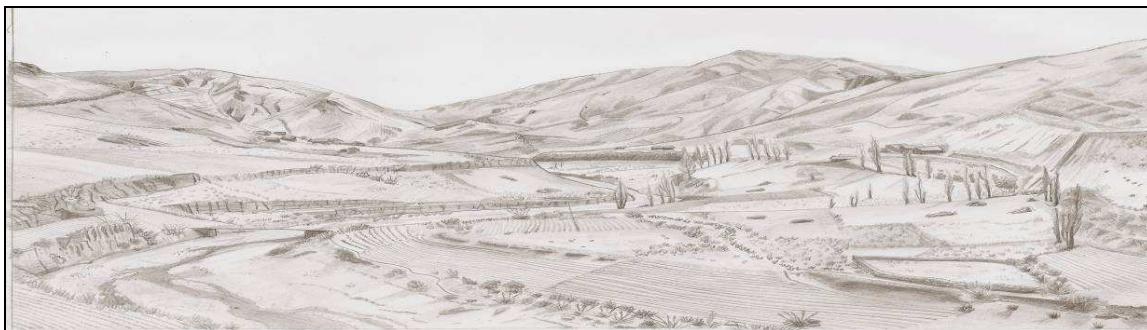




De l'élevage de lamas à la culture de maïs, la diversité d'une agriculture familiale dans un milieu étagé

**Diagnostic agraire du municipio de Potosí
(Bolivie)**



Mémoire présenté par

ARIELLE GARNIER

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME D'AGRONOMIE TROPICALE DE L'IRC-SUPAGRO
ET DU DIPLÔME D'INGÉNIEUR DE L'INHP, SPECIALITÉ HORTICULTURE

NOÉMIE REBOUL

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME D'AGRONOMIE TROPICALE DE L'IRC-SUPAGRO
ET DU DIPLÔME D'INGENIEUR EN AGRICULTURE DE L'ESA

Maître de stage : Hubert Mazurek

Directeur de mémoire : Sébastien Bainville

Soutenu le 2 octobre 2008



Institut de recherche
pour le développement

**De l'élevage de lamas à la culture de maïs,
la diversité d'une agriculture familiale
dans un milieu étagé**

**Diagnostic agraire du municipio de Potosí
(Bolivie)**

Mémoire présenté par

ARIELLE GARNIER

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME D'AGRONOMIE TROPICALE DE L'IRC-SUPAGRO
ET DU DIPLÔME D'INGÉNIEUR DE L'INHP, SPECIALITÉ HORTICULTURE

NOÉMIE REBOUL

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME D'AGRONOMIE TROPICALE DE L'IRC-SUPAGRO
ET DU DIPLÔME D'INGENIEUR EN AGRICULTURE DE L'ESA

Membre du jury :

Claire Aubron

Mireille Dosso

Fabrice Dreyfus

Soutenu le 2 octobre 2008

REMERCIEMENTS

Un grand merci en premier lieu aux paysans qui ont accepté de discuter avec deux *gringitas* qu'ils ne connaissaient pas : merci de nous avoir accordé de votre temps... et merci pour toutes les pommes de terre que vous nous avez offertes !

Nous remercions Hubert Mazurek ainsi que le personnel de la mairie de Potosí (Ricardo, Clementina et Felix) pour nous avoir donné l'opportunité de réaliser ce stage.

Merci bien sûr à Rolo (Zoro !) et sa famille, et à Wilbert, Senon et Huevo pour leur accueil chaleureux et tous les bons moments passés ensemble.

Merci également à Sébastien Bainville pour ses bons conseils, et à Claire Aubron, Mireille Dosso et Fabrice Dreyfus pour avoir accepté de participer au jury de soutenance.

Nous tenons à remercier enfin nos parents, Pierre, Lolo et Tyty ainsi que nos colocataires (Isabelle, Elodie et Aurel) pour leur soutien tout au long de cette expérience et en particulier dans les derniers moments...

Juste une dernière phrase destinée au binôme que nous avons formé et sans lequel, ni l'une, ni l'autre n'aurions vécu si intensément ce petit bout de vie.

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS	I
TABLES DES ILLUSTRATIONS	I
LISTE DES ABREVIATIONS	IV
GLOSSAIRE	V
INTRODUCTION.....	1
1 MÉTHODOLOGIE.....	2
1.1 DÉROULEMENT DE NOTRE ÉTUDE	2
1.2 ANALYSE ÉCONOMIQUE.....	3
1.2.1 <i>Systèmes de culture et d'élevage</i>	3
1.2.2 <i>Systèmes de production</i>	4
2 LE PAYSAGE DU MUNICIPE DE POTOSÍ : UNE GRANDE DIVERSITÉ DE MILIEUX ÉTAGÉS	5
2.1 UNE ZONE DE MONTAGNE TROPICALE	5
2.1.1 <i>Des précipitations faibles et irrégulières et des températures toujours basses</i>	5
2.1.2 <i>Une période de culture très courte</i>	6
2.2 UN RELIEF VARIÉ INFLUENÇANT FORTEMENT LE CLIMAT	7
2.2.1 <i>La mise en place du relief : retour sur l'orogenèse des Andes</i>	7
2.2.2 <i>Trois ensembles topographiques très différents</i>	7
2.2.3 <i>Un réseau hydrographique modulant la contrainte pluviométrique</i>	15
2.3 DES SOLS MODULANT LA CONTRAINTE PLUVIOMÉTRIQUE	17
2.3.1 <i>Les sols formés sur grès : accentuation de la contrainte</i>	17
2.3.2 <i>Les sols alluvionnaires : de l'accentuation à l'atténuation de la contrainte</i>	18
2.3.3 <i>Les sols hydromorphes : atténuation de la contrainte</i>	18
2.4 UNE VÉGÉTATION CARACTÉRISANT CHAQUE MILIEU	19
2.4.1 <i>L'étage puna : de la steppe à la lande en passant par les mouillères</i>	19
2.4.2 <i>L'étage suni : des pelouses à graminées dures aux pelouses à graminées tendres</i>	20
2.4.3 <i>L'étage quechua : les pelouses à graminées tendres</i>	21
2.4.4 <i>Conclusion</i>	21
3 UNE AGRICULTURE FAMILIALE EN PLEINE MUTATION	24
3.1 JUSQU'AU MILIEU DU XX ^E SIÈCLE : DES HACIENDAS DANS LES VALLÉES ET DES PAYSANS LIBRES DANS LE PIÉMONT ET LE MASSIF	24
3.1.1 <i>A l'étage quechua : le contrôle de l'agriculture par les haciendas</i>	24
3.1.2 <i>Aux étages puna et suni : de petites exploitations familiales avec une forte disparité économique</i>	29
3.2 DE LA RÉFORME AGRAIRE DE 1953 AU RACHAT DES TERRES PAR LES PAYSANS DES VALLÉES DANS LES ANNÉES 1970	30
3.2.1 <i>Révolution nationale et promotion d'une agriculture capitaliste d'exportation</i>	30
3.2.2 <i>Rachat des terres et accentuation des différences économiques entre les exploitations familiales</i>	31
3.3 LES ANNÉES 1980-1990 : DES PETITES EXPLOITATIONS FAMILIALES SUR FOND DE CRISE	31
3.3.1 <i>Accidents climatiques, crise économique et fermeture des mines</i>	31
3.3.2 <i>La nécessaire diversification des sources de revenus des petites exploitations familiales</i>	32
3.4 DEPUIS LES ANNÉES 2000 : DE LA CAMPAGNE À LA MINE	34
3.4.1 <i>La mine : de plus en plus attractive... et de plus en plus polluante</i>	34
3.4.2 <i>L'abandon de l'agriculture : quelle sécurité alimentaire ?</i>	35
3.5 CONCLUSION	35

4 DES SYSTÈMES DE CULTURE ET D'ÉLEVAGE AUX CARACTÉRISTIQUES ET AUX PERFORMANCES ÉCONOMIQUES CONDITIONNÉES PAR L'ÉTAGEMENT DU MILIEU	40
4.1 DES ORIENTATIONS PRODUCTIVES DIFFÉRENTES À CHAQUE ÉTAGE	40
4.1.1 <i>A l'étage puna : des élevages pastoraux extensifs</i>	40
4.1.2 <i>Aux étages suni et quechua : des systèmes de culture et d'élevage interdépendants</i>	46
4.2 DES PERFORMANCES ÉCONOMIQUES TRÈS HÉTÉROGÈNES.....	62
4.2.1 <i>L'amélioration des performances économiques des systèmes de culture par l'irrigation</i>	62
4.2.2 <i>La supériorité des performances économiques de l'élevage de lamas.....</i>	65
4.3 CONCLUSION	67
5 DE L'ÉLEVAGE DE LAMAS À LA MONOCULTURE DE MAÏS : DES SYSTÈMES DE PRODUCTION AUX RÉSULTATS ÉCONOMIQUES CONTRASTÉS.....	68
5.1 A L'ÉTAGE PUNA : DES EXPLOITATIONS FAMILIALES DÉGAGEANT DES REVENUS CONSÉQUENTS	68
5.1.1 <i>Des exploitations familiales spécialisées dans l'élevage de lamas</i>	68
5.1.2 <i>Des exploitations familiales alliant élevage et cultures</i>	70
5.2 AUX ÉTAGES SUNI ET QUECHUA : DES EXPLOITATIONS FAMILIALES PLUS EN DIFFICULTÉ.....	74
5.2.1 <i>Dans le piémont : un système de production centré sur la pomme de terre</i>	74
5.2.2 <i>Dans la zone de colline : diversification ou spécialisation ?</i>	76
5.3 DES SYSTÈMES DE PRODUCTION PERMETTANT LA REPRODUCTION DES EXPLOITATIONS FAMILIALES, MAIS AVEC UN COÛT D'OPPORTUNITÉ DE LA MAIN D'ŒUVRE ÉLEVÉ	80
CONCLUSION.....	82
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	83
ANNEXES	85
TABLE DES MATIÈRES	115

TABLES DES ILLUSTRATIONS

➤ **Figures**

Figure 1 : Carte physique de la Bolivie (adaptée de Fabre, 2008)	1
Figure 2 : Transect du massif andin, avec la localisation de Potosí.....	1
Figure 3 : Diagramme ombrothermique (moyennes des précipitations et des températures entre 1994 et 1998) - station météorologique de Potosí, située à 3700 m d'altitude (Oroz Echain et Oroz Zeballos, 2002).....	5
Figure 4 : Nombre de nuits de gel par mois dans le municipio de Potosí - station météorologique de Potosí basée à 3700 m d'altitude (Oroz Echain et Oroz Zeballos, 2002)....	6
Figure 5 : Les trois grands ensembles topographiques du municipio de Potosí, avec la localisation des communautés étudiées.....	8
Figure 6 : Vallée secondaire de la zone de massif (Lazuela, Chaqueña Baja).	10
Figure 7 : Plaine alluviale de la zone de massif (Chaqueña, Chaqueña Baja)	11
Figure 8 : Topographie de la zone de piémont (Pati Pati).....	12
Figure 9 : Topographie de la zone de collines (Turicaya Grande).....	14
Figure 10 : Cartes des quatre réseaux hydrographiques des zones étudiées	15
Figure 11 : Transect du municipio de Potosí avec la délimitation des zones climatiques, des formations végétales et des sols.	22
Figure 12 : Transect du municipio de Potosí avec la répartition des systèmes de culture et d'élevage.	23
Figure 13 : Schéma du système d'irrigation par canaux à ciel ouvert.	25
Figure 14 : Irrigation à la raie sur billon.	25
Figure 15 : Organisation du territoire de Mondragon pendant l'époque de l' <i>hacienda</i>	28
Figure 16 : Evolution des systèmes de production des zones de massif et de piémont.	38
Figure 17 : Evolution des systèmes de production au sein des communautés de collines.....	39
Figure 18 : Lamas pâturent sur une mouillère (Chaqueña, Chaqueña Baja).....	41
Figure 19 : Calendrier de travail du système d'élevage lamas pour un troupeau de cent femelles reproductrices avec leur suite.	43
Figure 20 : Schéma de renouvellement d'un troupeau de lamas ayant accès à des mouillères (SE 1.1).....	44
Figure 21 : Schéma de renouvellement d'un troupeau de lamas sans accès à des mouillères (SE 1.2).....	45
Figure 22 : Contribution des différents sous-produits des deux sous-systèmes de l'élevage de lamas (SE 1.1 et SE 1.2) au produit brut calculé pour cent femelles reproductrices.	46
Figure 23 : Travail du sol à l'araire.....	48
Figure 24 : Le vannage, séparation des graines des débris végétaux.....	49
Figure 25 : Itinéraire technique du SC 1.	51
Figure 26 : Calendrier de travail du SC 1 pratiqué sur un hectare.	51
Figure 27 : Itinéraire technique du SC 3.	52
Figure 28 : Calendrier de travail du SC 3 pratiqué sur un hectare.	53
Figure 29 : Itinéraire technique du SC 5.	54
Figure 30 : Calendrier de travail du SC 5 pratiqué sur un hectare.	54
Figure 31 : Calendrier de travail du SC 7 pratiqué sur un hectare.	55
Figure 32 : Schéma de renouvellement d'un troupeau d'ovins (SE 2).	57
Figure 33 : Contribution des différents sous-produits de l'élevage ovins au produit brut, calculé pour cent femelles reproductrices et leur suite.....	58

Figure 34 : Calendrier de travail du SE 2 pour cent femelles reproductrices et leur suite.....	58
Figure 35 : Schéma de renouvellement du système d'élevages caprins (SE 3).	60
Figure 36 : Répartition des revenus dégagés par les sous-produits du SE 3.....	60
Figure 37 : Calendrier de travail du SE 3 pour cent femelles reproductrices et leur suite.....	61
Figure 38 : Produit brut dégagé par culture, calculé avec le prix de vente et d'achat (avec NI = non irrigué et I = irrigué).....	63
Figure 39 : Productivité de la terre (bs/ha) des systèmes de culture, calculée avec les prix de vente et d'achat.....	63
Figure 40 : Productivité du travail (bs/h.j) des systèmes de culture, calculée avec les prix de vente et d'acha.....	64
Figure 41 : Produit brut de chaque système d'élevage en considérant cent femelles reproductrices par troupeau.....	65
Figure 42 : Création de richesse (bs) par femelle reproductrice par système d'élevage.....	66
Figure 43 : Création de richesse par journée de travail (bs/h.j) par système d'élevage.....	66
Figure 44 : Calendrier de travail du SP 1.....	68
Figure 45 : Schéma de fonctionnement du SP 1	69
Figure 46 : Calendrier de travail du SP 2	71
Figure 47 : Schéma de fonctionnement du SP 2	71
Figure 48 : Calendrier de travail du SP 4	73
Figure 49 : Schéma de fonctionnement du SP 4	73
Figure 50 : Calendrier de travail du SP 3	74
Figure 51 : Schéma de fonctionnement du SP 3	75
Figure 52 : calendrier de travail du SP 5.....	76
Figure 53 : Schéma de fonctionnement du SP 5	77
Figure 54 : Calendrier de travail du SP 6	78
Figure 55 : Schéma de fonctionnement du SP6	79
Figure 56 : Revenu agricole par actif et par mois (bs) des modèles mettant en œuvre les différents systèmes de production.....	80
Figure 57 : Itinéraire technique du SC 2	95
Figure 58 : Calendrier des temps de travaux du SC 2 pratiqué sur un hectare	96
Figure 59 : Itinéraire technique du SC 4	96
Figure 60 : Calendrier des temps de travaux du SC 4 pratiqué sur un hectare	97
Figure 61 : Itinéraire technique du SC 6	97
Figure 62 : Calendrier des temps de travaux du SC 6 pratiqué sur un hectare	98

➤ Photographies

Photographie 1 et 2 : Contamination de l'eau et Dépôt de mousse.....	16
Photographie 3 : Contamination du sol	18
Photographie 4 : <i>Tola</i>	19
Photographie 5 : <i>Yareta</i>	19
Photographie 6 : <i>Paja brava</i>	20
Photographie 7 : <i>Paja amarilla</i>	20
Photographie 8 : <i>Sewenca</i>	21
Photographie 9 : Aire de battage	49
Photographie 10 : Ovin pâturant des graminées tendres d'une steppe à <i>tola</i>	56

➤ Tableaux

Tableau 1 : Typologie des systèmes de production actuels du municipé de Potosí.....	37
---	----

LISTE DES ABREVIATIONS

bs : boliviano

°C : degré celsius

ha : hectare

h.j : homme.jour

kg : kilogramme

km : kilomètre

m² : mètre carré

MS : matière sèche

qq : quintal

SAU : surface agricole utile (en ha)

SC : système de culture

SE : système d'élevage

SP : système de production

t : tonne

VAB : valeur ajoutée brute

GLOSSAIRE

Ager : terres cultivées.

Arroba : unité de poids correspondant à 11,35 kilogrammes.

Boliviano (Bs) : monnaie bolivienne, 1 Bs = 0,101 € (septembre 2008).

Chuño : pommes de terre déshydratées par l’alternance entre le gel la nuit et l’intense rayonnement solaire le jour, en conditions très sèches d’altitude (Morlon, 1992).

Colline : relief allongé d’altitude relative assez faible (de 50 à 500 mètres environ), se présentant généralement en famille (sinon on parle plutôt de butte), propice à la multiplication des vallées (Brunet et al., 1993).

Colon : sous la colonisation espagnole (1531-1825), puis pendant la République (1825-1952), paysan sans terre fournissant gratuitement sa force de travail au propriétaire d’une *hacienda* en échange de l’usufruit d’un lopin de terre.

Dépression : en géomorphologie, creux topographique (Pech et al., 1998).

Hacienda : propriété rurale privée constituée, pendant la période coloniale (1531-1825) ou sous la République (1825-1952), par usurpation de terres des communautés.

Hacendado : propriétaire d’une *hacienda*.

Lande : pelouse rase et discontinue (Aubron, 2006).

Massif : masse en relief, ayant une certaine unité et se distinguant ainsi des autres (Brunet et al., 1993).

Minifundia : exploitations familiales caractérisées par une superficie réduite (entre 0,5 et 5 hectares) et un émiettement marqué du dessin parcellaire (Cortes, 2000).

Pelouse : formation végétale basse et fermée, constituée pour l’essentiel de graminées (Pech et al., 1998).

Piémont : secteur à topographie molle, en contrebas d’un relief montagneux (Pech et al., 1998).

Quintal (qq) : unité de poids correspondant à 45,4 kilogrammes.

Saltus : terrain inculte pâturé.

Steppe : formation végétale basse et ouverte, caractéristique des régions à déficit hydrique marqué (Pech et al., 1998).

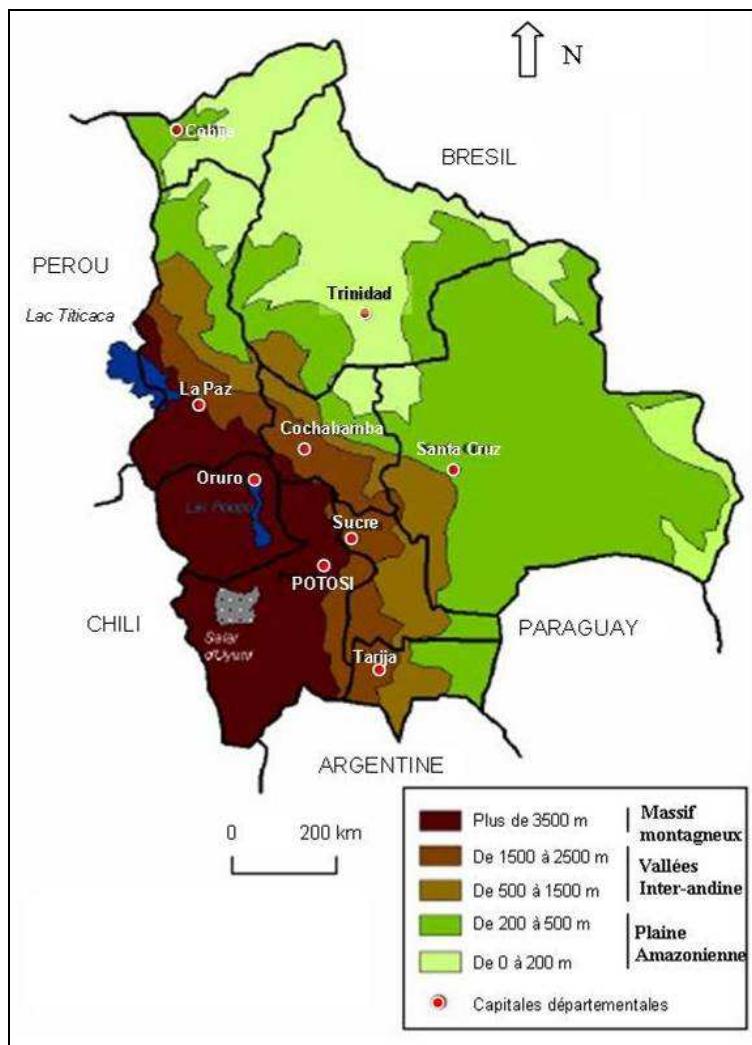


Figure 1 : Limite et relief de la Bolivie (adaptée de Fabre, 2008).

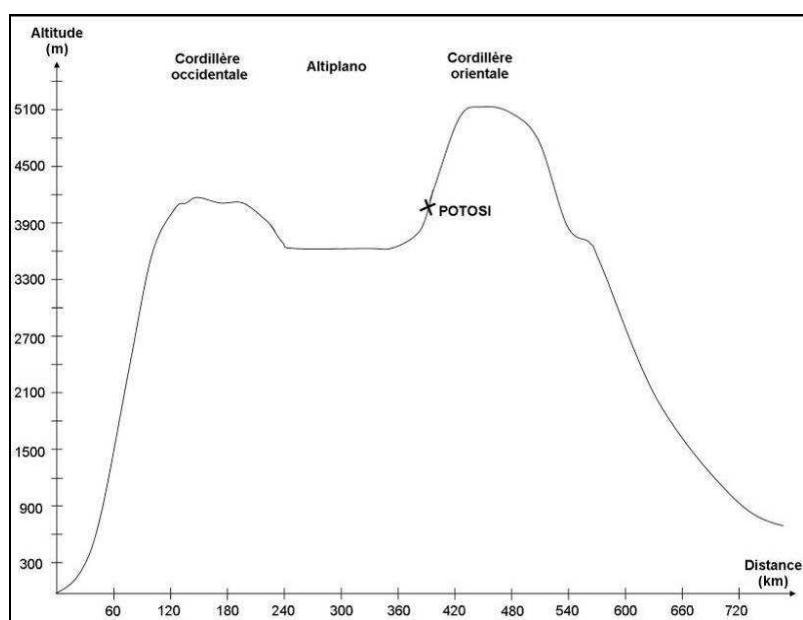


Figure 2 : Transect du massif andin, avec la localisation de Potosí.

INTRODUCTION

La Bolivie est un pays pauvre, le plus pauvre d'Amérique du Sud¹. Le territoire national, d'une superficie de 1 098 581 km², s'étend sur trois grandes zones écologiques, du massif montagneux des Andes à la plaine amazonienne, en passant par les vallées tropicales (**FIGURE 1**). Cette organisation particulière entraîne une grande diversité de paysages agraires et d'économies agricoles. La plaine amazonienne, longtemps restée inculte et inoccupée, tient aujourd'hui une place de premier ordre dans l'économie du pays, fondée sur l'exportation de produits agricoles issus de domaines capitalistes latifundiaires. Inversement, le massif andin, foyer historique de concentration des populations, est caractérisé par une agriculture familiale minifundiaire, reposant sur l'élevage extensif et les cultures vivrières.

Le massif montagneux des Andes est composé de deux cordillères, la Cordillère Occidentale et la Cordillère Orientale, encadrant un plateau d'altitude (*Altiplano*). Notre zone d'étude, le municipé² de Potosí, se trouve sur le versant ouest de la Cordillère Orientale, à la latitude de dix-neuf degrés sud, et s'étend en altitude entre 3200 et 5000 mètres (**FIGURE 2**). D'une superficie d'environ 1000 km², le municipé de Potosí s'organise sur trois étages écologiques (*puna*, *suni* et *quechua*), rappelant à petite échelle la structure géographique du pays. Chacun de ces étages présente des contraintes topoclimatiques spécifiques, qui sont à l'origine de la grande diversité actuelle de l'agriculture familiale du municipé.

Depuis 2006, la municipalité de Potosí, conjointement avec le Centre International d'Agriculture Tropicale (CIAT), travaille au plan d'aménagement territorial de la zone rurale du municipé. L'objectif général de ce plan est de « *favoriser le développement de l'ensemble de la zone et de limiter l'exode rural par la création d'activités productives (...)* » (Honorable Alcaldia de Potosí, 2008). La décision d'intégrer un diagnostic agraire au plan d'aménagement émane du CIAT, et plus précisément d'Hubert Mazurek, notre maître de stage. Notre organisme d'accueil est cependant l'Institut de Recherche au Développement (IRD), le CIAT ayant signé une convention avec cet institut.

L'objectif général du plan met en avant l'importance du phénomène d'émigration de la campagne vers la ville, particulièrement marqué dans le municipé de Potosí. Pour être en mesure de formuler des projets de développement agricole permettant de limiter ce phénomène, la compréhension de l'évolution agricole, de la diversité des systèmes de production actuels et des dynamiques paysannes est nécessaire. C'est l'objectif de notre travail.

¹ En 2003, le P.I.B. par habitant était de 910 dollars et on considère que 86% de la population rurale vit au-dessous du seuil de pauvreté (Pnud, 1996).

² L'annexe 1 présente la division administrative du territoire bolivien et la localisation du municipé de Potosí au sein de ce territoire.

1 MÉTHODOLOGIE

L'objectif de notre stage est de réaliser le diagnostic agraire de l'ensemble du municipé de Potosí, qui s'étend sur une superficie d'environ 1000 km² et présente une grande diversité de milieux étagés. Afin de comprendre le mode d'exploitation de chaque milieu par les paysans, et compte tenu du temps imparti à notre étude (quatre mois et demi), nous avons été amenées à sélectionner un nombre réduit de communautés.

1.1 DÉROULEMENT DE NOTRE ÉTUDE

Pendant la phase de sélection des communautés, nous avons sillonné la zone en voiture avec le personnel de la mairie pour comprendre l'organisation globale du relief et déterminer les critères de sélection à prendre en compte. Nous avons également utilisé les cartes de Système d'Information Géographique (SIG) du municipé mises à notre disposition par notre maître de stage.

Nous avons ainsi identifié trois grands ensembles topographiques: le massif, au sud-est du municipé ; le piémont, en contrebas du massif ; et les collines, dans la partie nord. Nous avons décidé d'étudier au moins une communauté par ensemble, choisie selon des sous-critères spécifiques :

- La présence de mouillères dans les communautés de massif, pour connaître l'influence de ce type de pâturage sur les systèmes d'élevage.
- Le dénivelé dans les communauté de piémont, pour étudier la mise en valeur de plusieurs étages écologiques au sein d'un même système de production.
- La distance par rapport à Potosí pour les communautés de collines, pour comprendre la diversité des systèmes de production mis en œuvre au sein d'un même ensemble grâce à l'étude de deux communautés, l'une proche de la ville, l'autre plus éloignée.

Le choix définitif des communautés a été déterminé en accord avec la mairie en fonction des possibilités d'hébergement.

Nous avons consacré environ trois semaines à l'étude de chaque communauté (**ANNEXE 2**). Dans chaque communauté, nous avons commencé notre étude par une lecture du paysage pour identifier les éléments d'ordre agro-écologiques (relief, hydrographie, nature des sols, formations végétales) influençant les pratiques paysannes.

Nous avons ensuite réalisé des entretiens avec les paysans. Les distances importantes entre les hameaux et le nombre restreint de personnes présentes ne nous ont pas permis de séparer les entretiens historiques, visant à comprendre l'origine des pratiques actuelles, des entretiens tecnico-économiques, concernant l'organisation des exploitations, les systèmes de culture et d'élevage mis en œuvre et les résultats obtenus. La barrière linguistique nous a parfois posé problème : beaucoup de paysans, notamment les anciens, ne parlent que *quechua*, et en l'absence d'interprète, il nous fallait compter sur la présence d'une personne capable de traduire.

1.2 ANALYSE ÉCONOMIQUE

1.2.1 Systèmes de culture et d'élevage

Pour évaluer les performances économiques des différents systèmes de culture et d'élevage mis en œuvre par les paysans, on calcule le produit brut dégagé par chacun d'entre eux. Le produit brut (PB) correspond aux quantités multipliées par le prix unitaire de chaque production : $PB = \text{production} \times \text{prix unitaire}$. Le prix unitaire dépend de la destination de la production : prix d'achat lorsqu'elle est autoconsommée et prix de vente lorsqu'elle est vendue.

Le produit brut permet d'évaluer la valeur de la production, mais pour connaître la richesse réellement créée par les paysans, il faut prendre en compte ce qu'il a été nécessaire de consommer pour obtenir cette production, c'est à dire les consommations intermédiaires (CI).

Dans le cas des systèmes de culture, les consommations intermédiaires correspondent uniquement aux déjections animales utilisées pour la fertilisation. Les paysans n'achètent pas de déjections puisque leurs systèmes d'élevage leur permettent d'en obtenir, mais il faut cependant déduire leur valeur du produit brut : nous avons donc estimé la quantité de déjection nécessaire par unité de surface et l'avons multipliée par le prix d'achat.

Dans le cas des systèmes d'élevage, les consommations intermédiaires sont le coût de la médicamentation des ovins et des caprins qui s'élève à environ 80 bs³ par an pour un troupeau d'une centaine de têtes.

Le produit brut diminué des consommations intermédiaires correspond à la valeur ajoutée brute (VAB), qui mesure la richesse créée par la mise en œuvre d'un système de culture ou d'élevage donné : $VAB = PB - CI$.

Pour comparer les différents systèmes de culture entre eux, on s'intéresse à deux valeurs : la richesse produite par unité de surface (VAB/ha) et la richesse créée par journée de travail (VAB/h.j)⁴. La VAB par hectare, ou productivité de la terre, permet de comparer l'efficacité des différents systèmes de culture dans le contexte d'exploitations minifundiaires caractéristique du municipio de Potosí : les paysans disposant de peu de surface ont intérêt à pratiquer des systèmes de culture valorisant au mieux la terre, c'est-à-dire produisant une forte VAB par hectare. Cependant les paysans cherchent également à valoriser au mieux la force de travail familiale : un système de culture est donc d'autant plus efficace qu'il permet une VAB par journée de travail, ou productivité du travail, élevée.

La comparaison des performances des systèmes d'élevage repose sur le même principe : on calcule la VAB par femelle reproductrice et la VAB par journée de travail.

³ 1 bs = 0,101 euros

⁴ Nous considérons qu'un homme.jour (h.j) correspond à huit heures de travail et qu'un actif correspond à 30 h.j.

1.2.2 Systèmes de production

Pour connaître l'efficacité économique des différents systèmes de production mis en œuvre au sein du municipé, nous avons illustré chacun d'entre eux par un archétype représentatif des exploitations enquêtées (**ANNEXE 3**). La main d'œuvre familiale disponible au sein de chaque exploitation est constituée de deux adultes (le père et la mère), travaillant à plein temps et correspondant donc à deux actifs, et d'un enfant et un ancien, comptant comme un demi-actif. La main d'œuvre totale disponible est donc de 2,5 actifs.

Pour évaluer les performances économiques des différents systèmes de production, on calcule le produit brut total de chaque archétype, qui correspond à la somme des produits bruts des différents systèmes de culture et d'élevage. On déduit ensuite la valeur des consommations intermédiaires pour obtenir la valeur ajoutée brute.

Dans le cas des exploitations familiales étudiées, nous n'avons pas considéré d'amortissement économique, car nous n'avons pas pu connaître le prix des équipements (l'amortissement économique serait à peu près équivalent pour toutes les exploitations, et d'un montant peu élevé, car l'équipement est rudimentaire). Nous avons donc considéré la VAB comme égale à la valeur ajoutée nette (VAN), qui correspond à la richesse totale créée sur l'exploitation. On calcule ensuite la création de richesse par unité de surface (VAN/ha) et la productivité globale du travail sur l'exploitation (VAN/actif).

En l'absence de rente foncière, de taxes et d'impôts, la VAN correspond au revenu agricole et la VAN/actif à la rémunération du travail. Pour évaluer la durabilité des différents systèmes de production, on compare le revenu agricole par actif au seuil de survie, correspondant au revenu minimum qu'un actif doit dégager de son exploitation pour assurer sa survie et celle de ses dépendants. Pour calculer le seuil de survie, nous avons estimé le minimum vital, en nous appuyant sur les calculs de Jobbé Duval (2005) (**ANNEXE 4**) : le seuil de survie pour le municipé de Potosí est d'environ 334 bs par mois. Enfin, pour connaître le coût d'opportunité de la force de travail familiale, on compare le revenu agricole par actif avec le salaire minimum en ville, qui est de 516 bs par mois.

2 LE PAYSAGE DU MUNICIPE DE POTOSÍ : UNE GRANDE DIVERSITÉ DE MILIEUX ÉTAGÉS

2.1 UNE ZONE DE MONTAGNE TROPICALE

2.1.1 Des précipitations faibles et irrégulières et des températures toujours basses

La situation intertropicale du municipio de Potosí implique que les saisons y sont rythmées beaucoup moins par les températures - l'amplitude thermique annuelle étant faible - que par l'alternance d'une saison sèche et d'une saison des pluies, liée aux variations de la zone de convergence intertropicale⁵. Comme la température moyenne à la base de la montagne est supérieure à 23°C et que le gradient thermique (abaissement des température en fonction de l'altitude) est de 0.5 à 0.6°C par tranche de 100 mètres (Morlon, 1992), la température moyenne annuelle à l'échelle du municipio est positive mais relativement basse : 9°C d'après les données recueillies entre 1994 et 1998 par la station météorologique située au sud de Potosí, à 3700 mètres d'altitude. Les précipitations annuelles sont faibles, avec une moyenne de 400 millimètres, et 85 % de la pluviométrie totale tombe pendant la saison des pluies (de novembre à mars), alors qu'en saison sèche (d'avril à octobre) les précipitations sont quasi-nulles (**FIGURE 3**). Cette faible pluviométrie s'explique en partie par l'effet de fœhn : le vent soufflant sur le versant ouest de la Cordillère Orientale est réchauffé et asséché par rapport au courant arrivant sur le versant est depuis l'Amazonie. Les variations thermiques quotidiennes sont fortes en saison sèche, par suite de la sécheresse de l'atmosphère (de -10°C la nuit à 15°C le jour en mai), tandis qu'elles sont réduites par l'humidité atmosphérique en saison des pluies. Cela a des conséquences sur l'occurrence des gelées nocturnes, qui surviennent essentiellement au cours de la saison sèche, lorsque le ciel est découvert : à l'échelle du municipio de Potosí, il gèle 150 nuits au cours de l'année, les seuls mois sans gelée étant ceux de plus fortes précipitations (décembre, janvier et février) (**FIGURE 4**).

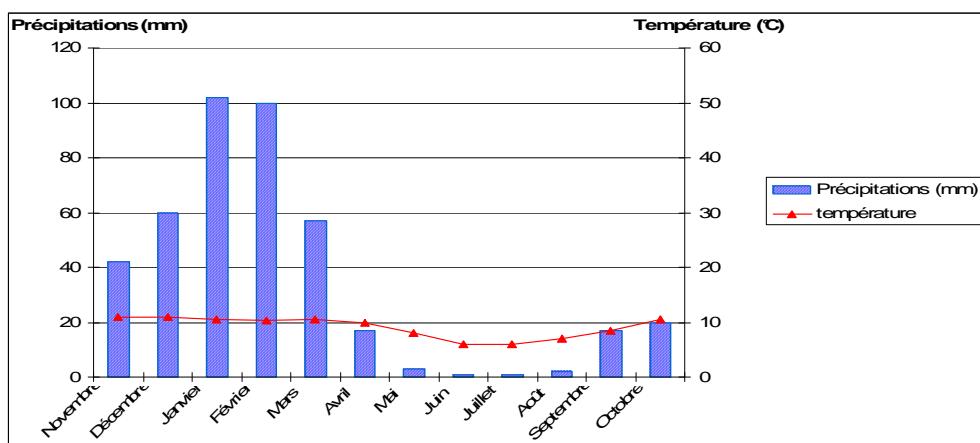


Figure 3 : Diagramme ombrothermique (moyennes des précipitations et des températures entre 1994 et 1998) - station météorologique de Potosí, située à 3700 m d'altitude (Oroz Echain et Oroz Zeballos, 2002).

⁵ La zone de convergence intertropicale correspond au courant est-ouest résultant de la rencontre des alizés de l'hémisphère nord et des alizés de l'hémisphère sud, qui soufflent des hautes pressions subtropicales vers les basses pressions équatoriales (Albrecht D., 2005).

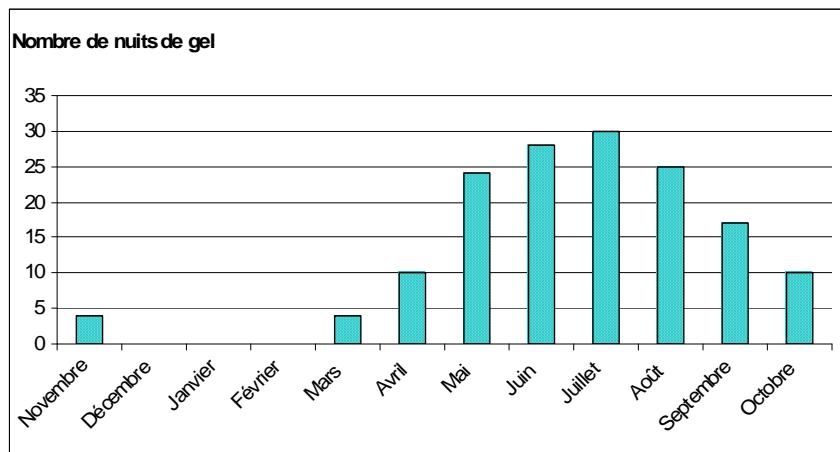


Figure 4 : Nombre de nuits de gel par mois dans le municipie de Potosí - station météorologique de Potosí basée à 3700 m d'altitude (Oroz Echain et Oroz Zeballos, 2002).

2.1.2 Une période de culture très courte

Le municipie de Potosí présente donc un climat tropical d'altitude semi-aride. La principale contrainte pour l'agriculture de la zone est la faiblesse des précipitations mais surtout leur inégale répartition au cours de l'année : la période de culture est de sept mois au plus car elle est limitée par les premières pluies (en septembre) et les premiers gels (en mars). Entre juin et août, le déficit hydrique est de plus accentué par les forts vents soufflant d'est en ouest qui augmentent l'évapotranspiration. Ces caractéristiques climatiques rendent impossible l'implantation de cultures pendant la saison sèche et réduisent fortement la quantité et la qualité des fourrages naturels. De plus, en début de saison des pluies (aux mois de novembre et décembre), les précipitations sont irrégulières et il arrive qu'il ne pleuve pas pendant une ou deux semaines, ce qui implique pour les paysans un risque de perte des semis relativement important. Par contre, en janvier et février, les pluies peuvent être très fortes et occasionner d'importants problèmes d'érosion. Enfin, des orages de grêle peuvent survenir en fin de saison des pluies (principalement au mois de mars), causant beaucoup de dommage aux cultures. A cette contrainte hydrique s'ajoute le froid : les températures moyennes annuelles basses et les gelées nocturnes fréquentes réduisent fortement la vitesse de croissance des plantes, et la forte amplitude thermique journalière occasionne pour les animaux des pertes d'énergie qui peuvent aller jusqu'à 20 % de la ration journalière (Canales et Tapia, 1987).

De manière périodique, des sécheresses d'ampleur plus ou moins importante affectent le municipie de Potosí, et à plus grande échelle l'ensemble du massif montagneux bolivien, en lien, d'après Navarro et Maldonado (2004), avec le phénomène climatique du *Niño*⁶. Le déficit de précipitation serait du à un manque d'ascendance d'air sur le bassin amazonien. Nous verrons par la suite, qu'entre 1982 et 1983 une sécheresse particulièrement importante s'est abattue sur le municipie, aggravée par une chute des températures en dessous de la normale pendant la saison sèche (probablement due au phénomène inverse du *Niño*, la

⁶ *El Niño* est un phénomène climatique particulier qui apparaît en moyenne une ou deux fois par décennie le long des côtes péruviennes et se caractérise par une élévation anormale de la température de l'océan liée à la faiblesse des alizés ou à leur remplacement par des vents d'ouest (Navarro, 2004). Le diagramme ombrothermique présenté précédemment prend en compte le *Niño* de 1997.

*Niña*⁷) : ces événements climatiques ont entraîné la perte d'une grande partie des récoltes et de plus de la moitié des cheptels.

Cette présentation générale du climat à l'échelle du municipé doit cependant être nuancée car les conditions météorologiques dépendent fortement de la topographie qui, nous allons le voir, est très variée.

2.2 UN RELIEF VARIÉ INFLUENÇANT FORTEMENT LE CLIMAT

2.2.1 La mise en place du relief : retour sur l'orogenèse des Andes

Pour comprendre le relief du municipé de Potosí il faut se placer à une échelle plus grande, celle de la Cordillère Orientale, et revenir à la formation de cette dernière. Lorsque commence, il y a environ 230 millions d'années, la subduction de la plaque Pacifique sous la plaque sud-américaine, et en conséquence de cela l'orogenèse des Andes, des sédiments, marins et continentaux, se trouvent exhaussés et subissent un processus de métamorphisme. La Cordillère Orientale est ainsi formée principalement de roches sédimentaires datant de l'ère primaire (Paléozoïque), schiste et grès, avec parfois aussi la présence de calcaire. Une deuxième face de subduction démarre ensuite, il y a environ 40 millions d'années. Cette fois, elle correspond au glissement de l'avant-pays andin sous les Andes et participe plus directement à l'élaboration de l'actuelle structure de la Cordillère Orientale. Cette subduction se traduit par des phases de compressions qui mettent en place la succession d'anticlinaux et de synclinaux caractérisant le relief actuel de la cordillère. Ce relief est ensuite modelé par les phénomènes de glaciation du Quaternaire et par les processus d'érosion hydrique et éolienne, et un réseau hydrographique dense se met en place à partir de nombreux lacs d'altitude.

