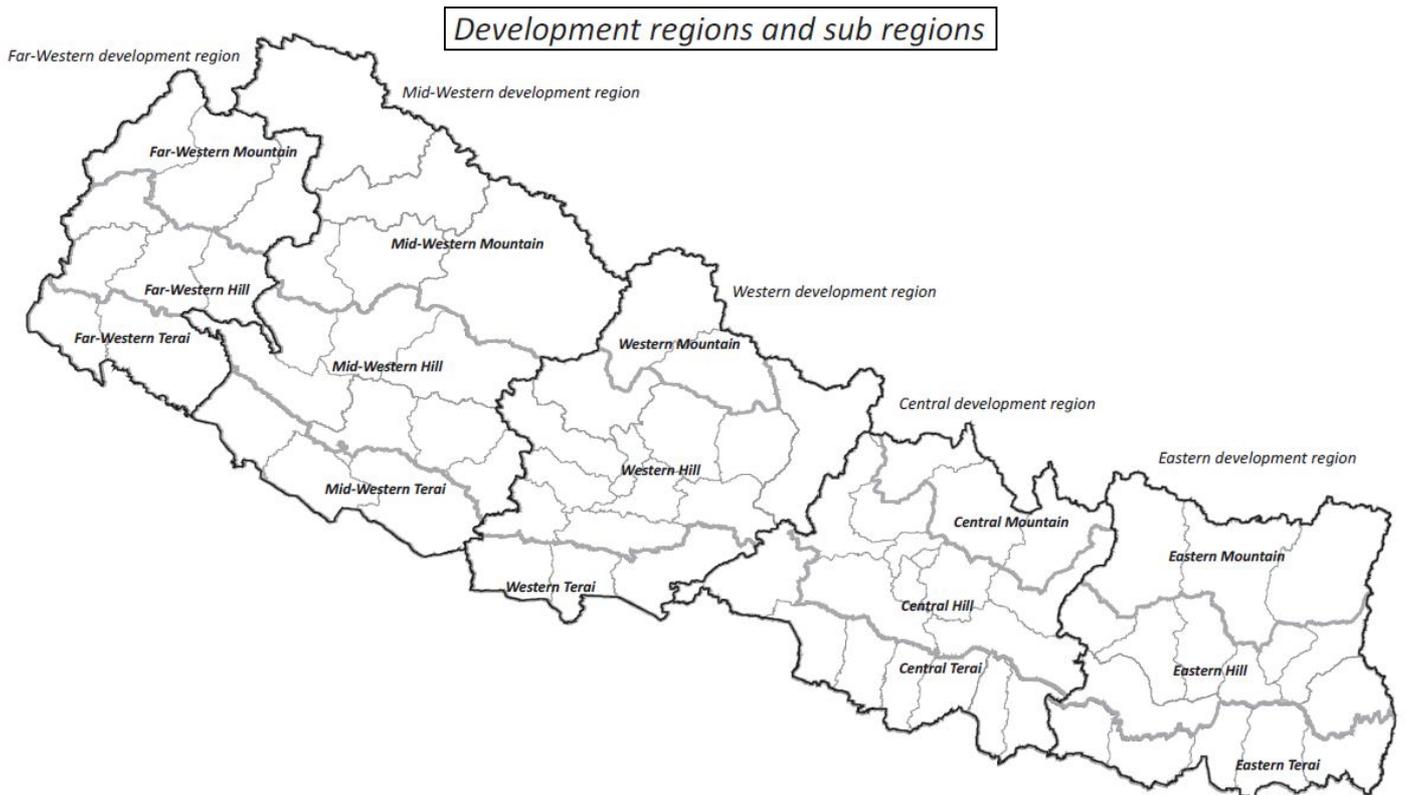
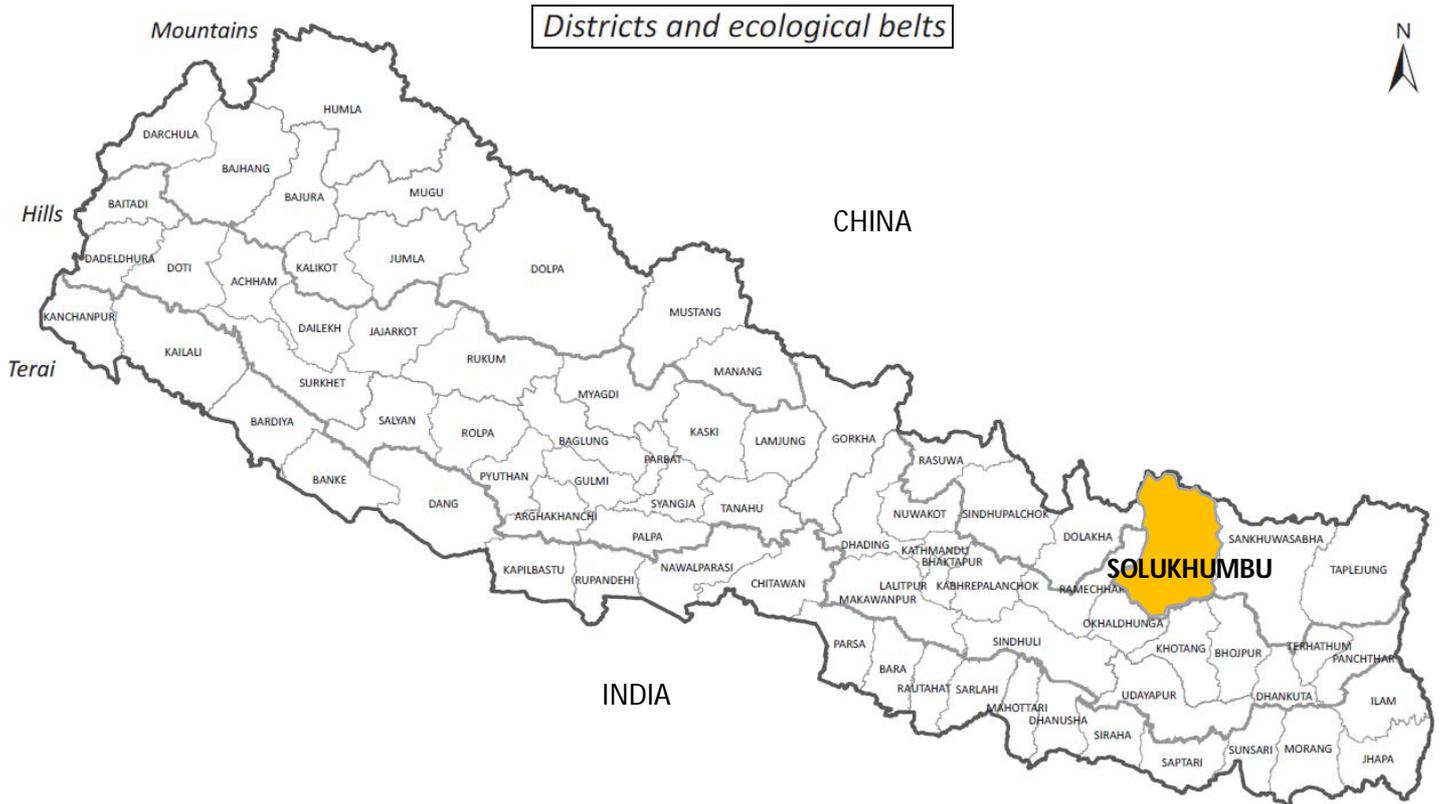
- ANNEXE 1 : Népal et pays d'Himalaya central dans le subcontinent indien et les hauts plateaux centre asiatiques
- ANNEXE 2 : Cartes des subdivisions administratives du Népal
- ANNEXE 3 : Le district du Solukhumbu
- ANNEXE 4 : Localisation de la zone d'étude sur carte topographique (délimitée en orange)
- ANNEXE 5 : Contexte géologique de la région d'étude
- ANNEXE 6 : Carte de l'utilisation des terres dans le VDC de Jubing
- ANNEXE 7 : Exemple de l'organisation d'une exploitation sherpa à Kharikhola (2000 m)
- ANNEXE 8 : Calendrier des rotations culturales sur le versant de Jubing
- ANNEXE 9 : Le versant de Jubing dans les années 1950
- ANNEXE 10 : Le versant de Jubing de nos jours
- ANNEXE 11 : Les étapes de la différenciation des systèmes de production
- ANNEXE 12 : La population du VDC de Jubing
- ANNEXE 13 : Les principales espèces végétales du VDC de Jubing
- ANNEXE 14 : L'équipement agricole
- ANNEXE 15 : Les espèces végétales recensées dans le VDC de Jubing (liste non exhaustive)
- ANNEXE 16 : Montage de distillation pour la fabrication du *rakshi*.
- ANNEXE 17 : Caractéristiques des systèmes de production sur le versant de Jubing
- ANNEXE 18 : Système de prix utilisé pour le calcul économique
- ANNEXE 19 : Les caractéristiques de l'équipement agricole utiles au calcul des dépréciations

ANNEXE 1 : Népal et pays d'Himalaya central dans le subcontinent indien et les hauts plateaux centre asiatiques

Source : DOBREMEZ J.F., 1976, *Le Népal, écologie et biogéographie*, p 18, Paris, Editions du CNRS