2.2.2 Trois ensembles topographiques très différents

Le relief étagé ainsi mis en place peut être divisé, à l'échelle du municipé, en trois grands ensembles topographiques : le massif montagneux*, la zone de piémont* et les collines*. Chacun de ces ensembles présente des caractéristiques climatiques différentes qui correspondent à une accentuation ou une atténuation des contraintes présentées précédemment. Les quatre communautés que nous avons étudiées sont réparties au sein de ces grands ensembles : Chaquilla Baja est située dans le massif montagneux, Pati Pati comprend une zone de piémont et une zone de massif, Turicaya Grande et Mondragon se trouvent dans la zone de collines. La **FIGURE 5** présente la délimitation des trois grands ensembles topographiques identifiés et la localisation des communautés étudiées.

⁷ La *Niña* est le phénomène opposé au *Niño* : elle se traduit par des températures de surface dans la partie est de l'océan Pacifique anormalement basses, dues au renforcement des alizés qui déplacent vers l'ouest les eaux chaudes de surface (Navarro, 2004).

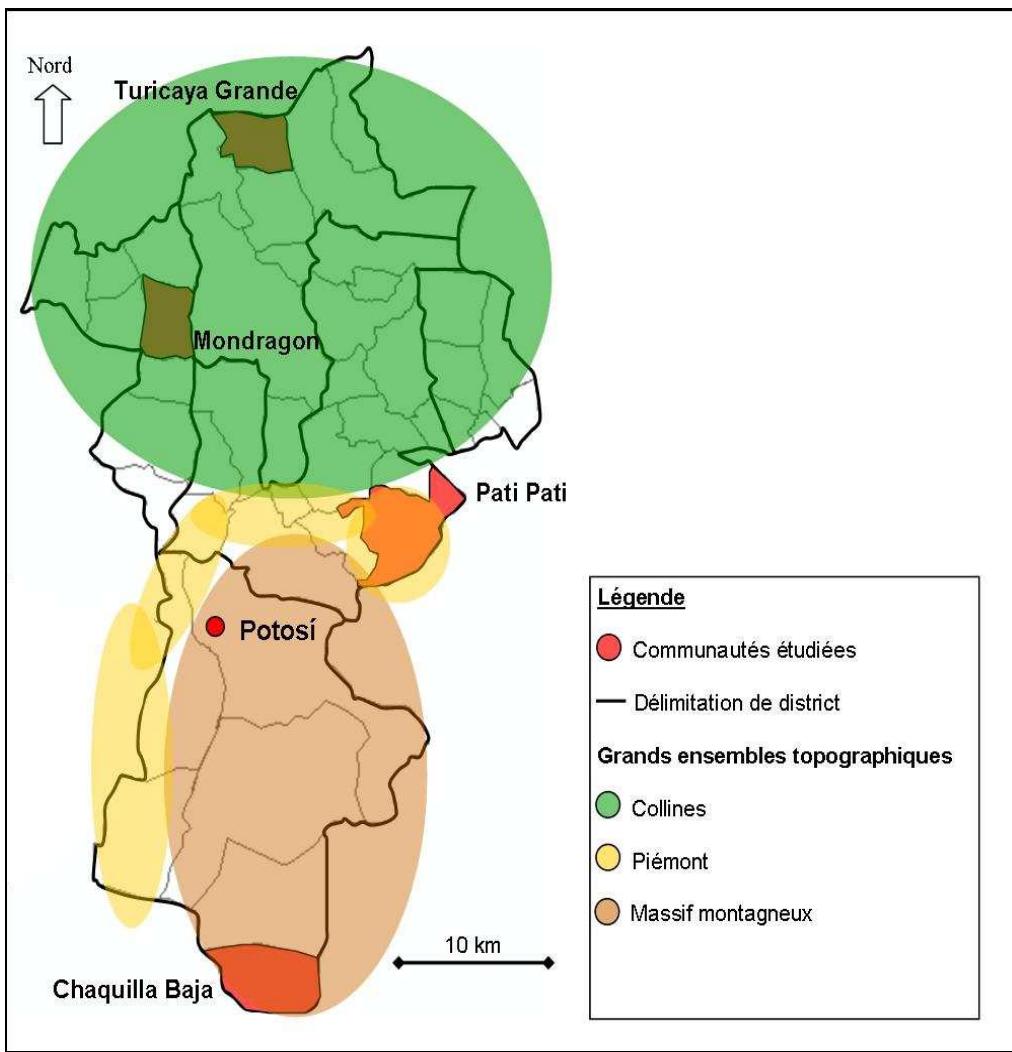


Figure 5 : Les trois grands ensembles topographiques du municipio de Potosí, avec la localisation des communautés étudiées.

2.2.2.1 Un massif montagneux au relief diversifié

Le massif montagneux est situé au sud-est du municipio. D'altitude comprise entre 4100 et 5000 mètres, il correspond à l'unité topographique la plus haute de la zone et se trouve au dessus de la limite actuelle des terrains de culture. Il présente un relief diversifié qui peut être divisé en quatre sous-unités :

- de versants relativement abrupts ;
- de sommets arrondis parsemés de lacs d'altitude, probablement d'origine glaciaire ;
- de petites vallées encaissées, au fond desquelles coulent des ruisseaux temporaires ou permanents (lorsqu'ils proviennent des lacs des sommets) (**FIGURE 6**) ;
- de larges plaines alluviales (1,7 kilomètres de largeur dans la communauté que nous avons étudiée) parcourues par des ruisseaux permanents formant des méandres (**FIGURE 7**) ;

- et des dépressions* présentant un réseau dense de petits cours d'eau au débit lent circulant avec de nombreuses sinuosités et parsemées de petites flaques peu profondes. En saison sèche, les cours d'eau ont tendance à se tarir, mais le sol et le fond des flaques restent spongieux et humides.

Au niveau de ce massif, la contrainte pluviométrique est moins marquée que dans les autres zones du municipé car les précipitations y sont plus importantes. En effet, à l'échelle de la cordillère, une partie de la masse d'air en provenance de l'Amazonie franchit les sommets, apportant de la pluie sur les parties les plus élevées du versant ouest. Par contre, la montée en altitude implique une diminution des températures et une augmentation de l'amplitude thermique entre le jour et la nuit, et donc des gelées nocturnes plus fréquentes (Dollfus, 1992).

2.2.2.2 Une zone de piémont avec un dénivelé important

Située en contrebas du massif montagneux et faisant la transition avec les collines, la zone de piémont s'étend entre 3700 et 4100 mètres d'altitude. Elle correspond à un ensemble de versants, moins abrupts qu'au niveau du massif, et de zones de replat désignées par le terme « *pampa* »⁸ par les paysans (**FIGURE 8**).

A ce niveau, les précipitations et les températures sont proches de celles indiquées par la station météorologique de Potosí (**FIGURES 3 ET 4**).

⁸ *Pampa* en quechua signifie « étendue de terrain horizontale » (Morlon, 1992).

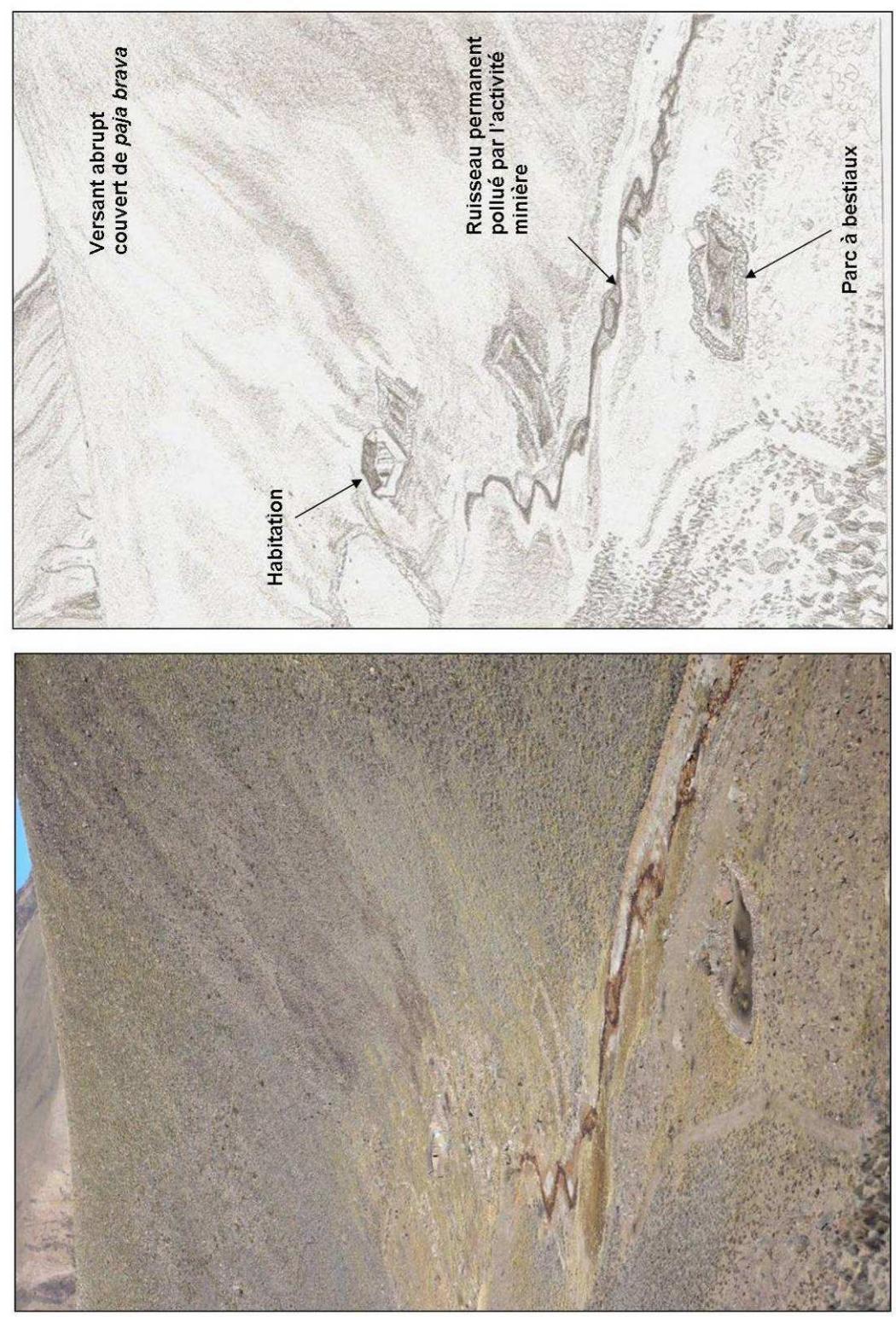


Figure 6 : Vallée secondaire de la zone de massif (Lazuelo, Chaqueña Baja).

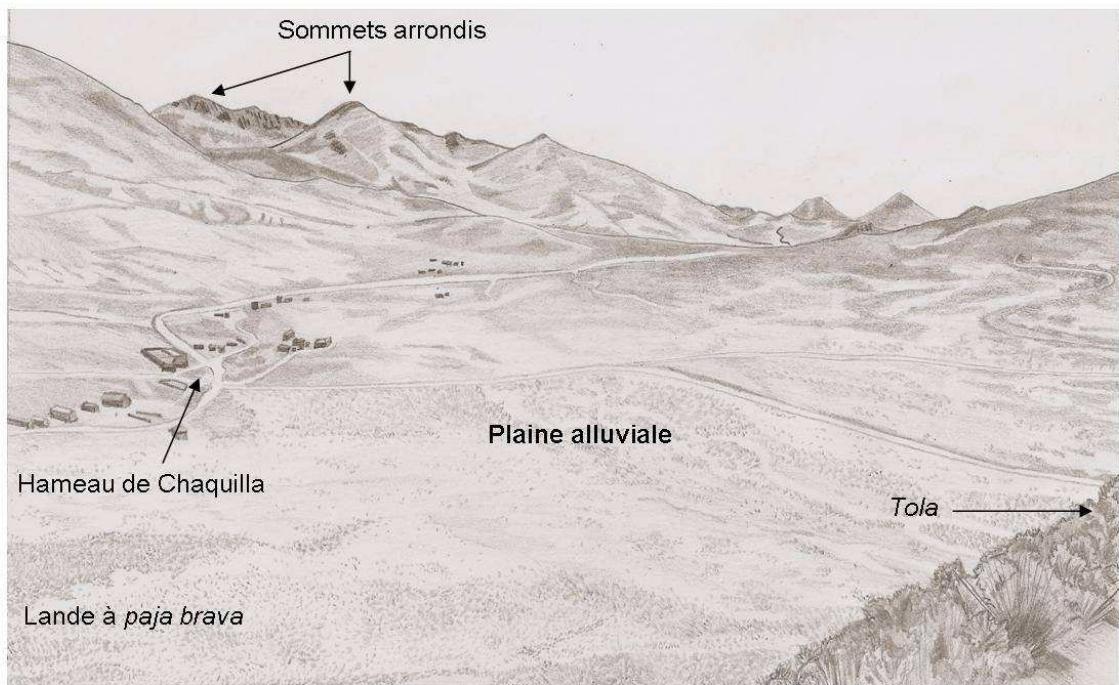


Figure 7 : Plaine alluviale de la zone de massif (Chaquilla, Chaquilla Baja)

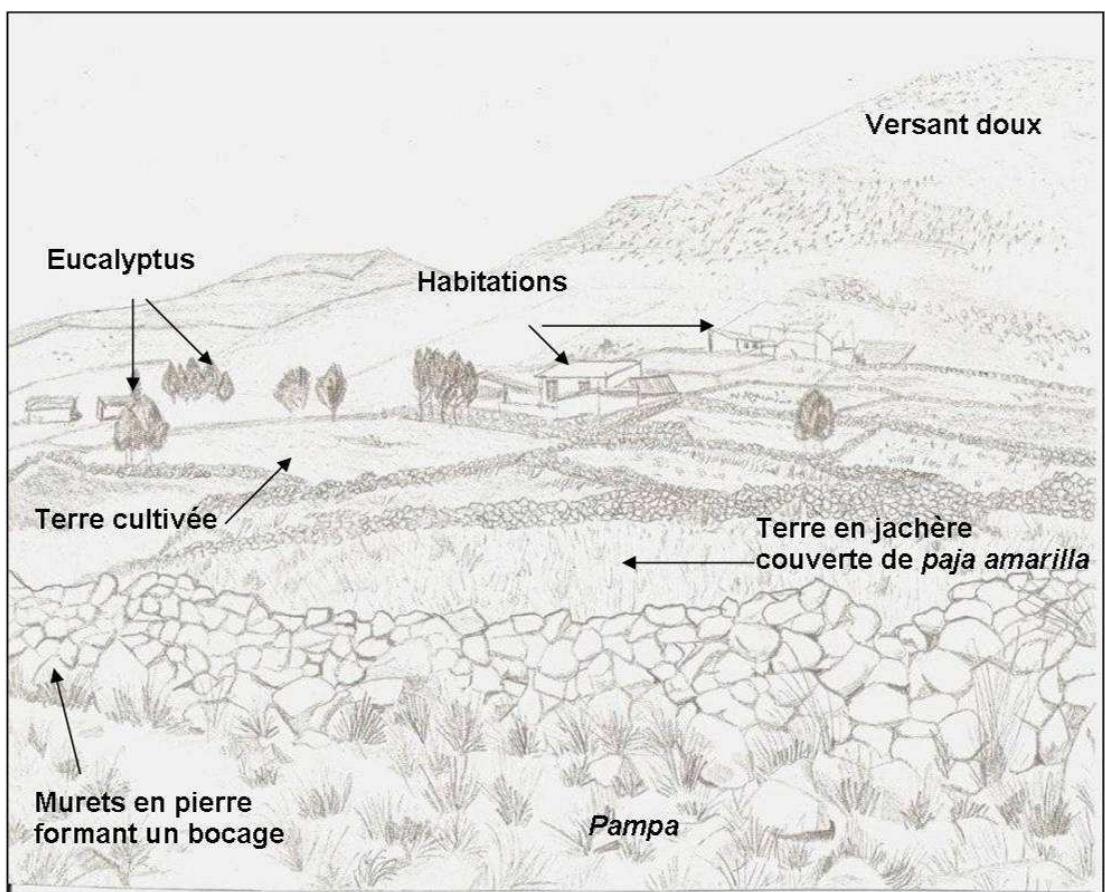


Figure 8 : Topographie de la zone de piémont (Pati Pati)

2.2.2.3 .Des collines alternant avec des vallées encaissées

Toute la partie nord du municipio de Potosí correspond à une zone de collines, d'altitude comprise entre 3200 et 3700 mètres. Le relief présente une alternance de buttes et de plateaux de taille variable, incisés par des vallées encaissées. Ces vallées sont parcourues par des rivières permanentes qui prennent leur source dans des lacs d'altitude ou des nappes d'eau souterraines perchées. Les lits de ces rivières forment de nombreux méandres et sont encadrés par des terrasses alluviales plus ou moins larges (**FIGURE 9**). Les versants des vallées sont généralement très abrupts et présentent une alternance de couches de grès et de calcaire, avec une nette prédominance du grès. Ces couches, nous l'avons vu précédemment, ont été mises en place au cours de la première subduction à l'origine de l'orogenèse des Andes, puis soumises à des phénomènes de compression lors de la deuxième phase de subduction.

Au niveau des vallées, qui constituent l'unité de relief autour de laquelle s'organise le territoire des communautés, la température est supérieure à la moyenne du municipio et les nuits de gels sont rares. Par contre, la pluviométrie est plus faible que dans les autres zones.

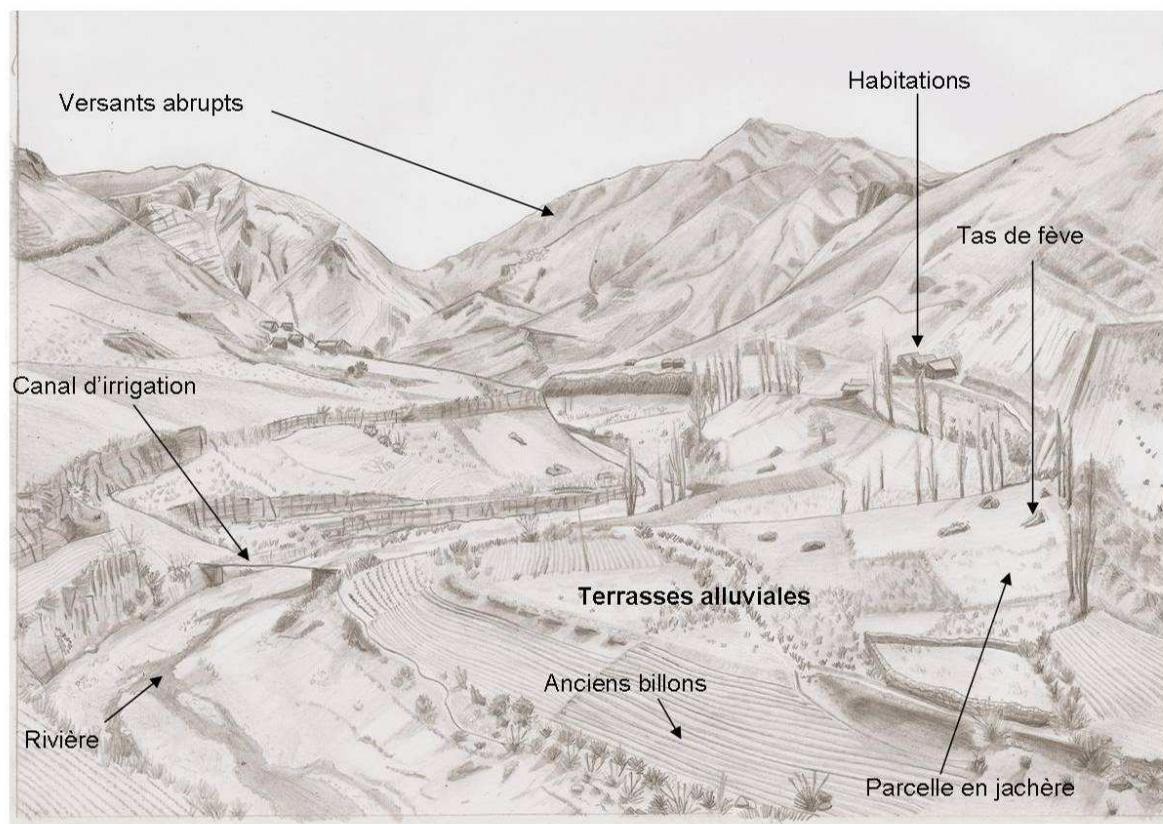


Figure 9 : Topographie de la zone de collines (Turicaya Grande).

2.2.3 Un réseau hydrographique modulant la contrainte pluviométrique

Massif montagneux, piémont et collines sont donc soumis de manière plus ou moins importante à la contrainte pluviométrique qui, nous l'avons vu, limite les activités de culture et d'élevage. Pour évaluer les effets de cette contrainte sur les différentes zones, il importe de prendre en compte l'hydrographie : lorsque les cours d'eau sont permanents et hiérarchisés, ils peuvent permettre l'aménagement de systèmes d'irrigation contribuant à la limitation du déficit hydrique. Dans chacune des quatre communautés étudiées, les cours d'eau appartiennent à des réseaux hydrographiques différents (**FIGURE 10**).

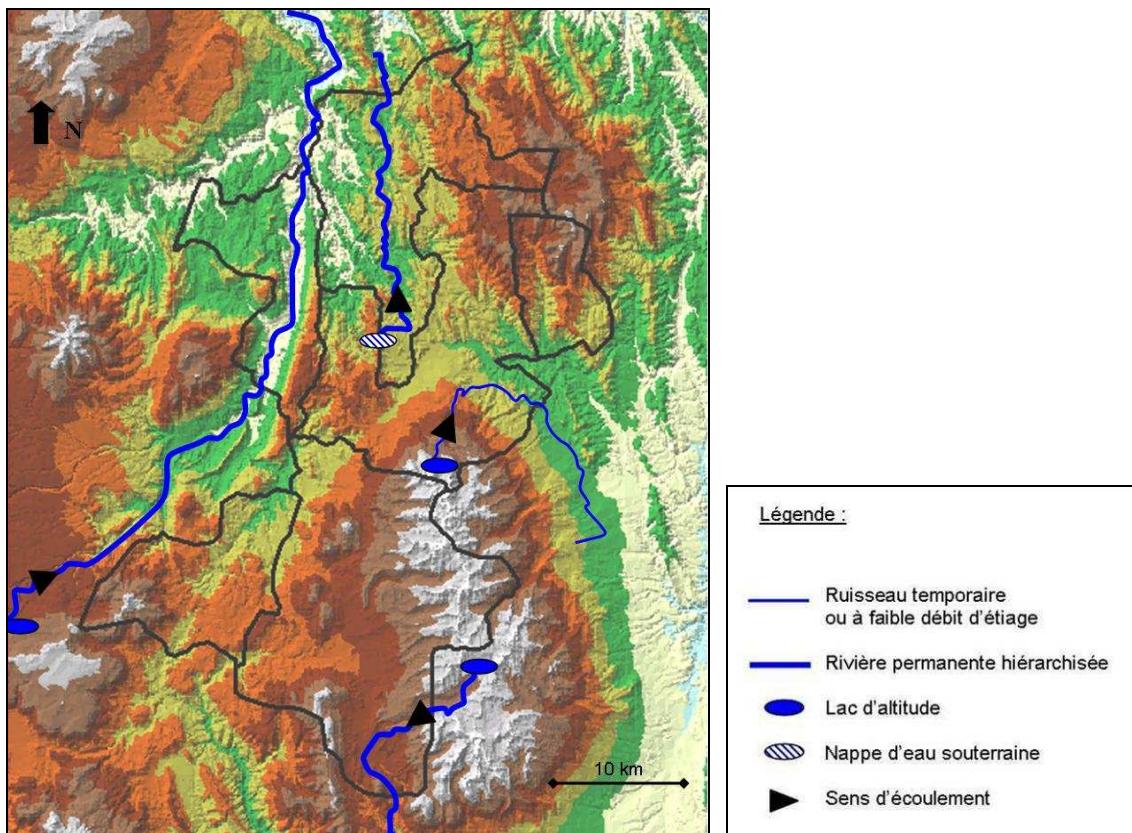
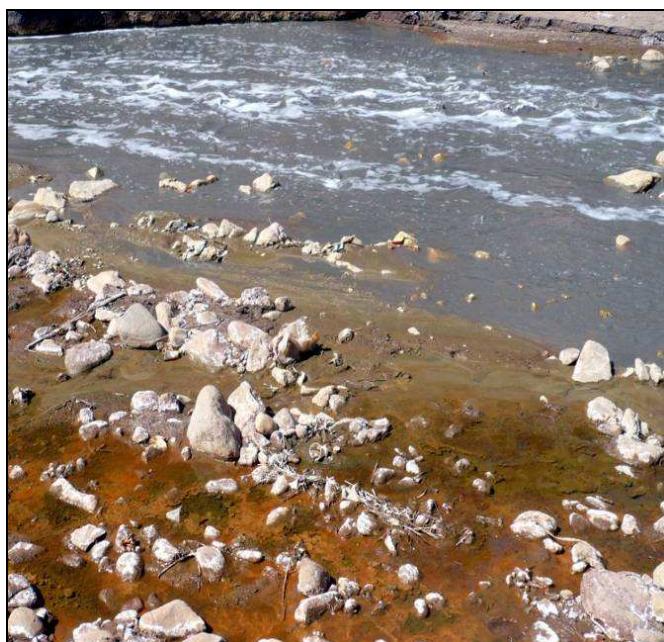


Figure 10 : Cartes des quatre réseaux hydrographiques des zones étudiées

Dans le massif montagneux, les rivières permanentes prennent leur source dans des lacs d'altitude et coulent du nord vers le sud. Elles sont alimentées par de nombreux affluents, temporaires ou permanents, et permettent donc de limiter la contrainte hydrique.

De même, dans les zones de collines, le réseau hydrographique est également dense : les rivières coulent du sud vers le nord et prennent leur source dans des lacs d'altitude (cas du Rio Tarapaya qui traverse Mondragon) ou dans des nappes d'eau souterraines perchées (cas du Rio Layulayu qui traverse Turicaya Grande) ; elles sont permanentes et hiérarchisées et autorisent, nous y reviendrons, la mise en place de systèmes d'irrigation permettant l'allongement des cycles de culture et limitant les risques de pertes de semis. Par contre, dans le piémont, le déficit hydrique est plus marqué car les ruisseaux sont temporaires ou présentent un très faible débit d'étiage : des ouvrages de régulation sur les lacs d'altitude sont nécessaires pour limiter cette contrainte.

Le problème de l'eau à l'échelle du municipé ne se limite pas à la faiblesse des précipitations et à leur inégale répartition au cours de l'année : dans près de la moitié des communautés, cette contrainte est fortement aggravée par la pollution des cours d'eau due à l'exploitation des mines d'étain. Cette pollution, engendrée par les mines en activité mais également par celles qui ont été abandonnées, correspond aux eaux acides provenant de l'intérieur des mines et de l'érosion de dépôts de déchets miniers, et aux rejets non traités des eaux utilisées dans les processus de concentration du minerai⁹. Ainsi, dans toutes les communautés situées au sein du massif et dans certaines communautés de collines, les rivières et certains de leurs affluents sont pollués et leurs eaux ne peuvent plus être utilisées pour l'irrigation ni pour abreuver les troupeaux : elles sont de couleur grise là où le débit est le plus important, rouge – ocre près des berges (**PHOTOGRAPHIE 1**), et l'on observe fréquemment des dépôts de mousse (**PHOTOGRAPHIE 2**).



Photographies 1 et 2 : Contamination de l'eau et Dépôt de mousse

⁹ Au cours du processus de concentration, on traite le minerai réduit en poudre avec de l'eau mélangée à divers réactifs (sulfate de cuivre, chaux, cyanure...) dans des bains constamment remués : en surface se forme une mousse qui est écumée puis rejetée. Le reste, après séchage, constitue le concentré, qui est vendu puis exporté, et dont le volume correspond à seulement 20 % du minerai. Les 80 % restants sont des déchets qui contiennent une grande quantité de solides en suspension et de produits chimiques.

2.3 DES SOLS MODULANT LA CONTRAINE PLUVIOMÉTRIQUE

A l'échelle du municipé de Potosí, les sols sont globalement très différenciés lessivés, relativement pauvres en matière organique et soumis à une érosion hydrique et éolienne forte, en rigole voire en ravin. On peut distinguer trois grands types de sols : les sols formés sur grès, les sols alluvionnaires et les sols hydromorphes des dépressions.

2.3.1 Les sols formés sur grès : accentuation de la contrainte

La majorité des sols du municipé est formée sur grès, roche dure, acide, qui s'altère en donnant des matériaux sableux et filtrants (Dosso et Ruellan, 1993). En fonction de l'importance de la pente et de la position sur les versants, les caractéristiques pédologiques diffèrent :

- sur les sommets, le grès est affleurant et il n'y a pas de formation de sol ;
- dans la partie supérieure des versants, l'érosion éolienne a enlevé l'horizon éluvial sableux et l'horizon illuvial enrichi en argile et en fer affleure ;
- sur les bas de versants et au niveau des zones plates (fonds de vallée du massif, zones de replat du piémont, plateaux), l'horizon de surface est sableux, formé par l'altération du grès et les dépôts de sable d'origine éolienne.

Sur les versants abrupts des vallées de la zone de collines, il n'y a généralement pas d'horizon argileux affleurant : on passe sans transition des couches de grès affleurantes aux sols sableux.

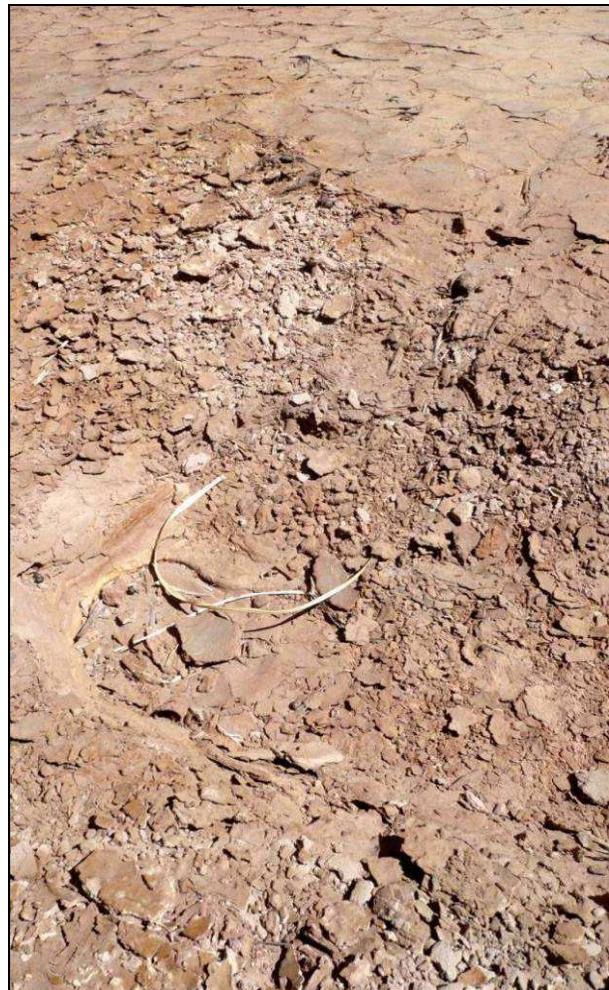
Le milieu pédologique apparaît donc globalement très différencié et appauvri en argile. Un tel appauvrissement s'accompagne d'une forte désaturation du complexe adsorbant impliquant une acidification de l'horizon de surface (Dosso et Ruellan, 1993). On peut considérer que ces sols, à structure sableuse, instable, accentuent la contrainte climatique, au sens où ils ne retiennent pas l'eau et sont extrêmement sensibles à l'érosion. Il importe de souligner que les mécanismes d'hydrolyse et de lixiviation sont globalement plus poussés au niveau du massif montagneux que dans les zones d'altitude inférieure, ce qui s'explique notamment par la pluviométrie plus importante.

2.3.2 Les sols alluvionnaires : de l'accentuation à l'atténuation de la contrainte

Au niveau des terrasses alluviales des vallées de la zone de collines et des plaines alluviales situées au sein du massif, les sols sont développés sur des alluvions acides. Ces sols sont profonds et très différenciés lessivés. Dans les zones de terrasses alluviales, les terrasses les plus élevées sont les plus anciennes et les mécanismes d'hydrolyse et de lixiviation y sont plus poussés que sur les terrasses plus récentes.

De même que les sols formés sur grès, ces sols présentent généralement une texture sableuse accentuant la contrainte climatique. Cependant, dans certaines vallées, le lessivage de l'argile n'est pas complet et l'horizon de surface reste argileux, présentant donc une réserve en eau plus importante qui permet de limiter le déficit hydrique du à la faiblesse et à l'irrégularité des précipitations.

Nous avons évoqué précédemment le problème de la pollution de l'eau par l'activité minière. Cette pollution peut affecter les parcelles irriguées avec de l'eau contaminée: les sols présentent alors une croûte à structure lamellaire qui constitue un obstacle à la pénétration verticale de l'eau et au développement des systèmes racinaires (**PHOTOGRAPHIE 3**).



Photographie 3 : Contamination du sol

2.3.3 Les sols hydromorphes : atténuation de la contrainte

Au niveau des dépressions du massif, les sols formés sont constamment humides, du fait de la circulation de nombreux petits cours d'eau. Ce sont des sols sableux au sein desquels se développe une hydromorphie temporaire, voire permanente, qui ralentit l'humification et provoque une évolution tourbeuse de la matière organique.

On peut considérer que ces sols limitent la contrainte hydrique : ils permettent, nous allons y revenir, le développement d'un tapis herbacé dense, constituant un fourrage précieux en fin de saison sèche.

2.4 UNE VÉGÉTATION CARACTÉRISANT CHAQUE MILIEU

Nous avons vu précédemment que plus l'on s'élève en altitude plus les températures sont basses et la pluviométrie élevée. Il en résulte une répartition de la végétation en trois étages écologiques, correspondant aux trois grands ensembles de climat et de relief identifiés. Nous présenterons ces étages en reprenant la classification adoptée par Dolfus (1992) mais en adaptant les limites altitudinales à nos observations de terrain.

2.4.1 L'étage *puna* : de la steppe à la lande en passant par les mouillères

L'étage *puna*¹⁰, situé entre 4100 et 4900 mètres d'altitude, correspond au massif montagneux. Les températures y sont les plus basses du municipé, l'amplitude thermique y est extrêmement importante et les gelées nocturnes pendant la saison sèche sont très fréquentes. La limite de végétation se situe aux alentours de 4900 mètres. En dessous de cette limite, on trouve trois grands types de formations végétales.

Sur les sommets, où le grès affleure, et dans la partie supérieure des versants, où l'horizon de surface est argileux, la végétation est steppique, caractérisée par un arbuste bas à feuillage persistant, la *tola* (*Lepidophyllum quadrangulare*) (**PHOTOGRAPHIE 4**). On trouve également la *yareta* (*Azorella yareta*), une plante en coussin à croissance lente (**PHOTOGRAPHIE 5**). A proximité de ces deux espèces, on rencontre souvent différentes graminées tendres pluriannuelles, notamment le *maja* (*Stipa spp.*). La *tola* et la *yareta* présentent des adaptations morphologiques leur permettant de passer la saison sèche en supportant le gel et les variations de température quotidiennes : les feuilles de la *tola* sont petites et à stomates réduits et son appareil racinaire, qui bénéficie d'une température constante dans le sol toute l'année, est bien développé. De même, la *yareta* est fermement fixée dans le sol par un très long pivot, adaptation s'ajoutant à sa forme en coussin.



Photographie 4 : *Tola*



Photographie 5 : *Yareta*

¹⁰ *Puna* en quechua signifie « haute terre froide » (Morlon, 1992)

Sur les bas de versants, dans les fonds de vallée et les plaines alluviales, où l'horizon de surface est sableux, et par conséquent très drainant, on trouve des landes à *paja brava* (*Festuca orthophylla*), une graminée dure et siliceuse à croissance lente (**PHOTOGRAPHIE 6**). La *paja brava* est une espèce vivace peu couvrante, son appareil racinaire fasciculé très développé lui permet d'extraire l'eau du sol et d'accumuler des éléments nutritifs pour tenir pendant la saison sèche.

Enfin, dans les dépressions humides au sol hydromorphe, la végétation est constituée de coussinets de mousses et d'un tapis herbacé très serré qui reste

toujours vert. Ces zones sont appelées « *bofedales* » traduit par le terme « mouillère » par Aubron (2006).



Photographie 6 : *Paja brava*

2.4.2 L'étage *suni* : des pelouses à graminées dures aux pelouses à graminées tendres

L'étage *suni*, situé entre 3700 et 4100 mètres d'altitude, correspond au piémont. Les températures, globalement moins basses qu'à l'étage *puna*, induisent des conditions plus favorables au développement de la végétation. La lande à *paja brava* se transforme progressivement en pelouse, tout en gardant une composition floristique similaire, avec prédominance d'une autre espèce de graminée dure, la *paja amarilla* (*Stipa ichu*) (**PHOTOGRAPHIE 7**). Le nombre d'espèces augmente au fur et à mesure que diminue l'altitude et dans les zones basses du piémont les pelouses sont composées de différentes herbacées plus tendres que la *paja amarilla*.



Photographie 7 : *Paja amarilla*

2.4.3 L'étage quechua : les pelouses à graminées tendres

Enfin, l'étage *quechua*, situé entre 3200 et 3700 mètres d'altitude, correspond à la zone de collines. Les températures y sont les plus hautes du municipio et dans les fonds de vallée bien alimentés en eau on retrouve quasi-exclusivement les pelouses à herbacées tendres du piémont. Aux bords des rivières, on note la présence de la *sewenca* (*Cortaderia* sp.) (PHOTOGRAPHIE 8). Les paysans la considèrent comme un indicateur naturel permettant de planifier les dates de semis : la première floraison coïncide avec le début de la saison des pluies et la seconde avec celui de la saison sèche. Sur les bas de versants en pente raide et les plateaux, où les sols sont sableux, la *paja amarilla* prédomine sur les herbacées tendres. Dans la partie supérieure des versants, elle cède la place à des épineux clairsemés, puis à la steppe à *tola*, sur les sommets des buttes.



Photographie 8 : *Sewenca*

2.4.4 Conclusion

Le municipio de Potosí présente donc une grande diversité de milieux, de l'étage *quechua* des vallées, à la *puna* du massif montagneux, en passant par l'étage *suni* du piémont. Les variations de la pluviométrie en fonction de l'altitude, le gradient thermique, le relief et les sols variés impliquent des situations agro-écologiques très diversifiées. Chacune de ces situations correspond à une combinaison originale des contraintes topoclimatiques caractéristiques du municipio. L'identification de cette combinaison constitue un premier pas vers la compréhension du mode actuel d'exploitation du milieu par les paysans.

La FIGURE 11 présente l'écosystème d'« origine » du municipio de Potosí avec les zones climatiques, les différents sols et la végétation spontanée. La FIGURE 12 montre la mise en valeur actuelle du milieu par les paysans, par l'élevage et les cultures.

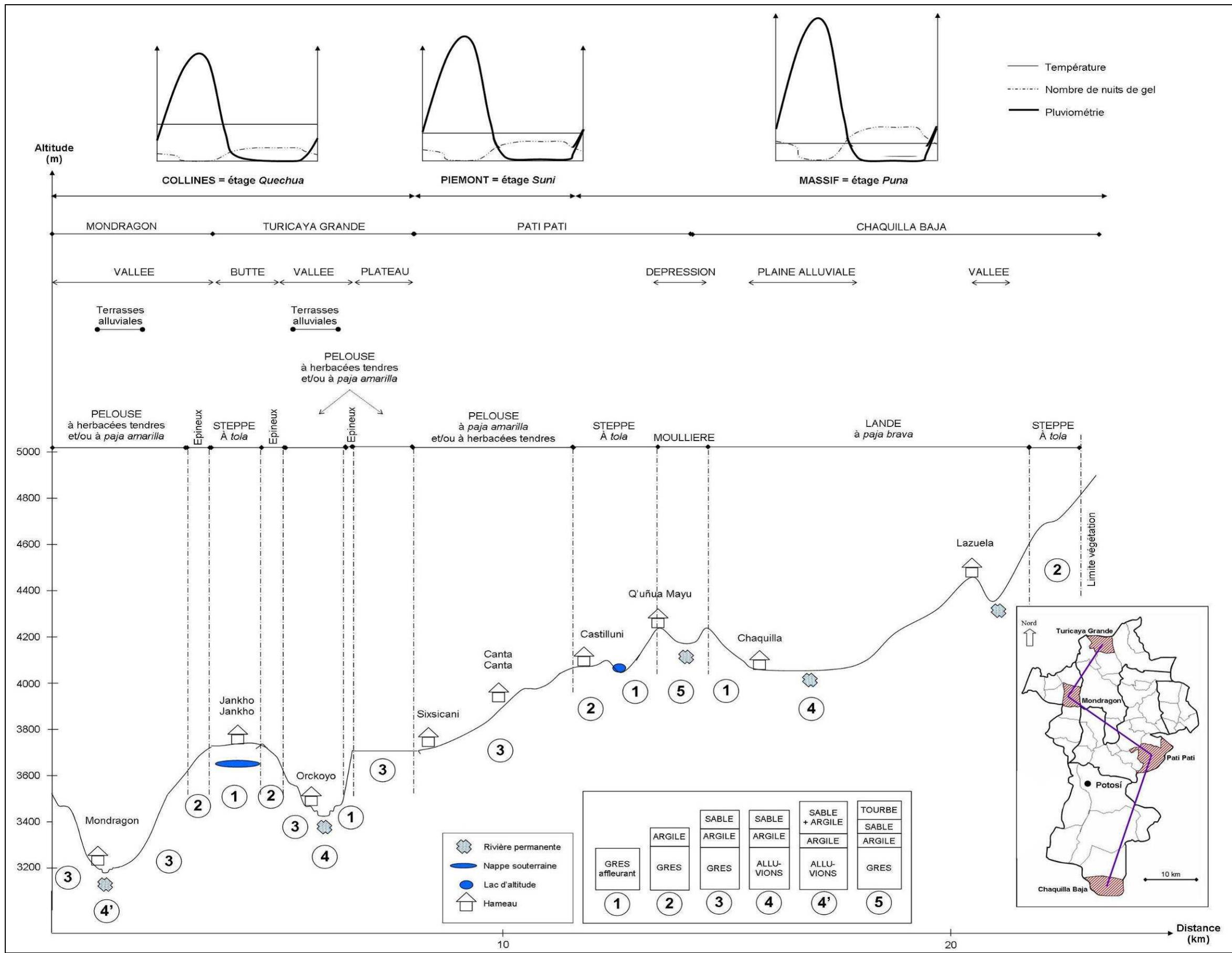


Figure 11 : Transect du municipio de Potosí avec la délimitation des zones climatiques, des formations végétales et des sols.

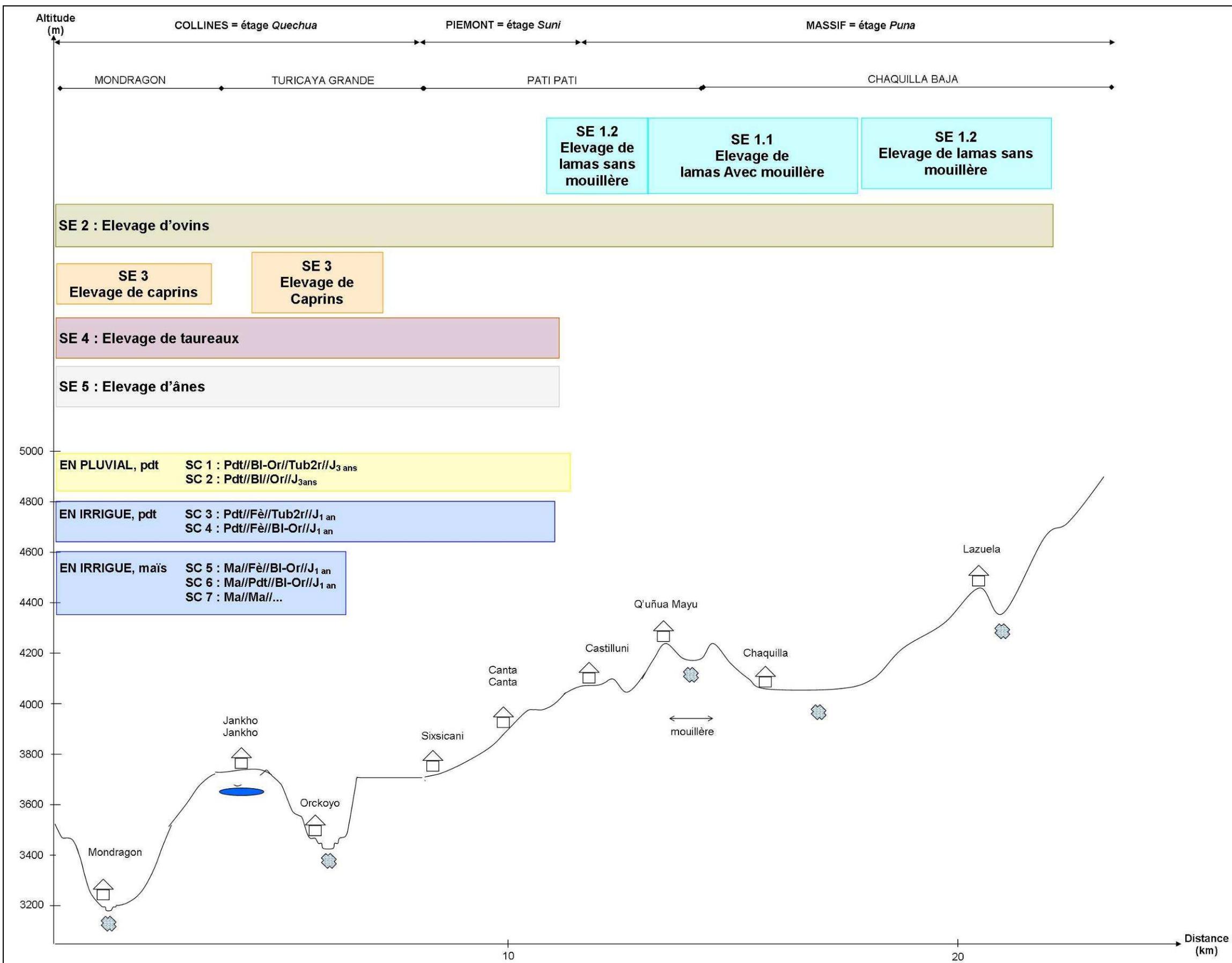


Figure 12 : Transect du municipio de Potosí avec la répartition des systèmes de culture et d'élevage.

3 UNE AGRICULTURE FAMILIALE EN PLEINE MUTATION

3.1 JUSQU'AU MILIEU DU XX^E SIÈCLE : DES HACIENDAS DANS LES VALLÉES ET DES PAYSANS LIBRES DANS LE PIÉMONT ET LE MASSIF

Jusqu'au milieu du XX^e siècle, les vallées du municipio sont contrôlées par des *haciendas**, mises en place sous la colonisation espagnole (1531-1825) ou pendant la République (1825-1952), pour ravitailler le grand marché urbain qui s'est développé à la suite de l'exploitation du Cerro Rico¹¹ de Potosí.

3.1.1 A l'étage quechua : le contrôle de l'agriculture par les *haciendas*

3.1.1.1 Des *haciendas* appliquant le système du colonat

Le territoire des deux communautés de colline que nous avons étudiées (Turicaya Grande et Mondragon) est contrôlé par des *haciendas* basées sur le système du colonat. Ces *haciendas* se sont appropriées l'ensemble de l'*ager**, alors que le *saltus**, correspondant aux pelouses à *paja amarilla* des bas de versant, est de propriété communale. Tous les hommes adultes travaillent les terres des *hacendados** avec leurs propres outils, bêche, houe et araire ; les femmes doivent fournir un service gratuit dans la maison patronale ; les enfants sont, quant à eux, chargés du gardiennage des troupeaux. En échange, les paysans peuvent cultiver de petites parcelles en usufruit.

Les *haciendas* sont installées sur les meilleures terres, cultivant chacune une dizaine d'hectares de terrasses alluviales irriguées. À l'inverse, la plupart des paysans ne peuvent cultiver que sur les plateaux et les versants, en pluvial ; seuls quelques paysans ont accès aux terrasses alluviales et donc à l'irrigation. L'accès à des terres irrigables est fondamental, il est à l'origine, nous allons y revenir, des différences économiques entre les familles paysannes.

L'irrigation permet de lever la contrainte pluviométrique en autorisant l'avancement de la date de semis, et donc des cycles plus longs qui permettent d'obtenir des rendements supérieurs, et en limitant les pertes de semis lorsqu'en début de saison des pluies les précipitations sont irrégulières. Le système d'irrigation est constitué d'un ensemble de canaux à ciel ouvert qui acheminent l'eau, par transport gravitaire, des ruisseaux ou rivières permanents jusqu'aux parcelles. Un canal primaire conduit l'eau au dessus des parcelles, de là partent des canaux secondaires. De petits sillons (les canaux tertiaires) sont creusés au niveau des canaux secondaires, ils permettent l'irrigation gravitaire des parcelles, à la raie sur billon (**FIGURES 13 ET 14**). Un système de blocage avec des pierres ou de la terre au niveau du canal primaire assure la répartition de l'eau entre les parcelles irrigables. En saison sèche, le canal primaire est bloqué au niveau de la prise d'eau : l'eau de la rivière n'est pas prélevée. À la fin de la saison sèche, les paysans irriguent les parcelles pour ameublir le sol avant l'arairage précédent les semis (juillet-août). L'irrigation se poursuit ensuite jusqu'en décembre, tant que les précipitations sont irrégulières.

¹¹ Le Cerro Rico, découvert en 1546 par les espagnols, est à l'origine de la fondation de la ville de Potosí. Il est d'abord exploité pour la production d'argent pendant la période coloniale ; puis pour celle d'étain, à partir du début du XX^e siècle (Franqueville, 2000).

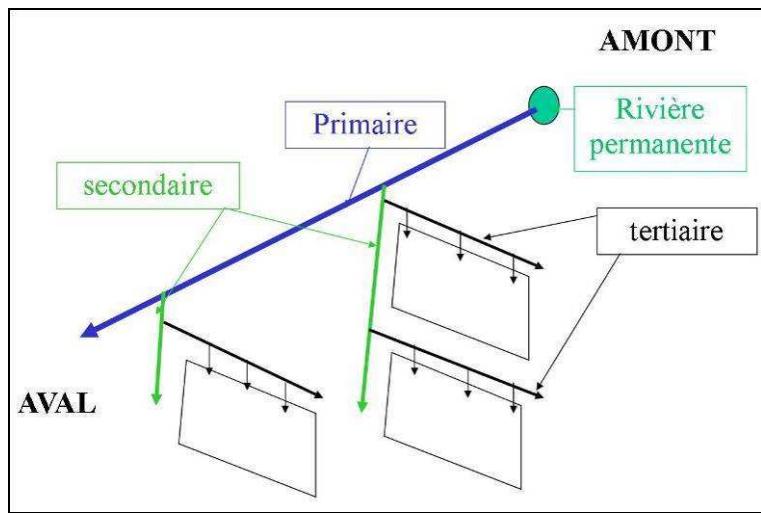


Figure 13 : Schéma du système d'irrigation par canaux à ciel ouvert.



Figure 14 : Irrigation à la raie sur billon.

Des terrasses sont aménagées sur les versants, ainsi que des murs de soutènement le long des terrasses alluviales, permettant de limiter les phénomènes d'érosion (**ANNEXE 5**). Sur les terrasses des versants, les sols se forment progressivement par accumulation des matériaux érodés par la pluie : ce sont des sols profonds, continuellement enrichis par les eaux de ruissellement. Les terrasses sont d'autant plus étroites que la pente naturelle est plus forte.

Le *saltus* en propriété communale est utilisé comme herbage naturel pour les troupeaux ovins, caprins, bovins et équins (ânes) : pâturant de jour sur ces herbages, les animaux sont parqués la nuit dans des enclos en pierre, où ils déposent leurs déjections. Ces dernières sont ensuite ramassées par les paysans qui les épandent sur l'*ager*, après transport sur bât, transférant ainsi une partie de la biomasse pâturée sur le *saltus* au profit des terres cultivées.

3.1.1.2 *Hacienda* et *minifundia* : deux systèmes de production très différents

3.1.1.2.1 Des *haciendas* produisant pour alimenter le marché de Potosí

Les productions principales des *haciendas* sont le maïs et surtout la pomme de terre, destinés au marché de Potosí. La principale rotation réalisée sur les terrasses alluviales irriguées est la suivante : Pdt//Fè//Bl-Or// J_{1an}¹²(SC 4). On cultive la pomme de terre en tête de rotation, suivi d'une légumineuse, la fève, puis d'une céréale (blé ou orge fourragère) et l'on pratique ensuite une jachère d'un an. On trouve également la rotation Pdtp/Fè//Bl-Or//J_{1an}¹³, dont le cycle est décalé de deux mois par rapport à la rotation précédente : le semis de pomme de terre est effectué en août (et non en septembre) et la récolte a lieu entre décembre et janvier (au lieu de mars-avril), dès février est implantée une culture de fève qui sera récoltée en juillet, elle est suivie d'une culture de céréale puis d'une jachère d'un an. Ce système de culture permet de vendre les pommes de terre de contre saison à un prix supérieur à celui des pommes de terre récoltées en fin de saison des pluies mais comporte un risque important de perte de la récolte en cas de gelées tardives au mois d'août, raison pour laquelle il n'est pratiqué que sur de petites surfaces. Enfin, une troisième rotation est réalisée, pour la production de maïs: Ma//Pdt//Bl-Or//J_{1 ans}¹⁴ (SC 6). On cultive le maïs en tête de rotation, puis de la pomme de terre, puis une céréale.

Les *hacendados* possèdent un cheptel ovin d'une centaine de têtes (SE 2), qui leur permet d'obtenir des déjections pour la fertilisation des parcelles ainsi que de la viande, en partie autoconsommée et en partie vendue à Potosí. Les mâles et les femelles sont conduits ensemble toute l'année, pâturant sous la surveillance d'enfants de colons sur les parcelles en jachère, recouvertes d'herbacées tendres, et sur les parcelles récoltées (entre avril et août) ou sur les pelouses à *paja amarilla* des bas de versants (de septembre à mars). Leur alimentation est complétée, en fin de saison sèche, par de l'orge fourragère, de la paille de blé et des fanes de pomme de terre, de fève et de maïs.

La reproduction de la fertilité dans un tel système est assurée, d'une part par l'épandage des déjections du bétail sur les parcelles, d'autre part par l'insertion d'une légumineuse dans

¹² Pdt = pomme de terre ; Fè = fève ; Bl-Or = blé ou orge fourragère, J_{1an} = jachère d'un an et // = changement d'année.

¹³ Pdtp = pomme de terre précoce et / = changement de cycle.

¹⁴ Ma= maïs.

les rotations, permettant d'enrichir le sol en azote. L'apport de déjections s'effectue en trois fois : un premier apport est réalisé après la récolte (la matière organique peut alors se décomposer pendant la saison des pluies), un deuxième au cours de l'araïrage précédent le semis, et un dernier lors du semis de la tête de rotation.

La jachère permet de limiter la pression des adventices : les repousses de céréales et les herbacées tendres se développent pendant la saison des pluies et sont pâturées par le bétail, puis déracinées au cours de l'araïrage de remise en culture. La culture de la pomme de terre ou de maïs en tête de rotation permet de nettoyer la parcelle des adventices encore présentes après l'araïrage, grâce à l'opération de sarclage.

3.1.1.2.2 Des minifundia produisant pour se nourrir

La plupart des colons n'ont pas accès à l'irrigation et tous réalisent la plus grande partie de leur production en pluvial, mettant en œuvre deux rotations sur trois ou quatre hectares : Pdt//Pdt-Tub2r//Bl-Or//J_{3 ans}¹⁵ (SC 1) et Pdt//Bl//Or/J_{3 ans} (SC 2). Les jachères sont de plus longue durée que sur les parcelles irriguées car la repousse des adventices est plus lente. Après la récolte, les pommes de terre sont triées et les plus petites sont transformées en *chuño** pour être conservées et assurer l'alimentation de la famille en cas de mauvaise récolte (ANNEXE 6). L'introduction d'un tubercule secondaire, *oca* (*Oxalis tuberosa*) ou *papa lisa* (*Ullucus tuberosus*), après un premier cycle de pomme de terre (SC 1), permet aux paysans de diversifier leur alimentation. Les deux cycles de céréales successifs (SC 2) sont réalisés pour disposer de suffisamment de fourrage pour le bétail à la fin de la saison sèche. Les colons qui peuvent cultiver de petites parcelles irriguées sur les terrasses alluviales (moins de 0.5 hectare) produisent, comme l'*hacienda*, de la fève en rotation avec de la pomme de terre, mais introduisent, la troisième année, un tubercule secondaire à la place des céréales (SC 3 : Pdt//Fè//Tub2r//J_{1 an}), préférant produire davantage de tubercules pour l'alimentation de la famille plutôt que d'augmenter les quantités de fourrage distribuées aux animaux en fin de saison sèche.

Toutes les familles possèdent un cheptel de petits ruminants (SE 2 et/ou SE 3) pour la fertilisation des parcelles, une paire de taureaux (SE 4) pour l'araïrage et des ânes (SE 5) pour le vannage et le transport des productions et des déjections. Les petits ruminants pâturent toute l'année la végétation spontanée du *saltus*, les ovins consommant la *paja amarilla* des bas de versants et les caprins les épineux des sommets. Les taureaux et les ânes sont mis au piquet sur les parcelles récoltées et les parcelles en jachère entre avril et août et pâturent le reste de l'année sur les bas de versants. L'alimentation de tous les animaux est complétée, en fin de saison sèche, par de l'orge fourragère, de la paille de blé et des fanes de pomme de terre.

La FIGURE 15 présente l'organisation du territoire de Mondragon contrôlé par l'*hacienda* : le *saltus* de propriété communale et l'*ager* divisé entre terres de l'*hacienda* et terres cultivées en usufruit par les colons.

¹⁵ Tub2r = tubercule secondaire; Pdt-Tub2r = pomme de terre ou tubercule secondaire ; J_{3 ans} = jachère de trois ans.

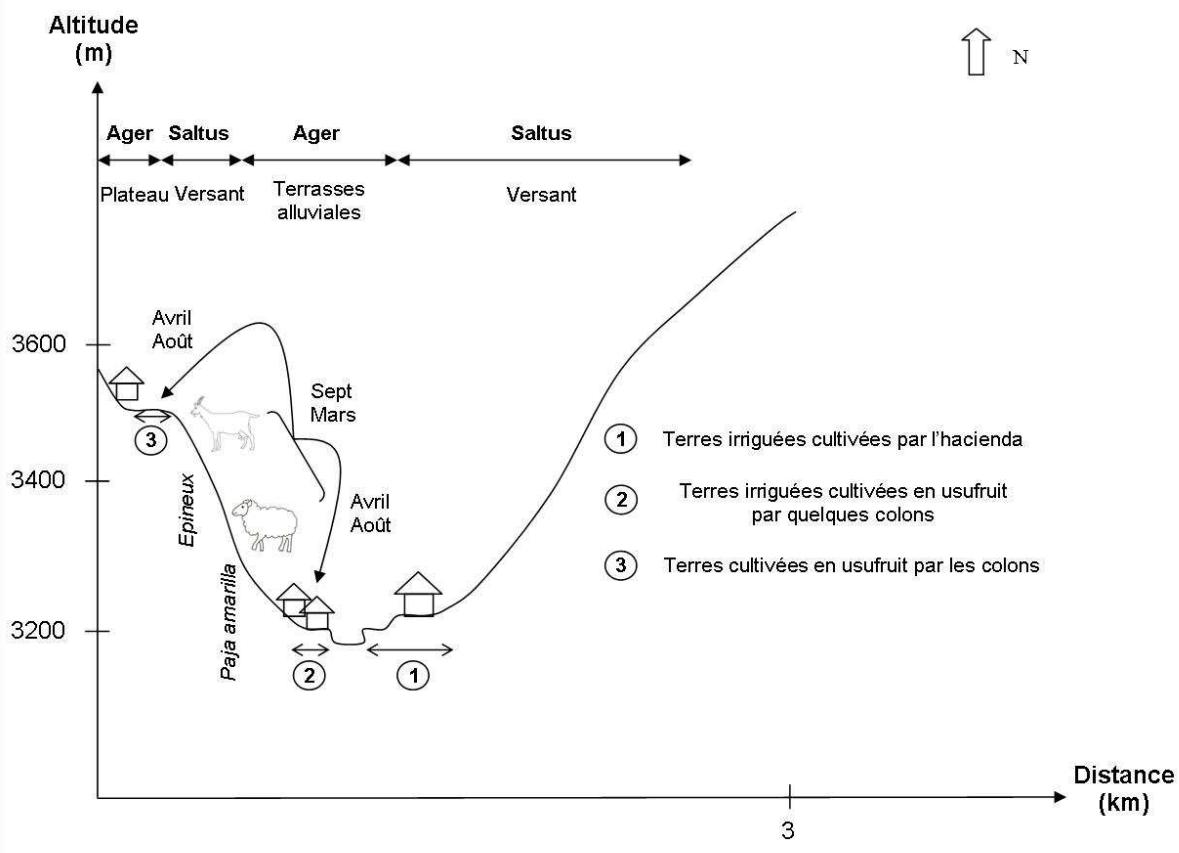


Figure 15 : Organisation du territoire de Mondragon pendant l'époque de l'*hacienda*.

3.1.2 Aux étages *puna* et *suni* : de petites exploitations familiales avec une forte disparité économique

3.1.2.1 Dans le massif : des familles d'éleveurs différenciées par la disponibilité et la qualité des fourrages en fin de saison sèche

A Chaqueilla Baja et dans les sections¹⁶ de Pati Pati ayant accès à la zone de massif et à très peu de terres cultivables (cas de Castilluni et Q'uñua Mayu), les familles paysannes mettent en valeur les zones de parcours de l'étage *puna* par l'élevage de lamas et d'ovins. Les lamas pâturent librement la lande à *paja brava* des bas de versants, fonds de vallée et plaines alluviales, ainsi que la végétation des mouillères pendant la saison sèche, lorsque la quantité et la qualité des fourrages diminue fortement dans les autres zones (Génin et al. 1995). Les ovins, plus sélectifs que les lamas car moins aptes à digérer les graminées dures comme la *paja brava* (Génin, 1998), pâturent essentiellement les graminées tendres de la steppe à *tola*, notamment le *maja*. A Castilluni et Q'uñua Mayu, les paysans réalisent également deux rotations en pluvial, sur des surfaces inférieures à un hectare : Pdt//Pdt-Tub2r//Bl-Or//J₃ ans (SC 1) et Pdt//Bl//Or//J₃ ans (SC 2). L'orge fourragère, les pailles de blé et les fanes de pomme de terre leur permettent de compléter l'alimentation de leurs ovins en fin de saison sèche.

La taille des troupeaux de lamas, à la base des différences de résultats économiques entre les familles paysannes, est conditionnée par la disponibilité et la qualité des fourrages en fin de saison sèche et donc par l'accès aux zones de mouillères. Les habitants de Lazuela, section de Chaqueilla Baja, et ceux de Castilluni, section de Pati Pati, n'ont pas accès aux zones de mouillères et leurs troupeaux de lamas sont donc limités à une trentaine de tête ; alors que les habitants de Chaqueilla, section de Chaqueilla Baja, et ceux de Q'uñua Mayu, section de Pati Pati, élèvent jusqu'à une cinquantaine de lamas. Toutes les familles complètent leur revenu par le travail au Cerro Rico ou dans une des petites mines du massif d'une ou plusieurs personnes (généralement le père mais parfois aussi les enfants les plus âgés).

3.1.2.2 Dans le piémont : des résultats économiques conditionnés par l'accès à l'irrigation

3.1.2.2.1 Des systèmes de productions centrés sur la culture de la pomme de terre

A Pati Pati, dans les sections n'ayant accès qu'à la zone de piémont de l'étage *suni* (cas de Sixsicani), les différences économiques entre les familles sont liées à la disponibilité en eau. Le système d'irrigation, constitué d'un ensemble de canaux à ciel ouvert, est peu efficient, car les ruisseaux de la zone sont temporaires ou présentent un très faible débit d'étiage : chaque famille a accès à des terres irriguées mais les surfaces sont variables.

La présence en surface de nombreuses pierres, provenant des sommets, oblige les paysans à épierrir leurs parcelles pour les mettre en culture. Ils construisent alors des ajourés¹⁷ autour de leurs parcelles, constituant un bocage qui, d'après Morlon (1992), modifie le microclimat en limitant le déficit hydrique et les risques de gelée et protège également les parcelles des dégâts des animaux domestiques ou sauvages.

¹⁶ Les communautés du municipio sont divisées en sections (*secciones*) composées d'un ou deux hameaux, de terres en propriété individuelle et de zones de pâturage délimitées au sein de l'ensemble du territoire communautaire.

¹⁷ Les murs ajourés, donc perméables, permettent le drainage de l'air froid au lieu de le retenir comme le ferait des murs pleins (Morlon, 1992).

Toutes les exploitations possèdent un cheptel ovin pour la fertilisation, qui pâture les pelouses à herbacées tendres (SE 2), ainsi qu'une paire de taureaux pour l'arairage (SE 4) et des ânes pour le transport des productions et des déjections (SE 5). Les rotations en pluvial, réalisées sur des surfaces comprises entre 1,5 et 2,5 hectares, sont les mêmes qu'à Castilluni et Q'uñua Mayu : Pdt//Pdt-Tub2r//Bl-Or//J₃ ans (SC 1) et Pdt//Bl//Or//J₃ ans (SC 2). Les familles qui ont accès à plus d'un demi hectare irrigué réalisent deux rotations, dans lesquelles la fève succède à la pomme de terre : Pdt//Fè//Tub2r//J₁ an (SC 3) et Pdt//Fè//Bl-Or//J₁ an (SC 4). Celles qui n'ont accès qu'à un tiers d'hectare irrigué ne mettent en œuvre que la première, préférant produire des tubercules secondaires pour leur autoconsommation plutôt que des céréales, destinées essentiellement aux animaux. Ces dernières familles doivent diversifier leur source de revenu par le travail d'au moins un membre de la famille au Cerro Rico.

3.1.2.2 ... et d'autres associant culture de pomme de terre et élevage de lamas

Les paysans de certaines sections de Pati Pati ont accès à la fois à la zone de massif de l'étage *puna* et à la zone de piémont de l'étage *suni* (cas de Canta Canta). Ils peuvent alors élever des lamas, pâturant la lande à *paja brava* de la zone de massif, et des ovins, pâturant les pelouses à herbacées tendres et les résidus de cultures de la zone de piémont ; mais également mettre en œuvre des systèmes de cultures, en pluvial et en irrigué, identiques à ceux de Sixsicani.

3.2 DE LA RÉFORME AGRAIRE DE 1953 AU RACHAT DES TERRES PAR LES PAYSANS DES VALLÉES DANS LES ANNÉES 1970

3.2.1 Révolution nationale et promotion d'une agriculture capitaliste d'exportation

La « Révolution nationale » du 9 avril 1952 marque un tournant dans l'histoire de la Bolivie, portant au pouvoir le parti MNR (*Movimiento Nacionalista Revolucionario*, Mouvement Nationaliste Révolutionnaire). Le nouveau gouvernement instaure la nationalisation des mines, prises en charge par la COMIBOL (*Corporación Minera de Bolivia*, Corporation Minière de Bolivie) et le suffrage universel, qui permet à la population paysanne, jusque là écartée des urnes parce qu'analphabète, de devenir la force électorale majeure du pays (Franqueville, 2000). De nombreuses *haciendas* sont occupées et le gouvernement, sous la pression, se voit forcer de céder aux exigences des paysans, proclamant la Réforme Agraire le 2 août 1953.

Cette réforme agraire met fin au système du colonat et permet aux paysans de cultiver en faire-valoir direct les terres qui leur étaient attribuées en usufruit, mais elle ne se traduit pas systématiquement par l'expropriation des *haciendas*. Il suffit à l'*hacendado* de démontrer qu'il a réalisé des investissements en capital pour que son domaine soit classé comme « propriété moyenne » (*mediana propiedad*) et reste entre ses mains (Jobbé Duval, 2005).

L'idéologie déjà en place au lendemain de la réforme agraire est en fait de promouvoir une forme d'agriculture capitaliste basée sur le « développement » agricole de la plaine amazonienne. On mise sur ces espaces pour fournir des devises au pays grâce à l'exportation de produits agricoles (coton, canne à sucre, soja). On encourage avant tout la constitution de grands domaines capitalistes, aux mains d'une élite blanche ou métisse (Jobbé Duval, 2005).

3.2.2 Rachat des terres et accentuation des différences économiques entre les exploitations familiales

Après 1953, les paysans des communautés de Turicaya Grande et Mondragon cultivent leurs terres en faire-valoir direct et ont toujours accès au *saltus*, de propriété communale ; mais les *haciendas* n'ont pas été expropriées et elles continuent à exploiter leurs domaines, en employant, cette fois, une main d'œuvre rémunérée. Les paysans qui travaillent pour l'*hacendado* sont également ceux qui ont accès aux terrasses alluviales (les paysans de la section d'Orckoyo dans le cas de Turicaya Grande), car leurs terres et leurs habitations sont proches du domaine de l'*hacienda*.

Pour obtenir la reconnaissance de leur droit de propriété sur les terres des *haciendas*, les paysans doivent soit faire une demande individuelle auprès du SNRA (*Servicio Nacional de Reforma Agraria*, Service National de Réforme Agraire)¹⁸, soit s'organiser en syndicats pour entamer une procédure auprès de ce même organisme. Si leur demande aboutit, ils doivent généralement racheter les terres : la somme à débourser est fixée par le SNRA, il semble qu'elle reste accessible puisque les paysans peuvent l'obtenir par la vente d'un surplus de production et éventuellement de quelques animaux.

Dans le cas de Turicaya Grande c'est la première solution qui est adoptée et les paysans rachètent les terres dans les années 1970. A Mondragon, les paysans s'organisent en syndicat et n'entament la procédure qu'en 1975, rachetant les terres en 1982. Dans un cas comme dans l'autre, ces rachats accentuent les différences économiques entre les familles paysannes : ce sont les paysans qui travaillaient pour l'*hacendado* et avaient accès à l'irrigation qui rachètent les terres et donc agrandissent leur surface en irrigué (d'un tiers d'hectare à un hectare).

Après le rachat des terres, les paysans d'Orckoyo, section de Turicaya Grande, diversifient leur système de production : ils reprennent la rotation irriguée Pdt//Fè//Bl-Or//J_{1 an} (SC 4) auparavant mise en œuvre uniquement par l'*hacienda*, et ceux qui disposent de plus d'un hectare irrigué se mettent à produire du maïs pour la vente, en rotation avec la fève (SC 5 : Ma//Fè//Bl-Or//J_{1 an}) ou la pomme de terre (SC 6 : Ma//Pdt//Bl-Or//J_{1 an}) : ils augmentent ainsi à la fois la productivité de la terre et du travail, nous y reviendrons.

3.3 LES ANNÉES 1980-1990 : DES PETITES EXPLOITATIONS FAMILIALES SUR FOND DE CRISE

3.3.1 Accidents climatiques, crise économique et fermeture des mines

En 1982 et 1983, une grave sécheresse suivie d'un hiver extrêmement froid, en lien d'après Navarro et Maldonado (2004) avec le phénomène climatique du *Niño* et son inverse, la *Niña*, entraîne la perte d'une grande partie des récoltes et de plus de la moitié des cheptels (Jobbé Duval, 2005).

Parallèlement, l'économie du pays entre en crise. La promotion d'une agriculture d'exportation, basée sur de grands domaines capitalistes dans la plaine amazonienne, a dans un premier temps, engendré des recettes budgétaires permettant des investissements importants. A partir de la crise internationale de l'industrie cotonnière et sucrière, la chute des recettes d'exportation entraîne un déficit budgétaire structurel. Le gouvernement contracte

¹⁸ Le SNRA est l'organisme d'Etat créé pour appliquer la réforme agraire (Jobbé Duval, 2005).

alors une énorme dette extérieure et recourt à l'émission monétaire, qui provoque l'hyper-inflation¹⁹. En 1985, le pays est placé sous ajustement structurel : le FMI (Fond Monétaire International) impose une série de mesures destinées redresser l'économie du pays et permettre le remboursement de la dette : baisse du budget public et des investissements dirigés vers le secteur paysan²⁰, mise en place de programmes d'assistance alimentaire, promotion des politiques agricoles d'exportation, et ouverture des frontières aux produits et aux capitaux étrangers (Cortes, 2000).

Enfin, en 1985, les cours de l'étain s'effondrent à cause, d'une part de la baisse de la consommation due à la concurrence de l'aluminium, et d'autre part de l'augmentation des productions chinoise et brésilienne. Près de deux tiers des entreprises minières boliviennes disparaissent entre 1985 et 1990 : le secteur le plus touché est celui des petites entreprises minières mais la COMIBOL²¹ est également fortement affectée (Jacotot, 2006). Les petites mines des communautés ferment, ainsi que l'entreprise de la COMIBOL exploitant le Cerro Rico. De nombreux mineurs licenciés s'organisent alors en coopératives²² qui reprennent une partie de l'exploitation de la mine. Ils apportent ainsi une solution partielle au problème de l'emploi, mais les conditions de travail restent extrêmement difficiles.

3.3.2 La nécessaire diversification des sources de revenus des petites exploitations familiales

Malgré les programmes d'assistance alimentaire et l'importation de produits agricoles, qui pourraient concurrencer la pomme de terre, culture principale de la plupart des paysans du municipio, on constate une grande stabilité du prix de la pomme de terre sur le long terme²³ (ANNEXE 7). La sécheresse et l'hiver extrêmement froid de 1982-1983 semblent donc avoir affecté les paysans davantage que la crise économique et l'application du plan d'ajustement structurel. Les conséquences de ces accidents climatiques ont des conséquences variables sur les exploitations familiales en fonction de la taille du cheptel de lamas dans le massif et des surfaces irriguées dans le piémont et les collines.

3.3.2.1 Migrer vers Santa Cruz ou l'Argentine...

A Lazuela, section de Chaquilla Baja, et à Castilluni Q'uñua Mayu, sections de Pati Pati, les familles qui, n'ayant pas accès aux mouillères, possèdent moins d'une trentaine de lamas quittent leur communauté car la perte de plus de la moitié de leurs animaux et la fermeture des petites mines du massif ne leur permettent pas de s'y maintenir. C'est le cas

¹⁹ En 1985, l'inflation atteint, en Bolivie, le taux de 8171% (Laure, 1990).

²⁰ Les paysans andins qui dans les années 1980 ne percevaient déjà que 31% du budget destiné au secteur agricole, la majorité du budget étant destiné à la promotion d'une agriculture d'exportation dans les plaines amazoniennes, n'en reçoivent plus que 16% en 1987 (Cortes, 2000).

²¹ La COMIBOL constituait jusqu'en 1985 la plus grande industrie minière de Bolivie. Depuis 2000, l'Etat ne possède plus d'entreprise minière en activité mais la COMIBOL reste propriétaire de la plus grande partie du sous-sol bolivien et le loue aux entreprises privées et aux coopératives (Jacotot, 2006).

²² Les coopératives minières sont des organismes passant des contrats de concession avec la COMIBOL et distribuant ensuite les sites d'exploitation aux mineurs en échange d'un pourcentage de la valeur de vente du minerai extrait. Elles constituent actuellement le principal employeur de l'industrie minière (Jacotot, 2006).

²³ La hausse importante des prix en 1982-1983 que l'on remarque sur le graphique peut être mise en relation avec la sécheresse qui entraîne la perte de la majeure partie des récoltes et diminuant fortement l'offre de pomme de terre sur les marchés.

également des familles des communautés de colline qui n'ont pas accès à l'irrigation et qui ne mettent en œuvre que deux rotations, sur 3,5 ou 4 hectares : Pdt//Pdt-Tub2r//Bl-Or//J₃ ans (SC 1) et Pdt//Bl//Or/J₃ ans (SC 2). Beaucoup partent pour le département de Santa Cruz, dans la plaine amazonienne (**FIGURE 1**), pour travailler dans les plantations de canne à sucre, coton ou soja mais surtout, compte tenu de la situation économique, dans la production illicite de coca, destinée ensuite à l'élaboration de la pâte base de cocaïne (première phase d'élaboration du chlorydrate de cocaïne)²⁴. D'autres émigrent en Argentine, où ils sont embauchés comme main d'œuvre agricole ou comme ouvriers dans la construction. Ces familles vendent le peu d'animaux qu'il leur reste et parfois leurs terres, si elles trouvent un acheteur.

3.3.2.2 ou travailler au Cerro Rico pour se maintenir dans la communauté

Les paysans qui possèdent des cheptels de lamas plus importants ou qui ont accès à l'irrigation sont moins affectés par la crise. Les familles de Chaqueilla, secteur de Chaqueilla Baja, et celles de Q'uñua Mayu et Canta Canta, secteurs de Pati Pati, restent dans leur communauté si le père trouve un emploi dans une des coopératives minières reprenant l'exploitation du Cerro Rico.

A Orckoyo, section de Turicaya Grande, les paysans qui avaient racheté des terres contrôlées par l'*hacienda* réussissent à faire face aux difficultés dues au climat et à la crise sans quitter la communauté. Les familles qui n'ont accès qu'à un hectare en irrigué doivent cependant diversifier leurs sources de revenus par le travail du père à Potosí. Cette activité extra-agricole, nécessaire pour le maintien dans la communauté, implique une diminution de la main d'œuvre disponible, d'autant plus importante que Turicaya Grande se trouve à une heure et demi de route de Potosí et que le père ne rentre généralement qu'une fois par mois. Les familles abandonnent alors les cultures pluviales pour ne plus réaliser que des cultures irriguées, qui permettent une plus grande productivité de la terre et du travail. Elles conservent les mêmes rotations sur les terrasses alluviales : Pdt//Fè//Tub2r//J₁an (SC 3) et Pdt//Fè//Bl-Or//J₁ an (SC 4).

A Mondragon, qui est plus proche de Potosí que Turicaya Grande (25 kilomètres, 30 minutes de route) et qui bénéficie d'un climat plus clément et de sols argileux, la situation est différente. Après le rachat des terres de l'*hacienda* et la sécheresse, les paysans, cherchant à intensifier leur utilisation des surfaces irriguées, sont passés à la monoculture de maïs sans jachère (SC 7 : Ma//Ma//...), sur moins d'un hectare. Ce passage correspond à une intensification du travail, par la suppression de la jachère, autorisée par le sarclage du maïs qui permet de limiter la pression des adventices. Dans ce système, la reproduction de la fertilité est assurée par l'épandage, avant chaque semis, des déjections des caprins, taureaux et ânes, qui paissent la végétation spontanée des versants pendant la journée et sont parqués la nuit dans des enclos. La monoculture de maïs sans jachère permet, nous le montrerons par la suite, une productivité du travail et de la terre supérieure à celle de l'ensemble des autres systèmes de cultures, pluviaux et irrigués. Les rotations en pluvial, destinées à l'autoconsommation, restent inchangées : Pdt//Pdt-Tub2r//Bl-Or//J₃ans (SC 1) et Pdt//Bl//Or/J₃ans (SC 2). Ce système de production permet aux paysans disposant de plus d'un

²⁴ Depuis les années 1980, la Bolivie est impliquée dans le narcotrafic de cocaïne en devenant le deuxième producteur mondial de feuilles de coca, après le Pérou. Selon les sources officielles, 50 000 hectares sont consacrés aux plantations de coca en Bolivie, dont 80 % sont destinés à l'élaboration illégale de pâte-base de cocaïne. Il est estimé que 300 000 personnes vivent de la production de coca, soit 9 à 10 % de la population active du pays (Cortes, 2000).

demi-hectare en irrigué de surmonter la crise sans avoir recours à une activité extra-agricole, les autres doivent diversifier leurs sources de revenus par le travail du père à Potosí.

Enfin, le piémont, où les cours d'eau sont temporaires ou présentent un très faible débit d'étiage, est la zone la plus touchée par la sécheresse de 1982. Il semble que la prise de conscience du problème de manque d'eau, qui rend les paysans extrêmement vulnérables face à de tels événements climatiques, ait alors incité la section provinciale²⁵ à mettre en place, avec le financement de la coopération internationale, un projet de construction de retenues collinaires et de barrages dans la partie amont des cours d'eau prenant leur source dans les lacs d'altitude du massif. Ces aménagements permettent de stocker l'eau de décembre à juin, de manière à pouvoir irriguer avant l'araïrage de juillet et dès les semis de septembre. L'eau est acheminée jusqu'aux parcelles, comme auparavant, par transport gravitaire dans un ensemble de canaux à ciel ouvert. Les paysans des sections de Sixsicani et Canta Canta ont ainsi pu augmenter leurs surfaces irriguées, et produire davantage de pomme de terre et de fève (SC 3 : Pdt//Fè//Tub2r//J_{1an} et SC 4 : Pdt//Fè//Bl-Or//J_{1an}). L'accès à l'irrigation est cependant resté inégal et, si les paysans ayant accès à un hectare irrigué ont pu surmonter la crise en dégageant un surplus vendu à Potosí, pour les autres le recours à une activité extra-agricole est resté ou est devenu nécessaire.

3.4 DEPUIS LES ANNÉES 2000 : DE LA CAMPAGNE À LA MINE

3.4.1 La mine : de plus en plus attractive... et de plus en plus polluante

Depuis les années 2000, la conjoncture est de nouveau favorable à l'activité minière : la forte demande chinoise a provoqué un nette augmentation des cours du minerai et la mine est redevenue lucrative, même à petite échelle. De nombreuses coopératives se remettent à exploiter des concessions attribuées par la COMIBOL, embauchant de nouveaux mineurs, avec des revenus nettement supérieurs²⁶.

La reprise de l'exploitation minière a un effet fortement amplificateur de la pollution, car lorsque les coopératives, au capital réduit et aux techniques d'exploitation rudimentaires, prennent la place de l'entreprise d'Etat sur les sites d'extraction, le système de réutilisation de l'eau existant est généralement abandonné : l'eau sortant du processus de concentration, et polluée par les réactifs utilisés, est dès lors rejetée directement dans les rivières voisines. De même, les petites usines de concentration de minerai ne stockent plus les déchets issus du processus de concentration mais le rejettent également dans les rivières, sans traitement préalable (Jacotot, 2006). Ainsi, dans toutes les communautés situées au sein du massif et dans certaines communautés de colline, à Mondragon notamment, la pollution des eaux par les réactifs utilisés au cours du processus de concentration du minerai a fortement augmenté au cours des cinq dernières années. Cette augmentation limite les surfaces irrigables et l'on peut supposer qu'elle a des conséquences également sur l'activité d'élevage, notamment sur le taux de mortalité des jeunes lamas.

²⁵ La section provinciale est la division administrative qui a été convertie en municipé par la Loi de Participation Populaire (*Ley de Participación Popular*), entrée en vigueur en Bolivie en 1994 (Robin, 2006).

²⁶ Un mineur peut aujourd'hui gagner plus de 2000 bolivianos par mois, alors que le salaire minimum est de 516 bolivianos par mois.

3.4.2 L'abandon de l'agriculture : quelle sécurité alimentaire ?

L'augmentation des salaires des mineurs induit, depuis quelques années, de nouveaux départs : certaines familles dans lesquelles le père travaillant à la mine à Potosí, ne rentre dans la communauté qu'en fin de semaine, alors que la mère gère seule l'exploitation, choisissent de partir s'installer à Potosí pour éviter cet « émiettement de la cellule familiale », selon l'expression de Cortes (2000). Pour l'instant, cette stratégie est adoptée principalement par les paysans élevant des lamas et ne cultivant que peu ou pas de terres : l'absence ou la faiblesse des productions vivrières et la possibilité de faire garder les lamas par une famille restant dans la communauté, conduit beaucoup de familles possédant moins d'une soixantaine de lamas à abandonner la communauté. A Chaquilla Baja, communauté touchée par la pollution de l'eau, on peut émettre l'hypothèse d'une diminution des revenus de l'élevage accentuant ce phénomène.

On peut craindre que dans d'autres communautés, des familles, qui pour l'instant continuent à produire dans leur communauté pour l'autoconsommation ou pour dégager un revenu complémentaire, adoptent la même stratégie, alors que rien ne garantit que les salaires des mineurs vont se maintenir à leur niveau actuel. L'activité minière de Potosí est en effet essentiellement de petite taille et artisanale, ce qui la rend très réactive aux fluctuations des cours du minerai sur le marché international (Jacotot, 2006) : en cas de chute du cours de l'étain, les mineurs se retrouveraient au chômage et sans production agricole.