ANNEXE 2 : Cartes des subdivisions administratives du Népal

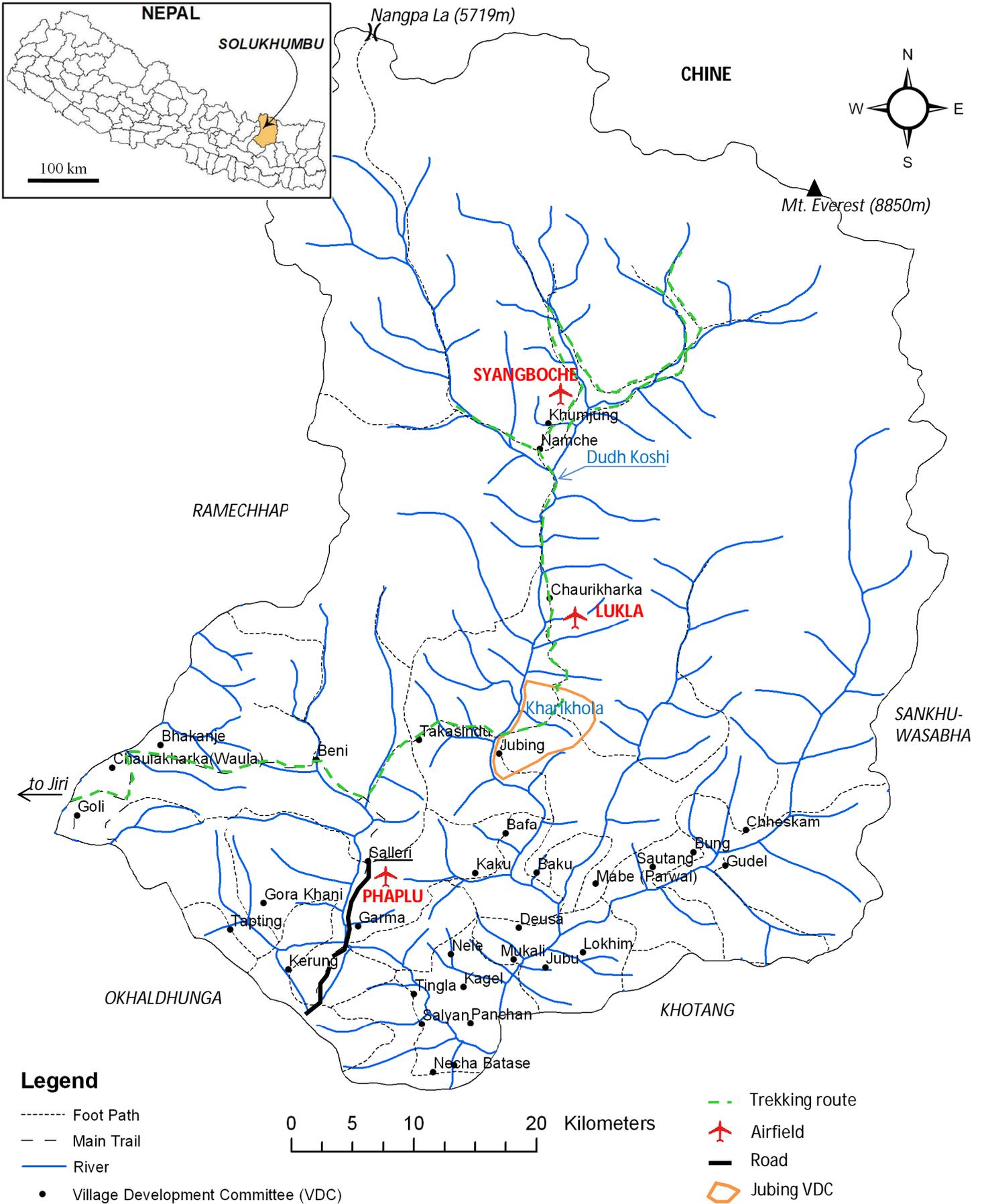


Source : The food security atlas of Nepal, 2010, Government of Nepal

0 25 50 100 150 200 Kilometers

ANNEXE 3 : Le district du Solukhumbu

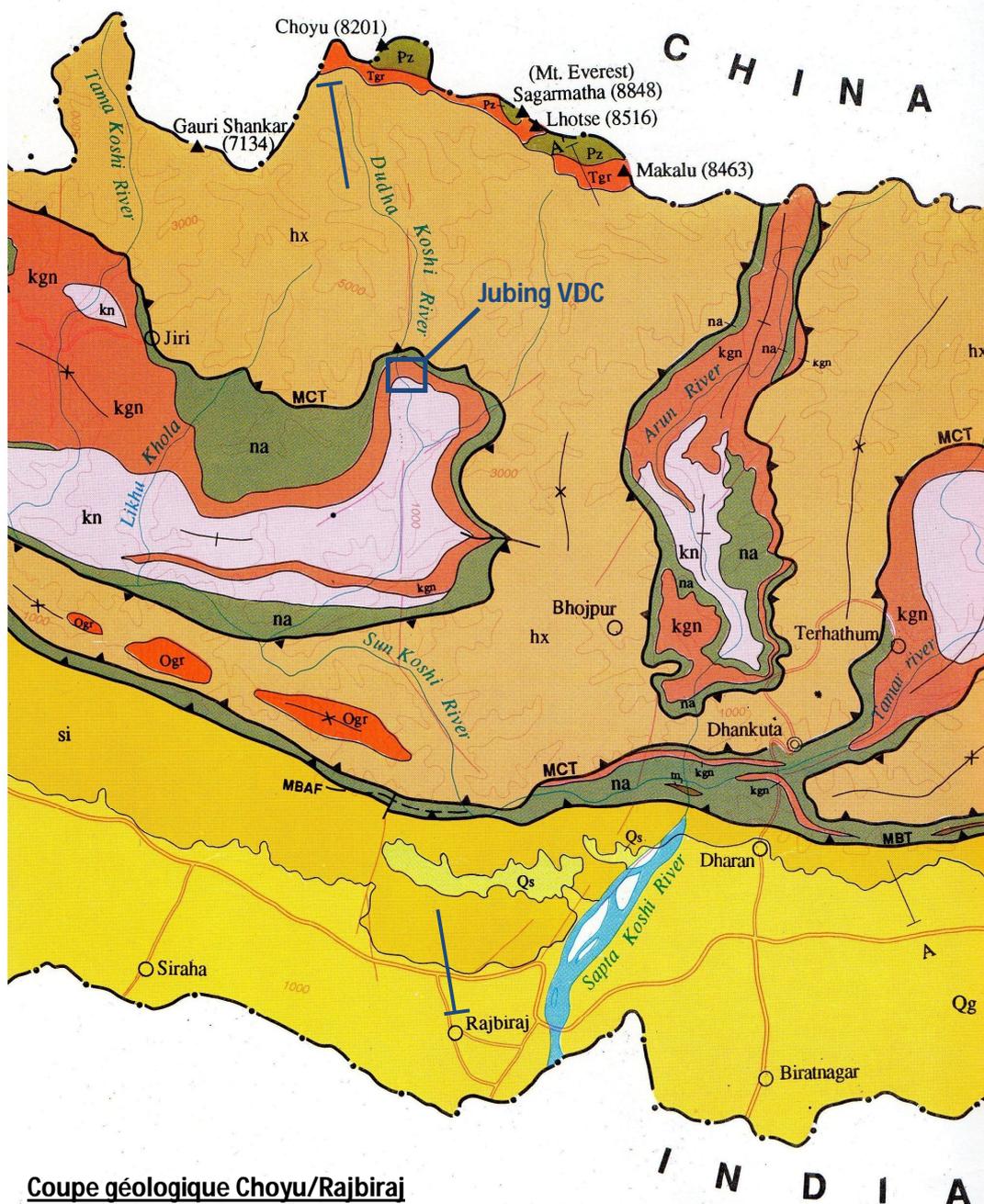
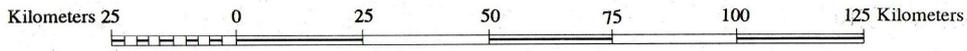
Source : Adapté de www.digitalhimalaya.com



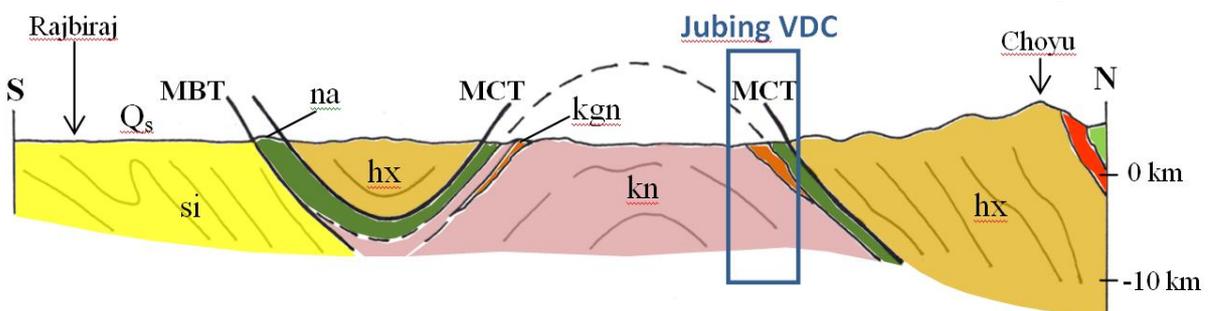
ANNEXE 5 : Contexte géologique de la région d'étude

**EXTRACT FROM GEOLOGICAL MAP OF NEPAL
Kathmandu, 1994**

SCALE 1:1,000,000



Coupe géologique Choyu/Rajbiraj



GEOLOGICAL FEATURES

-  Geological boundary
-  Anticlinal axis
-  Synclinal axis
-  Fault
-  Major Lineament
-  Main Boundary Active Fault (interpreted from LANDSAT images)
-  Thrust (MCT : Main Central Thrust, MT : Mahabharat Thrust, MBT : Main Boundary Thrust)

TOPOGRAPHIC FEATURES

-  Peaks with height in meters
-  Road
-  Town / City
-  River, Lake
-  International boundaries
-  Contour

LESSER HIMALAYAN METASEDIMENTS

- na** Precambrian to Lower Paleozoic. Mainly shallow marine sediments; lower part dominantly clastic (phyllites, sandstones, quartzites and calcareous sandstones). Stromatolitic limestones and black slates occur in the upper part. Basic sills and dykes present.
- kn** Precambrian. Mainly flyschoid sequence (bedded schists, phyllites and metasandstones), locally shallow water quartzite beds and basic sills and dykes present.

IGNEOUS ROCKS

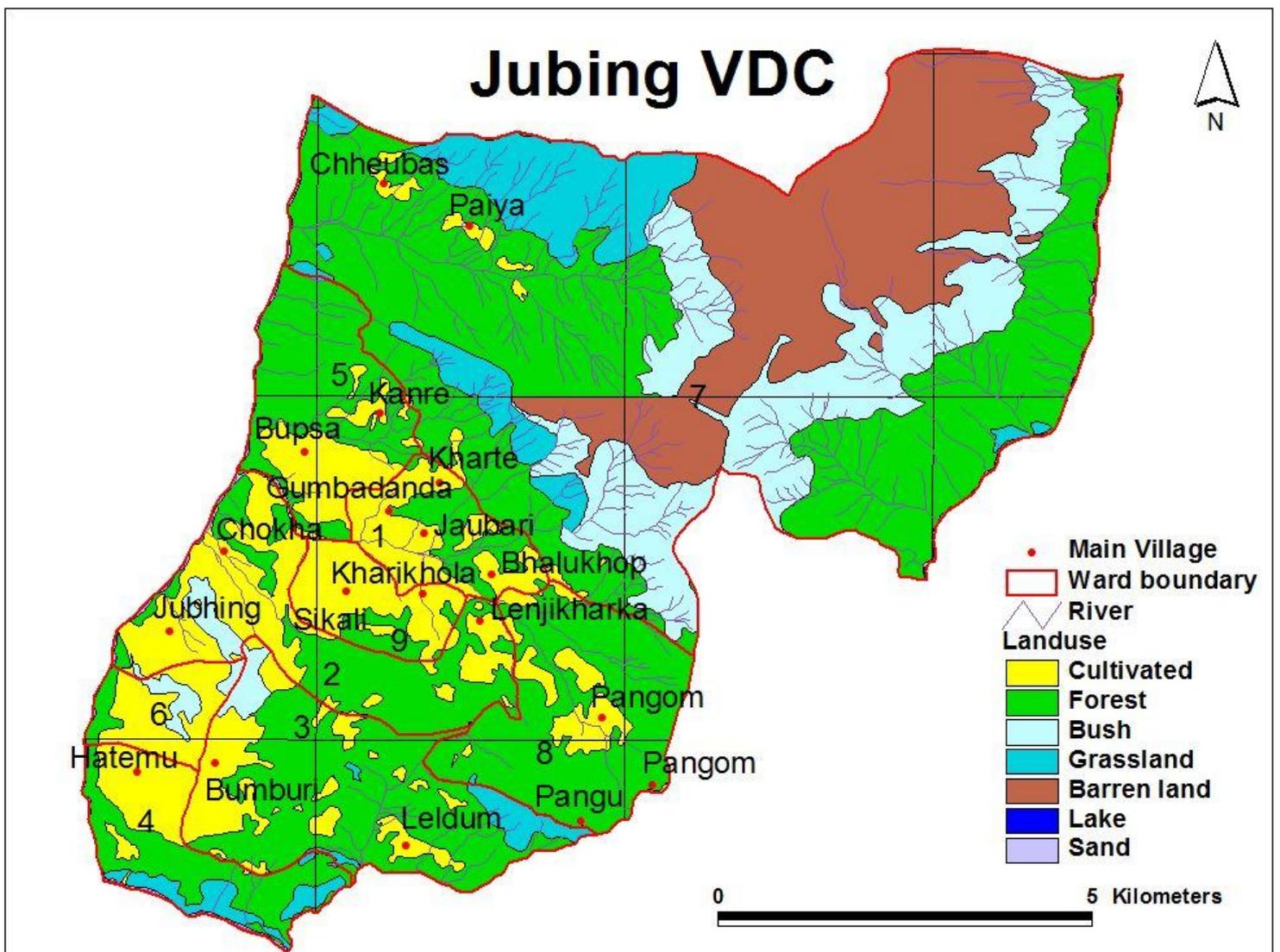
- kgn** Precambrian and probably Paleozoic. Augen gneisses and two mica granites mainly in Kuncha Group, some also in Nawakot Group.

HIGHER HIMALAYAN CRYSTALLINES

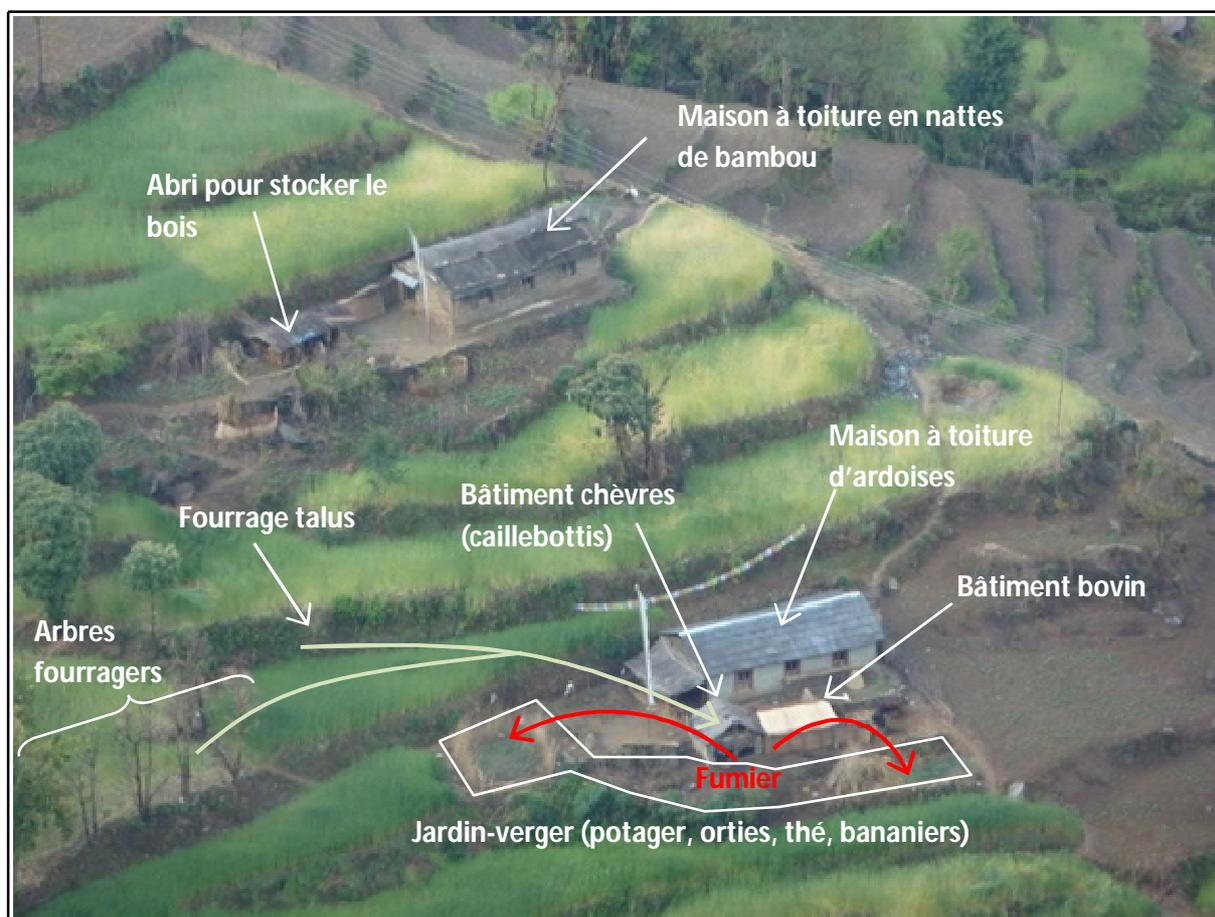
- hx** Precambrian high grade metamorphic rocks comprising gneisses, quartzites and marbles. Migmatites and granite gneisses present predominantly in the upper part.

ANNEXE 6 : Carte de l'utilisation des terres dans le VDC de Jubing

Source : Narendra R. Khanal, 2010, Central Department of Geography, Tribhuvan University.



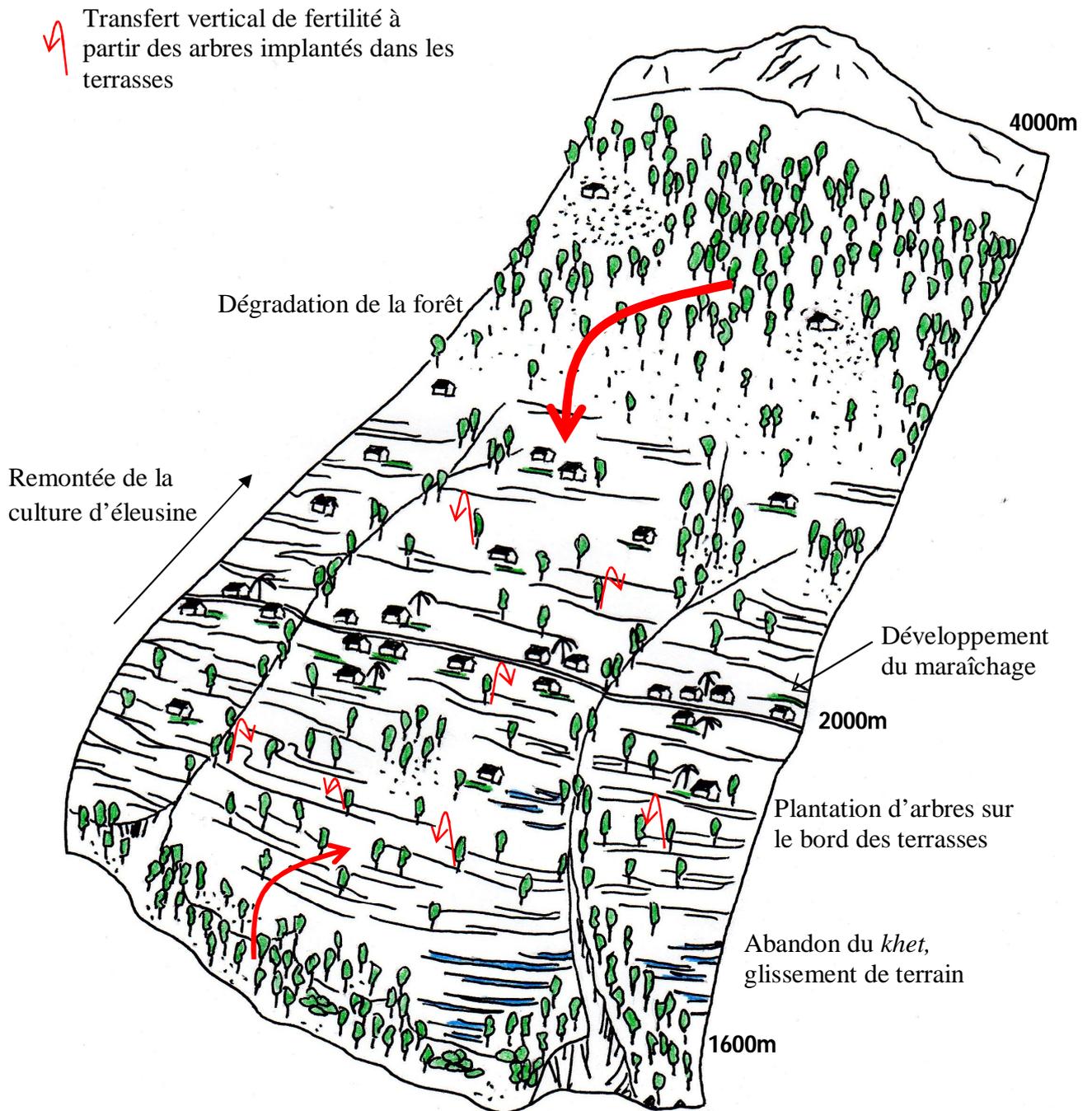
ANNEXE 7 : Exemple de l'organisation d'une exploitation sherpa à Kharikhola (2000 m)



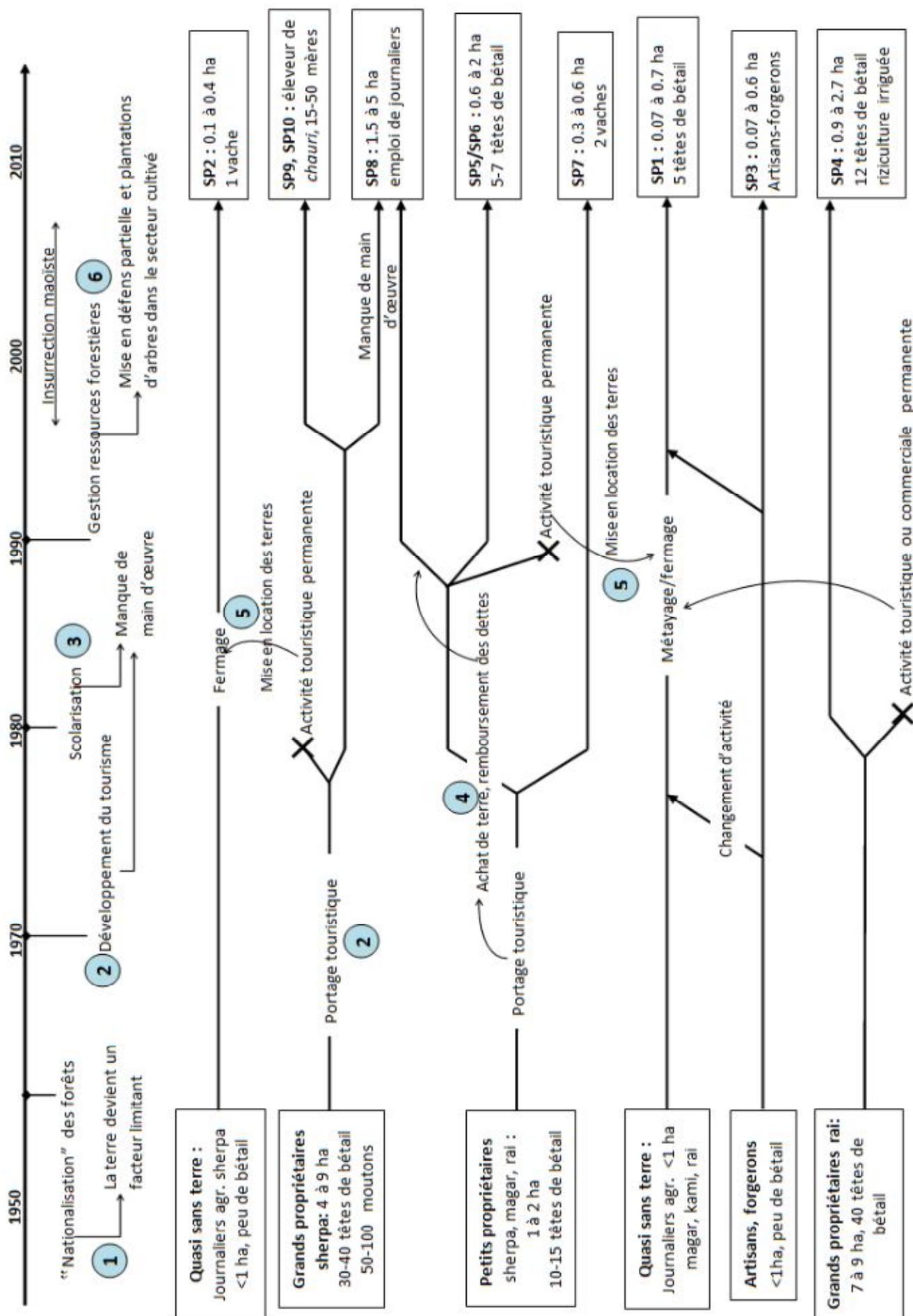
ANNEXE 9 : Le versant de Jubing dans les années 1950



ANNEXE 10 : Le versant de Jubing de nos jours



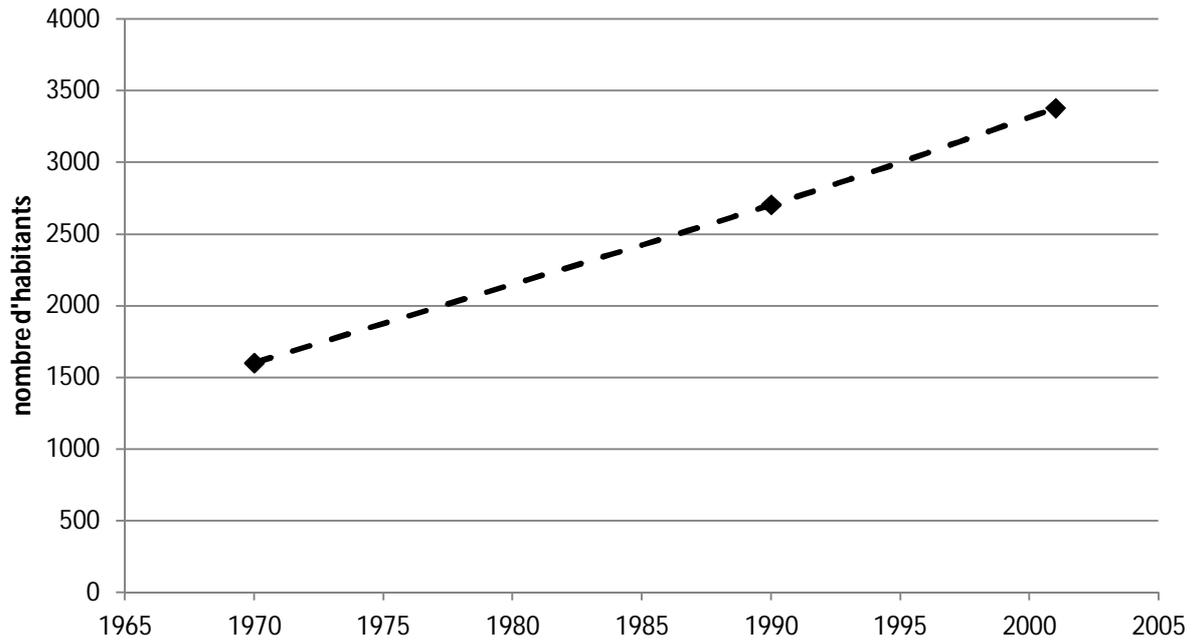
ANNEXE 11 : Les étapes de la différenciation des systèmes de production



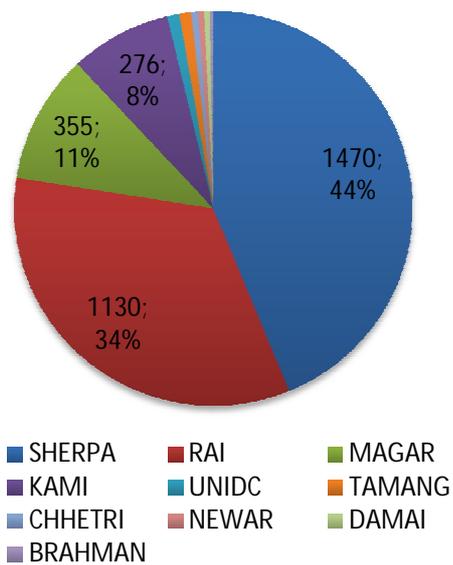
ANNEXE 12 : La population du VDC de Jubing