3.5 CONCLUSION

L'agriculture familiale du municipio de Potosí est marquée par la grande disparité des résultats économiques des exploitations. Ces différences prennent leur origine dans la répartition des populations au sein des différents étages, puis dans l'inégal accès des paysans aux ressources productives. Elles se traduisent par une dépendance plus ou moins marquée vis à vis du contexte politique et économique et des accidents climatiques

A l'étage *puna*, dans les communautés de massif et dans les sections des communautés de piémont ayant accès à la zone de massif et à très peu de terres cultivables, la différenciation des familles d'éleveurs est essentiellement liée à la disponibilité et à la qualité des fourrages en fin de saison sèche, qui conditionne la taille des cheptels de lamas. Les familles qui ont pu se maintenir dans leur communauté malgré la perte de plus de la moitié de leurs troupeaux occasionnée par les accidents climatiques de 1982-1983, sont celles qui ont accès à des mouillères. Dans le massif (SP 1) comme dans le piémont (SP 2), ces familles élèvent actuellement une centaine de lamas (SE 1.1) et une quarantaine d'ovins (SE 2) ; dans le piémont elles cultivent également entre un demi hectare et un hectare en pluvial, mettant en œuvre deux rotations, Pdt//Pdt-Tub2r//Bl-Or//J₃ ans (SC 1) et Pdt//Bl//Or//J₃ ans (SC 2), et élevant une paire de taureaux (SE 4) et des ânes (SE 5) pour les travaux agricoles.

A l'étage *suni*, dans les sections des communautés de piémont n'ayant pas accès aux vastes parcours de la zone de massif, la différenciation des exploitations familiales est liée à l'irrigation : les familles qui réussissent actuellement à vivre de leur seul système de production (SP 3), sans activité extra-agricole, sont celles qui disposent des plus grandes surfaces irriguées. Elles mettent en œuvre quatre systèmes de culture avec pomme de terre en tête de rotation : Pdt//Pdt-Tub2r//Bl-Or//J₃ ans (SC 1) et Pdt//Bl//Or//J₃ ans (SC 2) sur un hectare et demi en pluvial, et Pdt//Fè//Tub2r//J₁ an (SC 3) et Pdt//fè//Bl-Or//J₁ an (SC 4) sur un

hectare et demi irrigué. Elles élèvent également une cinquantaine d'ovins (SE 2) pour la fertilisation de leurs parcelles ainsi qu'une paire de taureaux (SE 4) et des ânes (SE 5).

Dans les sections des communautés de piémont ayant accès à la fois à la zone de massif de l'étage *puna* et à la zone de piémont de l'étage *suni*, la différenciation des exploitations familiales est essentiellement liée à l'irrigation, aucune section n'ayant accès à des mouillères. Les familles qui réussissent actuellement à vivre de leur seul système de production (SP 4) sont celles qui disposent d'au moins un demi hectare irrigué. Elles mettent en œuvre les mêmes systèmes de culture que les autres familles du piémont (SC 1 et SC 2 sur un hectare en pluvial et SC 3 et SC 4 sur un hectare irrigué). Elles élèvent également une trentaine de lamas (SE 1.2.) ainsi qu'une quarantaine d'ovins (SE 2), une paire de taureaux (SE 4) et des ânes (SE 5).

Enfin, à l'étage *quechua*, dans les communautés de collines, les différences économiques entre les familles paysannes sont héritées du système du colonat mis en place par les *haciendas* : seules les exploitations qui avaient accès à l'irrigation avant la réforme agraire ont pu surmonter les difficultés liées au climat et à la crise économique des années 1980. Ces exploitations concentrent la main d'œuvre disponible sur les cultures irriguées, diversifiant leur système de production (SP 6) en mettant en œuvre quatre systèmes de cultures lorsqu'elles disposent de grandes surfaces (SC 3 : Pdt//Fè//Tub2r//J₁ an, SC 4 : Pdt//fè//Bl-Or//J₁ an, SC 5 : Ma//Fè//Bl-Or//J₁ an et SC 6 : Ma//Pdt//Bl-Or//J₁ an), ou au contraire se spécialisant dans la monoculture de maïs sans jachère (SC 7) lorsqu'elles n'ont accès qu'à un demi hectare (SP 7) et que les conditions agro-écologiques et la situation par rapport au marché de Potosí le permettent. Ces familles cultivent également entre trois hectares et trois hectares et demi en pluvial (SC 1 et SC 2) et élèvent des petits ruminants pour fertiliser leurs parcelles, environ soixante-dix caprins lorsque les versants sont très abrupts (SP 7) et des troupeaux mixtes d'une cinquantaine d'ovins et d'une trentaine de caprins (SP 6) lorsque la pente est plus faible. Elles élèvent également une paire de taureaux (SE 4) et des ânes (SE 6) pour les travaux agricoles.

Le **TABLEAU 1** présente la typologie des systèmes de productions actuel à l'échelle du municipio de Potosí.

Jusqu'aux années 2000, les familles paysannes cherchaient à se maintenir dans leur communauté, mais l'augmentation actuelle des salaires des mineurs semble en cause remettre cette situation. De nombreuses familles d'éleveurs du massif quittent volontairement leur communauté pour s'installer à Potosí et l'on peut s'interroger sur les stratégies que vont adopter les paysans à l'échelle du municipio. Une évaluation des performances agro-économiques des pratiques des paysans et des systèmes de culture et d'élevage mis en œuvre s'impose donc pour répondre aux questions posées quant à leur évolution probable.

Les **FIGURES 16 ET 17** résument l'évolution des systèmes de production au sein des grands ensembles topographiques du municipio.

Tableau 1 : Typologie des systèmes de production actuels du municipio de Potosí

SP	Ensemble topographique	Communauté	Section	SE	SC
SP1	Massif	Chaquilla Baja	Chaquilla	SE1:1: 100 lamas SE2: 40 ovins	
SP2	Massif et accès au piémont	Q'umha Mayu		SE1:1: 100 lamas SE2: 40 ovins SE4: 2 taureaux SE5: 2 ânes	SC1 + SC2 (pluvial) [0,5;1] ha
SP3	Piémont	Pati Pati	Sixsicani	SE2: 50 ovins SE4: 2 taureaux SE5: 4 ânes	SC1 + SC2 (pluvial): 1,5 ha SC3 + SC4 (irrigué, pdt): 1,5 ha
SP4	Massif et piémont	Canta Canta		SE1:2: 70 lamas SE2: 40 ovins SE4: 2 taureaux SE5: 4 ânes	SC1+SC2 (pluvial): 1 ha SC3+SC4 (irrigué, pdt): 1 ha
SP5	Turicaya Grande	Orkoyo		SE2: 50 ovins SE3: 30 caprins	SC1+SC2 (pluvial): 3 ha SC3+SC4 (irrigué, pdt) + SC5+SC6 (irrigué maïs): 1,5 ha
SP6	Colline	Mondragon		SE3: 40 caprins SE4: 2 taureaux SE5: 4 ânes	SC1+SC2 (pluvial): 3,5 ha SC7 (irrigué, monoculture maïs)

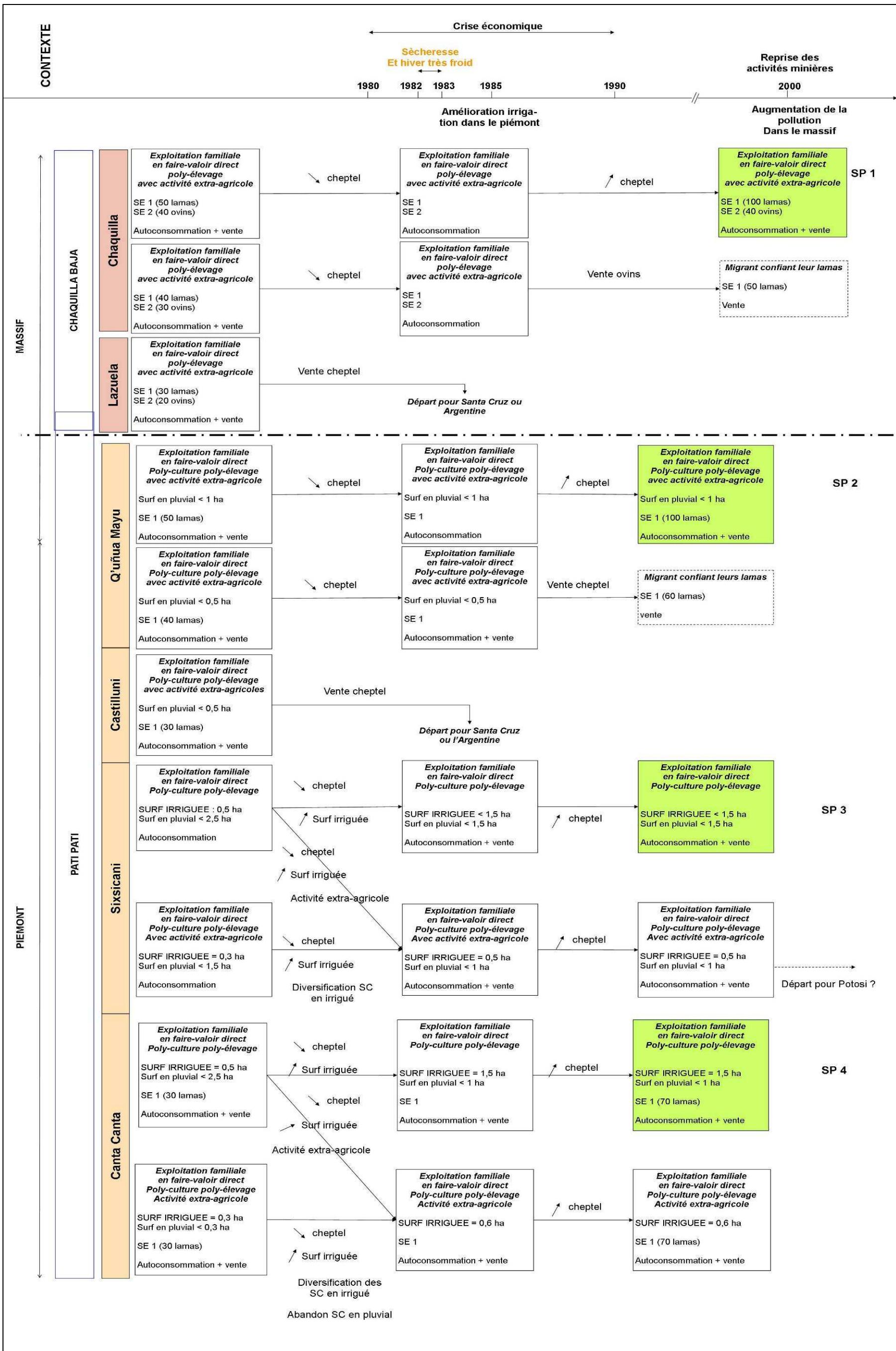


Figure 16 : Evolution des systèmes de production des zones de massif et de piémont.

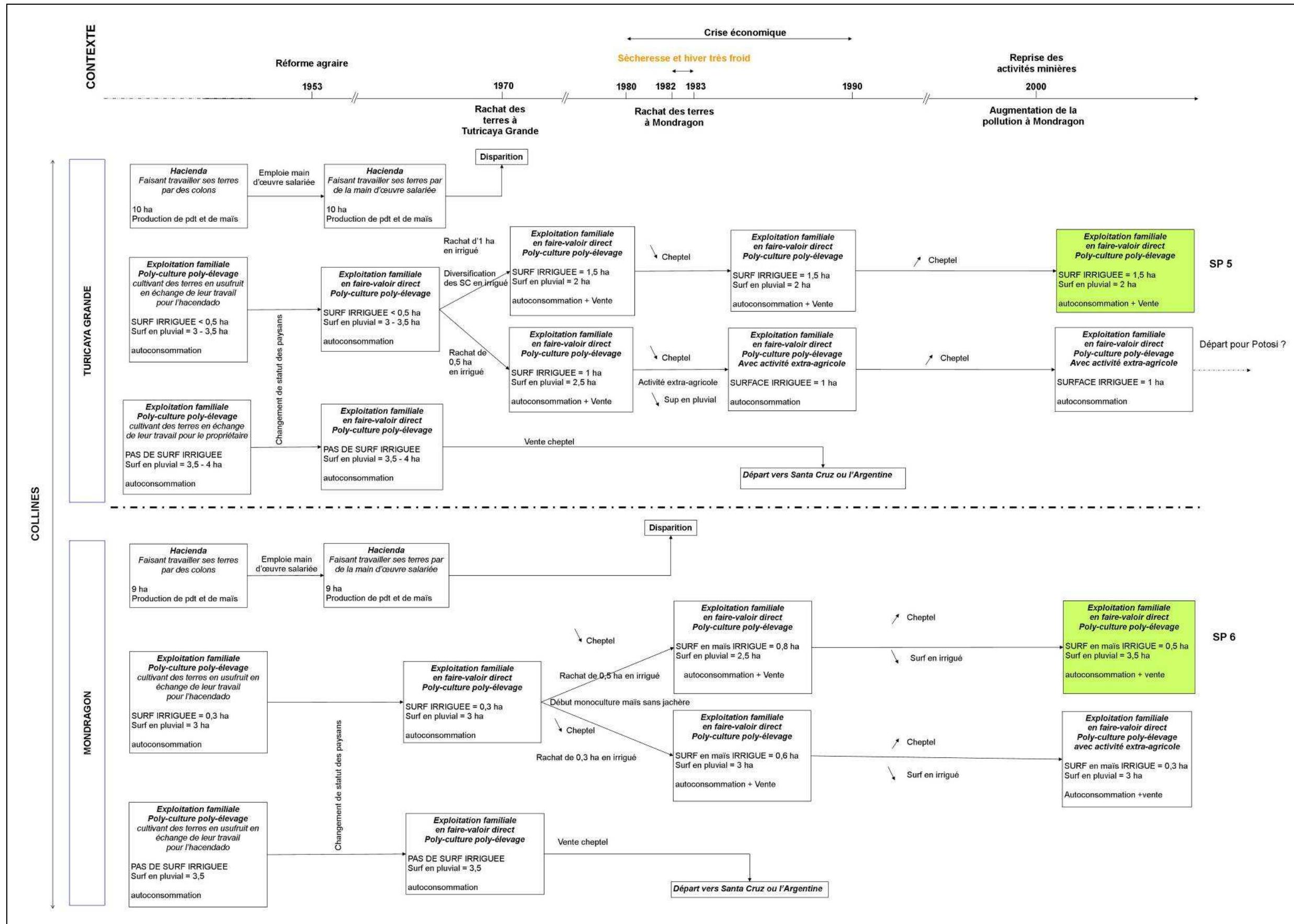


Figure 17 : Evolution des systèmes de production au sein des communautés de collines.

4 DES SYSTÈMES DE CULTURE ET D'ÉLEVAGE AUX CARACTÉRISTIQUES ET AUX PERFORMANCES ÉCONOMIQUES CONDITIONNÉES PAR L'ÉTAGEMENT DU MILIEU

4.1 DES ORIENTATIONS PRODUCTIVES DIFFÉRENTES À CHAQUE ÉTAGE

4.1.1 A l'étage *puna* : des élevages pastoraux extensifs

4.1.1.1 Des troupeaux mixtes de lamas et d'ovins complémentaires

4.1.1.1.1 Des régimes alimentaires valorisant l'ensemble de la végétation spontanée

A l'étage *puna* on trouve, nous l'avons vu, trois grands types de formations végétales : la steppe à *tola* des sommets, la lande à *paja brava* des bas de versants, fonds de vallées et plaines alluviales, et la végétation toujours verte des mouillères. Les deux premières peuvent être désignées par le terme de « parcours »* : leur rendement fourrager est faible, 130 kg/MS/ha/an pour la lande à *paja brava* et 210 kg/MS/ha/an pour la steppe à *tola* (Génin, 1998). La végétation des mouillères, par contre, présente un rendement fourrager plus de dix fois supérieur à celui de la lande à *paja brava* : 2500 kg/MS/ha/an (Génin, 1998). Cette végétation diversifiée est mise en valeur par l'élevage pastoral²⁷ extensif de lamas et d'ovins.

L'association de ces deux espèces permet une valorisation optimale de la zone car les lamas présentent une préférence marquée pour les graminées dures des landes, alors que les ovins sont beaucoup plus sélectifs et recherchent les herbacées tendres des steppes à *tola* (Génin, 1998) : il existe donc une relation de complémentarité et non de concurrence entre les lamas et les ovins vis à vis des ressources fourragères (Tichit, 1995). La végétation des mouillères est réservée aux lamas, qui n'ont pas de sabots mais des coussinets et qui coupent les espèces végétales qu'ils consomment, contrairement aux ovins qui les arrachent ; elle peut ainsi être pâturée sans être dégradée et constitue une ressource fourragère précieuse en fin de saison sèche (de juillet à septembre) : l'accès aux mouillères conditionne, nous l'avons vu, la taille des cheptels de lamas (**FIGURE 18**).

4.1.1.1.2 Des produits d'élevage différents

La complémentarité des ovins et des lamas ne se limite pas à l'utilisation des ressources fourragères : les paysans attribuent des fonctions différentes à l'élevage de ces deux espèces (Tichit, 1995).

La laine de lama est destinée à la fabrication de cordes, sacs et couvertures, alors que celle des ovins est utilisée pour confectionner des vêtements. Ces produits ne sont pas commercialisés : ils servent exclusivement aux familles d'éleveurs. Par contre, la plus grande partie de la viande de lama est vendue, alors que la viande ovine est majoritairement autoconsommée (les familles abattent en moyenne un ovin adulte tous les deux à trois mois). Enfin, les déjections de lamas servent prioritairement de combustible pour la cuisson des aliments, et seul le surplus est vendu ; alors que l'intégralité des déjections ovines est destinée à la vente.

²⁷ D'après Boutonnet (2005), l'élevage pastoral se caractérise par une utilisation exclusive de fourrages spontanés et des produits (laine, viande, fumure) variés.

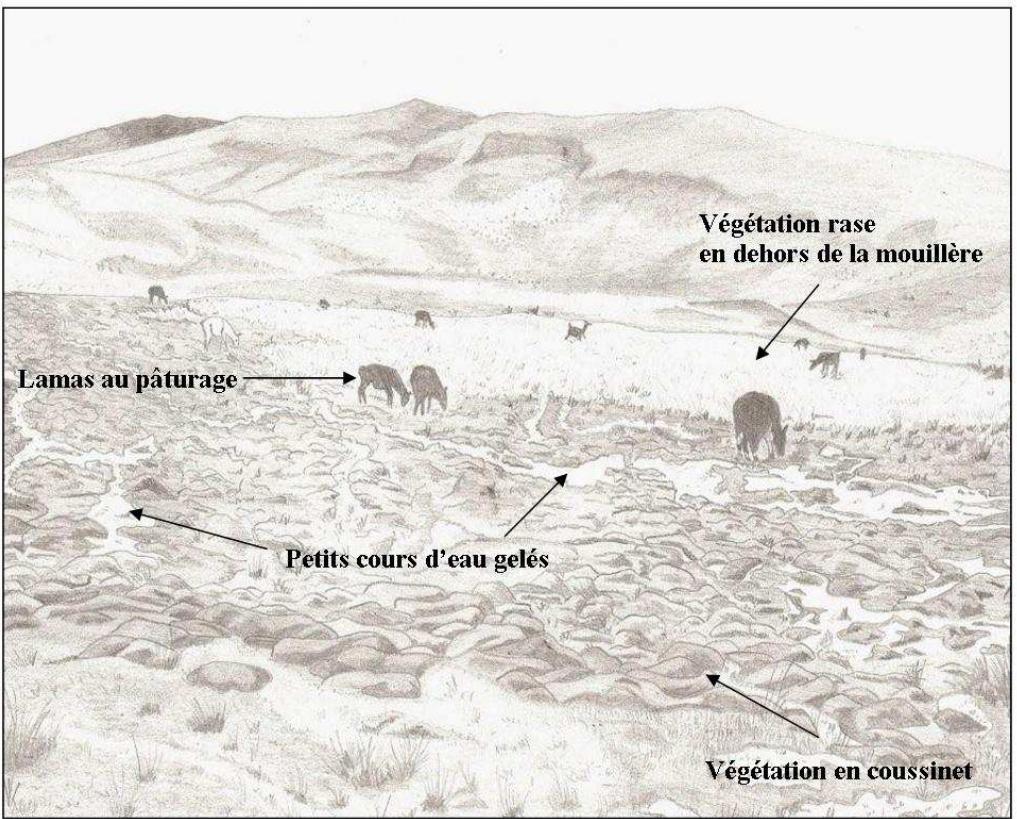
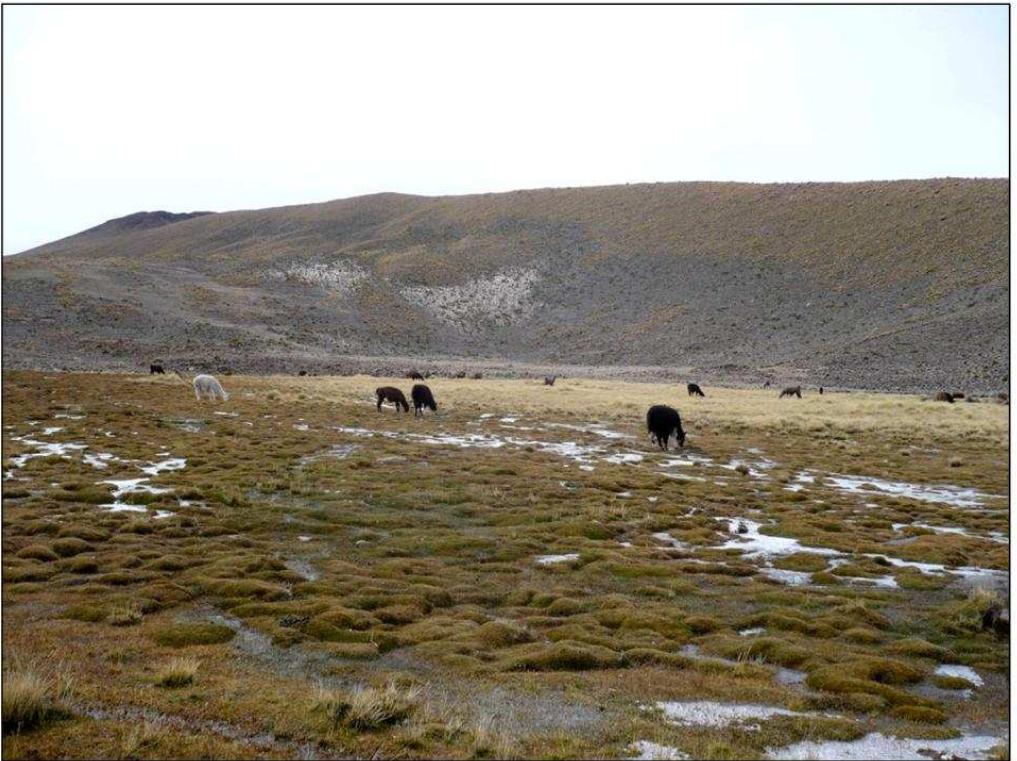


Figure 18 : Lamas pâturent sur une mouillère (Chaquilla, Chaque Baja).

4.1.1.2 Le système d'élevage de lamas : des différences dues à la quantité et à la qualité des ressources fourragères disponibles

L'accès aux mouillères déterminant la taille des troupeaux, nous avons divisé le système d'élevage de lamas en deux sous-systèmes :

- SE 1.1 : élevage de lamas pâturent avec accès à des mouillères (Chaquilla, section de Chaqueilla Baja et Q'unua Mayu, section de Pati Pati)
- SE 1.2. : élevage de lamas pâturent sur un parcours sans accès à des mouillères (Canta Canta, section de Pati Pati)

4.1.1.2.1 Un système d'élevage nécessitant très peu de main d'œuvre

➤ Conduite des troupeaux

La particularité de l'élevage de lamas est qu'il nécessite très peu de main d'œuvre. Le matin, l'éleveur conduit les lamas, sans allotement, sur leur lieu de pâture et les animaux se dispersent ensuite, pâturent toute la journée sans surveillance. De temps à autre, un enfant ou un ancien va s'assurer que les lamas sont toujours dans la zone de pâture. Les lamas rentrent seuls, le soir, dans les parcs à bestiaux et les paysans se contentent de fermer les enclos une fois les animaux à l'intérieur. Conduire les lamas et fermer les enclos nécessite deux heures par jour (soit 0,3 h.j.), pendant toute l'année.

Tous les paysans ont des enclos en pierre à côté de leur habitation pour parquer les lamas la nuit. Ces parcs ont de multiples avantages pour les bêtes, notamment la diminution de perte de chaleur pendant la nuit et la protection contre les animaux sauvages (renards et chiens errants). Le parage des animaux permet également la récupération des déjections.

➤ Prophylaxie

Malgré les nombreuses maladies liées au froid (en saison sèche) et à l'humidité (en saison des pluies) et les parasites externes et internes qui affectent de manière récurrente les troupeaux, les éleveurs ne prodiguent pas toujours de soins vétérinaires à leurs animaux. Dans les deux sous-systèmes identifiés, des éleveurs pratiquent la médicamentation et d'autres non, nous n'avons pas pu déterminer les facteurs expliquant cette différence de pratique.

➤ Gestion de la reproduction

Les mâles et les femelles sont conduits ensemble toute l'année : les éleveurs ne font donc pas de gestion de la reproduction. Les naissances sont cependant regroupées entre les mois de décembre et de février : les femelles étant en chaleur entre janvier et mars et la gestation durant 340 jours (soit onze mois), il ne peut pas y avoir plusieurs périodes de naissance au cours de l'année.

La maturité sexuelle est atteinte à l'âge de trois ans pour les femelles et de deux ans pour les mâles.

Une femelle reproductrice est gardée entre six et dix ans, un mâle reproducteur entre cinq et six ans.

➤ Marquage

Tous les ans, lors d'une *feria*, les éleveurs marquent leurs lamas en leur accrochant des bouts de laine colorés aux oreilles. A chaque propriétaire correspond une couleur, ce qui permet à chacun d'identifier ses animaux lorsqu'ils pâturent avec ceux d'autres troupeaux.

➤ Tonte et ramassage des déjections

La tonte des lamas est effectuée par les hommes une fois tous les deux ou trois ans : un tiers du troupeau est donc tondu chaque année. La tonte nécessite trente minutes par animal (soit 2 h.j pour tondre un tiers d'un troupeau de cent lamas). On peut retirer jusqu'à deux kilogrammes de laine par toison.

Pour ramasser les déjections dans les parcs à bestiaux, il faut une personne durant une journée par mois.

L'ensemble des temps de travaux du système d'élevage de lamas est récapitulé dans la **FIGURE 19**.

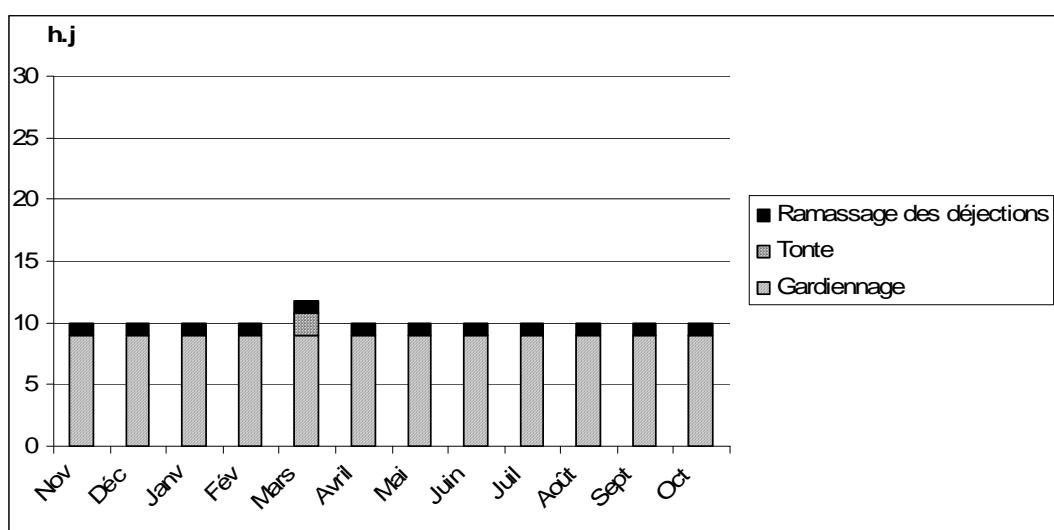


Figure 19 : Calendrier de travail du système d'élevage lamas pour un troupeau de cent femelles reproductrices avec leur suite.

4.1.1.2.2 Un renouvellement variable

Les troupeaux ayant accès à des mouillères au cours de la saison sèche (SE 1.1), présentent un taux de fécondité de 60 %, supérieur à celui des troupeaux pâturent toute l'année sur des landes à *paja brava* (SE 1.2), qui est de 45 %. D'après Jobbé Duval (2005), l'alimentation des troupeaux au cours de l'année et notamment en fin de saison sèche aurait un impact sur la fertilité des troupeaux : les lamas qui n'ont pas accès à des mouillères sont affaiblis par le manque de ressources fourragères de qualité en fin de saison sèche, ce qui diminuerait leur taux de fertilité.

Le taux de mortalité (des jeunes et des adultes) est légèrement plus faible dans le cas du SE 1.1 (21 %) que dans celui du SE 1.2 (28 %). Pour les deux sous-systèmes d'élevage, le taux de mortalité des jeunes (entre 15 et 20%) est nettement supérieur au taux de mortalité

adulte (entre 6 et 8%). Les naissances ayant lieu pendant la saison des pluies (entre décembre et février), lorsque la ressource fourragère est abondante, les taux élevés de mortalité des jeunes ne peuvent pas s'expliquer par une alimentation insuffisante. Ils sont probablement dus au peu de soins apportés aux jeunes et aux prédateurs (condors, renards et chiens errants). La grande majorité des décès des adultes survient à la fin de la saison sèche (septembre-octobre) lorsque les lamas sont maigres et affaiblis par le manque de ressources fourragères.

Avec un taux de mortalité important et un taux de fertilité faible, les troupeaux du SE 1.2 se renouvellent difficilement : les éleveurs gardent leurs femelles reproductrices jusqu'à l'âge de dix ans pour permettre au troupeau de maintenir sa taille sans achat extérieur de femelle. Il est probable que cette pratique influe également sur le faible taux de fertilité du système par rapport à celui SE 1.1, dans lequel les femelles reproductrices sont réformées dès l'âge de six ans.

L'accès aux zones de mouillères conditionne donc le renouvellement des troupeaux : le taux de fertilité supérieur et le taux de mortalité inférieur du SE 1.1. permettent aux éleveurs de renouveler leur troupeau en vendant des femelles (0,03 % du nombre de femelles reproductrices) (**FIGURE 20**), alors que dans le cas du SE 1.2, nous l'avons vu, les troupeaux se maintiennent tout juste (**FIGURE 21**).

Les éleveurs pratiquant le SE 1.1 vendent davantage d'animaux (26 % du nombre de femelles reproductrices sans la prise en compte des réformes), que ceux pratiquant le SE 1.2 (16,5 %).

Quelque soit le sous-système, les réformes sont en partie vendues et en partie autoconsommées (quatre à cinq femelles).

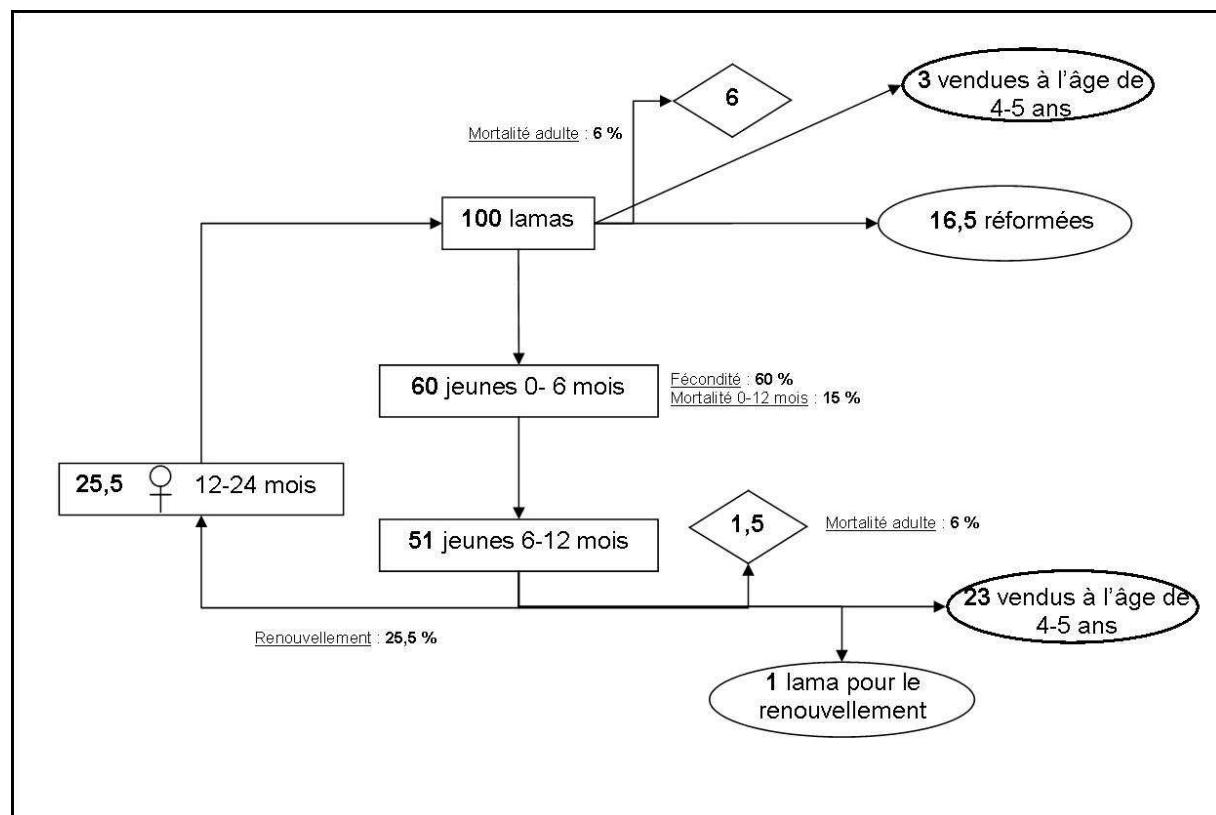


Figure 20 : Schéma de renouvellement d'un troupeau de lamas ayant accès à des mouillères (SE 1.1).

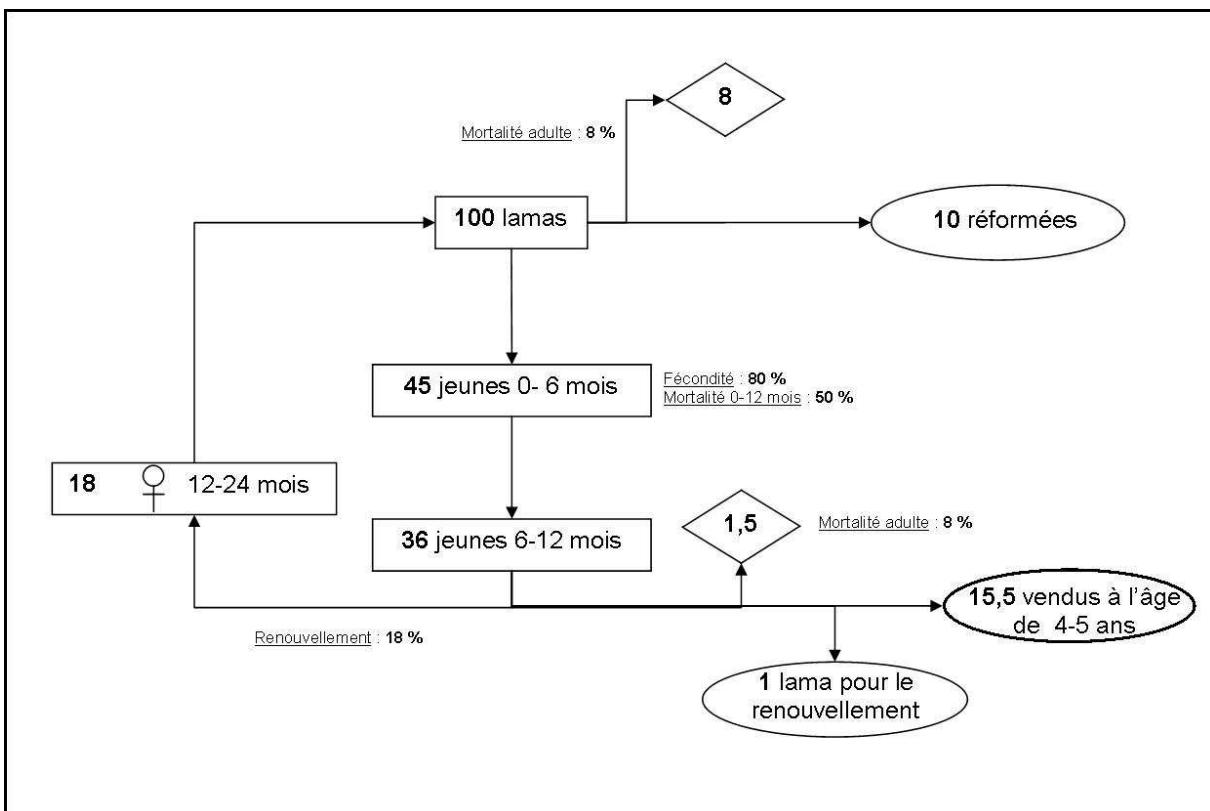


Figure 21 : Schéma de renouvellement d'un troupeau de lamas sans accès à des mouillères (SE 1.2).

4.1.1.2.3 Des résultats économiques différents

Les troupeaux du SE 1.1 comptent, en moyenne, quatre-vingt dix à cent lamas, alors que pour ceux du SE 1.2 le nombre de têtes oscille aux alentours de soixante-dix. Cette différence de taille de troupeau peut s'expliquer par le fait que, comme le montre le schéma démographique, les éleveurs du SE 1.1 peuvent augmenter progressivement leur troupeau en ne vendant plus de femelles, alors que ceux du SE 1.2 ne pourraient le faire qu'en achetant des femelles, ce qui impliquerait des dépenses non négligeables (150 bs^{28*} par femelle de trois ans).

La particularité des systèmes pastoraux extensifs est le faible coût des intrants. Dans le cas de ce système d'élevage, le seul intrant correspond aux médicaments, qui comme nous l'avons dit précédemment, ne sont pas utilisés par tous les éleveurs.

Les revenus dégagés proviennent principalement de la vente de mâles de quatre à cinq ans, au prix de 550 bs l'unité. Avec des troupeaux pâturant sur des zones de mouillères, les éleveurs vendent également des femelles de quatre à cinq ans, au prix de 300 bs l'unité.

Pour les deux sous-systèmes, un cheptel d'une centaine de têtes permet par ailleurs de vendre environ 280 sacs d'une *arroba*^{29*} de déjections, ce qui correspond à un revenu supplémentaire d'environ 1100 bs (4 bs par sac).

Le produit brut dégagé par le système d'élevage de lamas est environ deux fois plus élevé pour le SE 1.1 que pour le SE 1.2 (FIGURE 22). Cette différence s'explique

²⁸ Bs = Boliviano, 1 Bs = 0,101 € (septembre 2008).

²⁹ Une *arroba* = 45,4 kg.

principalement par le nombre d'animaux vendus, supérieur dans le premier cas. Nous ne prenons pas en compte le coût de la prophylaxie, puisque, comme il a été dit précédemment, dans les deux sous-systèmes identifiés, certains éleveurs pratiquent la médicamentation et d'autres pas (le coût des soins est, en outre, relativement peu élevé : 15 bs par tête). La dépense liée aux soins étant la seule consommation intermédiaire, on considérera donc que, pour les deux sous-systèmes, la création de richesse est égale au produit brut dégagé.

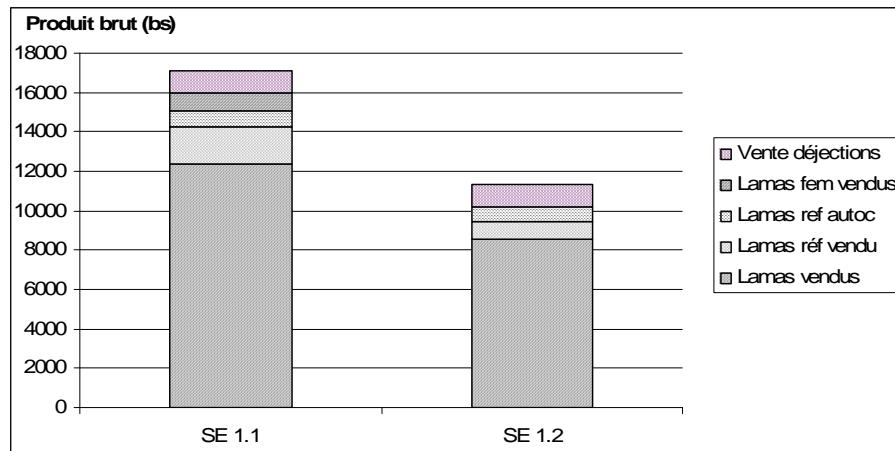


Figure 22 : Contribution des différents sous-produits des deux sous-systèmes de l'élevage de lamas (SE 1.1 et SE 1.2) au produit brut calculé pour cent femelles reproductrices.

4.1.2 Aux étages *suni* et *quechua* : des systèmes de culture et d'élevage interdépendants

Les systèmes de culture et d'élevage mis en œuvre aux étages *suni* et *quechua* sont interdépendants : les ovins permettent la fertilisation des parcelles, les bovins le travail du sol, et les ânes le transport des déjections et des productions, opérations sans lesquelles les cultures ne pourraient pas être pratiquées ; et les cultures quant à elles permettent la complémentation alimentaire des animaux, nécessaire en fin de saison sèche.

4.1.2.1 Des systèmes de culture à base de pomme de terre et de maïs

Les systèmes de culture pratiqués au sein du municipio de Potosí, sont au nombre de sept : deux pluviaux et cinq irrigués. Les systèmes de cultures pluviaux ont la pomme de terre en tête de rotation, tout comme deux des cinq systèmes irrigués. Les trois autres systèmes irrigués sont à base de maïs : deux rotations avec le maïs en tête et une monoculture de maïs sans jachère :

- Systèmes de culture pluviaux : Pdt//Tub2r/ Bl-Or//J₃ ans (SC 1) et Pdt//Bl//Or//J₃ ans (SC 2).
- Systèmes de culture irrigués avec pomme de terre en tête de rotation : Pdt//Fè//Tub2r//J₁ an (SC 3) et Pdt//Fè//Bl-Or//J₁ an (SC 4).
- Systèmes de culture irrigués avec maïs en tête de rotation : Ma//Fè//Bl-Or//J₁ an (SC 5) et Ma//Pdt//Bl-Or//J₁ an (SC 6).
- Monoculture de maïs sans jachère : Ma//Ma//... (SC 7).