Source : Central Bureau of Statistics, <http://www.cbs.gov.np/>

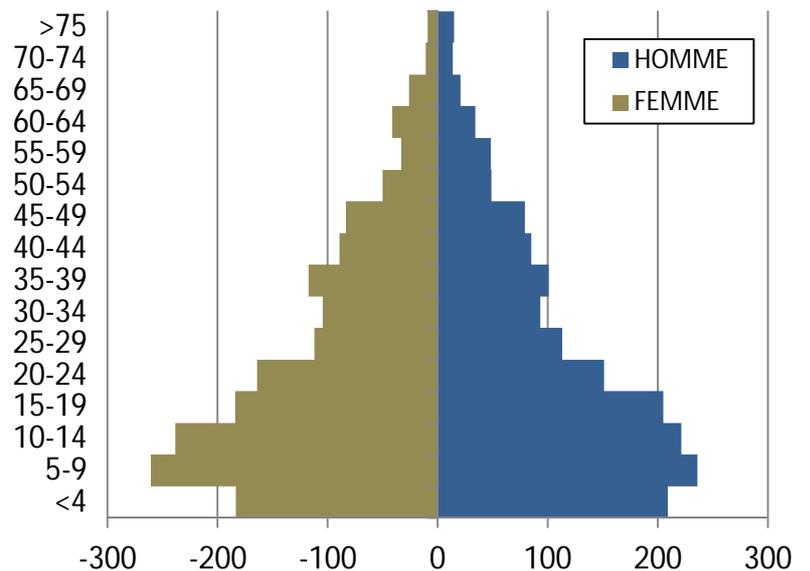
Evolution de la population du VDC de Jubing depuis les années 1970



Une population multiethnique (nombre d'habitants, pourcentage), 2001



Pyramide des âges de la population de Jubing (recensement de 2001)



ANNEXE 13 : Les principales espèces végétales du VDC de Jubing

Source : Bureau du Développement de l'agriculture de Salleri, Plan de développement du district du Solukhumbu 2009-2010

Culture	Surface (ha)	Rendement (T/ha)	Production (T)
<i>CULTURES ALIMENTAIRE DE BASE</i>			
Riz irrigué	5	1,5	7,5
Blé	110	1,7	187
Maïs	400	2,5	1000
Eleusine	90	1	90
PdT d'hiver	3	9	27
PdT d'été	300	14,7	4410
<i>CULTURE DE LEGUMES</i>			
chou fleur	1,2	15,1	18,12
chou	1,5	20,1	30,15
pois	0,2	5,7	1,14
radis	0,5	19,8	9,89
autres	3	11,2	33,6
<i>CULTURE DE LEGUMES D'ETE</i>			
concombre	0,8	12	9,6
potiron	2	15,8	31,6
courge amère	0,2	6,9	1,38
chayotte	1,4	19,5	27,3
autres	4	15,7	62,8
<i>FRUITS HIVER</i>			
pomme	0	0	0
poire	0,5	6,4	3,2
pêche	0,5	7	3,5
prune	1	6,4	6,4
autres	1,5	5,8	8,7
<i>FRUITS ETE</i>			
mandarine	0	0	0
orange	0	0	0
citron vert	0	0	0
banane	0	0	0
autres	0	0	0
<i>CULTURES EPICES</i>			
piment	0,3	8,5	2,55
ail	0,4	6,5	2,6
gingembre	0,8	13	10,4
curcuma	0,2	8,7	1,74
oignon	0	0	0
cardamome	1,5		
TOTAL SUPERFICIE CULTIVEE			930 ha

ANNEXE 14 : L'équipement agricole

L'ARAIRE ET SON ATTELAGE :

Selon les enquêtes, l'araire est un outil qui n'a pas connu de grandes modifications dans les 50 dernières années. Il est généralement fabriqué par le paysan lui-même et il lui faut au moins deux jours de travail. C'est un araire manche-sep, constitué de deux pièces. Ces pièces en bois sont taillées dans des espèces forestières particulières : pour le timon, on utilise de préférence *Fraxinus floribunda* ou *Quercus glauca* et pour le soc, *Quercus semecarpifolia*. La pointe en fer est achetée à Salleri. Le timon fait sept coudées de long et le joug trois coudées. Quant au soc, il fait une coudée plus une main pour la partie comprenant le *phāli* et une coudée moins une main pour la partie sur laquelle est inséré le mancheron.

La forme effilée de cet araire a sans doute été influencée par son adaptation aux contraintes de la nature du sol mais aussi pour sa maniabilité et son transport. Dans les sols caillouteux, certains paysans usent deux socs par an. Le poids est un paramètre important puisque les parcelles sont souvent dispersées et l'outil transporté à dos d'homme. Certains paysans creusent une cavité sous le soc pour alléger la structure.

L'attelage est composé de deux bœufs âgés de cinq à six ans. Il faut deux à trois mois pour apprendre à un bœuf à labourer.

LA HOUE :

C'est un outil dont l'angle entre la lame et le manche est fermé, ce qui permet de gratter le sol pour le désherbage ou la récolte des pommes de terre. Elle s'utilise aussi pour éclater les mottes ou refermer un sillon lors du semis. La lame est légèrement plus large à Pangom, ce que les paysans expliquent par des sols moins caillouteux. Elle reste cependant bien différente de la houe large (*kodāli*) utilisée en riziculture.

LA FAUCILLE :

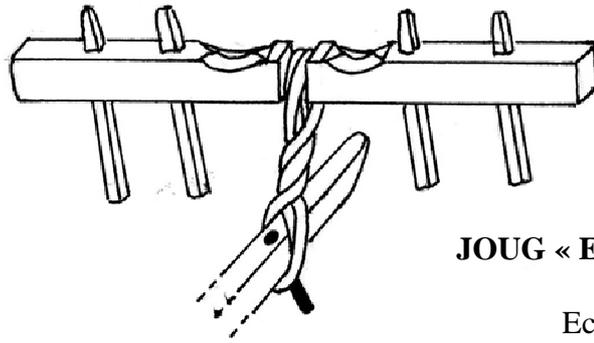
La faucille est utilisée pour couper l'herbe, les branches d'arbre ou moissonner le blé. Les femmes la portent souvent à la taille accrochée par une pièce en bois.

LE KUKHURI :

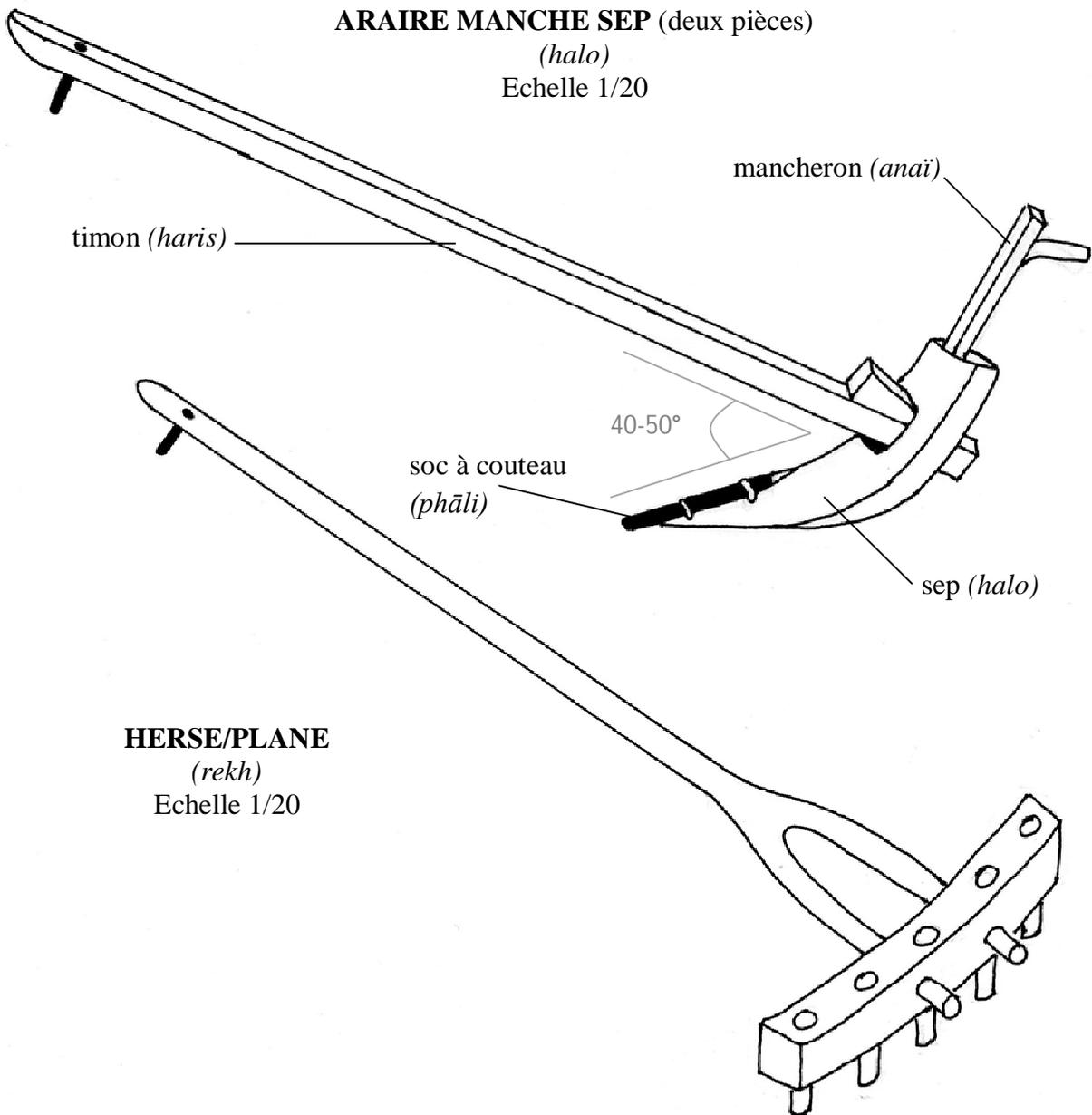
C'est un couteau de grande taille dont la lame est courbée. Les hommes le portent à la taille dans son étui. Il est indispensable au paysan pour de nombreux usages : récolter le fourrage, découper la viande, couper des bambous et peut servir de machette.

L'ARTISANAT EN BAMBOU :

De nombreux outils sont fabriqués en bambou notamment la hotte, principal outil pour le transport. Elle se présente sous plusieurs tailles avec des mailles plus ou moins serrées : grand volume pour la litière, le fourrage et moyen volume pour le fumier, les pommes de terre ou le bois de chauffe. Avec le bambou, on fabrique aussi des nattes, des paniers, des aires de séchages, des tamis, des plateaux pour trier les grains, des silos et même des échelles.



JOUG « ETRANGLEUR »
(*juwā*)
Echelle 1/20

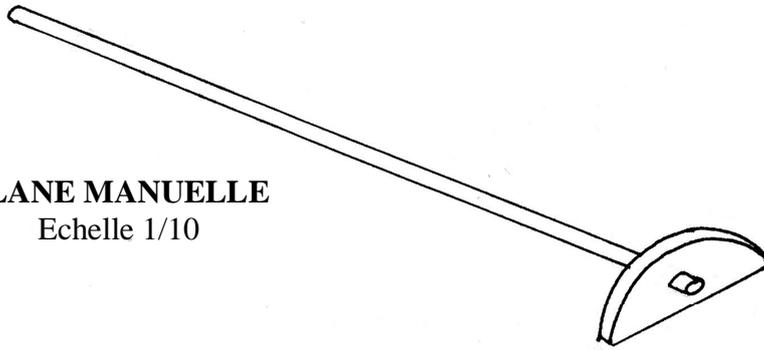


ARAIRE MANCHE SEP (deux pièces)
(*halo*)
Echelle 1/20

HERSE/PLANE
(*rekh*)
Echelle 1/20

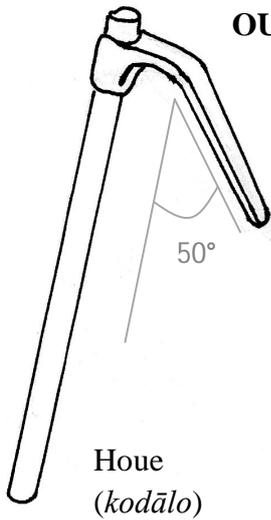
PLANE MANUELLE

Echelle 1/10

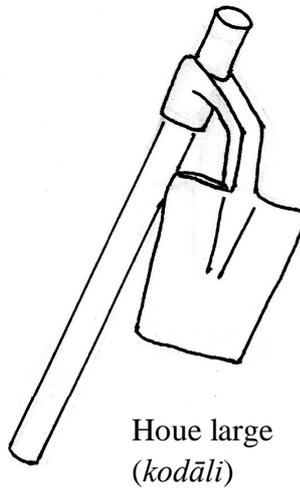


OUTILS MANUELS DE TRAVAIL DU SOL

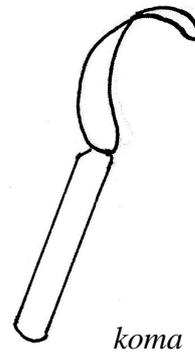
Echelle 1/10



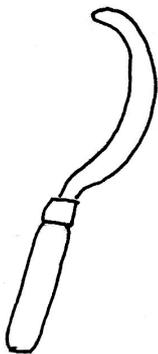
Houe
(*kodālo*)



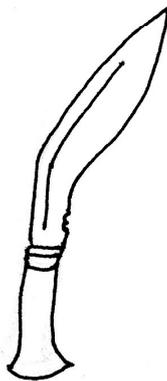
Houe large
(*kodāli*)



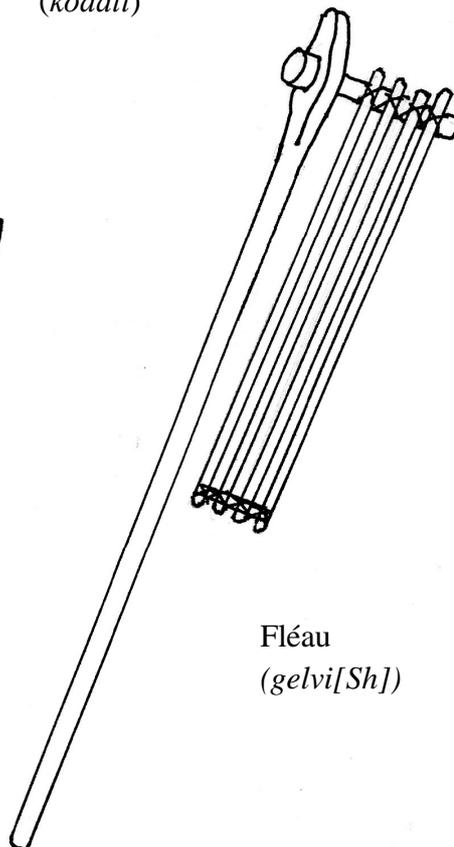
koma



Faucille (*hasiya*)

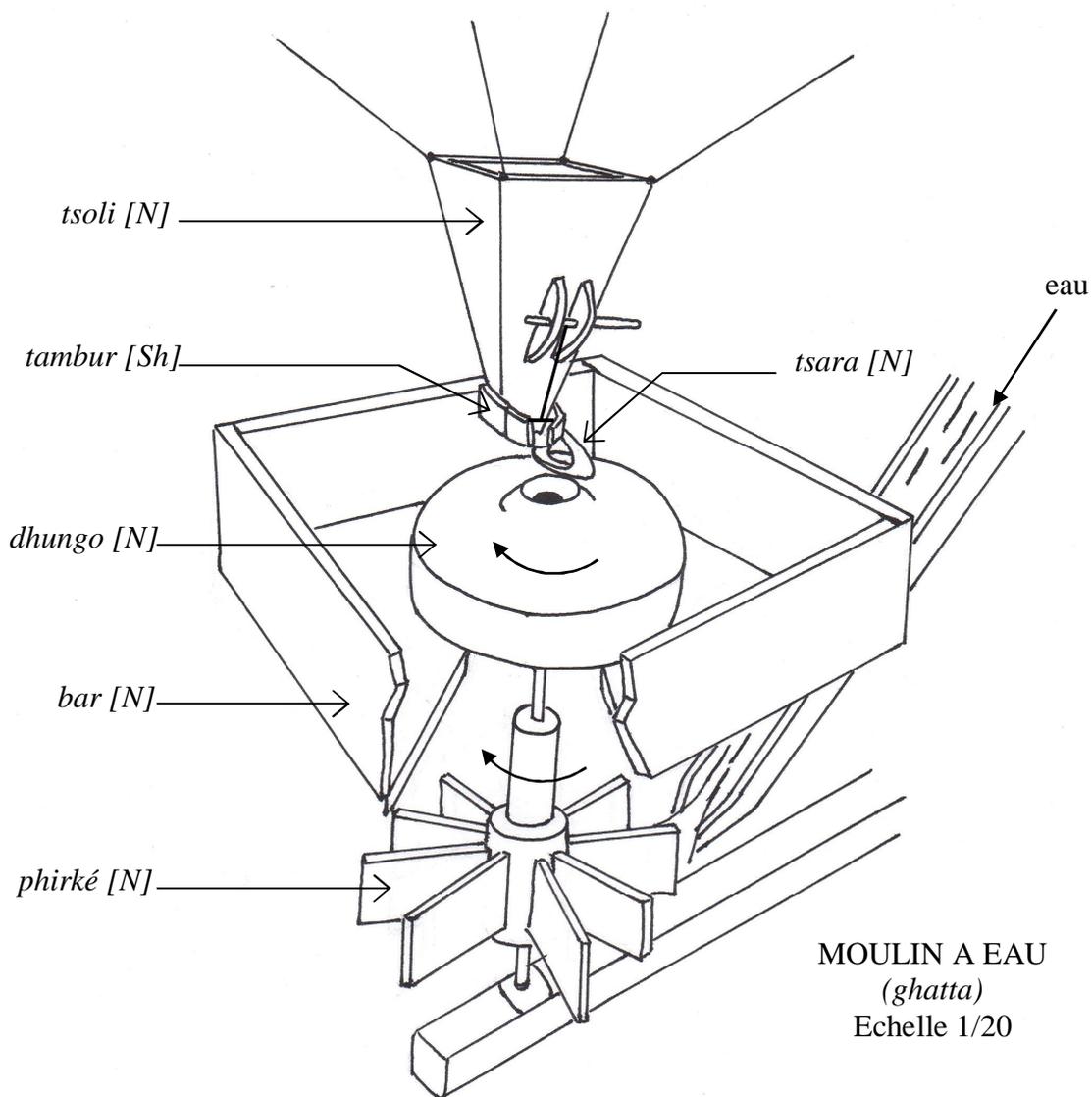


Couteau
(*kukhuri*)



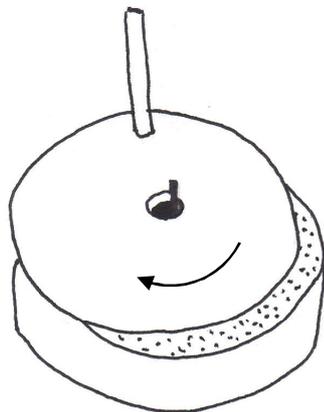
Fléau
(*gelvi[Sh]*)

LA TRANSFORMATION DES CEREALES :

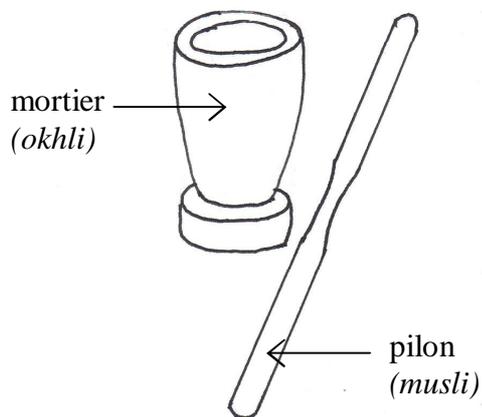


MOULIN A EAU
(ghatta)
Echelle 1/20

MOULIN A MAIN (jāto)
Echelle 1/10



MORTIER ET PILON
Echelle 1/15



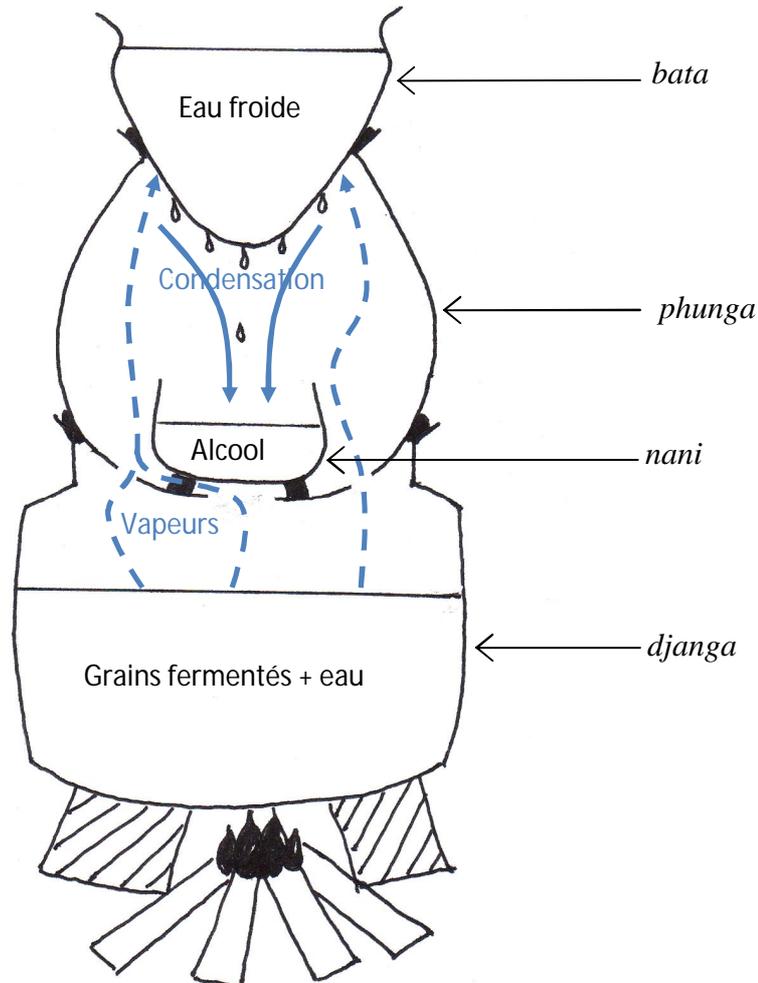
ANNEXE 15 : Les espèces végétales recensées dans le VDC de Jubing (liste non exhaustive)

Nom nepali	Nom scientifique	Localisation	Utilisation
ālubakhaDā	<i>Pyrus domestica</i>	jardin	Fr
angeri	<i>Lyonia ovalifolia</i>	forêt	W
amriso	<i>Thysanolaena maxima</i>	forêt/champ	A
arkhaulo	<i>Quercus spicata</i>	forêt	F
āru	<i>Prunus persica</i>	jardin	Fr
banmārā	<i>Eupatorium adenophorum</i>	herbe talus	F
bans	<i>Bamboosa arundinacea</i>	forêt	F
bojpatra	<i>Betula utilis</i>	forêt	W, O
chuletro	<i>Brassaiopsis hainla</i>	champ	F
chilāune	<i>Schima wallichii</i>	forêt	F
dudhilo	<i>Ficus nemoralis</i>	champ	F
gobre sallā	<i>Abies pindrow, pinus wallichiana</i>	forêt	O
gogan	<i>Saurauia nepaulensis</i>	champ	F
jhingāne	<i>Eurya japonica</i>	forêt	F
junār	<i>Citrus sinensis</i>	jardin	Fr
kāulo	<i>Machilus odoratissima</i>	forêt	F
katus	<i>Castanopsis tribuloides</i>	forêt	F
kerā	<i>Musa sapientum</i>	jardin	Fr
khasru	<i>Quercus semecarpifolia</i>	forêt	F
khote sallā	<i>Pinus roxburghii</i>	forêt/champ	L, O
lāli gurās	<i>Rhododendron arboreum</i>	forêt	L,W
lānkuri	<i>Fraxinus floribunda</i>	forêt	F, O
nāspāsti	<i>Pyrus communis</i>	jardin	Fr
nebharo	<i>Ficus roxburghii</i>	champ	F
ningalo bas	<i>Arundinaria intermedia</i>	forêt/champ	F
okhar	<i>Juglans regia</i>	forêt/champ	Fr
paiyu	<i>Prunus cerasoides</i>	champ	F
phalānt	<i>Quercus glauca</i>	forêt	F
suntalā	<i>Citrus nobilis</i>	jardin	Fr
tite pāti	<i>Artemisia vulgaris</i>	herbe talus	F
thotne	<i>Ficus hispida</i>	herbe talus	F
utis	<i>Alnus nepalensis</i>	forêt/champ	O, W

F : fourrage, W : bois de chauffage, O : bois d'œuvre, L : litière, A : artisanat, Fr : fruitier

ANNEXE 16 : Montage de distillation pour la fabrication du *rakshi*.