4.1.2.1.1 Des aménagements visant à limiter les contraintes topoclimatiques

➤ Des terrasses pour lutter contre l'érosion

Nous avons vu, que jusqu'au milieu du XX^e siècle, les paysans aménageaient et entretenaient des terrasses sur les versants, permettant leur mise en culture en limitant les phénomènes d'érosion. A l'heure actuelle, ces terrasses sont le plus souvent abandonnées, les paysans, ayant accès à davantage de surface irriguée, abandonnent les cultures pluviales sur versant, la construction et l'entretien des terrasses nécessitant beaucoup de temps.

Les murs de soutènement des terrasses alluviales sont, par contre, régulièrement entretenus car les parcelles sont irriguées, plus facile d'accès et plus grandes que sur les versants.

➤ Des murs pour limiter le déficit hydrique et les risques de gelée

Le bocage qui existait déjà avant les années 1950 est toujours présent, et régulièrement entretenu par les paysans, les murs ajourés permettant, nous l'avons vu, de limiter le déficit hydrique et les risques de gelée.

➤ Des infrastructures d'irrigation gravitaire pour limiter la contrainte pluviométrique

Les systèmes d'irrigation par transport gravitaire dans un ensemble de canaux à ciel ouvert n'ont pas changé. La gestion de l'eau est assurée par une autorité de la communauté qui distribue des tours d'eau (durée d'irrigation et volume utilisé, intervalle entre deux irrigations) aux paysans. En fin de saison sèche, lors de l'irrigation précédant l'arairage, aucun tour d'eau n'est mis en place et chacun décide librement de la date d'irrigation. Par contre, au moment des semis (septembre-octobre), un calendrier est fixé, qui devra être suivi jusqu'en décembre, c'est à dire pendant toute la période d'irrigation.

4.1.2.1.2 Des pratiques communes à tous les paysans

➤ Reproduction de la fertilité et lutte contre les adventices

Les modes de reproduction actuels de la fertilité sont similaires à ceux pratiqués à l'époque des *haciendas* : transfert de fertilité du *saltus* vers l'*ager* grâce à l'épandage sur les parcelles des déjections du bétail (environ cinq tonnes de déjections par hectare cultivé), et insertion d'une légumineuse dans les rotations pour enrichir le sol en azote.

De même, la lutte contre les adventices passe toujours par la mise en jachère des parcelles après trois ans de culture, pendant un an pour les parcelles irriguées, trois pour les parcelles en pluvial. L'implantation d'une plante sarclée en tête de rotation permet également, nous l'avons vu, de nettoyer la parcelle des adventices encore présentes après la remise en culture.

➤ Le travail du sol à l'araire

Les paysans travaillent le sol à l'araire, pendant les jachères, avant les semis, et au moment des semis (**FIGURE 23**). L'araire est un instrument de culture attelée légère qui ne retourne pas le sol, à la différence de la charrue qui réalise un véritable labour (Mazoyer et Roudart, 1997). Lors de l'avancement de l'araire, le soc en fer scarifie le sol sur les premiers centimètres. Pour former les billons permettant l'irrigation à la raie, les paysans inclinent l'araire d'un côté lors d'un premier passage et repassent dans l'autre sens en inclinant l'araire de l'autre côté ; ils font de même pour incorporer la végétation des jachères et la fumure.



Figure 23 : Travail du sol à l'araire.

➤ La remise en culture de la jachère

En fonction de la durée de la jachère (un an sur les parcelles irriguées et trois sur celles non irriguées), la remise en culture demande plus ou moins de travail. Au bout d'an, la végétation recouvrant la parcelle en jachère est essentiellement constituée de *paja amarilla* et de graminées tendres éparses ; alors qu'après trois ans, des arbustes ont pu se développer et le tapis herbacé est plus dense, pouvant constituer de véritables pelouses : la végétation est alors plus difficile à déraciner.

➤ Le semis

○ Semis de la pomme de terre et de la fève

Le semis de la pomme de terre et de la fève est réalisé à l'araire. Le paysan dirige les taureaux tirant l'araire et une deuxième personne (généralement une femme) sème derrière lui, dans le sillon creusé. Un deuxième passage avec l'araire est effectué en sens inverse pour recouvrir de terre les semences.

Ce semis nécessite donc deux personnes et le nombre d'homme.jour varie en fonction de la culture : il est nettement plus important pour la pomme de terre (30 h.j/ha) que pour la fève (18 h.j/ha), car la femme doit enfoncer le tubercule dans la terre avec le pied alors que la fève est simplement déposée à la surface du sol.

- Semis des céréales

Le semis du blé et de l'orge fourragère est réalisé par une personne seule. Le paysan forme d'abord les billons à l'araire, puis il sème les graines à la volée, sans effectuer de deuxième passage à l'araire pour les recouvrir. Les temps de travaux sont donc moins importants : 13 h.j/ha.

➤ La récolte

La récolte se fait manuellement à l'aide d'une faux (25 h.j), sauf dans le cas de la pomme de terre. Elle demande davantage de main d'œuvre que le semis et peut nécessiter entre deux-trois jours et un mois (dans le cas de la pomme de terre, avec 50 h.j). Une fois la récolte achevée, les paysans font pâtrir leurs animaux sur les résidus de culture.

➤ Le battage et le vannage des céréales et de la fève

Après avoir récolté les céréales et la fève, les agriculteurs les laissent sécher en tas sur leurs parcelles durant une quinzaine de jours. Une fois la production séchée, ils procèdent au battage pour séparer les graines des tiges : deux à cinq ânes piétinent la récolte mise à plat dans un cercle de pierre (**PHOTOGRAPHIE 9**). Le battage est pratiqué début juillet avec une personne en charge de faire tourner les ânes et deux autres amenant régulièrement la récolte dans le cercle.

A la suite du battage, les graines sont détachées mais elles sont mélangées à de la paille ou des fanes et à des « débris végétaux » issus du piétinement par les ânes. Avec une branche d'arbuste leur servant de balai, les paysans séparent la paille et les fanes du reste. A partir de mi-juillet, le vent se lève et vient alors la dernière étape avant le transport : le vannage. Cette étape consiste à lancer en l'air, par grand vent, un tas de graines mélangées à des débris végétaux.



Photographie 9 : Aire de battage

Les graines qui sont les composants les plus lourds retombent près du paysan, et les débris végétaux sont emportés plus ou moins loin en fonction de leur taille (**FIGURE 24**).

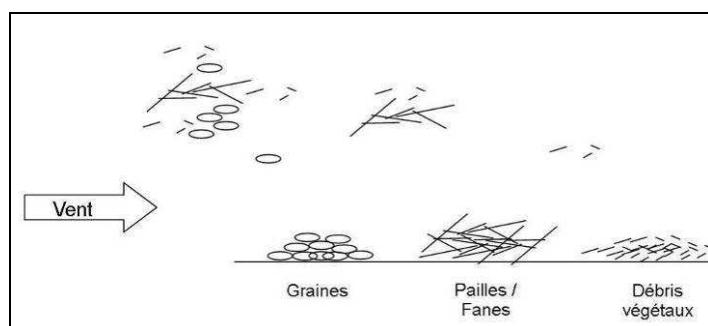


Figure 24 : Le vannage, séparation des graines des débris végétaux.

Le battage et le vannage demandent beaucoup de travail : 8 h.j/ha pour le battage et 10 h.j/ha pour le vannage, dans le cas du blé et de l'orge fourragère ; et 15 h.j/ha pour le battage et 20 h.j/ha pour le vannage, dans le cas de la fève.

4.1.2.1.3 Des systèmes de culture à base de pomme de terre identiques dans les deux étages

Nous présenterons ici deux des quatre systèmes de culture avec pomme de terre en tête de rotation (SC 1 et SC 3), les deux autres (SC 2 et SC 4) étant détaillés dans l'**ANNEXE 8**.

➤ La pomme de terre : une culture omniprésente

Les risques de perte ou de mauvaise récolte sont élevés, à cause notamment des gelées fréquentes au début et en fin de cycle, surtout à l'étage *suni*. Dans ces conditions, les paysans cherchent à garantir au mieux leur sécurité alimentaire en mettant en œuvre des systèmes de culture basés sur des tubercules (pomme de terre, *oca*, ou *papa lisa*) qui sont les moins affectés par le gel (seules les parties aériennes étant atteintes) (Morlon, 1992). La pomme de terre, qui constitue la tête de rotation, est d'autant plus intéressante qu'elle peut être, nous l'avons vu, transformée en *chuño*, pour être conservée et assurer l'alimentation de la famille en cas de mauvaises récoltes.

En pluvial, la pomme de terre en tête de rotation est suivie soit d'une deuxième culture de tubercule (pomme de terre ou tubercule secondaire : SC 1), soit d'une céréale (SC 2) ; et la troisième année, tous les paysans sèment une céréale.

Sur leurs parcelles irriguées les paysans implantent une légumineuse (la fève) la deuxième année, puis cultivent soit un tubercule secondaire, *oca* ou *papa lisa* (SC 3), soit une céréale, blé ou orge fourragère (SC 4). Les paysans intensifient leur travail sur les parcelles irriguées, en ne réalisant, nous l'avons vu, qu'un an de jachère. L'irrigation permet d'obtenir un rendement deux fois supérieur à celui des cultures pluviales.

➤ Le système de culture 1 : Pdt//Tub2r/ Bl-Or//J₃ ans

Ce système de culture, qui comprend deux cycles de tubercules, est essentiellement destiné à l'alimentation de la famille.

L'araïrage est réalisé entre les mois de juillet et d'août (11 h.j/ha) et le semis de la pomme de terre est effectué au moment des premières pluies d'octobre (7 h.j/ha). Un buttage à la bêche et un sarclage à la houe sont réalisés vers le mois de décembre (4 h.j) : ce sont les uniques opérations post-semis de ce système. Le buttage permet d'éviter que les tubercules ne verdissent. La pomme de terre est récoltée entre mars et avril : c'est l'opération qui nécessite le plus de travail (50 h.j/ha), raison pour laquelle les paysans la répartissent sur un mois. Les tubercules secondaires sont généralement semés plus tardivement que la pomme de terre, lorsque les charges de travail diminuent (novembre). Un buttage est réalisé un à deux mois après le semis. Avec une pression des adventices quasi nulle après un premier cycle de culture sarclée, le sarclage des tubercules secondaires n'est pas nécessaire. La période de récolte est décalée d'un mois par rapport à celle de la pomme de terre : les tubercules secondaires sont récoltés entre avril et mai. Les temps de travaux sont les mêmes que pour la pomme de terre.

La production d'un hectare de pommes de terre ou de tubercules secondaires en pluvial est d'environ 55 qq³⁰ (soit 2,5 t).

Une fois récoltées, les pommes de terre sont mises à sécher et sont triées (2 h.j/ha pour le séchage et 4 h.j/ha pour le tri). Les pommes de terre les plus petites sont transformées en *chuño*, et les plus belles (avec le moins d'yeux) sont conservées pour les semis de l'année suivante.

Les rendements de l'orge fourragère et du blé en pluvial sont très faibles : 7 qq t/ha et 9 qq t/ha respectivement.

Les **FIGURES 25 ET 26** récapitulent l'itinéraire et le calendrier de temps de travaux du SC 1 pratiqué sur un hectare.

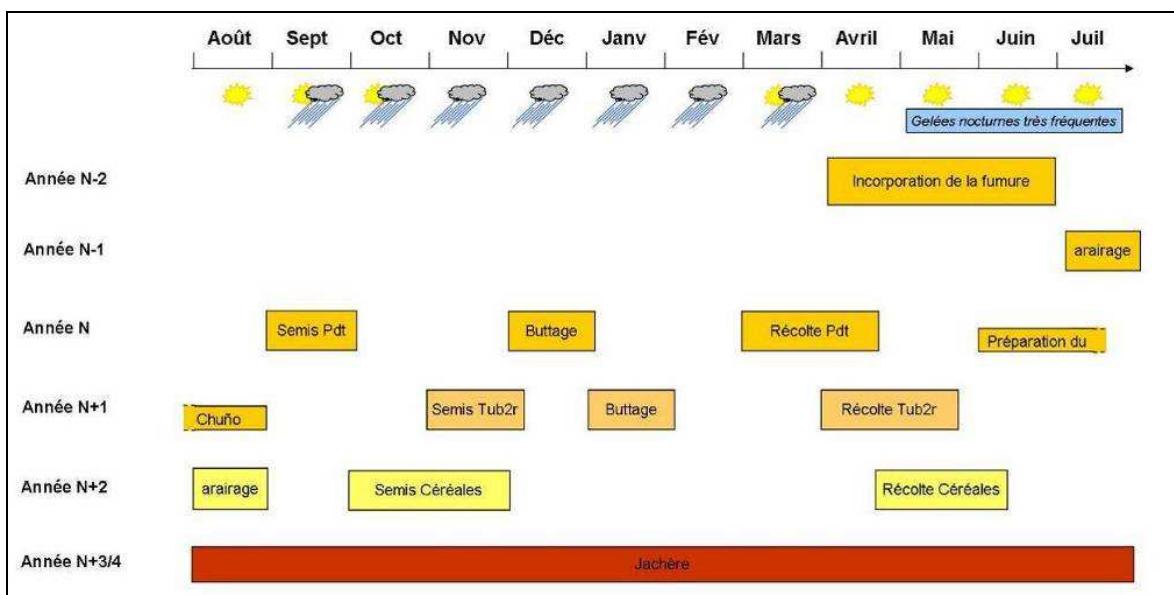


Figure 25 : Itinéraire technique du SC 1.

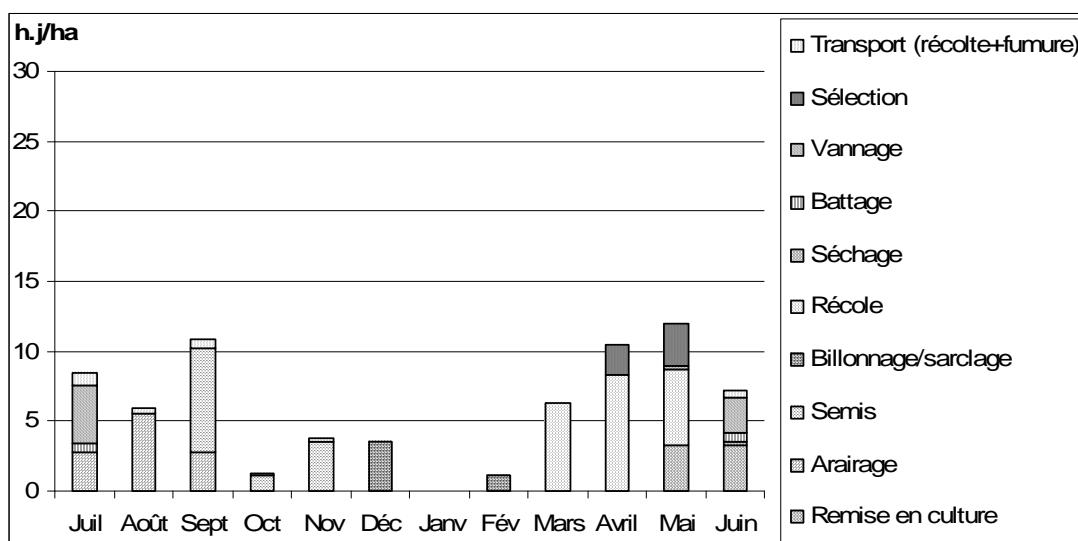


Figure 26 : Calendrier de travail du SC 1 pratiqué sur un hectare.

³⁰ Un *quintal* (qq) = 45,4 kilogrammes.

➤ Le système de culture 3 : Pdt//Fè//Tub2r//J₁ an

C'est le système de culture avec jachère le plus demandeur en main d'œuvre (120 h.j/ha au total) : d'une part parce qu'il comprend deux cycles de tubercules (167 h.j/ha en irrigué), d'autre part parce qu'il est irrigué (la diminution du temps de jachère implique une intensification du travail).

Les itinéraires techniques de la pomme de terre et des tubercules secondaires ont été détaillés précédemment, nous n'y reviendrons pas. Entre les deux cycles de tubercules, les paysans introduisent une légumineuse, la fève, source de protéine pour les hommes comme pour leurs animaux (grâce à l'apport des fanes comme complémentation alimentaire en fin de saison sèche). Sur cette culture, les paysans réalisent parfois un billonnage au cours de la saison des pluies. La récolte est effectuée à partir du mois de mars, le battage à partir du mois d'avril et le vannage à partir du mois de juin. Le rendement de la fève est de 33 qq/ha.

Le pic de travail se situe en septembre, au moment du semis de la pomme de terre (17 h.j.). Si la charge de travail est trop importante, les paysans peuvent cependant décaler l'arairage précédant le semis des tubercules secondaires du mois de septembre au mois d'octobre. Les opérations qui demandent le plus de travail sont l'irrigation et la récolte (24,5 h.j. et 30 h.j. respectivement). Les opérations d'irrigation correspondent à l'entretien des canaux et à l'ouverture des canaux secondaires et tertiaires.

Les **FIGURES 27 ET 28** récapitulent l’itinéraire et le calendrier des temps de travaux du SC 3 pratiqué sur un hectare.

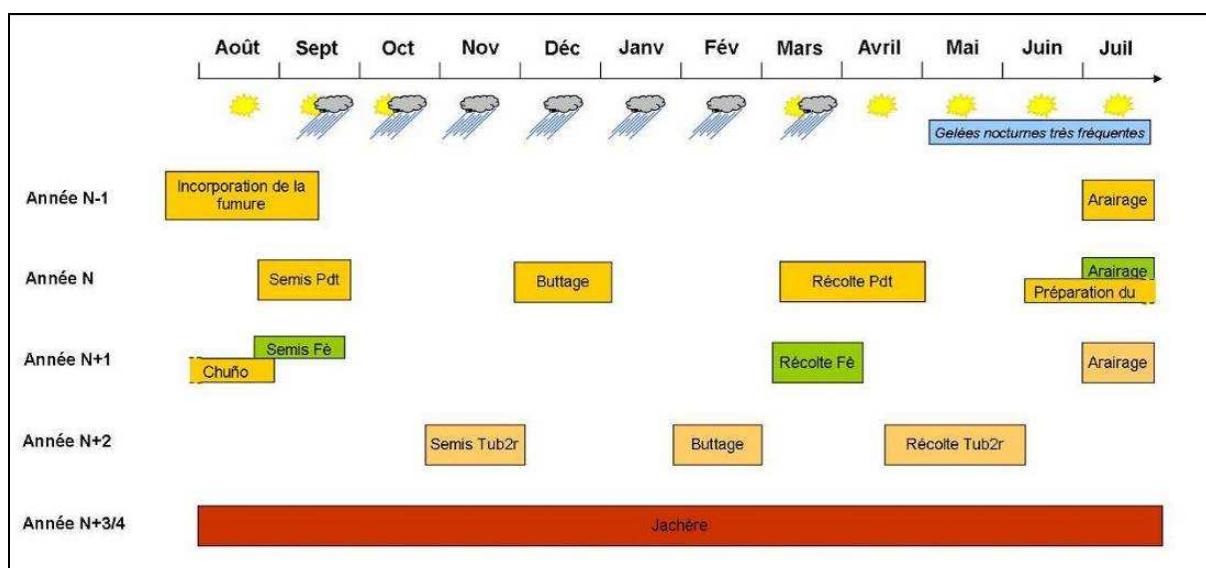


Figure 27 : Itinéraire technique du SC 3.

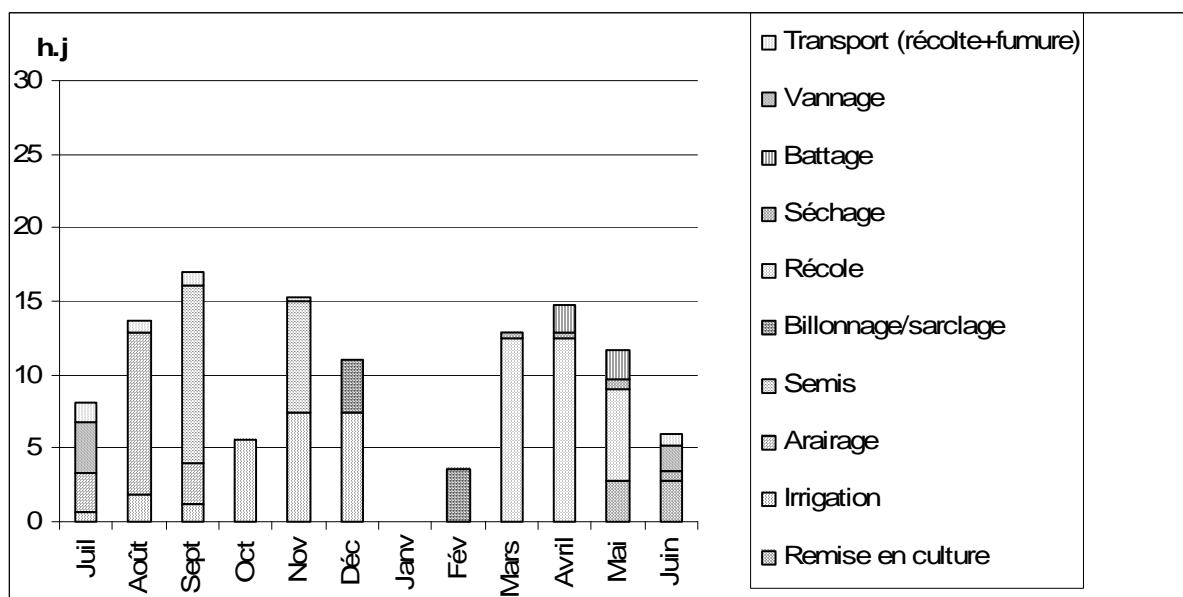


Figure 28 : Calendrier de travail du SC 3 pratiqué sur un hectare.

4.1.2.1.4 Des systèmes de culture à base de maïs spécifiques à l'étage quechua

Nous présenterons ici deux des trois systèmes de culture irrigués basés sur le maïs (SC 5 et SC7), le système de culture 6 étant détaillé dans l'**ANNEXE 8**.

➤ Le maïs : une culture présente uniquement dans les zones les moins froides

Le maïs est cultivé uniquement dans les vallées de l'étage *quechua* : les températures y sont les plus hautes du municipio de Potosí et les gelées sont relativement rares. Les surfaces cultivées en maïs, à l'échelle du municipio, sont donc inférieures à celles cultivées en pomme de terre. Le maïs n'est pas à la base de l'alimentation des paysans, c'est une culture destinée principalement à la vente, également utilisée pour la préparation de la *chicha* (alcool à base de maïs fermenté).

➤ Le système de culture 5 : Ma/Fè//Bl-Or//J_{1 an}

Le maïs est semé fin août - début septembre. Un sarclage et un billonnage (pour assurer une bonne répartition de l'eau d'irrigation) sont effectués vers le mois de décembre (2,75 h.j pour les deux opérations). La récolte est réalisée en mai, les paysans mettent ensuite le maïs à sécher en tas sur les parcelles, avant de l'épier. Les épis et les fanes sont ensuite remis à sécher, puis stockés dans de petits enclos en pierre protégés par un toit de paille.

Avec 97 h.j à hectare, c'est le système de culture irrigué qui demandent le moins de travail.

Les **FIGURES 29 ET 30** récapitulent l'itinéraire et le calendrier des temps de travaux du SC 5 pratiqué sur un hectare.

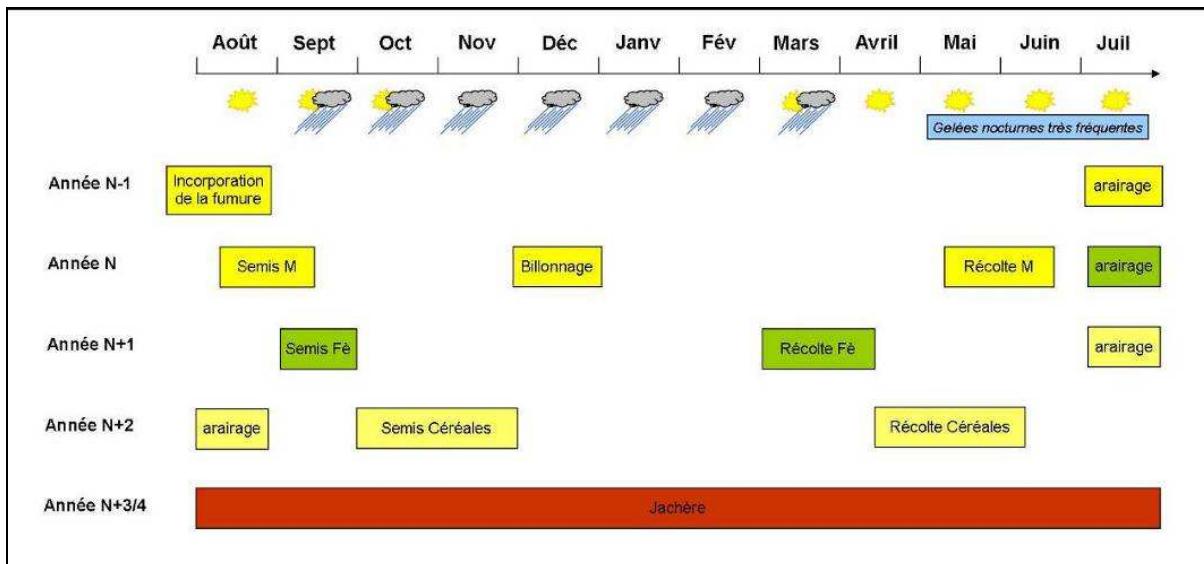


Figure 29 : Itinéraire technique du SC 5.

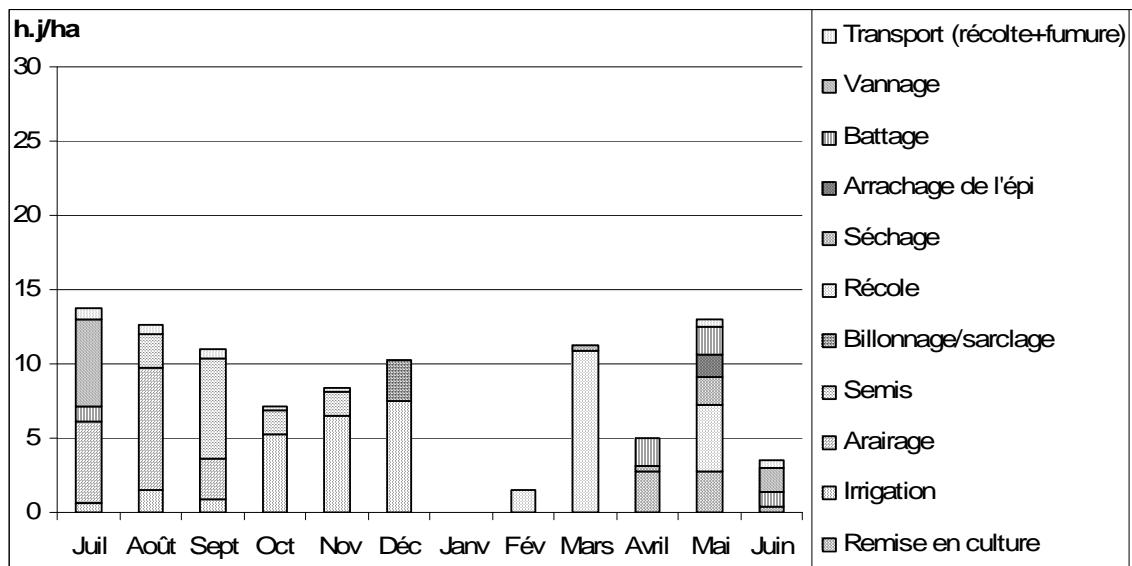


Figure 30 : Calendrier de travail du SC 5 pratiqué sur un hectare.

➤ Le système de culture 7 : monoculture de maïs sans jachère

Dans certaines communautés de l'étage *quechua*, situées aux alentours de 3200 mètres d'altitude, relativement proches de Potosí, et bénéficiant de sols argileux, les paysans mettent en œuvre, sur de petites surfaces irriguées (0,5 hectare), une monoculture de maïs sans jachère.

Ce système de culture est le plus intensif en travail, du fait de l'absence de jachère. L'itinéraire technique du maïs en monoculture sans jachère est similaire à celui du système de culture 5 précédemment présenté.

La **FIGURE 31** présente le calendrier des temps de travaux du SC 7 pratiqué sur un hectare.

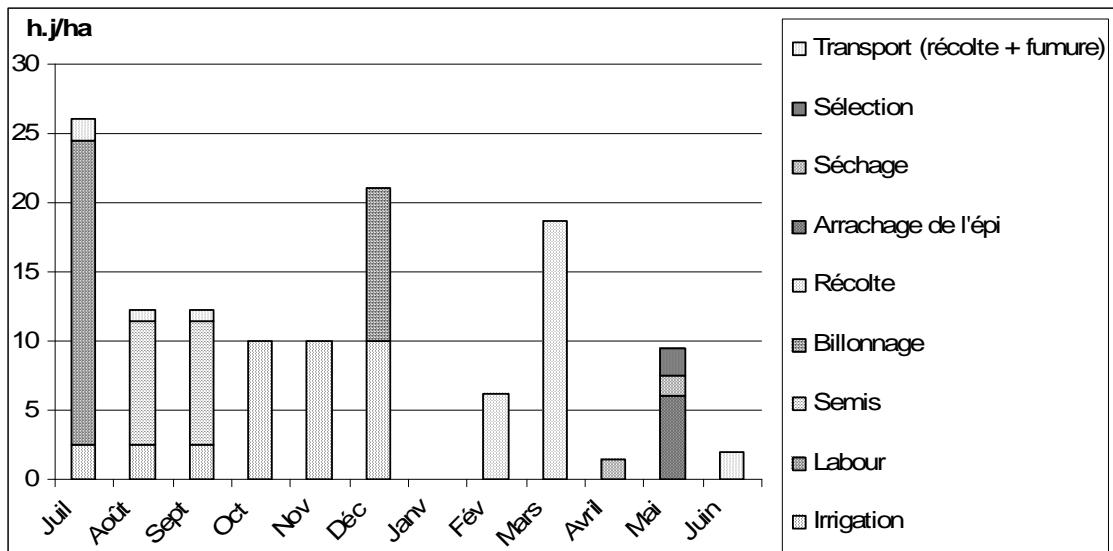


Figure 31 : Calendrier de travail du SC 7 pratiqué sur un hectare.

4.1.2.2 Des systèmes d'élevage indispensables aux systèmes de culture

Aux étages *suni* et *quechua*, les systèmes d'élevage mis en œuvre visent essentiellement à permettre les cultures : les petits ruminants (SE 2 et SE 3) sont élevés pour leurs déjections, utilisées pour reproduire la fertilité sur les terres cultivées ; les taureaux (SE 4) constituent une force de travail nécessaire pour le travail du sol à l'araire ; et les ânes servent au transport des déjections (des enclos aux parcelles à fertiliser), et des productions (de leur lieu de récolte à leur lieu de stockage), ainsi qu'au vannage des céréales et des légumineuses.

Nous nous contenterons de présenter ici les systèmes d'élevage ovin (SE 2) et caprin (SE 3), les systèmes d'élevage de taureaux (SE 4) et d'ânes (SE 5) étant détaillés dans l'**ANNEXE 9**.

4.1.2.2.1 L'élevage ovin : valorisation des pelouses à herbacées tendres des étages *suni* et *quechua*

Dans les communautés de piémont et dans les communautés de collines, où les versants présentent une pente modérée, les paysans élèvent entre une vingtaine et une cinquantaine d'ovins, dont la fonction principale est la production de matière organique pour la fertilisation des parcelles. Les paysans possédant un cheptel de plus d'une vingtaine de têtes peuvent également vendre quelques mâles.

➤ Un élevage agropastoral nécessitant beaucoup de main d'œuvre

- Conduite des troupeaux

Entre la fin des récoltes et le début des semis (d'avril-mai jusqu'en août), les ovins paissent les résidus de récolte sur les parcelles, sous la surveillance d'un berger, généralement un enfant ou un ancien. A partir de septembre, ils sont conduits tous les jours sur les versants et les jachères, où ils consomment les graminées tendres des pelouses et des steppes à *tola* (**PHOTOGRAPHIE 10**). En fin de saison sèche, leur alimentation est complémentée par de l'orge

fourragère et de la paille de blé : la taille des cheptels est donc fortement corrélée avec la superficie cultivée. Les élevages ovins des zones de massif n'ont pas accès à des résidus de culture en saison sèche : ils pâturent les parcours de lande et de steppe toute l'année.



Photographie 10 : Ovin pâturant des graminées tendres d'une steppe à *tola*

Les ovins sont rentrés tous les soirs dans des enclos à bétail. L'élevage ovin nécessite plus de main d'œuvre que l'élevage de lamas: la conduite d'un troupeau, quelque soit sa taille, demande de 30 h.j par mois, soit un actif.

- Prophylaxie

Les ovins sont régulièrement touchés par des maladies cutanées. Les éleveurs leur donnent alors des bains antiseptiques (environ quatre à cinq fois par an) : un bidon de cinquante litres est nécessaire à chaque fois (20 bs l'unité soit 80 à 100 bs par an). Certains vaccinent également leurs animaux ou leur donnent des médicaments lorsqu'ils sont malades. Nous n'avons pas pu obtenir le coût des vaccins ni celui des médicaments.

- Gestion de la reproduction

Les mâles et les femelles sont conduits sur les mêmes zones de pâturage pendant toute l'année. Biologiquement, la brebis est fécondable entre janvier et février et la gestation est d'une durée de cinq mois : la quasi totalité des naissances a donc lieu fin juin. Certaines brebis peuvent être fécondées à cette période mais le cas est extrêmement rare.

Les brebis sont mises à la reproduction vers l'âge de deux ans et les mâles entre un et deux ans. Les brebis reproductrices atteignent l'âge de réforme vers six-sept ans.

➤ Un renouvellement difficile

Le taux de fertilité des ovins élevés dans le municipio de Potosí est de 70 %. Celui de mortalité (des jeunes et des adultes) est élevé : 39 %. Le taux de mortalité des jeunes (30 %) est nettement supérieur à celui des adultes (9 %) : les naissances ont lieu aux alentours de juin, en pleine saison sèche, lorsque les températures sont les plus basses et que les ressources fourragères sont peu abondantes. On note que le taux de mortalité des jeunes ovins est beaucoup plus élevé que celui des jeunes lamas, espèce endémique des Andes : les périodes de naissance différentes pourraient expliquer cette différence. Par ailleurs, jeunes et adultes sont également attaqués par différents prédateurs (condors, renards et chiens errants).

Avec un taux de fertilité faible et un taux de mortalité élevé, toutes les jeunes femelles sont nécessaires au renouvellement (**FIGURE 32**).

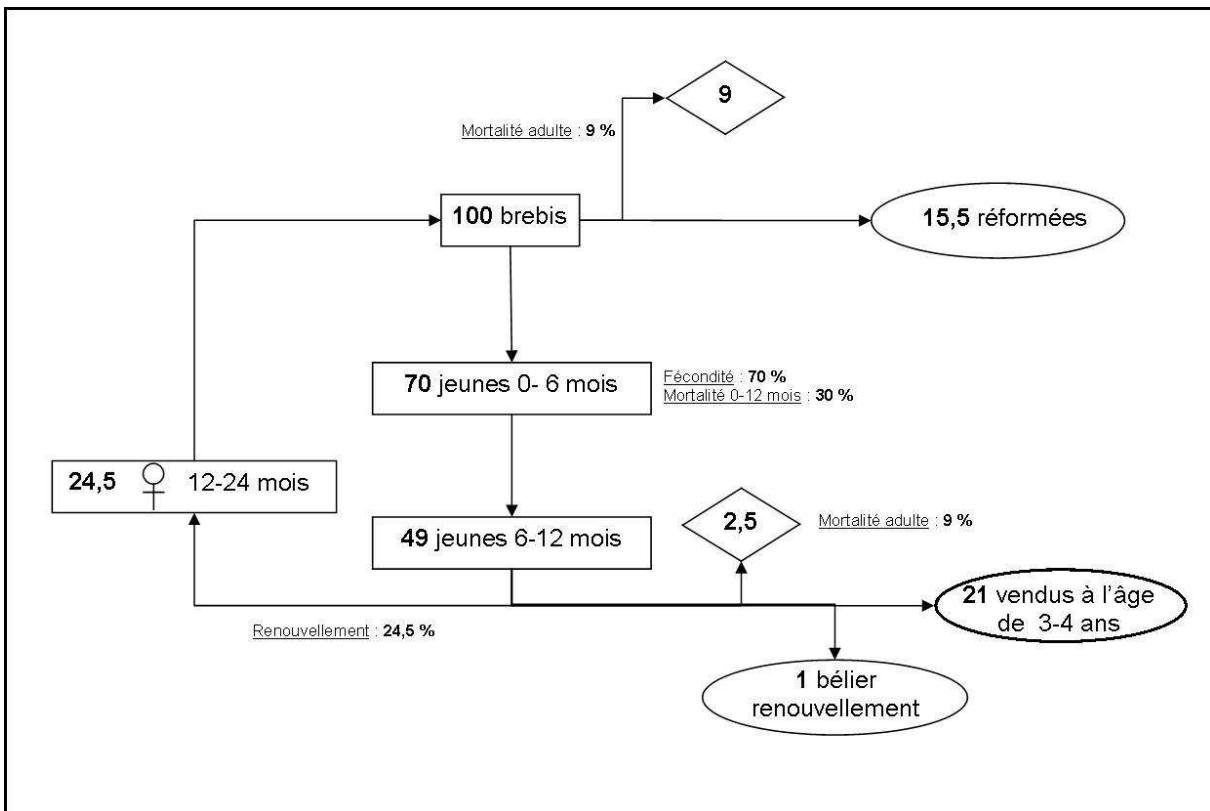


Figure 32 : Schéma de renouvellement d'un troupeau d'ovins (SE 2).

➤ **Un système d'élevage permettant de disposer de déjections mais également de dégager un revenu**

La principale fonction d'un troupeau d'ovins est la production de matière organique, qui évite aux paysans d'acheter des sacs de déjections pour la fertilisation de leurs parcelles. Un troupeau de cent têtes permet aux paysans de disposer de 220 sacs d'une *arroba* par an. Ce système d'élevage permet cependant également aux paysans de dégager un revenu par la vente de mâles de trois à quatre ans (130 bs/mâle, soit un revenu annuel de 2047 bs pour un troupeau de cent têtes), ainsi que de consommer de la viande (les réformes ne sont généralement pas vendues) (FIGURE 33).

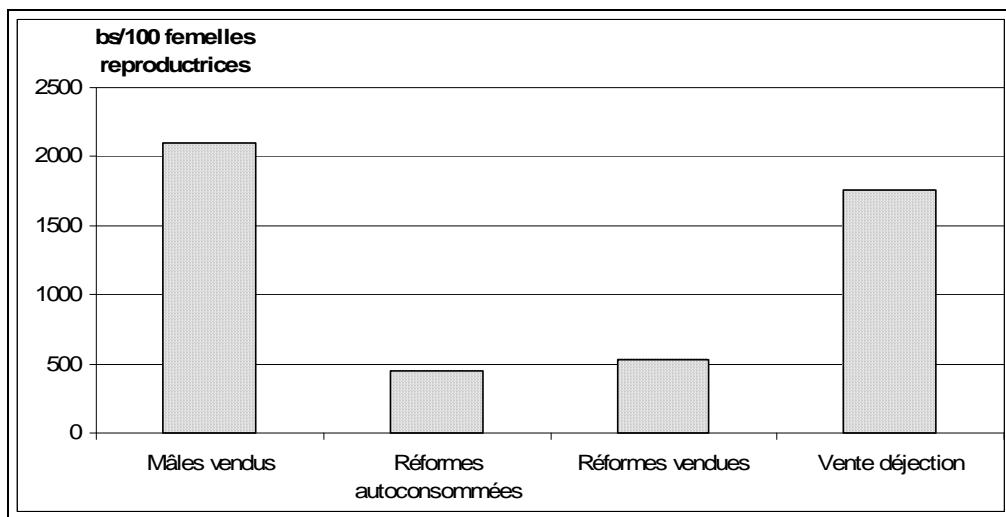


Figure 33 : Contribution des différents sous-produits de l'élevage ovins au produit brut, calculé pour cent femelles reproductrices et leur suite.

En fin de saison sèche, une complémentation à base d'orge fourragère, de paille de blé et de fanes de maïs et de fève est apportée aux ovins. Nous n'avons pas pu estimer les quantités fournies, elles dépendent des systèmes de cultures pratiqués et des rendements utilisés (les éleveurs de l'étage *puna*, quant à eux, doivent acheter de l'orge, au prix de 140 bs le *quintal*).

Pour ramasser les déjections dans les enclos, il faut une personne durant une journée chaque mois. 50 % du troupeau est tondu chaque année en février-mars et dix minutes sont nécessaires pour tondre chaque ovin (soit 0,2 h.j pour tondre dix ovins).

La **FIGURE 34** présente le calendrier des temps de travaux pour un troupeau de cent femelles reproductrices avec leur suite.

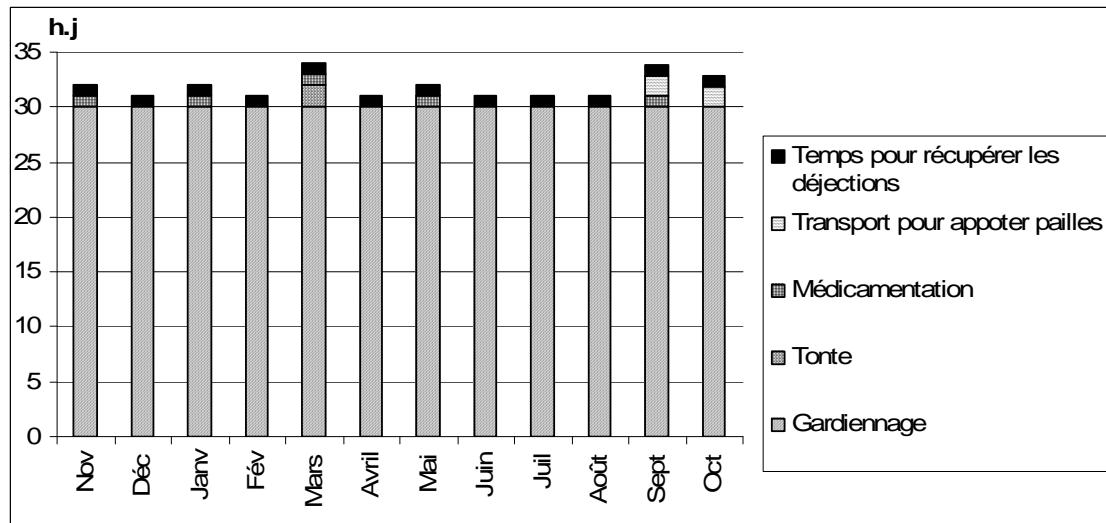


Figure 34 : Calendrier de travail du SE 2 pour cent femelles reproductrices et leur suite.