Echelle 1/10



ANNEXE 17 : Caractéristiques des systèmes de production sur le versant de Jubing

- SP 1** : PETITE POLYCLTURE-ELEVAGE EN METAYAGE-FERMAGE (1900-2400m)
- SP 2** : POLYCLTURE/PETIT ELEVAGE BOVIN EN ALTITUDE EN FERMAGE (2900m)
- SP 3** : ARTISANS-FORGERONS ET PETITE POLYCLTURE-ELEVAGE EN PROPRIETE (1600-2300m)
- SP 4** : POLYCLTURE-ELEVAGE EN PROPRIETE EN BAS DE VERSANT (1600-1900m)
- SP 5** : POLYCLTURE-ELEVAGE EN PROPRIETE EN MILIEU DE VERSANT (1900-2300m)
- SP 6** : POLYCLTURE-ELEVAGE EN PROPRIETE EN HAUT DE VERSANT (2300-2500m)
- SP 7** : POLYCLTURE/PETIT ELEVAGE BOVIN EN ALTITUDE EN PROPRIETE (2900m)
- SP 8** : POLYCLTURE-ELEVAGE AVEC OUVRIERS AGRICOLES
- SP 9** : POLYCLTURE/ELEVAGE LAITIER AVEC TRANSFORMATION (2200-2400m)
- SP 10** : ELEVAGE LAITIER AVEC TRANSFORMATION (2900m)

		SP1	SP2	SP3	SP4	SP5
Surface		0,07 à 0,75 ha	0,11 à 0,45 ha	0,07 à 0,6 ha	0,9 à 2.7 ha	0,6 à 2,1 ha
Localisation		1900 à 2400m Mi-versant	2900m Forêt-pâturage	1600-2300m Bas de versant	1600-1900m Bas de versant	1900-2300m Mi-versant
Ethnies		Sherpa, Kami, Rai	Sherpa	Sherpa, Magar, Kami	Rai	Sherpa, Magar
% des exploitations		10%	2%	20%	15%	15%
Statut des terres		métayage/ fermage	fermage	FVD	FVD	FVD
Nombre d'actifs		2,3	2	2	2,6	2,6
Elevage		1vache, 2bœufs, 3chèvres, 4poules, 1 cochon	1vache, 1boeuf	2vaches, 2chèvres, 2poules	3vaches, 2bœufs, 1cochon, 6chèvres, 4poules	3buffles, 2vaches, 2bœufs, 4poules
Fourrage	Saison sèche	arbres (25%), forêt (25%), pailles(50%)	forêt(50%), foin(25%), pailles (25%)	arbres (25%), forêt (25%), pailles(50%)	arbres (50%), pailles (50%)	arbres (25%), forêt (25%), pailles(50%)
	Mousson	talus(50%) pâturage village (50%)	Divagation en forêt (100%)	talus(50%) pâturage village (50%)	talus(50%) pâturage village (50%)	talus(50%) pâturage village (50%)
Fourrage produit sur l'exploitation		60%	25%	60%	75%	60%
Autosuffisance alimentaire		non	non	non	vente de surplus occasionnelle	vente de surplus occasionnelle
Transformation de la production		<i>chang</i>	<i>chang</i>	<i>chang</i>	<i>chang</i>	<i>chang</i>
Activité complémentaire		journalier agricole, portage	journalier, portage, découpe de bois	forgeron, charpentier, trekking	trekking	trekking

		SP6	SP7	SP8	SP9	SP10
Surface		0,6 à 1,35 ha	0,3 à 0,6 ha	1.5 à 5 ha	0,45 à 1,6 ha	1,8 à 2,4 ha
Localisation		2300-2500m Haut de versant	2900m Forêt-pâturage	2000 à 2500m Haut de versant	2200 à 2400m Haut de versant	2200 à 2400m Haut de versant
Ethnies		Sherpa	Sherpa	Sherpa, Magar, Rai	Sherpa	Sherpa
% des exploitations		15%	5%	10%	5%	2%
Statut des terres		FVD	FVD	FVD	FVD + droit accès <i>kharkā</i>	FVD + droit accès <i>kharkā</i>
Nombre d'actifs		2,6	2,3	2 + journaliers	3,3	3,3
Elevage		3vaches, 2bœufs, 4poules	2vaches, 1boeuf	3vaches, 2bœufs, 2buffles, 1cochon, 6poules	15mères <i>chauri</i>	50 mères <i>chauri</i>
Fourrage	Saison sèche	forêt(50%), paille (50%)	forêt(50%), foin(25%), paille (25%)	arbres (25%), forêt (25%), pailles(50%)	forêt(50%), foin(25%), paille (25%)	forêt (50%), foin (25%), paille (25%)
	Mousson	talus(25%), divagation en forêt (75%)	divagation en forêt (100%)	talus(50%) pâturage village (50%)	<i>kharkā</i>	<i>kharkā</i>
Fourrage produit sur l'exploitation		40%	25%	60%	25%	0%
Autosuffisance alimentaire		vente de surplus occasionnelle	non	vente de surplus	oui	Oui
Transformation de la production		<i>chang, rakshi</i>	<i>chang</i>	<i>chang, rakshi</i>	Beurre, fromage	Beurre, fromage
Activité complémentaire		trekking, portage	trekking	lodge, trekking	non	non

SP1 : METAYAGE-FERMAGE 1900-2400 m

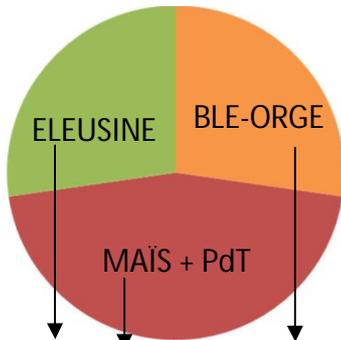
Superficie : **0,07 à 0,75 ha**
 50% en métayage-fermage (22 800 Rs/ha)
1 vache, 2 bœufs, 3 chèvres, 1 porc,
2 poules
 Nombre actifs : **2,3**
 Ethnies : **Sherpa, Kami, Rai**

Equipement : **1 attelage**
 Vente de surplus : **déficitaire en céréales de base**

Activité complémentaire : **journalier agricole, portage salarié**

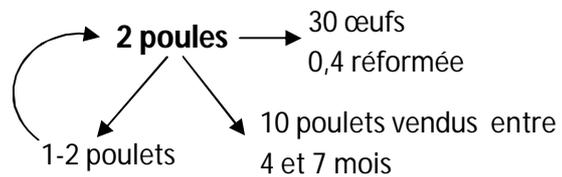
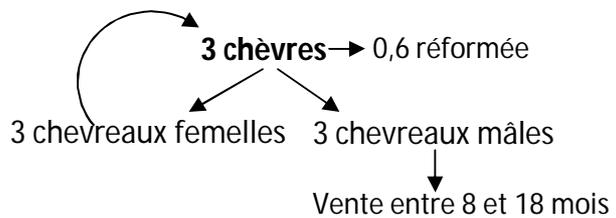
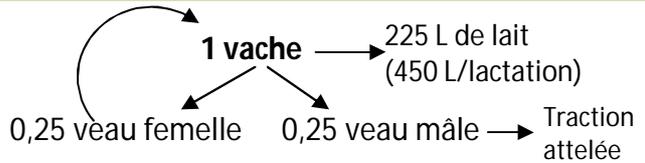
ASSOLEMENT ET ROTATIONS

Rotations (sur deux ans):
 Maïs+PdT/Blé-orge/Elеusine
 Maïs+PdT/Maïs+PdT



Intraconsommation et transformation en *chang*

SYSTEMES D'ELEVAGE



CALENDRIER DE CULTURE (2000 m) ET DE FOURRAGE

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
CULTURES												
Maïs+PdT	L1+F		L2+S		D1	D2	R1		R2			
Blé					R				L+S			
Elеusine				pép	rep	D						R
FOURRAGES	25% arbres, 25% forêt, 50%pailles					50% talus, 50% pâturage village						

Fourrage provenant de la surface cultivée : **60%**

RATION : - bovin : 10-15 kg de fourrage, eau, 50 g de sel, 150 g de farine, drêches/mère/jour
 - caprin : 5 kg de fourrage, 50 g de farine, drêches/mère/jour
 - porc : 4 kg orties bouillies, 500g farine, drêches, 20 L d'eau/porc/jour
 - volaille : 50 g de maïs grain/poule/jour

RESULTATS ECONOMIQUES

VAB culture = 40 000 Rs
 VAB élevage = 44 000 Rs
 Dépréciation = 5600 Rs

VAN/actif = 32 000 Rs/actif
 Fermage/métayage = 13 700 Rs
REVENU AGRICOLE/actif = 26 100 Rs/actif

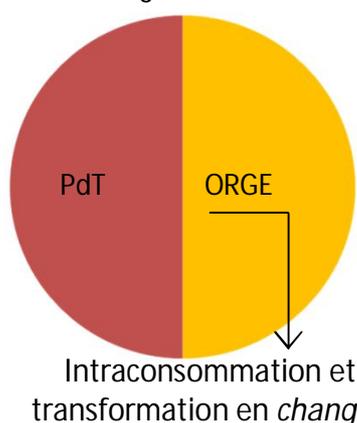
SP 2 : POLYCULTURE/PETIT ELEVAGE BOVIN EN FERMAGE 2900 m

Superficie : **0,11 à 0,45 ha**
 50% en fermage (33 000 Rs/ha)
1 vache, 1 bœuf
 Nombre actifs : **2**
 Ethnies : **Sherpa**

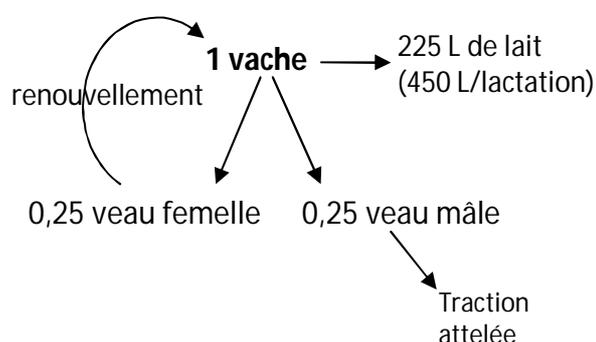
Equipement : **1/2 attelage**
 Vente de surplus : **déficitaire en céréales de base**
 Activité complémentaire : **journalier agricole, portage salarié, bûcheron**

ASSOLEMENT ET ROTATIONS

Rotation : Orge/PdT



SYSTEME D'ELEVAGE



CALENDRIER DE CULTURE ET DE FOURRAGE

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
CULTURES												
PdT				D1		D2		R				L2+S
Orge						R			L+S			
FOURRAGES	50% forêt, 25% pailles, 25% foin					100% divagation en forêt						
	stabulation →											←

Fourrage provenant de la surface cultivée : **25%**

RATION : Cf SP1

RESULTATS ECONOMIQUES

VAB culture = 5 600 Rs
 VAB élevage = 8 200 Rs
 Dépréciation = 2 100 Rs

VAN/actif = 4 800 Rs/actif
 Fermage = 5 000 Rs
REVENU AGRICOLE/actif = 2 300 Rs/actif

SP 3 : ARTISANS/FORGERONS 1600-2300 m

Superficie : **0,07 à 0,6 ha en propriété**
2 vaches, 2 chèvres, 2 poules

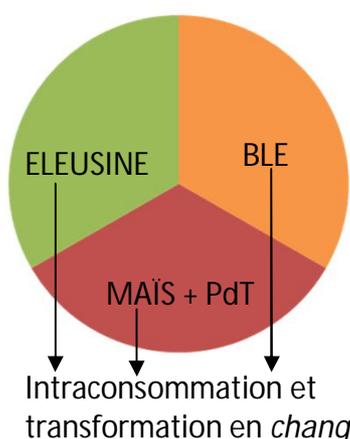
Nombre actifs : **2**
 Ethnies : **Sherpa, Magar, Kami**

Equipement : **Pas d'attelage**
 Vente de surplus : **déficitaire en céréales de bas**

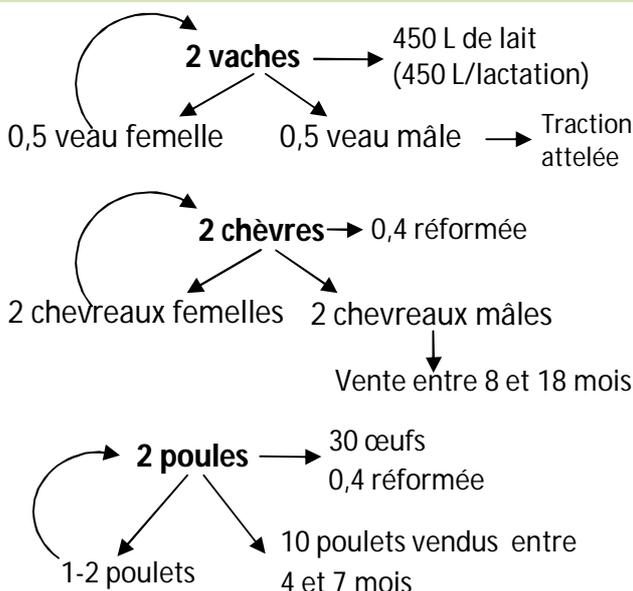
Activité principale : **forgeron, charpentier**
 = part majoritaire du revenu

ASSOLEMENT ET ROTATIONS

Rotation (sur deux ans) :
 Maïs+PdT/Blé/Eleusine



SYSTEME D'ELEVAGE



CALENDRIER DE CULTURE (2000 m) ET DE FOURRAGE

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
CULTURES												
Maïs+PdT	L1+F		L2+S		D1	D2	R1		R2			
Blé					R				L+S			
Eleusine				pép	rep	D						R
FOURRAGES	25% arbres, 25% forêt, 50%pailles					50% talus, 50% pâturage village						

Fourrage provenant de la surface cultivée : **60%**

RATION : Cf SP1

RESULTATS ECONOMIQUES

VAB culture = 23 700 Rs
 VAB élevage = 39 000 Rs
 Dépréciation = 5 600 Rs

VAN/actif = 16 000 Rs/actif
REVENU AGRICOLE/actif = 16 000 Rs/actif

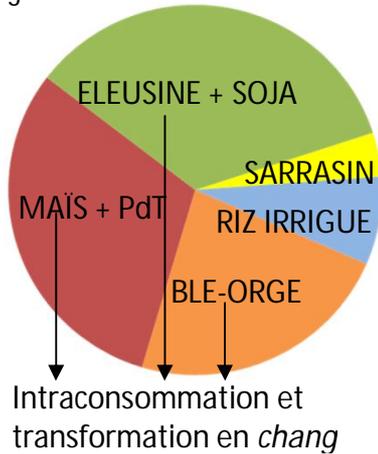
SP 4 : POLY CULTURE-ELEVAGE EN PROPRIETE EN BAS DE VERSANT 1600-1900 m

Superficie : **0,9 à 2,7 ha en propriété**
3 vaches, 2 bœufs, 1 cochon, 6 chèvres,
4 poules
 Nombre actifs : **2,6**
 Ethnie : **Rai**

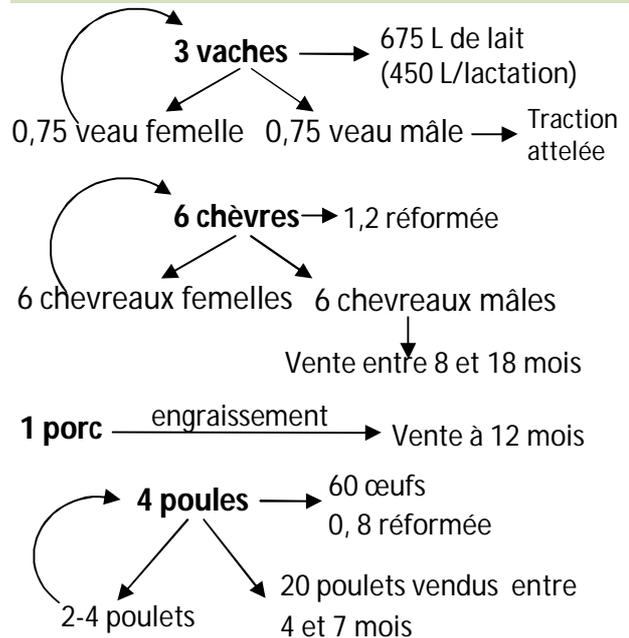
Equipement : **1 attelage**
 Vente de surplus : **occasionnelle**
 Activité complémentaire : **trekking**

ASSOLEMENT ET ROTATIONS

Rotations :
 A proximité (sur 1 an): Maïs+PdT/ Eleusine+soja
 Plus loin (2 ans): Maïs+PdT/Blé-orge/ Eleusine
 Sarrasin/Blé-orge/ Eleusine
 Riz irrigué en monoculture



SYSTEME D'ELEVAGE



CALENDRIER DE CULTURE ET DE FOURRAGE

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
CULTURES												
Maïs+PdT	L1+F		L2+S		D1	D2	R1		R2			
Blé					R				L+S			
Eleusine				pép	rep			D				R
Sarrasin			L+S				R					
Riz irrigué				pép	rep	D			R			
FOURRAGES	50% arbres, 50%pailles					50% talus, 50% pâturage village						

Fourrage provenant de la surface cultivée : **75%**

RATION : voir SP1

RESULTATS ECONOMIQUES

VAB culture = 130 000 Rs
 VAB élevage = 98 500 Rs
 Dépréciation = 7 900 Rs

VAN/actif = 83 100 Rs/actif
REVENU AGRICOLE/actif = 83 100 Rs/actif

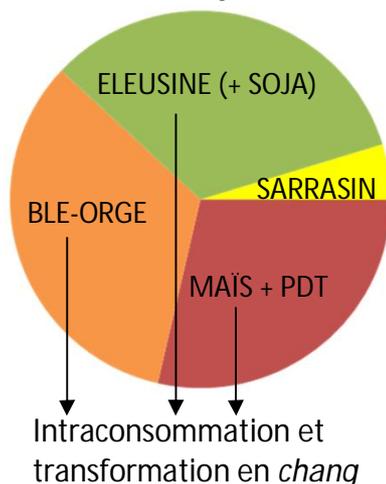
SP 5 : POLYCULTURE-ELEVAGE EN PROPRIETE EN MILIEU DE VERSANT 1900-2300 m

Superficie : **0,6 à 2,1 ha en propriété**
3 buffles, 2 vaches, 2 bœufs, 4 poules
 Nombre actifs : **2,6**
 Ethnie : **Magar, Sherpa**

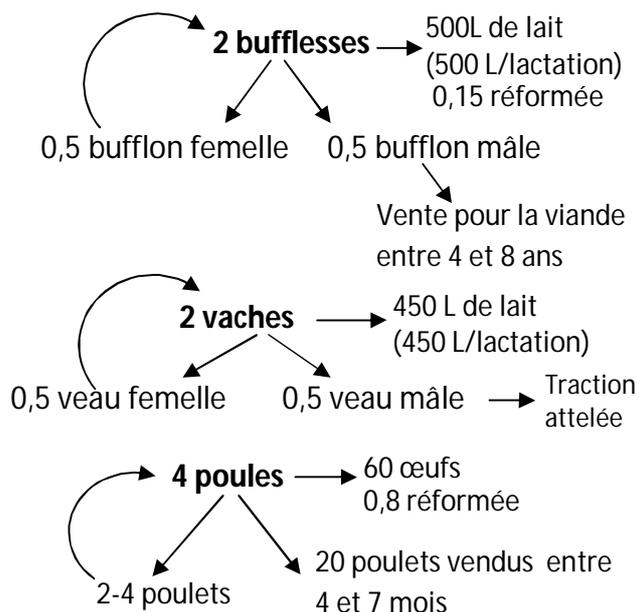
Equipement : **1 attelage**
 Vente de surplus : **occasionnelle**
 Activité complémentaire : **trekking**

ASSOLEMENT ET ROTATIONS

Rotation (sur 2 ans) :
 Maïs+PdT/Blé-orge/Eleusine+soja
 Sarrasin/Blé-orge/Eleusine



SYSTEME D'ELEVAGE



CALENDRIER DE CULTURE (2000 m) ET DE FOURRAGE

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
CULTURES												
Maïs+PdT	L1+F		L2+S		D1	D2	R1		R2			
Blé					R				L+S			
Eleusine				pép	rep	D						R
Sarrasin			L+S				R					
FOURRAGES	25% arbres, 25% forêt, 50%pailles					50% talus, 50% pâturage village						

Fourrage provenant de la surface cultivée : **60%**

RATION : - bovin, volaille : Cf SP1

- bubalin : 20 à 30 kg de fourrage, 300 g de farine, sel, drêches, 20L d'eau en saison sèche/mère

RESULTATS ECONOMIQUES

VAB culture = 83 500 Rs
 VAB élevage = 112 600 Rs
 Dépréciation = 7 200 Rs

VAN/actif = 71 000 Rs/actif
REVENU AGRICOLE/actif = 71 000 Rs/actif

SP 6 : POLY CULTURE-ELEVAGE EN PROPRIETE EN HAUT DE VERSANT 2300-2500 m

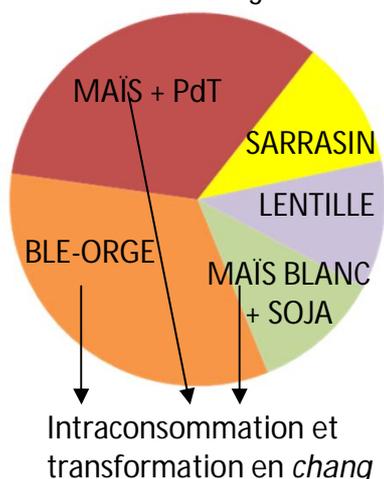
Superficie : **0,6 à 1,35 ha en propriété**
3 vaches, 2 bœufs, 4 poules
 Nombre actifs : **2,6**
 Ethnie : **Magar, Sherpa**

Equipement : **1 attelage**
 Vente de surplus : **occasionnelle**
 Activité complémentaire : **trekking**

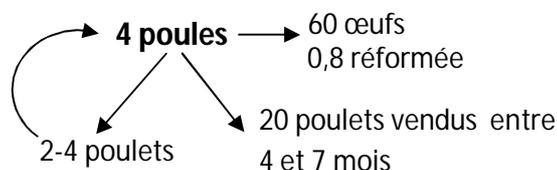
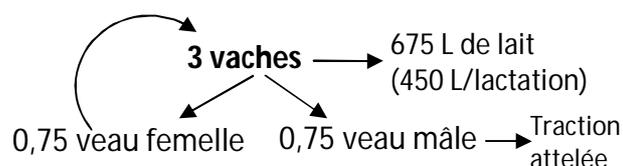
ASSOLEMENT ET ROTATIONS

Rotation (sur 2 ans) :

Maïs + PdT/Blé-orge/Maïs blanc+soja
 Maïs + PdT/Blé-orge/Sarrasin
 Maïs + PdT/Blé-orge/Lentille



SYSTEME D'ELEVAGE



CALENDRIER DE CULTURE ET DE FOURRAGE

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
CULTURES												
Maïs+PdT	L1+F		L2+S		D1	D2	R1		R2			
Blé					R				L+S			
Maïs blanc					S		D			R		
Sarrasin								L+S			R	
Lentille						S		D			R	
FOURRAGES	50% forêt, 50% pailles					25% talus, 75% divagation forêt						

Fourrage provenant de la surface cultivée : **40%**

RATION : Cf SP1

RESULTATS ECONOMIQUES

VAB culture = 80 300 Rs
 VAB élevage = 49 200 Rs
 Dépréciation = 7 200 Rs

VAN/actif = 45 300 Rs/actif
REVENU AGRICOLE/actif = 45 300 Rs/actif

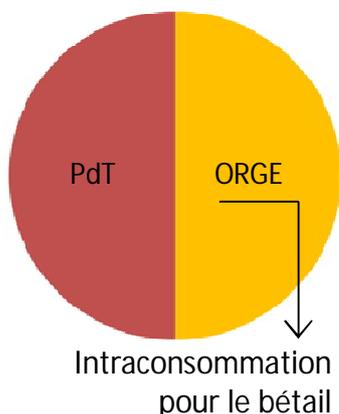
SP 7 : POLYCULTURE/PETIT ELEVAGE BOVIN EN ALTITUDE EN PROPRIETE 2900 m

Superficie : **0,3 à 0,6 ha**
2 vaches, 1 bœuf
 Nombre actifs : **2,3**
 Ethnies : **Sherpa**

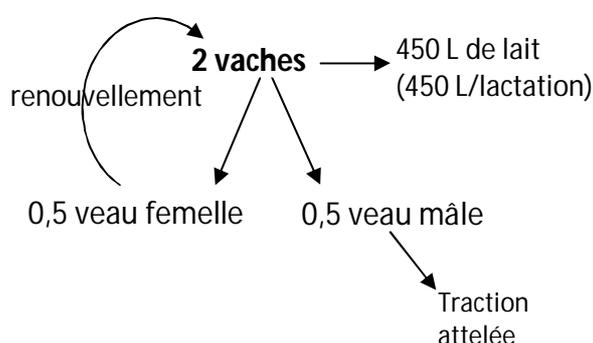
Equipement : **1/2 attelage**
 Vente de surplus : **déficitaire en céréales de base**
 Activité complémentaire : **trekking**

ASSOLEMENT ET ROTATIONS

Rotation : Orge/PdT



SYSTEME D'ELEVAGE



CALENDRIER DE CULTURE ET DE FOURRAGE

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
CULTURES												
PdT	D1					D2	R		L1+F			L2+S
Orge						R			L+S			
FOURRAGES	50% forêt, 25% pailles, 25% foin					100% divagation en forêt						
	stabulation →											

Fourrage provenant de la surface cultivée : **25%**

RATION : Cf SP1

RESULTATS ECONOMIQUES

VAB culture = 3 100 Rs
 VAB élevage = 16 400 Rs
 Dépréciation = 2 100 Rs

VAN/actif = 6 700 Rs/actif
REVENU AGRICOLE/actif = 6 700 Rs/actif

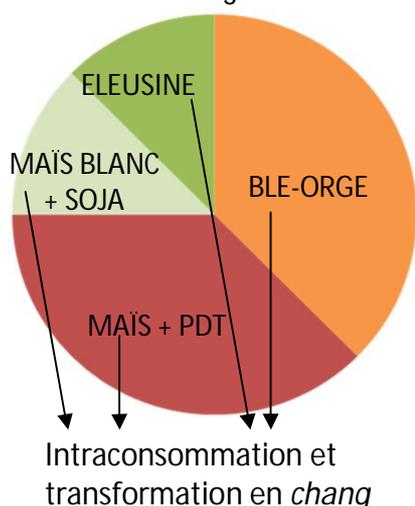
SP 8 : POLY CULTURE-ELEVAGE AVEC OUVRIERS AGRICOLES 2000 à 2500 m