4.1.2.2.2 L'élevage caprin : valorisation des parcours escarpés de l'étage quechua

L'élevage caprin est peu présent à l'échelle du municipé : il n'est pratiqué que dans les vallées, où les versants sont parfois très abrupts. Par rapport aux ovins, les caprins permettent une meilleure valorisation des parcours escarpés, où dominent les épineux. Le ratio nombre d'ovins sur nombre de caprins est très inférieur à 1 dans les communautés où la pente des versants est très prononcée, alors qu'il est supérieur à 1 dans celle qui présentent des versants moins abrupts.

➤ Des techniques d'élevage similaires à celles de l'élevage ovin

- Conduite des troupeaux

Les caprins pâturent toute l'année sur les parcours des versants encadrant les vallées. Ils peuvent pâturer occasionnellement les résidus de culture après les récoltes, mais les paysans réservent généralement ces ressources fourragères pour leurs taureaux, leurs ânes et leurs ovins.

- Prophylaxie

Les caprins sont, comme les ovins, régulièrement affectés par des maladies cutanées. Les éleveurs leur appliquent alors le même traitement antiseptique.

- Gestion de la reproduction

Les naissances des chevreaux sont réparties sur deux périodes au cours de l'année : trois quarts des naissances ont lieu au mois de mai et un quart au mois de novembre.

Les mâles et les femelles sont conduits ensemble toute l'année, ils sont mis à la reproduction entre un et deux ans. Une chèvre reproductrice est réformée entre cinq et six ans et un bouc vers l'âge de cinq ans.

➤ Un renouvellement également difficile

Avec deux périodes de naissance, le taux de fécondité des caprins (80 %) est supérieur à celui des ovins (70 %).

Le taux de mortalité (des jeunes et des adultes) est élevé : 40 %. Le taux de mortalité des jeunes (30 %) est nettement supérieur à celui des adultes (10 %), en lien, comme dans le cas des ovins, avec le fait que la majorité des naissances ont lieu pendant la saison sèche, lorsque les ressources fourragères sont peu abondantes.

Ce fort taux de mortalité implique que toutes les jeunes femelles sont nécessaires au renouvellement du troupeau (**FIGURE 35**).

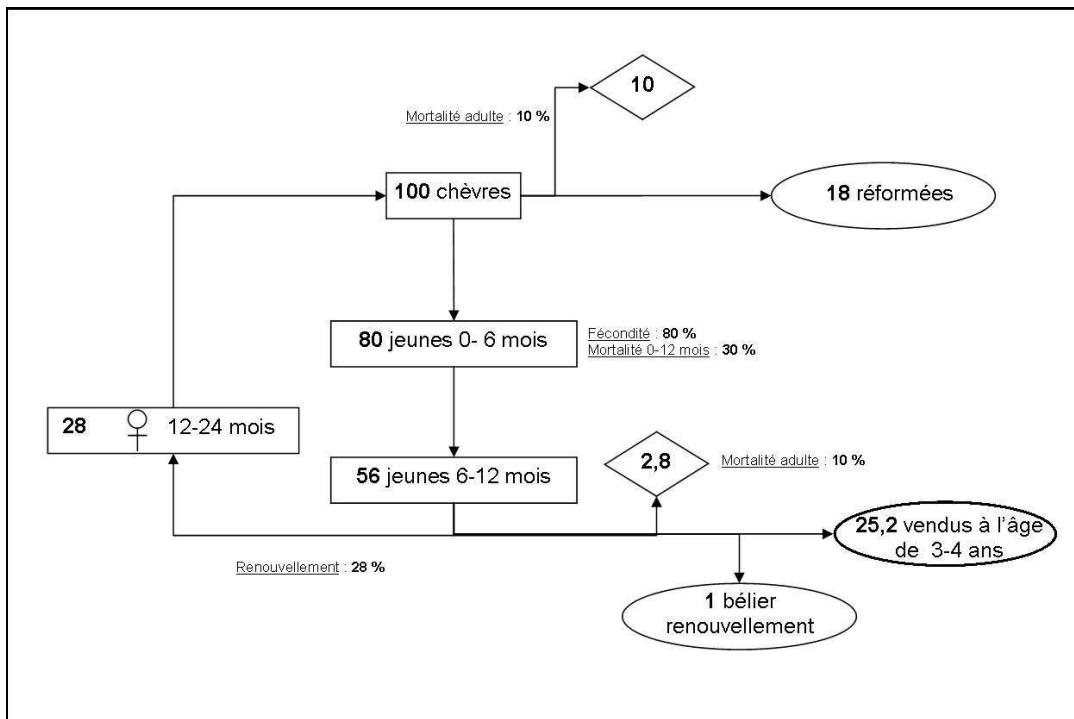


Figure 35 : Schéma de renouvellement du système d'élevage caprin (SE 3).

➤ **Un système d'élevage mis en œuvre uniquement pour reproduire la fertilité des parcelles cultivées**

Comme pour l'élevage ovin, la principale fonction de l'élevage caprin est la production de matière organique pour la fertilisation des parcelles (**FIGURE 36**). Une cinquantaine de caprins produit 200 qq de déjections (soit 9 tonnes). Un mâle de trois à quatre ans est vendu au prix de 35 bs, le revenu dégagé par ce système d'élevage est donc extrêmement faible. Les chèvres sont traies pour la production de fromage, qui reste cependant anecdotique à cause de la faible production laitière.

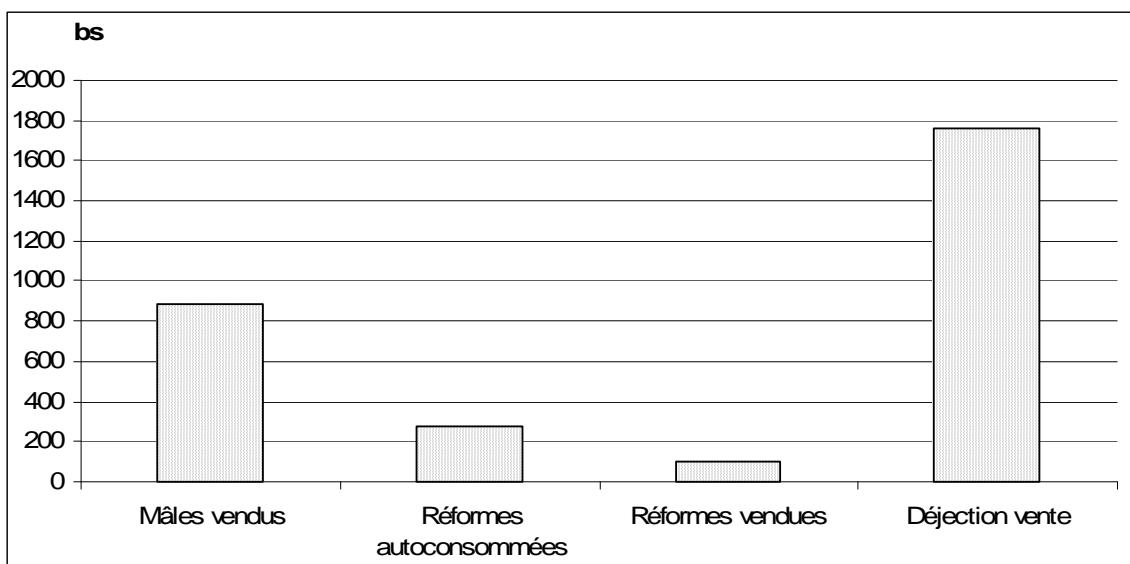


Figure 36 : Répartition des revenus dégagés par les sous-produits du SE 3.

Les femmes traient les bêtes entre les mois de novembre et de février. Les femelles allaitantes, qui ont mis bas au mois de novembre, ne sont pas traies tous les jours, de manière à laisser du lait pour les chevreaux. La traite est effectuée pendant la saison des pluies, le lait est alors plus riche en matières grasses et un peu plus abondant du fait d'une meilleure alimentation, permise par la plus grande disponibilité des ressources fourragères. Il faut compter deux heures par jour pour une personne pour effectuer la traite soit 7,5 h/j/mois (**FIGURE 37**).

Le ramassage des déjections dans les enclos nécessite une personne durant une journée chaque mois.

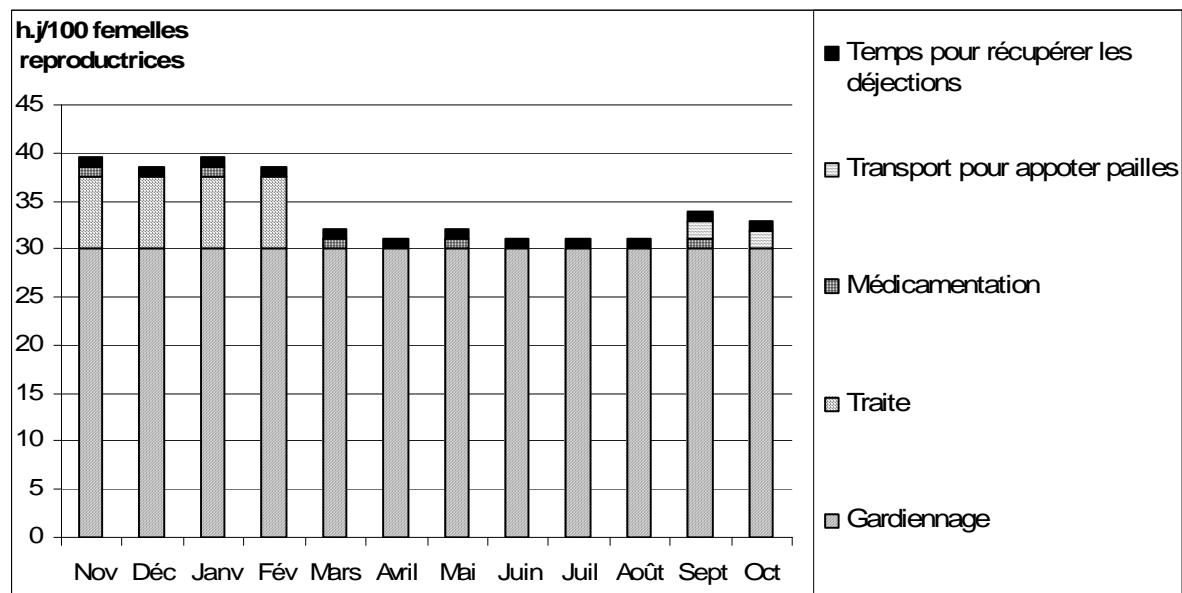


Figure 37 : Calendrier de travail du SE 3 pour cent femelles reproductrices et leur suite.

4.2 DES PERFORMANCES ÉCONOMIQUES TRÈS HÉTÉROGÈNES

4.2.1 L'amélioration des performances économiques des systèmes de culture par l'irrigation

4.2.1.1 Une différence marquée entre prix de vente et prix d'achat

La majorité des productions est autoconsommée : le blé et l'orge fourragère sont principalement destinés à la complémentation des animaux en fin de saison sèche, et la pomme de terre et la fève sont à la base de l'alimentation de la famille. Seuls les éventuels surplus de production sont vendus. Le maïs constitue un cas à part, puisque, nous l'avons vu, la quasi-totalité de la production est vendue. Il convient donc, pour évaluer les performances économiques des différents systèmes de culture, de prendre en compte à la fois les prix d'achat (pour mesurer la valeur monétaire de la production autoconsommée) et les prix de vente, d'autant plus que ces deux prix vont du simple au double, voire du simple au triple. Cette différence de prix implique que les familles ont tout intérêt à assurer leur autosuffisance alimentaire par des cultures vivrières et à ne vendre que leur surplus de production.

4.2.1.2 Un produit brut nettement supérieur en irrigué qu'en pluvial

La différence entre les produits bruts dégagés par les systèmes de culture pluviaux et ceux dégagés par les systèmes de cultures irrigués est très marquée (**FIGURE 38**). Une telle différence s'explique, d'une part par des rendements en pomme de terre et en céréale deux fois plus élevés en irrigué qu'en pluvial, et d'autre part par un prix des céréales nettement inférieur à celui des autres cultures. Il est à noter que les céréales ne sont jamais vendues : l'intégralité de la production servant à la complémentation des animaux en fin de saison sèche.

Parmi les cultures irriguées, c'est la pomme de terre qui dégage le produit brut le plus élevé, suivie du maïs puis de la fève.

Les prix d'achat et de vente du *chuño* sont supérieurs à ceux de la pomme de terre (prix d'achat de 1200 bs/qq contre 200 bs/qq et prix de vente de 400 bs/qq contre 80 bs/qq), mais il faut quatre *quintales* de pomme de terre pour produire un *quintal* de *chuño*. Ceci permet de comprendre que le produit brut du *chuño* soit supérieur à celui de la pomme de terre pluviale mais inférieur à celui de la pomme de terre irriguée.

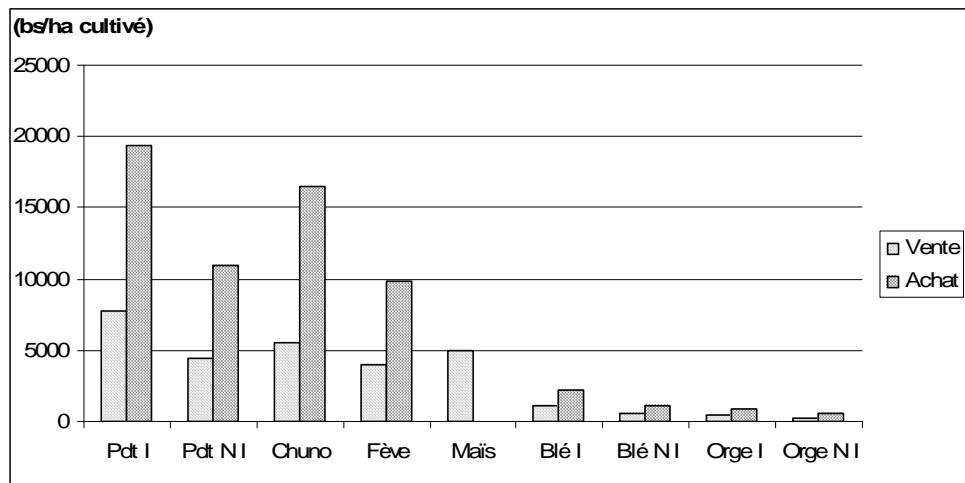
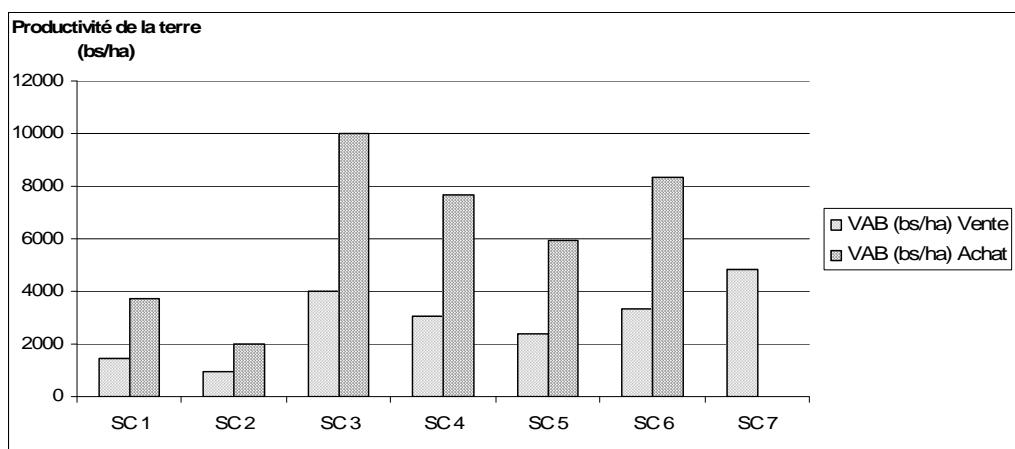


Figure 38 : Produit brut dégagé par culture, calculé avec le prix de vente et d'achat (avec NI = non irrigué et I = irrigué).

4.2.1.3 Une meilleure valorisation de la terre par les cultures irriguées...

Le calcul des produits bruts permet d'évaluer la valeur des différentes productions, mais pour connaître la richesse brute produite par les paysans (Valeur Ajoutée Brute, VAB), il faut soustraire à cette valeur, celle de ce qu'il consomme pour produire. Dans les systèmes de culture mis en œuvre dans le municipio de Potosí, les consommations intermédiaires sont faibles : elles correspondent uniquement à l'apport des déjections du bétail des paysans. Les détails des calculs économiques de chaque système de culture sont en ANNEXE 10.

Le calcul de la productivité de la terre (VAB/ha) permet de comparer l'efficacité des différents systèmes de culture, facteur particulièrement important pour des exploitations minifundistes (**FIGURE 39**).



31

Figure 39 : Productivité de la terre (bs/ha) des systèmes de culture, calculée avec les prix de vente et d'achat.

³¹ SC 1 et SC 2 = pluvial ; SC 3 et SC 4 = irrigué, pommes de terre ; SC 5 et SC 6 = irrigué, maïs, SC 7 = monoculture de maïs sans jachère

On retrouve la différence marquée entre cultures pluviales et cultures irriguées, déjà soulignée par le calcul des produits bruts dégagés: les rendements deux fois supérieurs ainsi que la période de jachère plus courte permettent une création de richesse par hectare nettement plus élevée en irrigué qu'en pluvial. Les paysans n'ayant accès qu'à peu de surface irriguée doivent cultiver de grandes surfaces en pluvial pour assurer leur autosuffisance alimentaire.

C'est la monoculture de maïs sans jachère (SC 7) qui présente la productivité de la terre la plus élevée, grâce à la suppression de la jachère. On comprend donc que lorsque les conditions agro-écologiques et la situation par rapport au marché de Potosí le permettent (cas de Mondragon), les paysans disposant de peu de surface irriguée mettent en œuvre un tel système.

Parmi les systèmes de culture avec jachère, c'est le SC 3 qui crée le plus de richesse à l'hectare : il est basé sur deux cycles de tubercules irrigués qui dégagent, nous l'avons vu, le produit brut le plus élevé par hectare cultivé.

4.2.1.4 ... ainsi qu'une meilleure valorisation de la force de travail

Dans toutes les exploitations du municipio de Potosí, le travail est fourni par les membres de la famille et l'intérêt des paysans est donc de valoriser au mieux leur force de travail. Le calcul de la productivité du travail (VAB/h.j) permet de comparer les différents systèmes de culture sur la base de ce qu'ils « rapportent » par journée de travail (**FIGURE 40**).

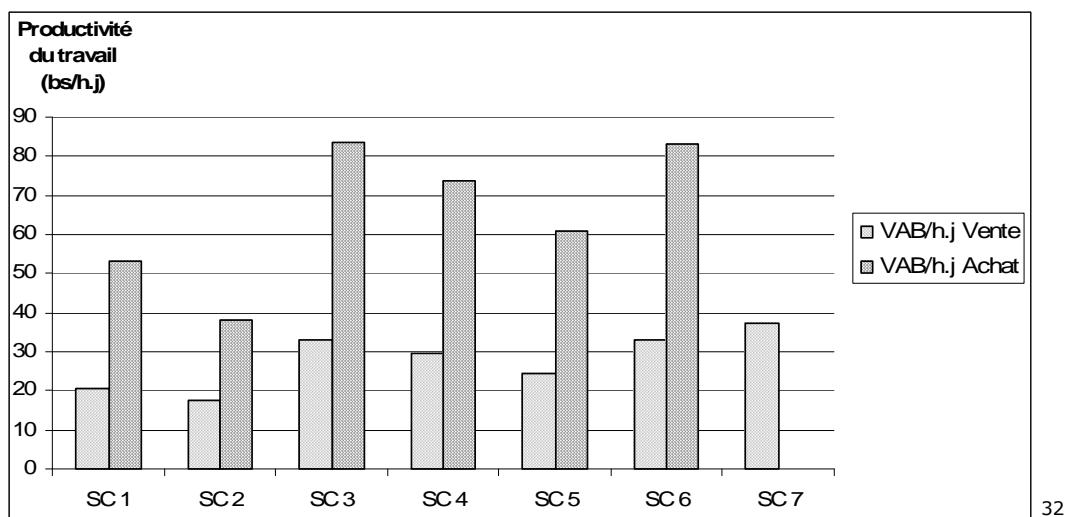


Figure 40 : Productivité du travail (bs/h.j) des systèmes de culture, calculée avec les prix de vente et d'achat.

La différence entre cultures pluviales et cultures irriguées est moindre lorsqu'on les compare en terme de création de richesse brute par journée de travail : les systèmes de culture irrigués sont, nous l'avons vu, nettement plus demandeurs en travail que les systèmes de culture pluviales. Cependant, la productivité du travail reste supérieure pour les systèmes de cultures irrigués et l'on comprend dès lors que les paysans aient tout intérêt à concentrer leur travail sur ces systèmes, qui sont également ceux qui valorisent au mieux la terre.

³² SC 1 et SC 2 = pluvial ; SC 3 et SC 4 = irrigué, pommes de terre ; SC 5 et SC 6 = irrigué, maïs, SC 7 = monoculture de maïs sans jachère

Bien que la monoculture de maïs sans jachère (SC 7) soit la plus demandeuse en travail, la richesse qu'elle permet de créer par journée de travail reste la plus élevée de l'ensemble des systèmes de culture.

On remarque que la productivité du travail du système de culture 6 (SC 6) est égale à celle du SC 3, alors que sa productivité de la terre est plus faible : ceci s'explique par une quantité de travail nécessaire inférieure (**ANNEXE 11**). Le SC 3 comprend deux cycles de tubercule, alors que le SC 6 n'en comprend qu'un.

4.2.2 La supériorité des performances économiques de l'élevage de lamas

4.2.2.1 Un produit brut beaucoup plus élevé

L'élevage de lamas est le système d'élevage qui dégage le produit brut le plus élevé de l'ensemble des systèmes d'élevage (**FIGURE 41**). Le produit brut dégagé est trois à quatre fois plus élevé que celui de l'élevage ovin. Cette différence est liée au prix de vente des jeunes mâles plus élevé pour les lamas que pour les ovins (550 bs contre 100 bs par mâle), le nombre de jeunes vendus étant identique pour des troupeaux de même taille.

Un élevage ovin dégage un produit brut plus élevé que celui d'un élevage caprin, bien que ce dernier permette d'obtenir plus de jeunes pour des troupeaux de même taille. Cette différence est également liée au prix de vente des jeunes mâles (100 bs/ovin contre 35 bs/caprin). D'un point de vue économique, il est donc plus intéressant d'élever des ovins que des caprins, ce qui explique, lorsque les conditions agro-écologiques le permettent, les paysans élèvent prioritairement des ovins.

Dans les systèmes d'élevage de lamas et d'ovins, la plus grande partie du produit brut est dégagée par la vente de jeunes, alors que dans le système d'élevage caprin, c'est la valeur monétaire des déjections qui représente la plus grande partie du produit brut.

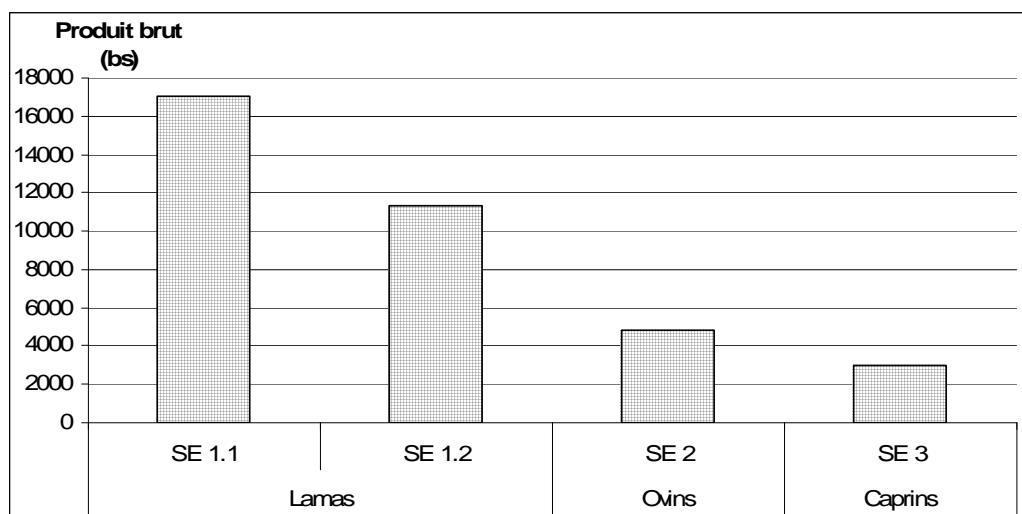


Figure 41 : Produit brut de chaque système d'élevage en considérant cent femelles reproductrices par troupeau.

4.2.2.2 Une création de richesse par femelle reproductrice également supérieure...

Avec des consommations intermédiaires faibles voire nulles, la productivité par femelle reproductrice est quasiment égale au produit brut dégagé par système d'élevage pour cent femelles reproductrices (**FIGURE 42**). Le détail des calculs économiques sont en ANNEXE 12.

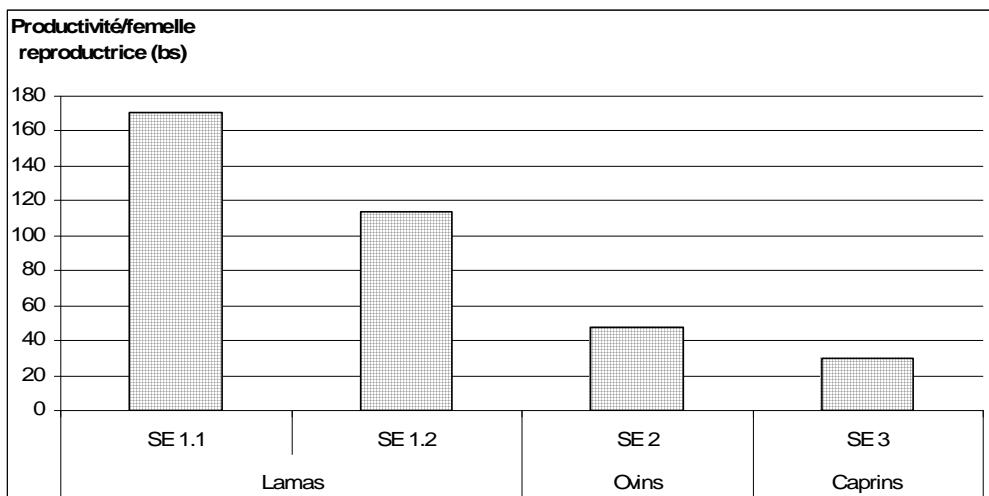


Figure 42 : Création de richesse (bs) par femelle reproductrice par système d'élevage.

4.2.2.3 ... et une productivité du travail incomparable

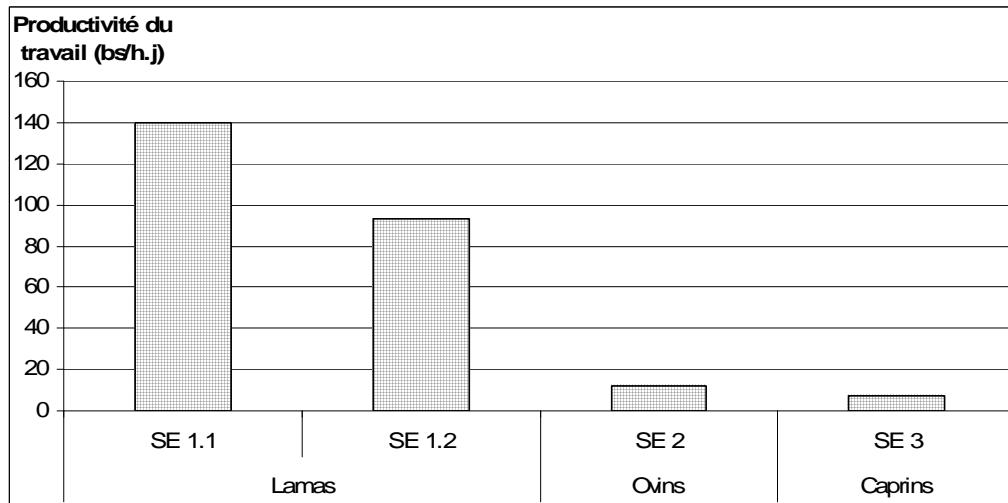


Figure 43 : Création de richesse par journée de travail (bs/h.j) par système d'élevage.

Le système d'élevage de lamas crée plus de richesse par journée de travail que les autres systèmes d'élevage (**FIGURE 43**). Ceci s'explique, d'une part par la valeur ajoutée brute supérieure, et d'autre part par la très faible quantité de travail demandée (121 h.j). La productivité du travail dans les systèmes d'élevage ovins et caprins est relativement faible : environ dix fois moins élevée que dans les systèmes d'élevage de lamas.

4.3 CONCLUSION

A l'étage *puna*, les éleveurs valorisent donc au mieux l'ensemble de la végétation par l'élevage pastoral extensif de lamas et d'ovins. Les performances économiques de ces systèmes sont extrêmement différentes, l'élevage de lamas créant dix fois plus de richesse par journée de travail que l'élevage ovin.

Aux étages *suni* et *quechua*, les paysans mettent en œuvre des systèmes de culture et d'élevage interdépendants, conditionnés par les caractéristiques topoclimatiques et l'accès à l'irrigation. A l'étage *suni*, les paysans pratiquent des systèmes de culture basés sur la pomme de terre, avec une valorisation de la terre et de la force de travail près de deux fois supérieure en irrigué qu'en pluvial. L'élevage a alors une fonction secondaire : il vise essentiellement à permettre la mise en œuvre durable des systèmes de culture.

Enfin, l'étage *quechua* est caractérisé par l'élevage caprin et la culture du maïs irrigué. Les performances économiques de l'élevage caprin sont inférieures à celle de l'élevage ovin, mais les caprins permettent la valorisation des versants abrupts des vallées. La culture de maïs, quant à elle, dégage un produit brut inférieur à celui de la pomme de terre irriguée, mais lorsqu'une monoculture sans jachère est possible, la productivité de la terre et du travail est la plus élevée de tous les systèmes de culture.

Au sein de chaque communauté, les paysans réalisent des combinaisons spécifiques de ces systèmes de culture et d'élevage, en fonction des étages auxquelles elles se situent et de leur accès aux différentes ressources productives, hérité nous l'avons vu, de la période coloniale et des évènements climatiques et économiques des années 1980.

Ce sont donc les systèmes de production³³ qu'il nous faut maintenant analyser pour comprendre réellement l'évolution de l'agriculture à l'échelle du municipio de Potosí.

³³ Un système de production se définit comme une combinaison des facteurs de production (terre, travail et capital) en vue d'obtenir diverses productions (Ferraton N. et al, 2002).

5 DE L'ÉLEVAGE DE LAMAS À LA MONOCULTURE DE MAÏS : DES SYSTÈMES DE PRODUCTION AUX RÉSULTATS ÉCONOMIQUES CONTRASTÉS

Les calculs économiques de chaque système de production sont en **ANNEXE 13**.

5.1 A L'ÉTAGE PUNA : DES EXPLOITATIONS FAMILIALES DÉGAGEANT DES REVENUS CONSÉQUENTS

5.1.1 Des exploitations familiales spécialisées dans l'élevage de lamas

5.1.1.1 Description du modèle (SP 1)

Cet archéotype se situe dans la zone de massif et, plus précisément, à Chaqueilla, section de Chaqueilla Baja (accès à des mouillères).

Le troupeau familial est composé de cent femelles lamas reproductrices (SE 1.1) et de quarante brebis reproductrices (SE 2). Aucun autre système d'élevage n'est pratiqué et la superficie cultivée est nulle.

Le matériel agricole se limite à une tondeuse manuelle pour la tonte des lamas et des ovins, une fourche pour distribuer une complémentation à base de paille et un enclos en pierre de 30 à 50 m² pour parquer les bêtes tous les soirs.

Les lamas et les ovins pâturent les espaces communaux de la section de Chaqueilla, ceux-ci sont composés de parcours de lande à *paja brava*, de steppe à *tola* et de mouillères.

Les lamas pâturent les landes et les steppes pendant la saison des pluies et en début de saison sèche, puis consomment la végétation toujours verte des mouillères à partir du mois de juillet. Les ovins, plus sélectifs, recherchent, quant à eux, les herbacées tendres des steppes à *tola*. Ils peuvent recevoir une complémentation à base d'orge fourragère en fin de saison sèche.

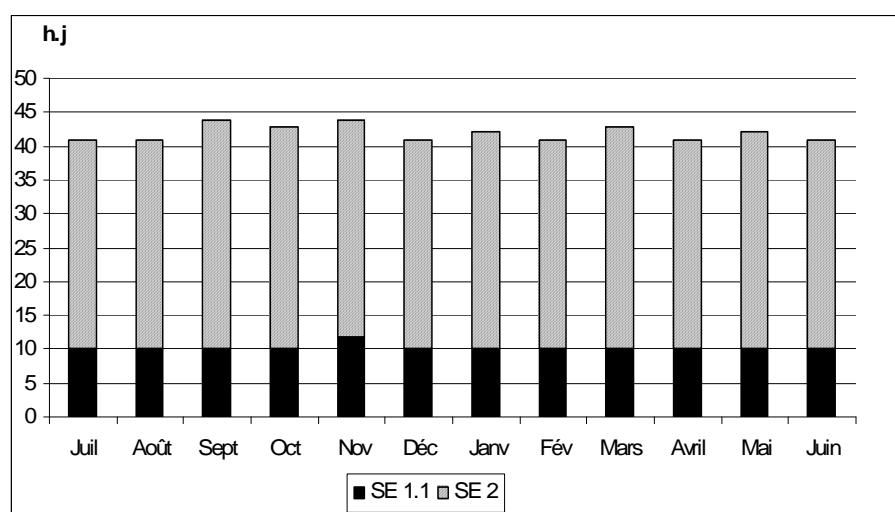


Figure 44 : Calendrier de travail du SP 1.

Le calendrier de travail de ce système (**FIGURE 44**) montre que la quantité de main d'œuvre nécessaire est constante tout au long de l'année : elle représente 1,5 actif, avec un actif dédié principalement à l'élevage ovin. Ce système de travail dégage donc un actif (le père) qui part travailler à la mine.

La **FIGURE 45** résume de manière schématique le fonctionnement du SP 1.

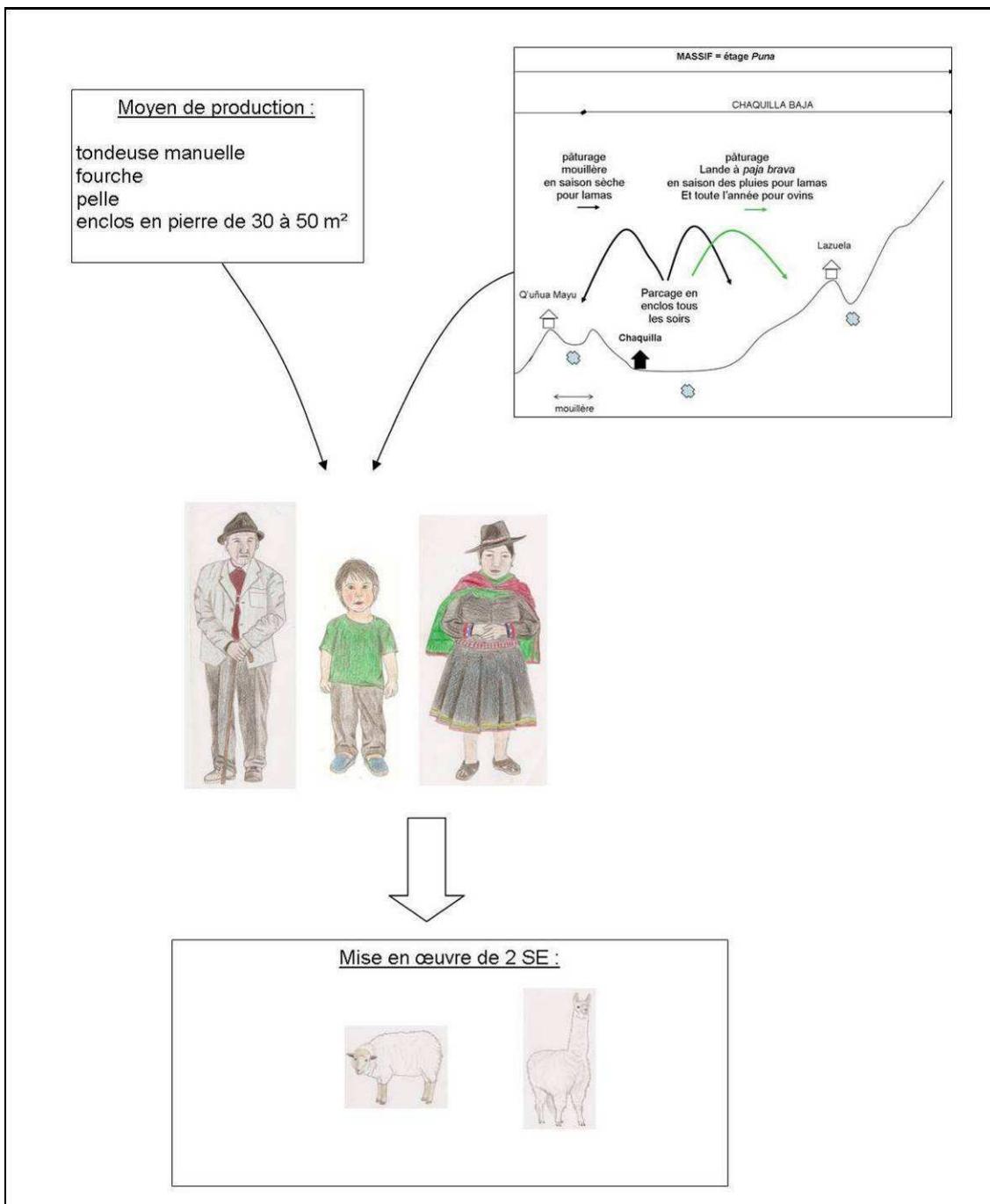


Figure 45 : Schéma de fonctionnement du SP 1.

5.1.1.2 Performances économiques

Grâce à la vente des jeunes mâles, de quelques réformes, de la majorité des déjections ovines et d'une partie des déjections de lamas, le SP 1 permet de dégager une richesse de 19 319 bs sur un an, soit 1073 bs par mois par actif. 90 % du revenu est dégagé par l'élevage de lamas, qui permet de créer une richesse par journée travaillée de 140 bs.

5.1.2 Des exploitations familiales alliant élevage et cultures

5.1.2.1 Accès à des mouillères... mais pas à l'irrigation

5.1.2.1.1 Description du modèle (SP 2)

Cet archétype se situe dans la section de Q'unua Mayu de la communauté de Pati Pati et a donc accès aux vastes parcours et à des mouillères dans la zone de massif, mais également à de petites surfaces en pluvial dans la zone de piémont.

Le cheptel familial est composé de cent femelles lamas reproductrices (SE 1.1), de quarante brebis reproductrices (SE 2), d'une paire de taureaux (SE 4) et de deux ânes (SE 5).

Les cultures sont réalisées en pluvial faute d'accès à l'irrigation : l'exploitation familiale cultivent 1 ha, mettant en œuvre les deux systèmes de cultures pluviaux (le SC 1 sur 0,6 ha et le SC 2 sur 0,4 ha).

L'équipement du SP 2 est plus conséquent que celui du SP 1 mais reste cependant rudimentaire : une tondeuse et une fourche, une pelle, une houe, une bêche, une faux, un araire et un enclos en pierre de 30 à 50 m².³⁴

La conduite des troupeaux de lamas et d'ovins est similaire à celle présentée dans le SP 1, mais les ovins pâturent les résidus de culture à la fin des récoltes et reçoivent une complémentation fourragère plus importante. Les taureaux et les ânes pâturent sur les versants communaux pendant la saison des pluies et sont mis au piquet sur les parcelles après les récoltes. La complémentation fournie à la fin de la saison sèche aux taureaux est plus importante que celle donnée aux ovins, car la période de diminution des ressources fourragères spontanée coïncide avec une forte mobilisation des animaux pour effectuer les travaux de sol et de semis.

Cette famille privilégie le SC 1 qui intègre deux cycles de tubercules pour limiter les dépenses alimentaires. Le SC 2 est pratiqué pour fournir du fourrage aux animaux.

Le pic de travail, à 53 h.j, arrive au mois de septembre lors des semis de tubercules (**FIGURE 46**). Le nombre d'actifs nécessaire au fonctionnement de ce système de production s'élève à 1,8 actif : avec un actif et demi vivant au sein de la communauté et le père, qui travaille à la mine de Potosí mais rentre en fin de semaine, correspondant à 0,3 actif.

Pour cultiver 1 ha en pluvial, il suffit de 0,3 actif. Avec 2,5 actifs, cette exploitation pourrait cultiver jusqu'à trois hectares : l'accès à la terre est donc ici le facteur limitant, avec une main d'œuvre familiale sous-utilisée.

³⁴ Les systèmes de production suivants (SP 3 à S6) auront le même matériel.

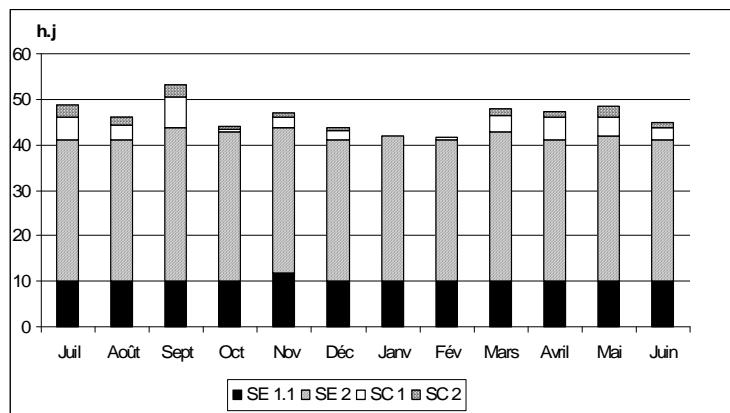


Figure 46 : Calendrier de travail du SP 2.

La FIGURE 47 résume de manière schématique le fonctionnement du SP 2.