Superficie : **1,5 à 5 ha en propriété**
3 vaches, 2 bœufs, 2 bufflisses, 1 cochon,
6 poules
 Nombre actifs : **2 + journaliers agricoles**

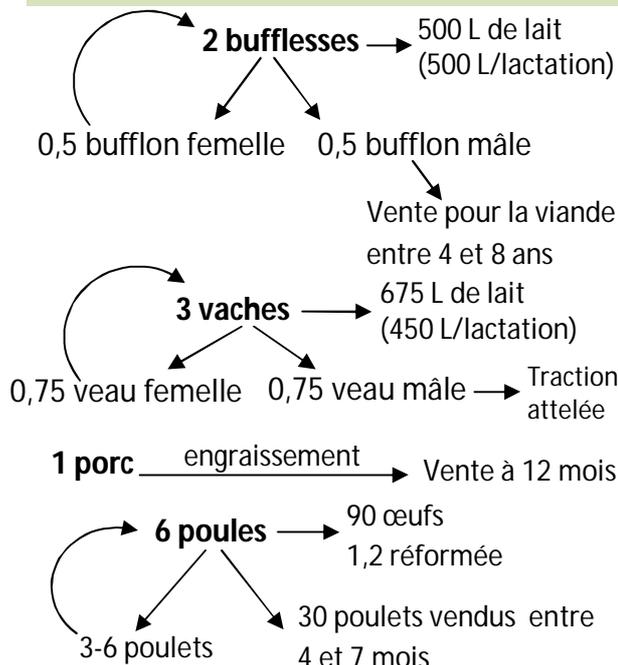
Equipement : **1 attelage**
 Vente de surplus : **annuelle**
 Activité complémentaire : **trekking, lodge**
 Ethnies : Sherpa, Magar

ASSOLEMENT ET ROTATIONS

Rotation (sur 2 ans) :
 Maïs+PdT/Blé-orge/Eleusine
 Maïs+PdT/Blé-orge/Maïs blanc+soja



SYSTEME D'ELEVAGE



CALENDRIER DE CULTURE (2000 m) ET DE FOURRAGE

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
CULTURES												
Maïs+PdT	L1+F		L2+S		D1	D2	R1		R2			
Blé					R				L+S			
Eleusine				pép	rep	D						R
Maïs blanc					S		D			R		
FOURRAGES	25% arbres, 25% forêt, 50%pailles					50% talus, 50% pâturage village						

Fourrage provenant de la surface cultivée : **60%**

RATION : Cf SP1 et SP5

RESULTATS ECONOMIQUES

VAB culture = 76 500 Rs
 VAB élevage = 132 000 Rs
 Dépréciation = 7 200 Rs

VAN/actif = 98 500 Rs/actif
REVENU AGRICOLE/actif = 98 500 Rs/actif

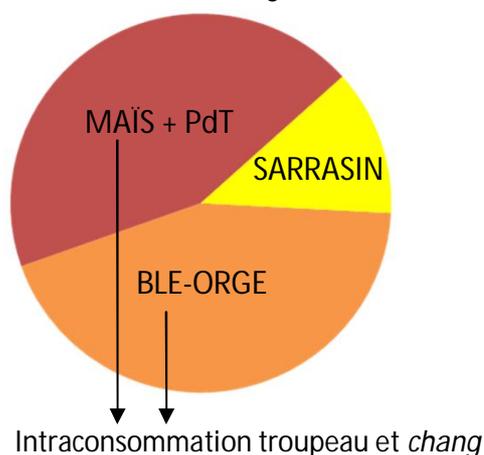
SP 9 : POLY CULTURE/ELEVAGE LAITIER AVEC TRANSFORMATION 2200-2400m

Superficie : **0,45 à 1,6 ha en propriété**
 15 mères chauri, 2 bœufs, 1 taureau
 Nombre actifs : **3,3 dont 1 salarié**
 Ethnie : **Sherpa**

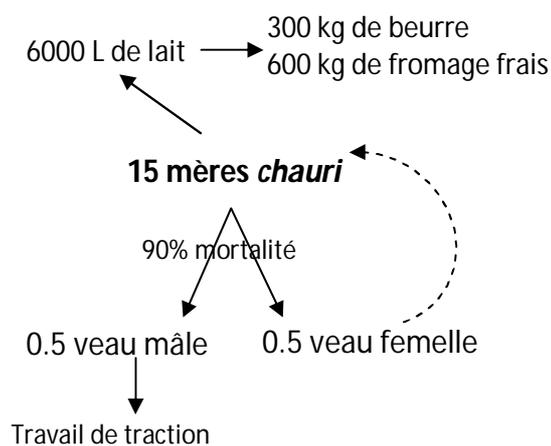
Equipement : **1 attelage, laiterie**
 Vente de beurre et de fromage frais
 Activité complémentaire : **non**

ASSOLEMENT ET ROTATIONS

Rotation (sur 2 ans) :
 Maïs + PdT/Blé-orge
 Maïs + PdT/Blé-orge/Sarrasin



SYSTEME D'ELEVAGE



CALENDRIER DE CULTURE ET DE FOURRAGE

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
CULTURES												
Maïs+PdT	L1+F		L2+S		D1	D2	R1		R2			
Blé					R				L+S			
Sarrasin								L+S			R	
FOURRAGES	25% foin, 50% forêt, 25%pailles			100% pâturage								

Fourrage provenant de la surface cultivée : **25 %**

RATION : 200 g de farine, 60 g de sel, petit lait + 10 kg de fourrage en hiver/mère

RESULTATS ECONOMIQUES

VAB culture = 59 400 Rs
 VAB élevage = 291 900 Rs
 Dépréciation = 30 900 Rs
VAN/actif = 95 800 Rs/actif

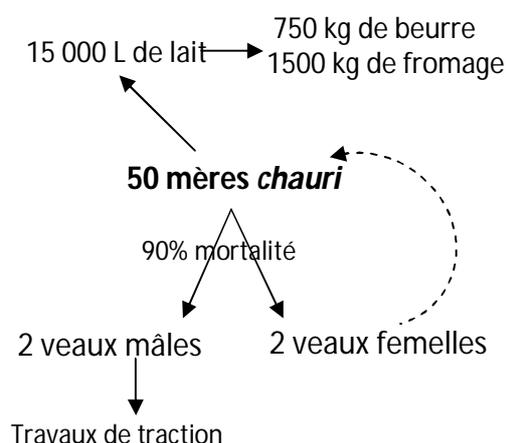
Salaires = 42 000 Rs
 Location *kharkā* = 5000 Rs
REVENU AGRICOLE/actif = 117 000 Rs/actif

SP 10 : ELEVAGE LAITIER TRANSHUMANT AVEC TRANSFORMATION 2900m

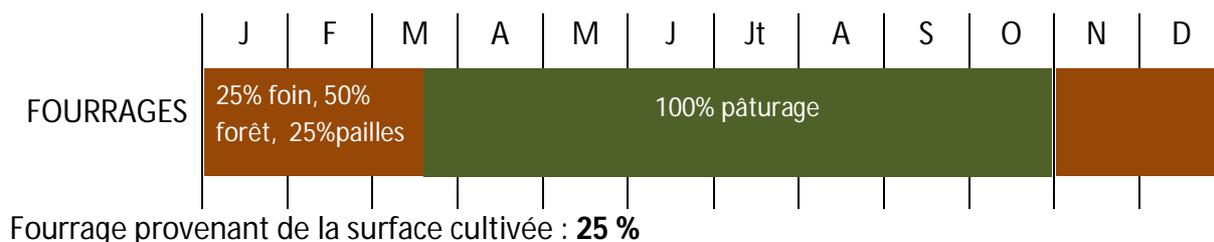
Superficie : **1,8 à 2,4 ha en propriété**
 50 mères chauri, 2 taureaux
 Nombre actifs : **3,3 dont 1 salarié**
 Ethnie : **Sherpa**

Equipement : **laiterie**
 Vente de beurre et de fromage frais
 Activité complémentaire : **non**

SYSTEME D'ELEVAGE



CALENDRIER DE CULTURE ET DE FOURRAGE



RATION : Cf SP9

RESULTATS ECONOMIQUES

VAB élevage = 508 600 Rs
 Dépréciation = 28 300 Rs
VAN/actif = 145 600 Rs/actif

Salaires = 42 000 Rs
 Location *kharkā* = 15 000 Rs
REVENU AGRICOLE/actif = 184 000 Rs/actif

ANNEXE 18 : Système de prix utilisé pour le calcul économique

PRODUITS	PRIX	PRODUITS	PRIX
CULTURES (en Rs/kg)		PRODUITS DE L'ELEVAGE (en Rs)	
Blé	70	Lait (buffle, vache)	35 Rs/L
Orge (<i>jau</i>)	50	Buffle mâle de 4 à 8 ans	35 000
Orge nue (<i>uwa</i>)	70	Bufflesse réformée	25 000
Mais (jaune et blanc)	50	Mâle bovin (3ans)	6000
Pomme de terre	15	Mâle caprin (8 à 18 mois)	4000
Eleusine	50	Chèvre réformée	6000
Lentille	150	Porc engraisé (12 mois)	21 000
Soja	70	Œuf	20
Sarrasin	60	Poulet de 4 mois	400
Riz	100	Poulet de 7 mois	1000
PRODUITS TRANSFORMES		Poule réformée	800
<i>Chang</i> (bière)	40 Rs/L	Beurre (été/hiver)	580 à 660 Rs/kg
<i>Rakshi</i> (alcool)	80 Rs/L	Fromage maigre	200 Rs/kg

ANNEXE 19 : Les caractéristiques de l'équipement agricole utiles au calcul des dépréciations

OUTIL	QTÉ /actif	PRIX ACHAT (Rs)	DUREE UTILISATION (ans)	ENTRETIEN
MATERIEL POUR LA CULTURE DU BARI				
Araire = soc + timon + sep + mancheron + joug	1	3100	0.5 à 1 ans pour le soc et le sep 5-7 ans pour le joug et le timon	renouvellement du soc : 600-700 Rs
Faucille	1	500	5	Forgeron : affutage
Houe	2	500	5	Forgeron : ajout de fer, affutage
<i>Kukhuri</i>	1	1000	50	Forgeron : affutage
MATERIEL SPECIFIQUE A LA RIZICULTURE				
Houe large	1	1000	12	-
Herse (<i>rekh</i>)	1	1000	2	-
TRANSPORT				
Hotte (<i>doko</i>)	2	300	1	-
Hotte (<i>thunse</i>)	1	1000	5	-
Hotte fermée	1	2500	4	-
Pot à lait (<i>dhunderi</i>)	1	1600	10	-
<i>Gakri</i> (récepteur eau)	2	3000	15	-
TRANSFORMATION DE LA PRODUCTION				
Pilon/mortier	1	1000	25	-
<i>Nanglo</i> (pour trier)	1	300	3	-
<i>Sarang</i> (séchage)	1	800	4	-
<i>Djanga</i> (récepteur cuivre)	1	5000	10	-
Distillation	1	3000	12	-
Baratte à beurre	1	5000	6	-
Tamis (fromage)	2	150	1	-
Marmite alu	2	6000	3	-
EXPLOITATION FORESTIERE				
Hache	1	1000	20	-
Scie (<i>ārā</i>)	1	3000	20	-

ABSTRACT

Over the past decades, important changes affected Nepal in political, economical and social aspects. In the Himalayan Range, these transformations also include climate changes. CNRS project “Paprika” is studying the evolution of ices and snows with anthropogenic pressure in Hindu-Kush-Himalaya and aims to determine the impacts on water resources and socio-economical adaptations. The diagnosis-analysis of the Jubing slope is part of this project and aims to assess agriculture adaptability to face potential increase in climatic hazard.

The Jubing slope is located in the Nepalese Middle Mountains in Solukhumbu district. Local economy relies on subsistence agriculture and the recent development of tourism. The slope has been cut into hundreds of terraces and agricultural activities are organized with altitude. Farming system is based on the interactions between agriculture, livestock and forest ecosystem. The lack of means of production and transport induce low productivity in cropping system.

We can divide farming history into two main steps. The first one is the intensification in labour calendar until the 80s with development of mobile stalling, more complex crop rotations and new crop associations. The second one is the concentration of farming activity near the farm by growing vegetables, planting fodder trees and reforesting remote lands. The development of tourism has brought new incomes but has also increased inequalities.

Crop dependence on monsoon rains which could become more and more unpredictable is an important point of farms vulnerability. Global warming is higher in Himalayan Range than the global average but the effects are still difficult to assess in the region of Jubing. Production diversity, crops terracing or pluriactivity are various strategies to ensure agriculture adaptability to potential hazards.