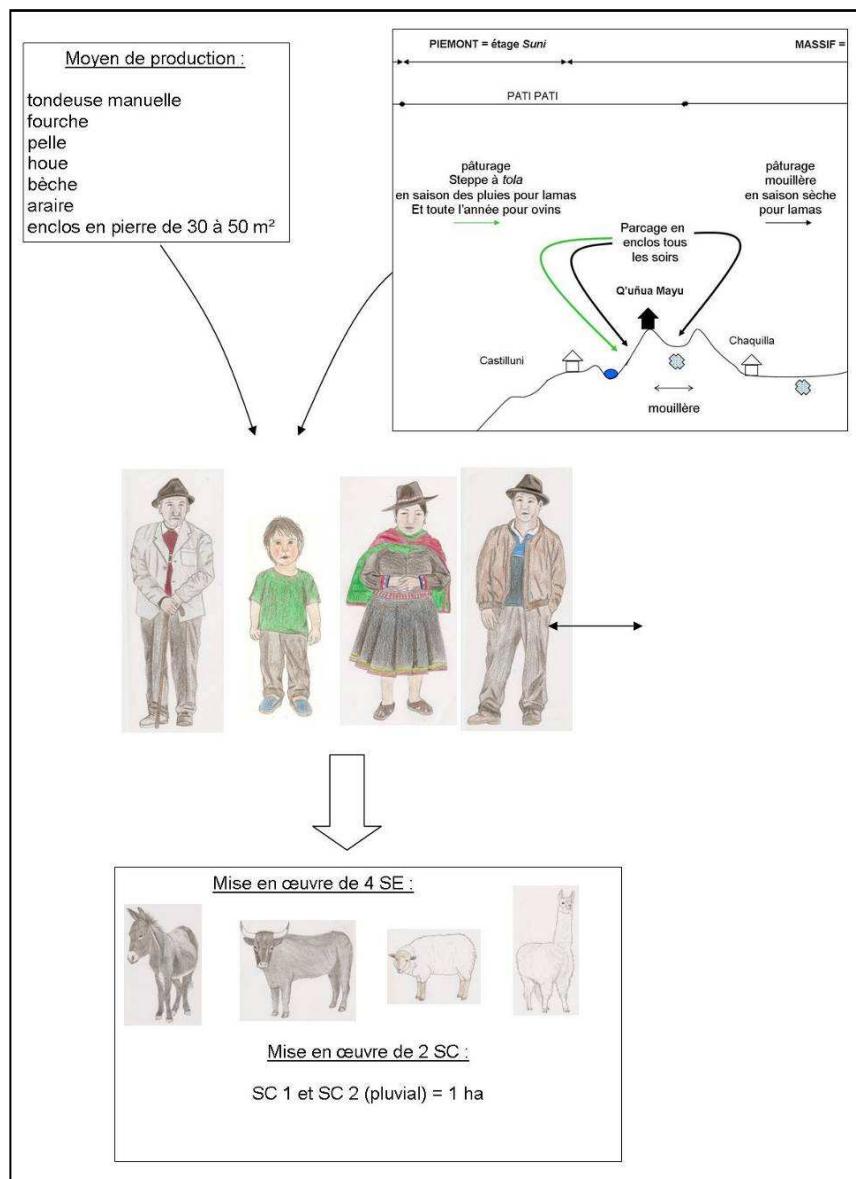


Figure 47 : Schéma de fonctionnement du SP 2

5.1.2.1.2 Performances économiques

En pratiquant les mêmes systèmes d'élevage (SE 1.1 et SE 2) que le SP 1, avec le SE 4 et le SE 5 en plus, et en cultivant 1 ha en pluvial, cette exploitation familiale dégage un revenu de 21 971 bs par an, soit 1017 bs par mois et par actif. Le revenu agricole du SP 2 est donc supérieur à celui du SP 1, mais rapporté au nombre d'actifs, il est inférieur, ce qui s'explique par la faible productivité du travail des systèmes de culture pluviaux.

5.1.2.2 Accès à l'irrigation... mais pas à des mouillères

5.1.2.2.1 Description du modèle (SP 4)

Le SP 4 est mis en œuvre par les familles de la section de Canta Canta de la communauté de Pati Pati. Ces familles ont accès à l'irrigation et aux parcours de la zone de massif mais pas à des mouillères.

Le cheptel de notre archétype est composé de soixante-dix femelles lamas reproductrices (SE 1.2), de quarante brebis reproductrices (SE 2), de deux taureaux (SE 4) et de quatre ânes (SE 5). Il possède deux ânes de plus que le SP 2 car il cultive davantage de surface : deux hectares dont un en irrigué. Les systèmes de culture pluviaux sont identiques à ceux pratiqués dans le SP 2. Les surfaces irriguées sont valorisées par le SC 3 (sur 0,5 ha) et le SC 4 (sur 0,5 ha).

Les lamas pâturent des parcours de lande et de steppe toute l'année : la fin de la saison sèche est donc plus critique pour ce troupeau que pour ceux du SP 1 ou 2, ce qui explique que le nombre de têtes soit inférieur.

L'irrigation autorise la production de fève. Par ailleurs, les rendements de pomme de terre sont doublés (de 55 qq/ha en pluvial à 97 qq/ha en irrigué), ce qui permet à la famille de disposer de suffisamment de tubercules pour sa propre consommation et de produire un *quintal* et demi de *chuño* à partir de six *quintales* de pomme de terre, constituant une réserve permettant de pallier aux pertes de récoltes fréquentes liées aux aléas climatiques. La plus grande partie de la production de fève est autoconsommée (5 qq sur 6,6 qq produits), le surplus est vendu.

Le pic de travail, 69 h.j (2,3 actifs), correspond aux semis de la fève et de la pomme de terre au mois de septembre (**FIGURE 48**). De mars à août, deux actifs suffisent, et aux mois de janvier et février les seules tâches à accomplir sont liées à l'activité d'élevage.

Ce système de production atteint pratiquement sa surface maximale par actif : en maximisant le nombre d'homme.jour lors de la pointe de travail pour qu'il soit égal à 2,5 actifs, la SAU/actif passe de 0,8 ha à 1 ha. Les superficies irriguées et pluviales sont donc limitantes mais moins cependant que dans le SP 2.

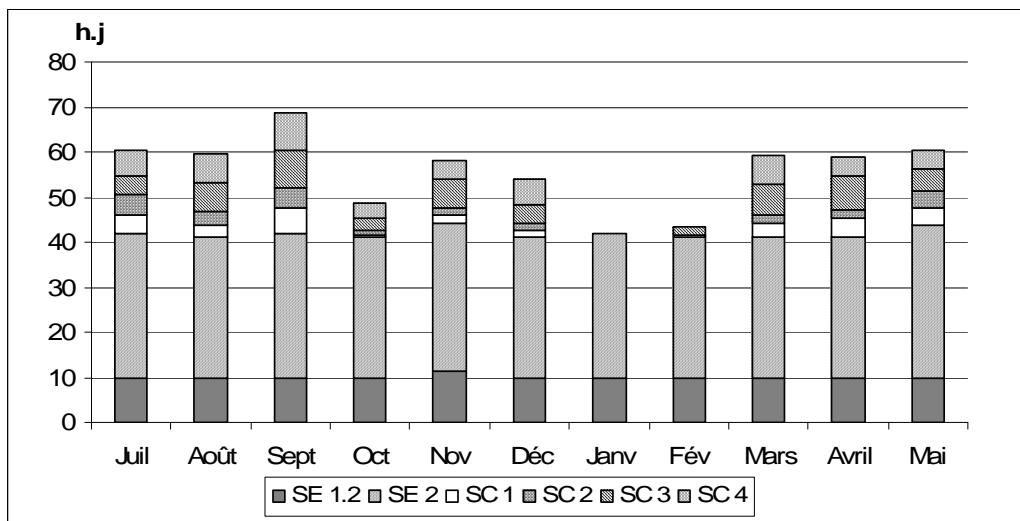


Figure 48 : Calendrier de travail du SP 4.

La FIGURE 49 résume de manière schématique le fonctionnement du SP 4.

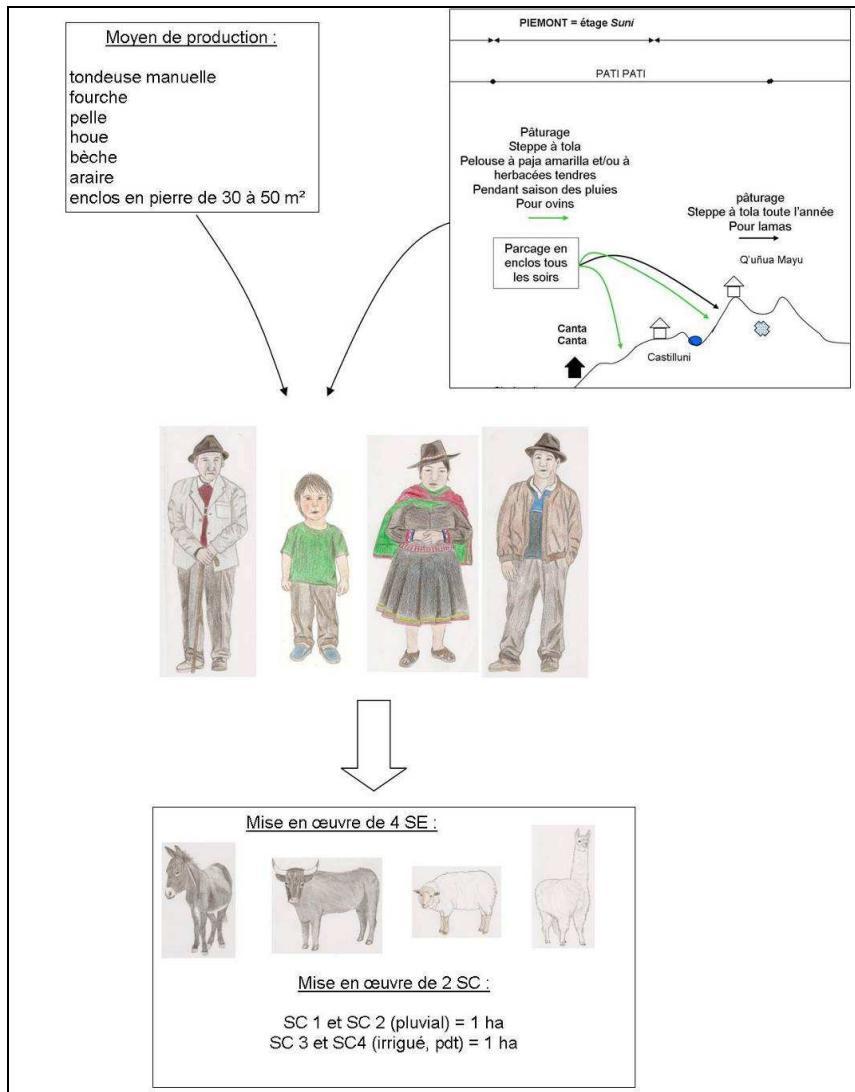


Figure 49 : Schéma de fonctionnement du SP 4.

5.1.2.2.2 Performances économiques

Ce système de production permet de dégager un revenu agricole annuel de 20 029 bs, soit 725 bs par actif et par mois. Le revenu agricole du SP 4 est donc supérieur à celui du SP 1 : la pratique de cultures permet de compenser les performances économiques moindres du SE 1.2 (liées au manque de ressources fourragères en fin de saison sèche). Cependant il est inférieur au revenu agricole du SP 2, qui pratique lui aussi des cultures. Par contre, ramené par actif, le revenu agricole du SP 4 est inférieur à ceux du SP 1 et du SP 2 : ceci s'explique principalement par la productivité inférieure du SE 1.2 par rapport au SE 1.1.

5.2 AUX ÉTAGES SUNI ET QUECHUA : DES EXPLOITATIONS FAMILIALES PLUS EN DIFFICULTÉ

5.2.1 Dans le piémont : un système de production centré sur la pomme de terre

5.2.1.1 Description du modèle (SP 3)

Le modèle du SP 3 correspond à une exploitation familiale de Sixsicani, section de Pati Pati, disposant de trois hectares dont la moitié en irrigué. C'est le système de production qui a la plus grande proportion d'irrigué. Les surfaces irriguées sont mises en valeur par le SC 3 (1 ha) et le SC 4 (0,5 ha),, le reste étant cultivé en pluvial (SC 1 sur 0,75 ha et SC 2 sur 0,75 ha). Le SC 3, pratiqué sur deux tiers de la superficie irriguée, permet de produire suffisamment de tubercules (30 qq) et de *chuño* (4 qq) pour l'autoconsommation familiale, et de vendre 17 qq de pomme de terre. La fève produite est majoritairement vendue (7,4 qq sur 12,4 qq produits), avec 5 qq autoconsommés.

Le cheptel familial est composé de cinquante brebis reproductrices (SE 2), deux taureaux (SE 4) et quatre ânes (SE 5).

Comme pour le SP 4, le pic de travail se situe en septembre et nécessite presque 2,5 actifs (**FIGURE 50**). Le reste de l'année, seuls deux actifs sont nécessaires au fonctionnement du système de production.

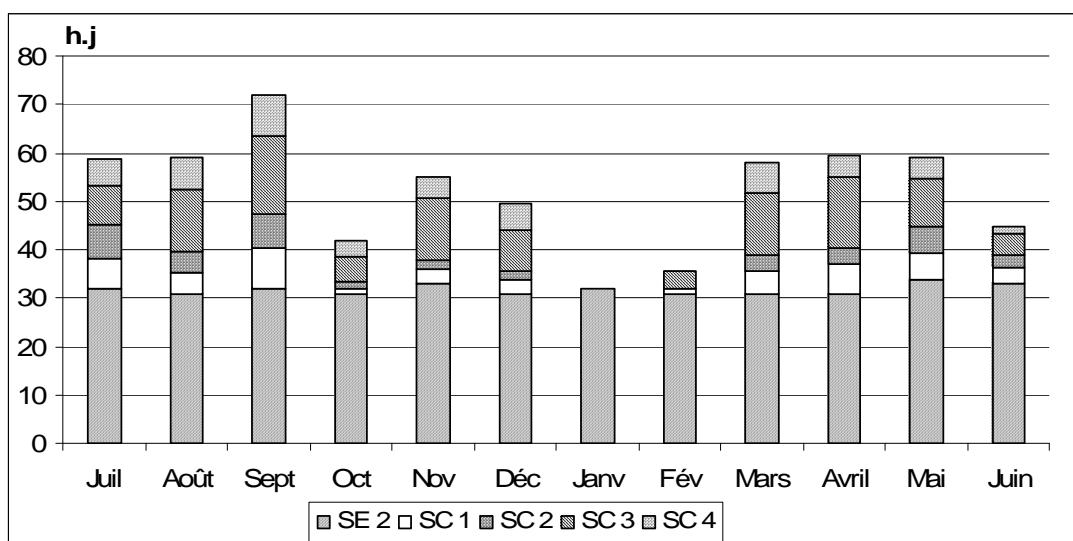


Figure 50 : Calendrier de travail du SP 3.

Le modèle atteint donc pratiquement sa surface maximale par actif : en maximisant le nombre d'homme.jour lors de la pointe de travail pour qu'il soit égal à 2,5 actifs, la SAU/actif augmenterait seulement de 0,1 ha (de 1,2 de à 1,3 ha). La disponibilité foncière n'est donc pas ici un facteur limitant. Par contre, si la famille disposait de davantage de surface irriguée, elle pourrait valoriser mieux sa force de travail et donc dégager un revenu agricole supérieur.

La **FIGURE 51** résume de manière schématique le fonctionnement du SP 3.

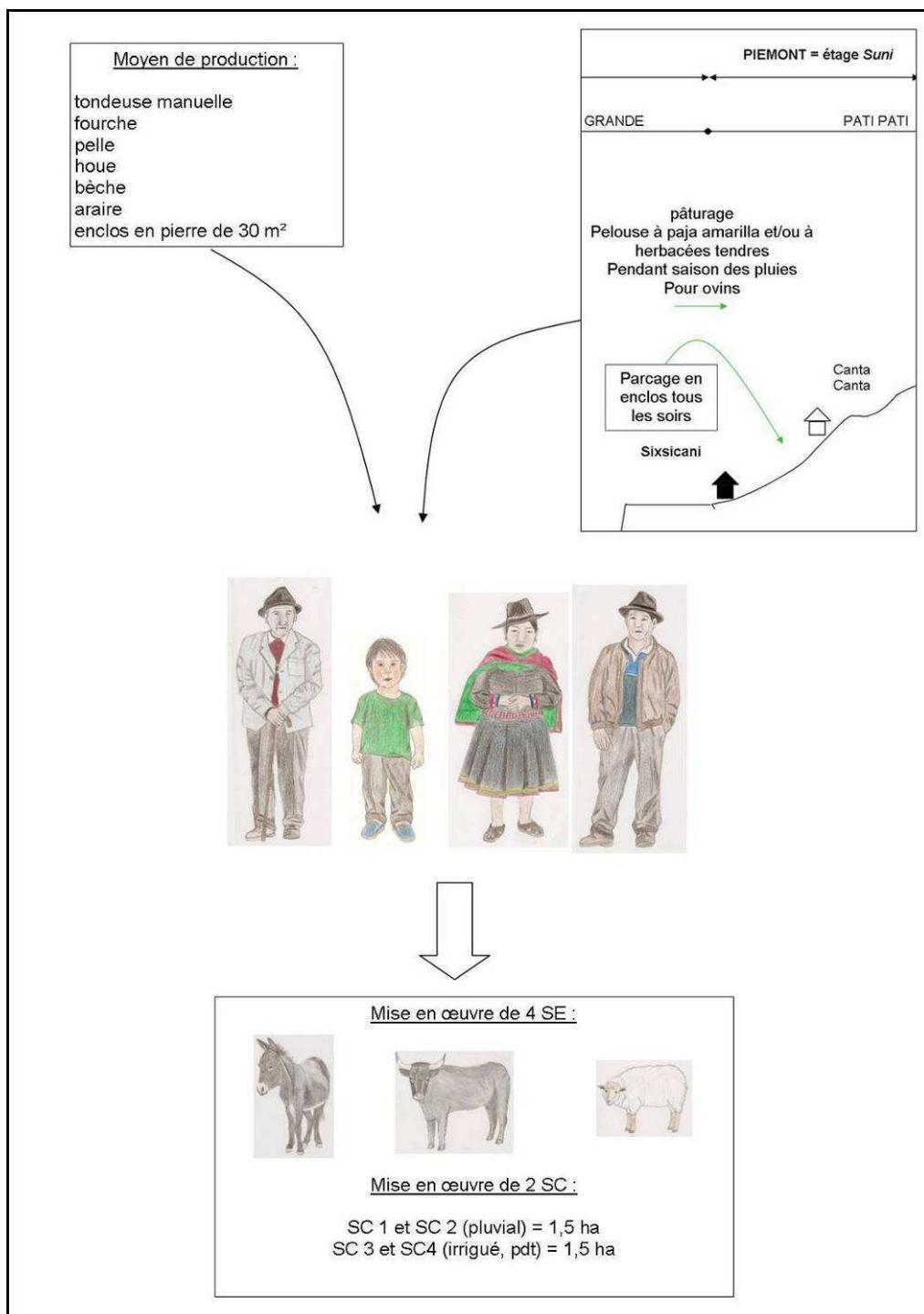


Figure 51 : Schéma de fonctionnement du SP 3.

5.2.1.2 Performances économiques

Le SP 3 permet de dégager un revenu agricole de 16 713 bs, soit 557 bs par actif et par mois, inférieur donc aux trois systèmes de production avec élevage de lamas présentés précédemment. Le revenu agricole du modèle est supérieur de 40 bs au salaire minimum, mais, dans le cas d'exploitations familiales ayant accès à moins de terre et mettant en œuvre le même système de production, ce revenu serait égal ou inférieur au salaire minimum.

5.2.2 Dans la zone de colline : diversification ou spécialisation ?

5.2.2.1 La mise en œuvre de six systèmes de culture...

5.2.2.1.1 Description du modèle (SP 5)

Le modèle du SP 5, situé à Orckoyo, section de Turicaya Grande, est celui qui cultive le plus de terre, avec une superficie de 4,5 ha, dont un hectare et demi irrigué. Le cheptel familial comprend une cinquantaine de brebis reproductrices (SE 2), deux taureaux (SE 4) et quatre ânes (SE 5).

Il pratique la plus grande gamme de systèmes de culture : du SC 1 au SC 6. Les trois hectares en pluvial sont répartis équitablement entre le SC 1 et le SC 2. La moitié des terres irriguées est mise en valeur par des systèmes basés sur la pomme de terre (SC 3 et SC 4 répartis équitablement sur 0,75 ha), l'autre moitié par des systèmes basés sur le maïs (SC 6 sur 0,75 ha et SC 5 sur 0,25 ha).

Ce modèle produit près de 6 qq de tubercules, 6 qq de fève et un peu plus de 7 qq de maïs. La main d'œuvre disponible est insuffisante au mois de septembre (**FIGURE 52**), et la mise en valeur de l'ensemble des terres nécessite de faire appel aux membres de la famille vivant à Potosí, en échange de quelques *quintales* de pommes de terre.

Pour ce système, la disponibilité foncière n'est donc pas le facteur limitant (la famille a accès à plus de terre en pluvial), mais c'est la main d'œuvre qui pose problème. Cependant, comme dans le cas du SP 3, si les surfaces irriguées étaient supérieures, la famille pourrait valoriser mieux sa force de travail et donc dégager un revenu agricole supérieur.

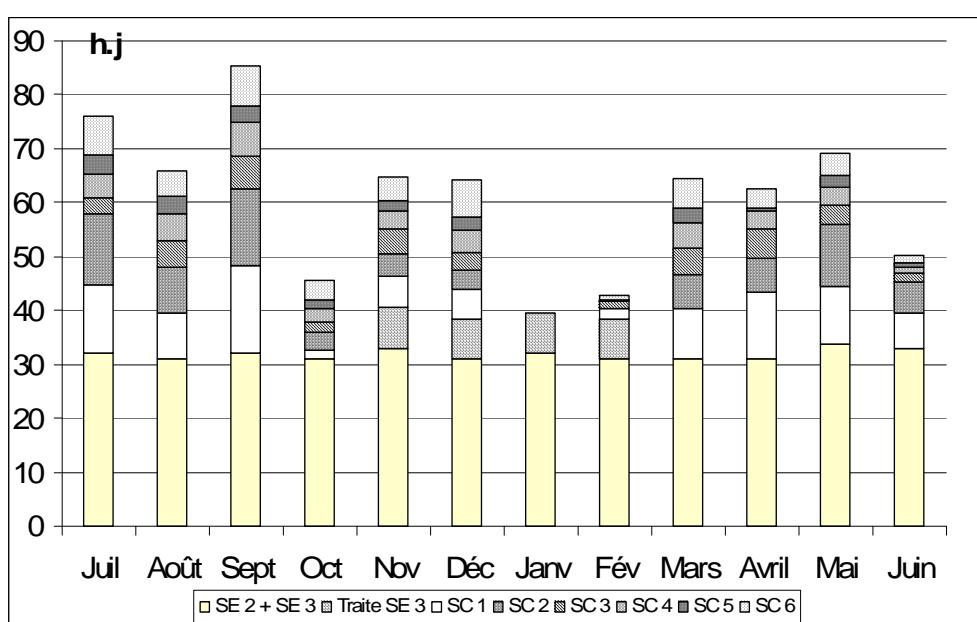


Figure 52 : calendrier de travail du SP 5.

La **FIGURE 53** résume de manière schématique le fonctionnement du SP 5.

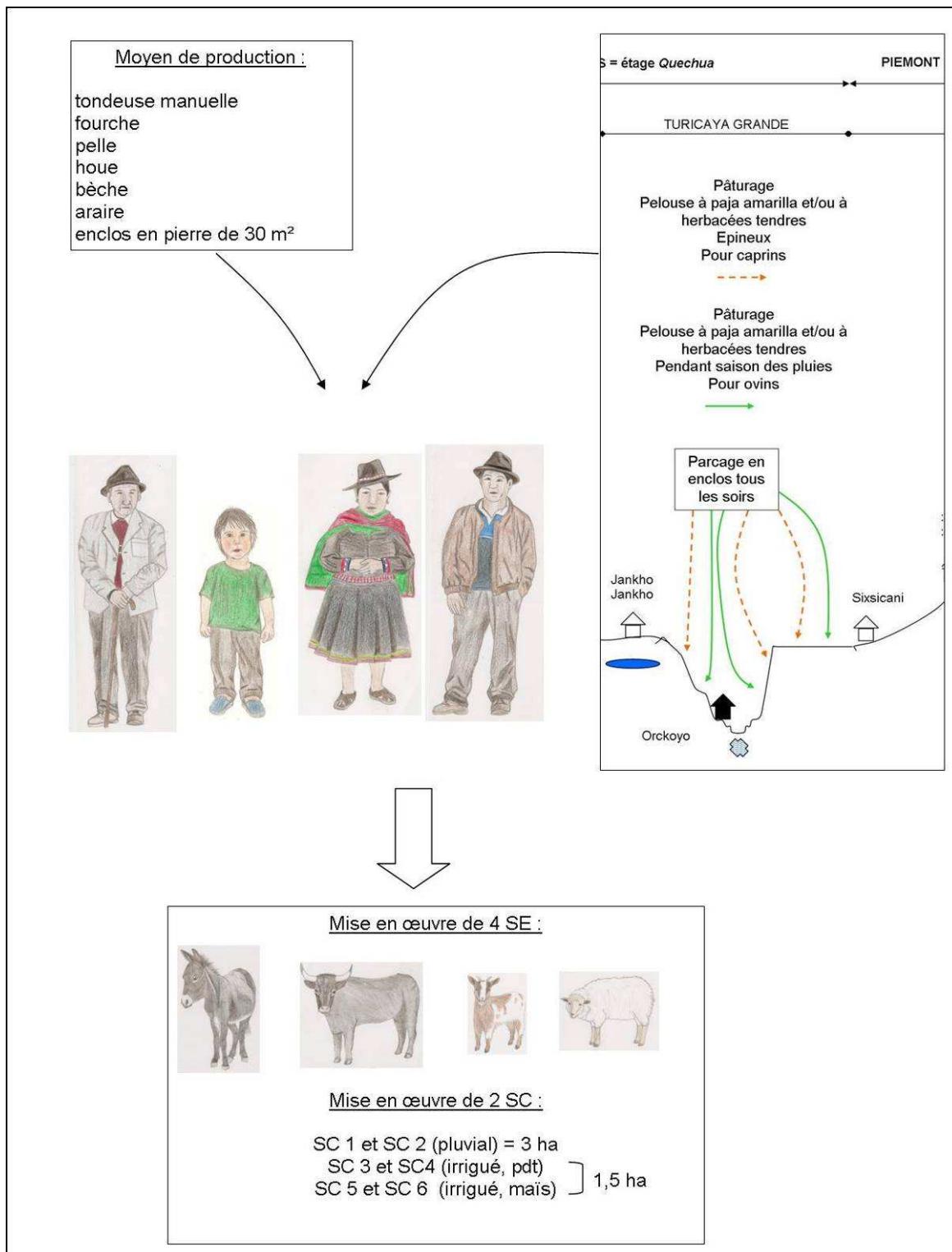


Figure 53 : Schéma de fonctionnement du SP 5.

5.2.2.1.2 Performances économiques

Ce système de production dégage un revenu annuel de 17 915 bs, soit 597 bs par actif et par mois, légèrement supérieur donc à celui du SP 3. Ce qui est rendu possible par le recours à de la main d'œuvre extérieure au moment du pic de travail, pour valoriser plus de terre que ne le pourraient 2,5 actifs.

5.2.2.2 ... ou d'une monoculture de maïs sans jachère

5.2.2.2.1 Description du modèle (SP 6)

Le modèle du SP 6 est situé dans la communauté de Mondragon. Il a accès à quatre hectares en pluvial et seulement un demi hectare irrigué. Il possède un cheptel de caprins constitué de quarante femelles reproductrices (SE 3). Il pratique sur ses parcelles irriguées une monoculture de maïs sans jachère (SC 7). En pluvial, les trois quart des terres sont valorisées par le SC 1, le reste par le SC 2.

Sa production en pluvial lui permet de disposer de suffisamment de tubercules pour sa propre consommation (30 qq), de faire du *chuño* (3 qq), et de vendre 10 qq de pomme de terre. La monoculture sans jachère dégage 21 qq de maïs, dont vingt sont vendus.

Le pic de travail, 82 h.j, se situe en septembre, avec un mois de juillet également chargé : 78,2 h.j (**FIGURE 54**). Pour effectuer l'ensemble des travaux du mois de septembre, il peut faire appel à des membres de la famille vivant à Potosí.

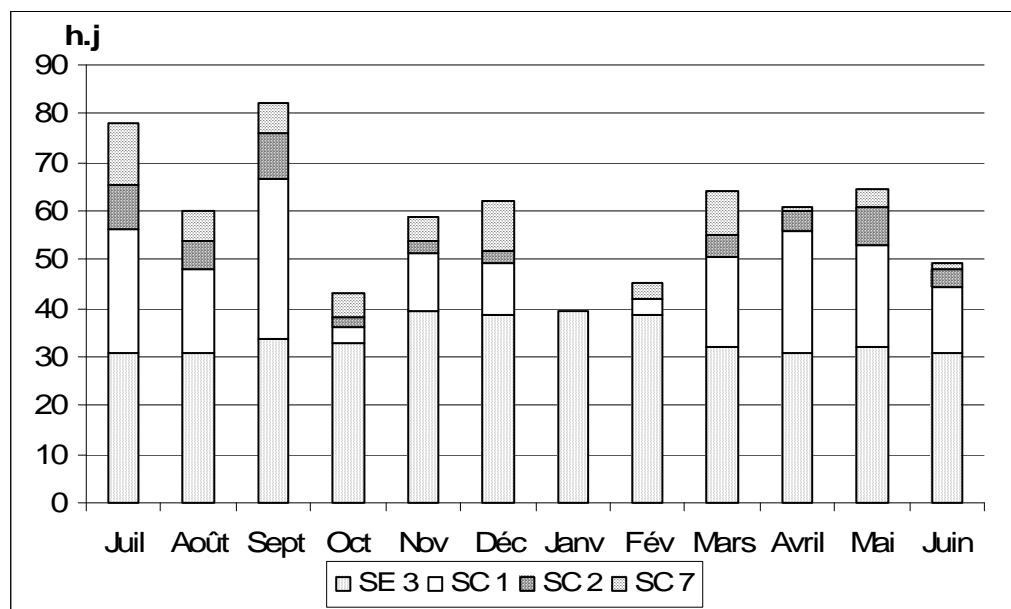


Figure 54 : Calendrier de travail du SP 6.

5.2.2.2.2 Performances économiques

Le revenu agricole du SP 6 est de 13 132 bs, soit 438 bs par actif et par mois, inférieur donc au salaire minimum (516 bs). Malgré la productivité du travail et de la terre de la monoculture de maïs sans jachère supérieure à celle de tous les autres systèmes de culture, la faiblesse des surfaces irriguées disponibles limite le revenu dégagé à un niveau inférieur à celui de l'ensemble des systèmes de production du municipio.

La pratique du SC 7 ne trouve son intérêt que lorsque le paysan produit suffisamment pour sa propre consommation car dans le cas contraire la vente de maïs ne permettrait pas de compenser l'achat de pommes de terre sur le marché.

La **FIGURE 55** résume de manière schématique le fonctionnement du SP 6.

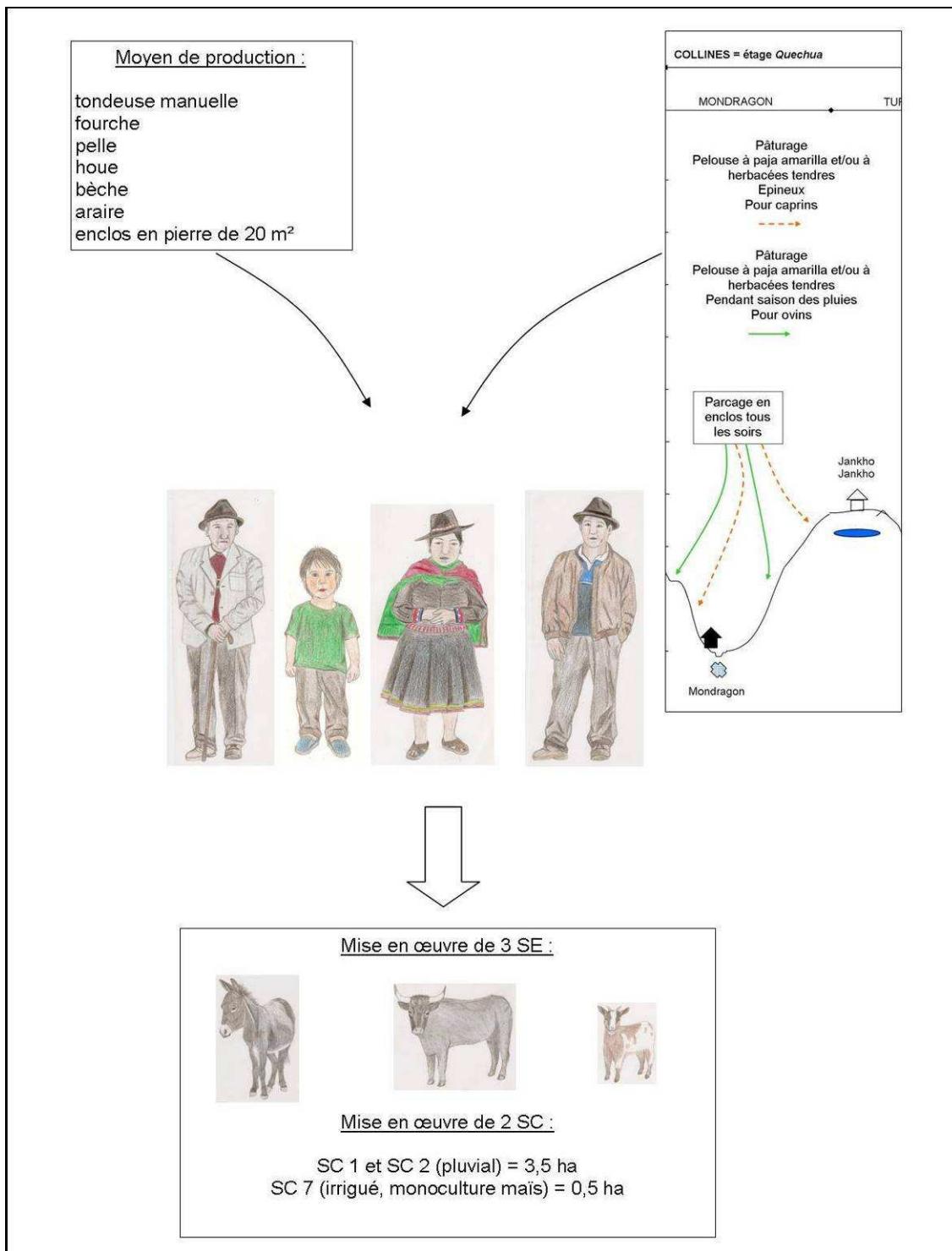


Figure 55 : Schéma de fonctionnement du SP6.

5.3 DES SYSTÈMES DE PRODUCTION PERMETTANT LA REPRODUCTION DES EXPLOITATIONS FAMILIALES, MAIS AVEC UN COÛT D'OPPORTUNITÉ DE LA MAIN D'ŒUVRE ÉLEVÉ

La **FIGURE 56** présente le revenu agricole par actif et par mois de chaque archétype pour tous les systèmes de productions étudiés et le compare avec le seuil de survie (334 bs/mois) et avec le salaire minimum en ville (516 bs/mois).

Les écarts très nets entre ces revenus sont dus, nous l'avons vu, à l'hétérogénéité des performances économiques des systèmes de culture et d'élevage et à la mise en œuvre de ces systèmes dans des contextes de disponibilité foncière différents.

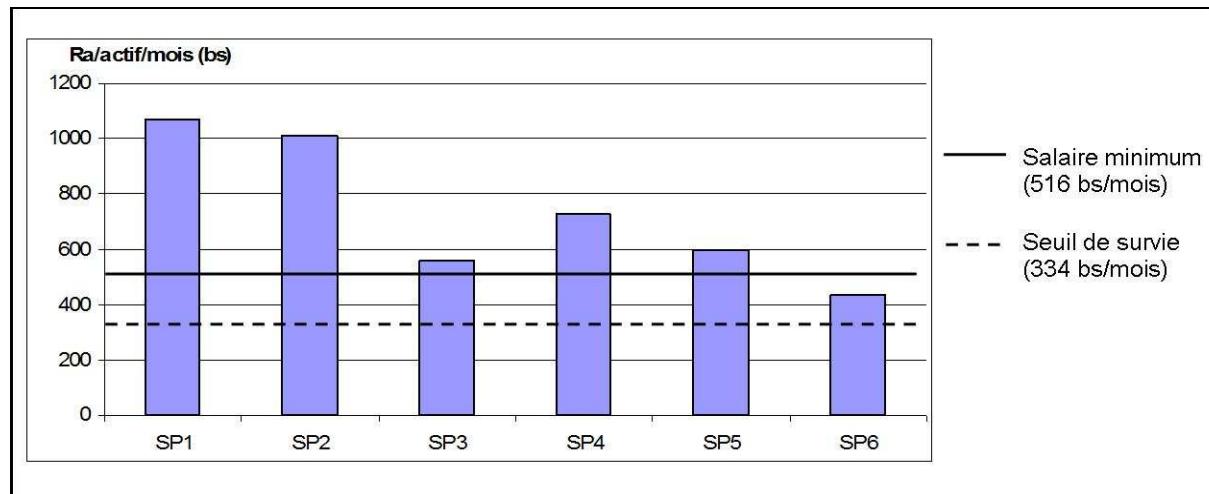


Figure 56 : Revenu agricole par actif et par mois (bs) des modèles mettant en œuvre les différents systèmes de production.

Cette analyse nous permet de mieux comprendre les choix économiques et techniques des paysans du municipio de Potosí.

Les exploitations familiales du massif ont tout intérêt à mettre en œuvre un système de production combinant élevage ovin et élevage de lamas (SP 1) : une telle combinaison permet de valoriser au mieux le milieu et de dégager un revenu agricole supérieur à ceux de tous les autres systèmes de production. Ce système de production ne nécessite, de plus, qu'un actif et demi : les familles le pratiquant peuvent donc diversifier leurs sources de revenu par une activité extra-agricole, sans que cela ne modifie en rien leur revenu agricole.

Le revenu agricole des exploitations mettant en œuvre les mêmes systèmes d'élevage que dans le SP 1 mais cultivant également de petites surfaces en pluvial (SP 2) est supérieur à celui du SP 1, mais ramené à l'actif, il est inférieur. Ces exploitations ont cependant tout à fait intérêt à mettre en œuvre des systèmes de culture, même si la productivité du travail est faible, puisque le travail de la main d'œuvre familiale, comme l'explique Chayanov (1990), n'est pas un coût. On note que, comme dans le cas du SP 1, ce système de production autorise une diversification des sources de revenu par une activité extra-agricole, puisqu'il ne nécessite qu'1,8 actifs.

Pour les exploitations familiales qui élèvent des lamas sans avoir accès à des mouillères et mettent en œuvre des systèmes de culture pluviaux et irrigués (SP 4), le raisonnement est le même. Les familles, compte tenu de la disponibilité foncière, maximisent leur revenu en pratiquant un tel système de production.

Les exploitations familiales du piémont qui n'ont pas accès aux parcours du massif (SP 3) mettent en œuvre des systèmes de culture pluviaux et irrigués et des systèmes d'élevage visant à permettre les cultures. Pour le modèle étudié, représentatif de la majorité des exploitations de la zone, ce système de production permet de dégager un revenu agricole par actif supérieur au salaire minimum, en employant la totalité de la main d'œuvre familiale disponible. La disponibilité foncière n'est alors pas un facteur limitant mais l'accès à plus de grandes surfaces de terres irrigables permettrait une meilleure valorisation du travail.

Dans les vallées, on rencontre deux systèmes de production extrêmement différents. Le premier (SP 5) est le système le plus diversifié de l'ensemble du municipé, puisqu'il comprend six des sept systèmes de culture pratiqués. La disponibilité foncière non limitante (pour les terres en pluvial), permet de cultiver plus de terres que dans le SP 3 en ayant recours à de la main d'œuvre extérieure à l'exploitation (et non rémunérée) ce qui autorise un revenu agricole (total et par actif) supérieur à celui du SP 3.

Enfin, ce sont les exploitations pratiquant la monoculture de maïs sans jachère qui dégagent le revenu agricole le plus faible. Ceci peut sembler surprenant puisque le SC 7 est le système permettant la meilleure valorisation à la fois de la terre et du travail, mais s'explique en fait par la faiblesse des surfaces irriguées disponibles. On note que c'est le seul système de production dégageant un revenu agricole par actif inférieur au salaire minimum (mais supérieur au seuil de survie).

Pour comprendre réellement l'agriculture actuelle du municipé de Potosí, il nous faut cependant prendre en compte un autre paramètre : la mine. Les salaires actuels des mineurs sont quatre fois supérieurs au salaire minimum (2000 bs par mois) et les coopératives minières embauchent. Dans un tel contexte, le coût d'opportunité de la force de travail familiale est donc en fait relativement élevé.

Nous avons basé notre analyse économique sur des modèles représentatifs de la majorité des exploitations agricoles rencontrées, mais il existe cependant de nombreuses exploitations familiales qui, disposant de moins de terre, ne peuvent se reproduire que grâce au revenu du père travaillant à la mine. Dans le contexte actuel d'augmentation des salaires des mineurs, certaines de ces exploitations risquent de disparaître, si les familles décident de quitter leur communauté pour s'installer à Potosí. C'est déjà le cas, nous l'avons vu, de nombreuses exploitations qui pratiquaient l'élevage pastoral extensif de lamas et l'on peut craindre une accentuation de l'exode rural si les salaires des mineurs se maintiennent au niveau actuel dans les prochaines années.

CONCLUSION

Le municipé de Potosí présente une grande diversité de milieux, de l'étage *quechua* des vallées, à la *puna* du massif montagneux, en passant par l'étage *suni* du piémont. Les variations de la pluviométrie en fonction de l'altitude, le gradient thermique, le relief et les sols variés impliquent des situations agro-écologiques très diversifiées. Au sein de chaque étage, les paysans mettent en œuvre des systèmes de productions originaux, en fonction de leur accès aux différentes ressources productives.

A l'étage *puna*, les exploitations familiales sont spécialisées dans l'élevage extensif de lamas et d'ovins, qui présente la productivité du travail la plus élevée de l'ensemble des systèmes de production du municipé. La disponibilité et la qualité des fourrages en fin de saison sèche conditionnent les résultats économiques des familles d'éleveurs parce qu'elles déterminent la taille des troupeaux.

A l'étage *suni*, les paysans mettent en œuvre différents systèmes de culture, pluviaux et irrigués, tous centrés sur la pomme de terre. En fonction de l'accès à l'irrigation, les systèmes de production pratiqués permettent une valorisation de la main d'œuvre familiale plus ou moins efficace.

Enfin, à l'étage *quechua*, les paysans diversifient leur système de production par la pratique de rotations intégrant un cycle de maïs, ou au contraire se spécialisent dans la monoculture de maïs sans jachère, intensifiant par le travail leur utilisation du peu de surface irriguée dont ils disposent.

La mise en œuvre de ces différents systèmes dans un contexte d'exploitations familiales minifundiaires conduit à une grande disparité des résultats économiques. De nombreuses exploitations ne disposent pas d'une surface suffisante pour employer la main d'œuvre familiale et assurer sa reproduction. Les familles doivent alors diversifier leur source de revenu par le travail à la mine d'une ou plusieurs personnes, généralement le père et parfois aussi les enfants les plus âgés. L'exercice d'une activité extra-agricole est par ailleurs systématique dans le massif, l'élevage de lamas ne nécessitant que peu de main d'œuvre.

Il faut donc relativiser la notion d'exode rural, puisque pour de nombreuses familles disposant de trop peu de terres, la mobilité du père est une stratégie économique visant à assurer la reproduction de l'exploitation familiale.

Cependant, dans le contexte actuel d'augmentation des salaires des mineurs, le rôle de la mine s'inverse : de soutien à l'activité agricole, elle devient un concurrent destructeur de l'économie paysanne. De nombreuses familles quittent leur communauté et abandonnent leur production vivrière, elles deviennent alors dépendantes d'un modèle économique basé sur l'exportation de produits primaires, qui ne leur permet pas d'assurer leur sécurité alimentaire. En cas de chute du cours de l'étain sur les marchés internationaux, elles risquent de se retrouver sans revenu et sans production agricole.

Références bibliographiques

➤ Ouvrages

Albrecht D., Baby-Collin N., Desmulier D., Macias M., Moreira Albrecht C., Sierra A., Théry H. et Velut S., 2005. L'Amérique Latine. SEDES/CNED, Paris, 365 p.

Aubron C., 2006. Le lait des Andes vaut-il de l'or ? Logiques paysannes et insertion marchande de la production fromagère andine. Thèse de doctorat, INA-PG, Paris, 548 p.

Boutonnet J. P., 2005. Les conditions économiques du développement des productions animales. Manuel de zootechnie comparée Nord-Sud. Co-édition INRA-AUF, 656 p.

Brunet R., Ferras R. et Théry H., 1993. Les Mots de la géographie, dictionnaire critique. RECLUS - La Documentation Française, Montpellier-Paris, 520 p.

Canales C. R. et Tapia M. E., 1987. Produccion y manejo de forrajes en los Andes del Peru. Lima : PISA/Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga (Ayacucho), 304 p.

Chayanov A., 1990. L'organisation de l'économie paysanne. Librairie du regard, Alençon, 344 p.

Cortes G., 2000. Partir pour rester. Survie et mutation de sociétés paysannes andines. IRD Editions, Paris, 413 p.

Dollfus O., 1992. Les Andes comme mémoires, dans Comprendre l'agriculture paysanne dans les Andes Centrales. Pérou-Bolivie. Morlon P., INRA, Paris, 522 p.

Dosso M. et Ruellan A., 1993. Regards sur le sol. Foucher, Paris, 192 p.

Fabre J., 2008. Migrations et recompositions socio-spatiales dans les communautés du Sud Potosí (Bolivie). Mémoire de Master 2, Université de Provence Aix-Marseille, 200 p.

Ferraton N., Cochet H. et Bainville S., 2002. Initiation à une démarche de dialogue. Etude des systèmes de production dans deux villages de l'ancienne boucle du cacao (Côte d'Ivoire). Les éditions du Gret, Paris, 134 p.**Franqueville A., 2000.** La Bolivie, d'un pillage à l'autre. IRD Editions, Paris. 292 p.

Hervé D., 1984. Systèmes agraires andins et projets de développement, comparaison de deux vallées, Ayapata (Pérou), Ambana (Bolivie). Thèse de doctorat, INAPG, Paris, 422 p.

Honorable Alcaldia de Potosí, IRD et CIAT, 2008. Plan de Ordenamiento Territorial, Zona rural, Municipio de Potosí. Borrador 01/05/2008, Non publié, 6 pp.

Jacotot J., 2006. La prépondérance des activités minières. Conflits sociospatioaux et impacts environnementaux sur le territoire de Potosí (Bolivie). Mémoire de fin d'étude, ENTPE, 88 p.

Jobbé Duval M., 2005. Mille et une recettes de pomme de terre. Dynamiques agraires et territoriales à Altamachi, Cordillère orientale des Andes Boliviennes. Thèse de doctorat, INA PG, Paris, 301 p.

Mazoyer M. et Roudart L., 1997. Histoire des agricultures du monde. Du néolithique à la crise contemporaine. Seuil, Paris, 705 p.

Morlon P., 1992. Comprendre l'agriculture paysanne dans les Andes Centrales. Pérou-Bolivie. INRA, Paris, 522 p.

Navarro G. et Maldonado M., 2004. Geografía ecológica de Bolivia. Centro de Ecología Simon I. Patiño, Santa Cruz - Bolivia, 719 p.

Oroz Echain R. et Oroz Zeballos S., 2002. Estudio fisiográfico del municipio de Potosí. 74 p.

Pech P., Regnault H., Simon L., Tabeaud M., 1998. Lexique de géographie physique. Armand Colin, Paris, 96 p.

Robin A., 2006. Analyse-diagnostic des systèmes d'activités des familles dans la zone Intersalar (Bolivie). Propositions de pistes pour l'action. Mémoire de fin d'études, ENSAM, 71 p.

➤ Articles

Génin D., 1998. Fonctionnement des systèmes d'élevage extensif. Cadre conceptuel et application à deux types d'élevage andin d'altitude. In « Conduite du champs cultivé, regards d'agronomes ». ORSTOM, Paris, 81-200.

Génin D. et Alzerreca H., 1995. Reseña de la vegetación de la zona de Turco. In “Un sistema pastoril camélidos-ovinos del altiplano árido boliviano”. Génin D., Picht H. J., Lizarazu R. et Rodriguez T., La Paz, 73-93.

Génin D., Abasto P. Et Tichit M., 1995. Uso de los recursos forrajeros por llamas y ovinos. II. Composición química y degradabilidad de los forrajes nativos. In “Un sistema pastoril camélidos-ovinos del altiplano árido boliviano”. Génin D., Picht H. J., Lizarazu R. et Rodriguez T., La Paz, 73-93.

Laure J., 1990. Bolivie : Communautés paysannes écartelées entre économie de subsistance et économie monétaire. In « Agricultures et paysanneries en Amérique Latine ». ORSTOM-INCAP, Guatemala, 255 p.

Tichit M., 1995. Diversidad de la actividad ganadera en las unidades de producción de Turco. In “Un sistema pastoril camélidos-ovinos del altiplano árido boliviano”. Génin D., Picht H. J., Lizarazu R. et Rodriguez T., La Paz, 73-93.

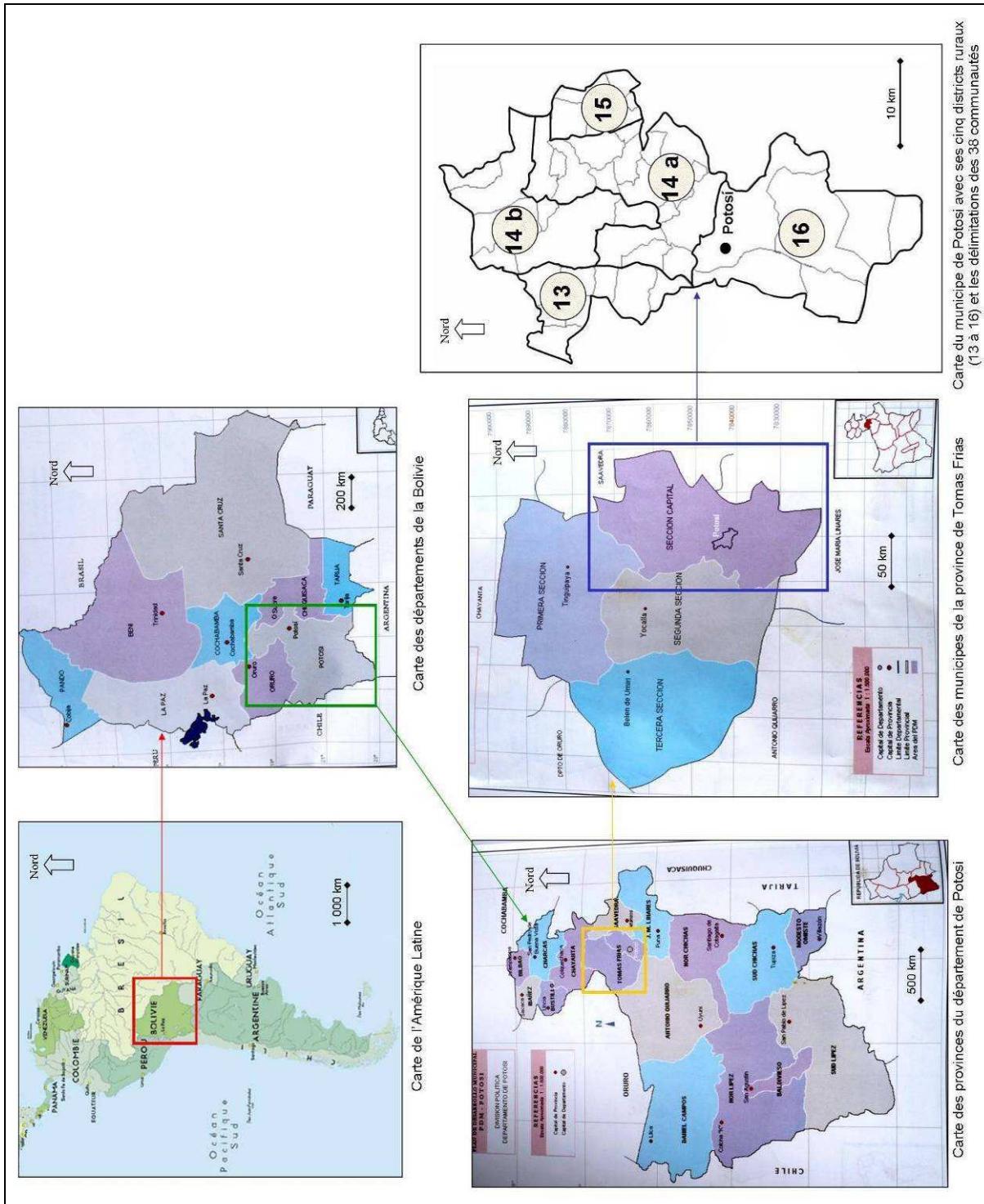
➤ Pages Web

Programme des Nations Unies pour le développement [en ligne].
<http://www.undp.org> (consultée le 15 septembre 2008).

Annexes

ANNEXES	85
ANNEXE 1 : Localisation du municipio de Potosí	86
ANNEXE 2 : Calendrier du stage	88
ANNEXE 3 : Liste des entretiens	89
ANNEXE 4 : Calcul du seuil de survie	91
ANNEXE 5 : Photographies de terrasses	92
ANNEXE 6 : Le chuño	93
ANNEXE 7 : Evolution du prix de la pomme de terre de 1963 à 2004 en bolivianos constant de 1991 (source : Jobbé Duval, 2005)	94
ANNEXE 8 : Itinéraires techniques et calendriers de travail des SC 2, SC 4 et SC 6	95
ANNEXE 9 : Techniques d'élevage des taureaux et des ânes	99
ANNEXE 10 : Résultats économiques des SC	100
ANNEXE 11 : Temps de travail nécessaire à chaque SC (h.j/ha)	102
ANNEXE 12 : Résultats économiques des SE	103
ANNEXE 13 : Détail des calculs économiques par SP	104

ANNEXE 1 : Localisation du municipio de Potosí



La Bolivie est divisée en neuf départements, dont celui de Potosí situé au sud-ouest du pays. Ce dernier est limité au nord par les départements de Cochabamba et Oruro, à l'est par les départements de Tarija et Chuquisaca, à l'ouest par le Chili et au sud par l'Argentine. Ce département compte seize provinces, dont la province Tomas Frias, comprenant elle-même quatre municipios parmi lesquels celui de Potosí.

Le municipio de Potosí est divisé en seize districts : onze situés au sein de la ville de Potosí et cinq ruraux (13, 14 a, 14 b, 15 et 16). Ces derniers regroupent trente-huit communautés, qui correspondent aujourd'hui aux plus petites organisations territoriales rurales reconnues par l'état.

ANNEXE 2 : Calendrier du stage

Avril		Mai		Juin		Juillet		Août	
M 1		J 1		D 1		M 1		V 1	
M 2		V 2		L 2		M 2		S 2	
J 3		S 3		M 3		J 3		D 3	Etude de Mondragon
V 4		D 4		M 4		V 4		L 4	
S 5		L 5		J 5		S 5		M 5	
D 6		M 6		V 6		D 6		M 6	Préparation restitution Pati
L 7		M 7		S 7		L 7		J 7	
M 8		J 8		D 8		M 8		V 8	
M 9		V 9		L 9		M 9		S 9	
J 10		S 10		M 10		J 10		D 10	
V 11		D 11		M 11		V 11		L 11	
S 12		L 12		J 12		S 12		M 12	
D 13		M 13		V 13		D 13		M 13	
L 14	La Paz: bibliographie	M 14		S 14		L 14		J 14	
M 15		J 15		D 15		M 15		V 15	
M 16		V 16		L 16		M 16		S 16	
J 17		S 17		M 17		J 17		D 17	
V 18		D 18		M 18		V 18		L 18	
S 19		L 19		J 19		S 19			
D 20		M 20		V 20		D 20			
L 21	Potosi: bibliographie	M 21		S 21		L 21			
M 22		J 22		D 22		M 22			
M 23		V 23		L 23		M 23			
J 24		S 24		M 24		J 24			
V 25		D 25		M 25		V 25			
S 26	Potosi: choix des communautés	L 26		J 26		S 26			
D 27		M 27		V 27		D 27			
L 28		M 28		S 28		L 28			
M 29		J 29		D 29		M 29			
M 30		V 30		L 30		M 30			
		S 31				J 31			

ANNEXE 3 : Liste des entretiens

		Nb actif	SE	SC	Nb ha
Turicaya Grande	orckoyo	2,5	50 ovins	SC 1, SC 2	> 2 ha
			40 caprins	SC 3, SC 4	1,5 ha
			2 taureaux		
			4 ânes		
		1,5	40 ovins	SC 1, SC 2	2 ha
			30 caprins	SC 3, SC 4	1 ha
			2 taureaux		
			4 ânes		
		3	50 ovins	SC 1, SC 2	> 3 ha
			30 caprins	SC 3, SC 4	1,5
			2 taureaux		
			4 ânes		
		2	50 ovins	SC 1, SC 2	?
			30 caprins	SC 3, SC 4	0,5 ha
			1 taureau		
			4 ânes		
		1,5	40 ovins	SC 3, SC 4	1 ha
			2 taureaux		
			4 ânes		
		?	50 ovins	SC 1, SC 2	3 ha
			10 caprins	SC 3, SC 4	?
			taureaux		
			ânes		
		jankho jankho	20 ovins	SC 1, SC 2	< 2 ha
			10 caprins		
			2 taureaux		
			4 ânes		

			30 caprins	SC 1, SC 2	?
Mondragon		2	2 taureaux	SC 7	0,5 ha
			2 ânes		
		2,5	50 caprins	SC 1, SC 2	4 ha
			2 taureaux	SC 7	0,5 ha
			4 ânes		
		3	50 caprins	SC 1, SC 2	< 4 ha
			3 taureaux	SC 7	0,5 ha
			6 ânes		
		2	40 caprins	SC 1, SC 2	< 3 ha
			2 taureaux	SC 7	0,2 ha
			7 ânes	figues de barbarie	0,01 ha
		?	50 caprins	SC 1, SC 2	?
			taureaux	SC 7	0,5 ha
			ânes		
		2,5	30 caprins	SC 1, SC 2	3 ha
			2 taureaux	SC 7	< 0,5 ha
			2 ânes		

		1,5	100 lamas 40 ovins	/	/
		1,5	< 100 lamas 40 ovins	/	/
		1	70 lamas 20 ovins	/	/
		1,5	100 lamas 50 ovins	/	/
		1,5	< 100 lamas 30 ovins	/	/
		1	50 lamas 20 ovins	/	/
		1,5	100 lamas 40 ovins	/	/
	Lazuela	1	20 lamas 10 ovins	/	/

		2	>100 lamas 40 ovins 2 taureaux 2 ânes	SC 1, SC 2	1ha
		2	100 lamas 40 ovins 2 taureaux 2 ânes	SC 1, SC 2	< 0,5 ha
		2,5	50 ovins 2 taureaux 4 ânes	SC 1, SC 2 SC 3, SC 4	1,5 ha
		3	60 ovins 2 taureaux 4 ânes	SC 1, SC 2 SC 3, SC 4	< 1,5 ha 1,5 ha
		?	60 ovins 2 taureaux 4 ânes	SC 1, SC 2 SC 3, SC 4	?
		1,8	30 ovins 2 taureaux 2 ânes	SC 1, SC 2 SC 3, SC 4	1ha < 1ha
		3	50 ovins 2 taureaux 4 ânes	SC 1, SC 2 SC 3, SC 4	2 ha > 2 ha
		1,8	70 lamas 40 ovins 2 taureaux 4 ânes	SC 1, SC 2 SC 3, SC 4	< 1 < 1
		3	80 lamas 50 ovins 3 taureaux 4 ânes	SC 1, SC 2 SC 3, SC 4	1,5 1
		2,5	70 lamas 40 ovins 2 taureaux 4 ânes	SC 1, SC 2 SC 3, SC 4	1 1

ANNEXE 4 : Calcul du seuil de survie

Composition de la famille	2 adultes 5 enfants dont 3 scolarisés		
Besoins alimentaires			
Article	Quantité (qq)	Prix unitaire (bs)	Coût total
Pomme de terre	30	200	6000
Fève	5	300	1500
Riz	3	80	240
Viande (mouton)	5	120	600
Sucre	2	120	240
Huile	16	8	128
Sel	1	10	10
Coca	35	10	350
Alcool puro	6	10	60
Boissons	24	3,5	84
Total besoins alimentaires			9212
Besoins en habillement			
Article	Quantité	Prix unitaire (bs)	Coût total
Sandales	8	15	120
Tenue homme	1	30	30
Tenue femme	1	70	70
Tenue enfant	5	25	125
Couverture	1	70	70
Total besoins en habillement			415
Besoins en éducation			
Article	Quantité	Prix unitaire (bs)	Coût total
Matériel scolaire	3	20	60
Contribution	1	50	50
Divers	3	25	75
Total besoins en éducation			185
Frais annexes			
Article	Quantité	Prix unitaire (bs)	Coût total
Savon	25	1,5	37,5
Déplacement en ville (bus)	24	8	192
Total frais annexes			229,5
Total des besoins annuels pour la famille			10041
Total des besoins mensuels par actif			334

ANNEXE 5 : Photographies de terrasses



Terrasses sur versant (Pati Pati)



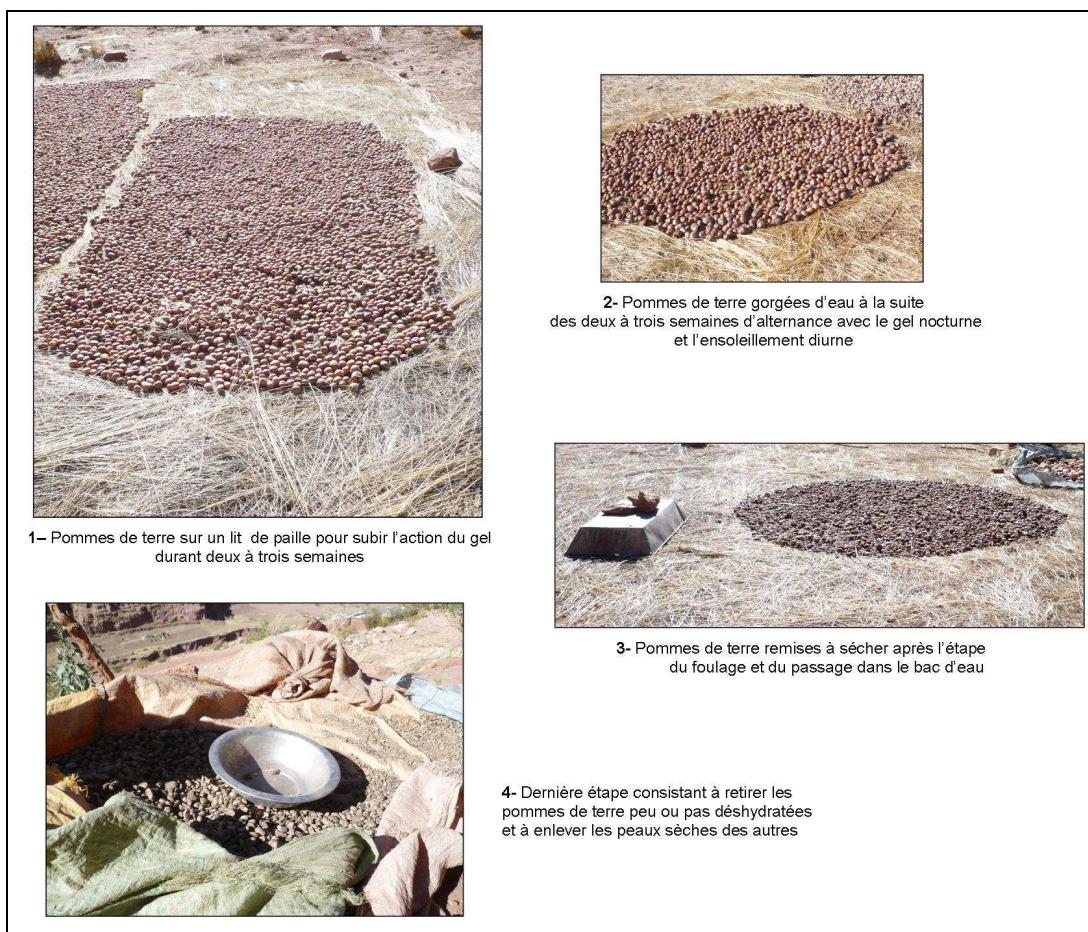
Terrasse alluviale avec un mur de soutènement (Mondragon)

ANNEXE 6 : Le chuño

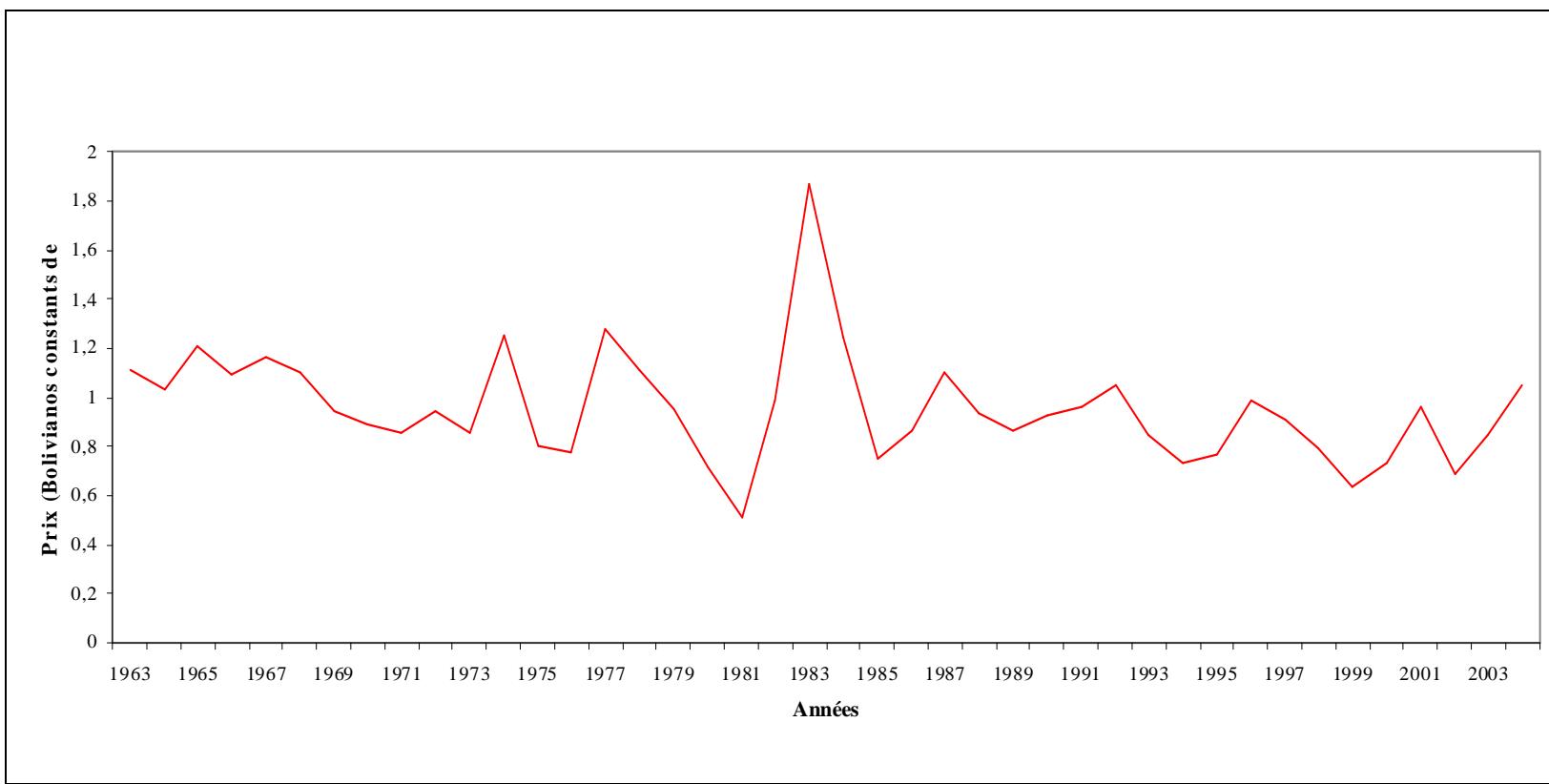
Le *chuño* est le résultat d'un processus de conservation (la lyophilisation) très répandu sur l'altiplano et dans la cordillère des Andes. Une fois la production de pommes de terre suffisante pour subvenir aux besoins de la famille, les paysans transforment le surplus en le déshydratant pour le conserver. Il faut disposer quatre *quintales* de pommes de terre pour obtenir un *quintal* de *chuño*.

La préparation du *chuño* est réalisée par les femmes. Les pommes de terre sont étalées par terre sur un lit de paille. Les paysannes prennent bien garde à ce que chacune d'entre elles touchent la surface du sol car l'action combinée des gelées nocturnes et du fort ensoleillement diurne va permettre leur déshydratation. Au bout de deux à trois semaines environ, les paysannes font dégorger les pommes de terre en les écrasant avec leurs pieds (opération de foulage). Cette étape permet également de peler en partie les pommes de terre. Elles sont ensuite passées dans un bac d'eau, puis remises à sécher, le *chuño* est alors presque prêt. Les femmes n'ont plus qu'à enlever les peaux et à effectuer un dernier tri pour éliminer les pommes de terres insuffisamment déshydratées, qui se conserveraient moins bien. Au total, la préparation du *chuño* demande 20 h.j/ha.

La production de *chuño* est rarement vendue (une partie est autoconsommée dans l'année et l'autre partie est conservée pour assurer l'alimentation de la famille les années de mauvaises récoltes), bien que sa valeur ajoutée soit supérieure à celle de la pomme de terre : le *chuño* est vendu 1200 bs le *quintal* contre 80 bs le *quintal* de pommes de terre.



ANNEXE 7 : Evolution du prix de la pomme de terre de 1963 à 2004 en bolivianos constant de 1991
(source : Jobbé Duval, 2005)



La hausse importante des prix en 1982-1983 que l'on remarque sur le graphique peut être mise en relation avec la sécheresse qui entraîne la perte de la majeure partie des récoltes et diminue fortement l'offre de pomme de terre sur les marchés. Il s'agit d'une hausse conjoncturelle des prix, et dès 1984 les amplitudes des variations, et les niveaux de prix, retrouvent l'allure d'avant 1982. Ce qu'il faut noter sur ce graphique, c'est la grande stabilité du prix de la pomme de terre sur le long terme.

ANNEXE 8 : Itinéraires techniques et calendriers de travail des SC 2, SC 4 et SC 6

➤ SC 2 : Pdt//Bl//Or//J3 ans

A l'inverse du système de culture précédemment présenté, ce système est principalement destiné à l'alimentation du bétail : l'orge fourragère ainsi que les pailles de blé et les fanes de pommes de terre sont fournis aux animaux comme complémentation en fin de saison sèche.

Les itinéraires techniques du blé et de l'orge fourragère sont similaires. L'arairage précédent le semis du blé est réalisé en août, celui précédent le semis de l'orge en septembre et en octobre, en fonction de la disponibilité en main d'œuvre (3,6 h.j dans les deux cas). Le blé est semé en octobre et l'orge en novembre (2,2 h.j). Aucun travail post-semis n'est effectué : la jachère de trois ans et le sarclage de la pomme de terre en tête de rotation ont permis d'éliminer la majorité des adventices. Les récoltes sont réalisées à partir du mois de mai. Le battage et le vannage sont effectués entre juin et juillet.

Les rendements des céréales en pluvial sont très faibles : de l'ordre de 0,9 t/ha pour le blé et de 1,2 t/ha pour l'orge fourragère.

La charge de travail la plus importante de ce système correspond à l'opération de récolte de la pomme de terre, qui nécessite 13 h.j répartis sur les mois de mars et d'avril.

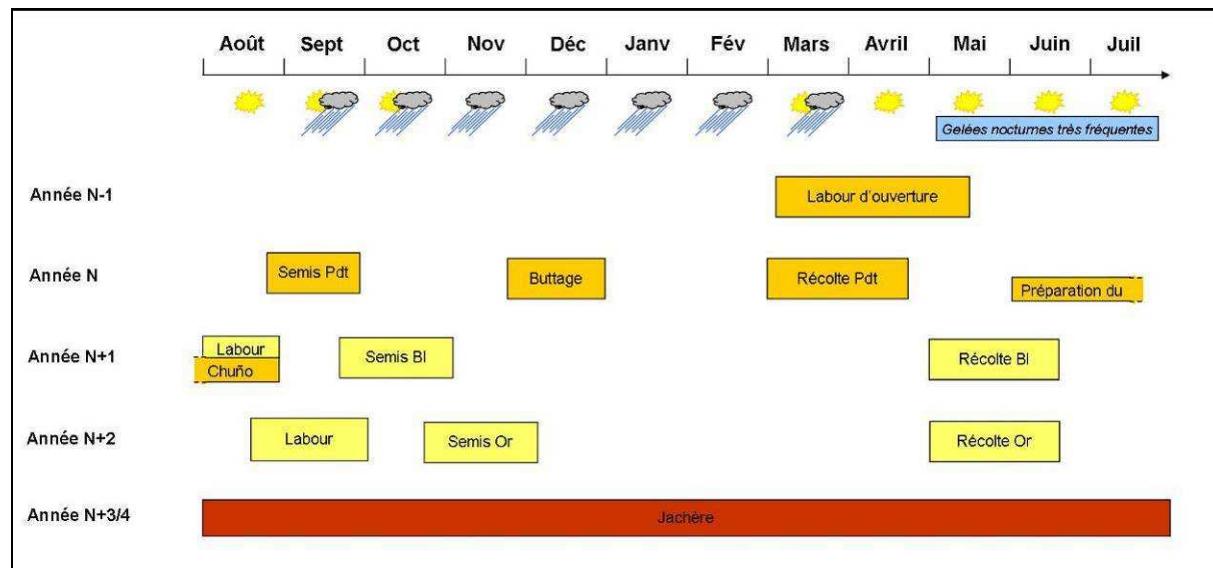


Figure 57 : Itinéraire technique du SC 2

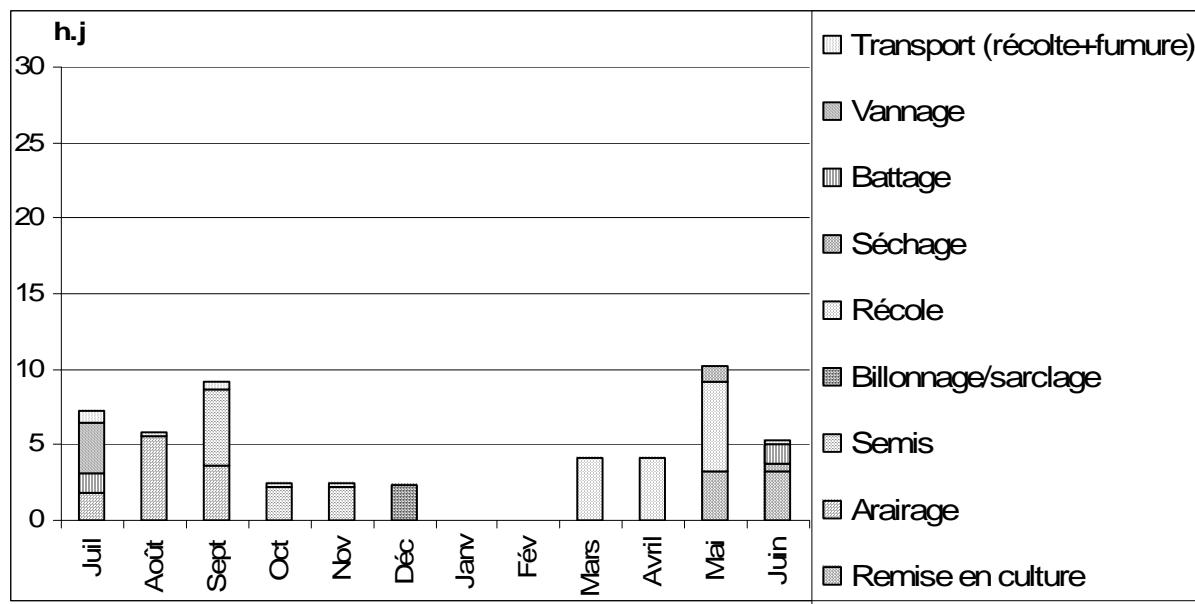


Figure 58 : Calendrier des temps de travaux du SC 2 pratiqué sur un hectare (h.j/ha)

➤ SC 4 : Pdt//Fè//Bl-Or//J_{1 an}

Tous les itinéraires techniques des cultures de ce cycle ont été détaillés précédemment. Nous nous contenterons donc de présenter le calendrier de travail de ce système.

Le pic de travail est en septembre, au moment du semis de la pomme de terre. La pomme de terre et la fève sont récoltées aux mois de mars et avril, les céréales au mois de juin.

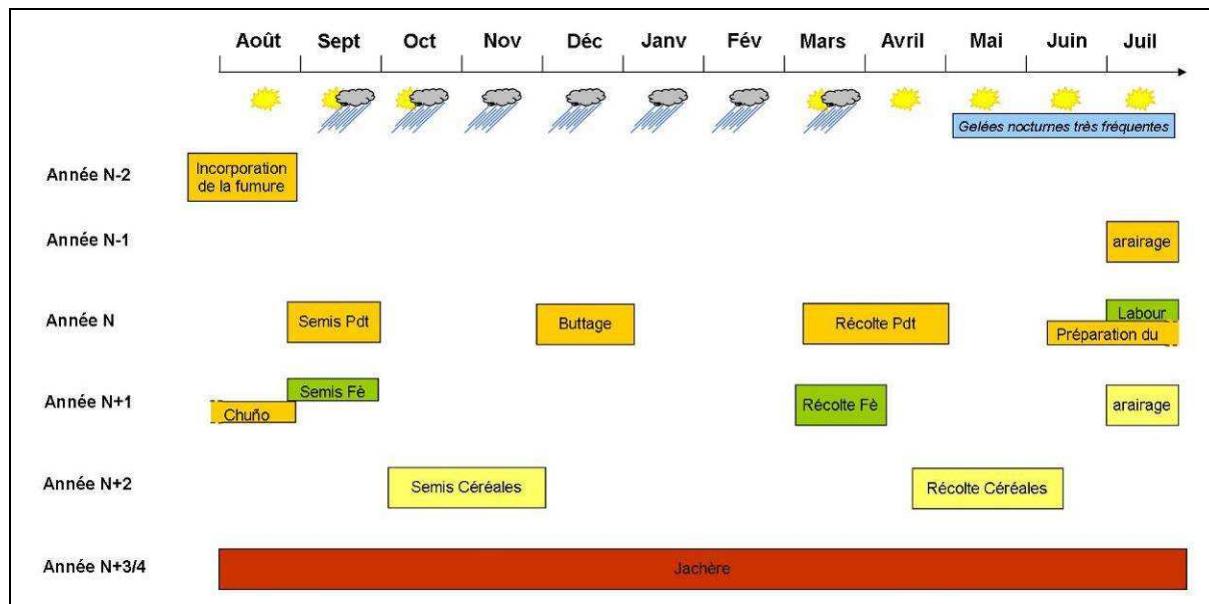


Figure 59 : Itinéraire technique du SC 4

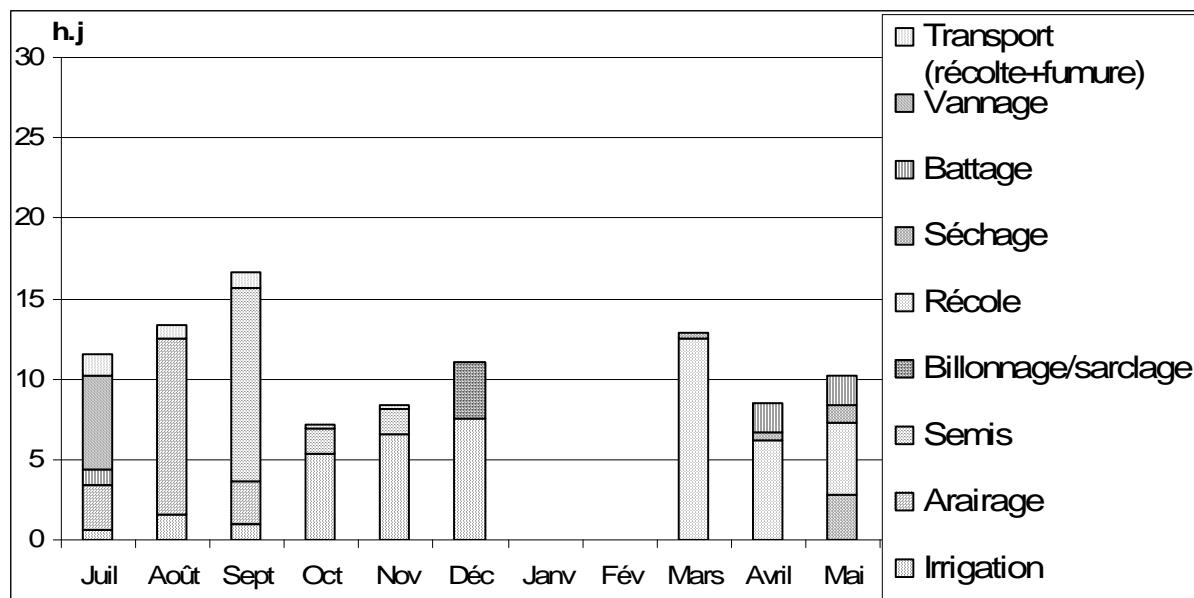


Figure 60 : Calendrier des temps de travaux du SC 4 pratiqué sur un hectare (h.j/ha)

Le SC 6

Avec une culture de maïs et de pomme de terre, beaucoup de travaux se superposent aux mêmes moments : l'arairage, le semis et le billonnage/buttage, c'est pour cela qu'il y a trois mois aux alentours de 15 h.j (juillet, septembre et décembre), le nombre le plus élevé avec cette rotation.

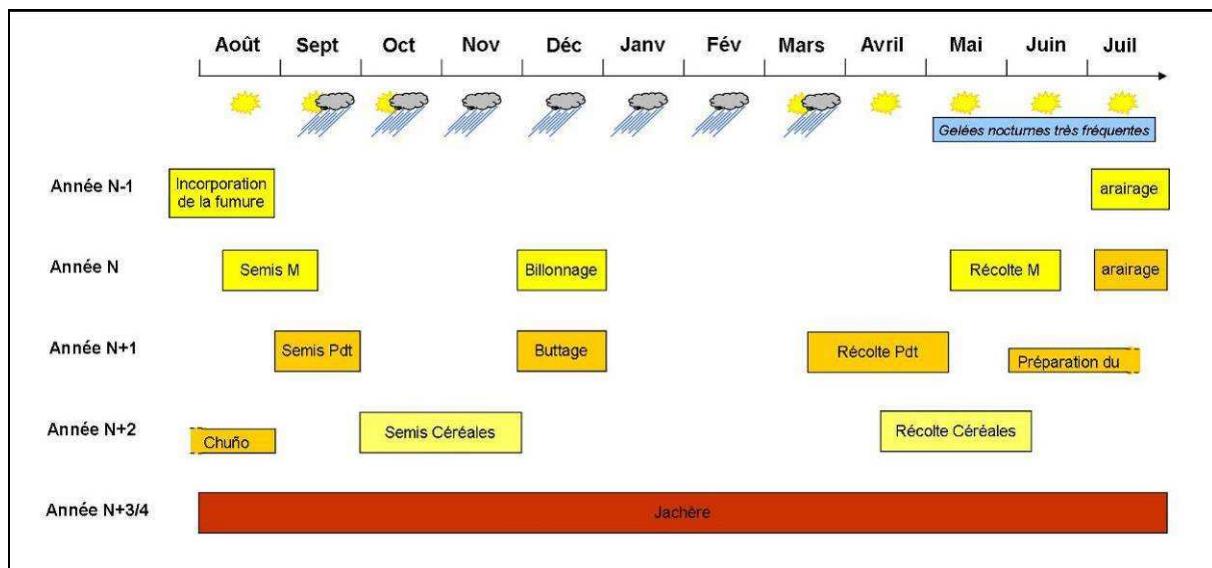


Figure 61 : Itinéraire technique du SC 6

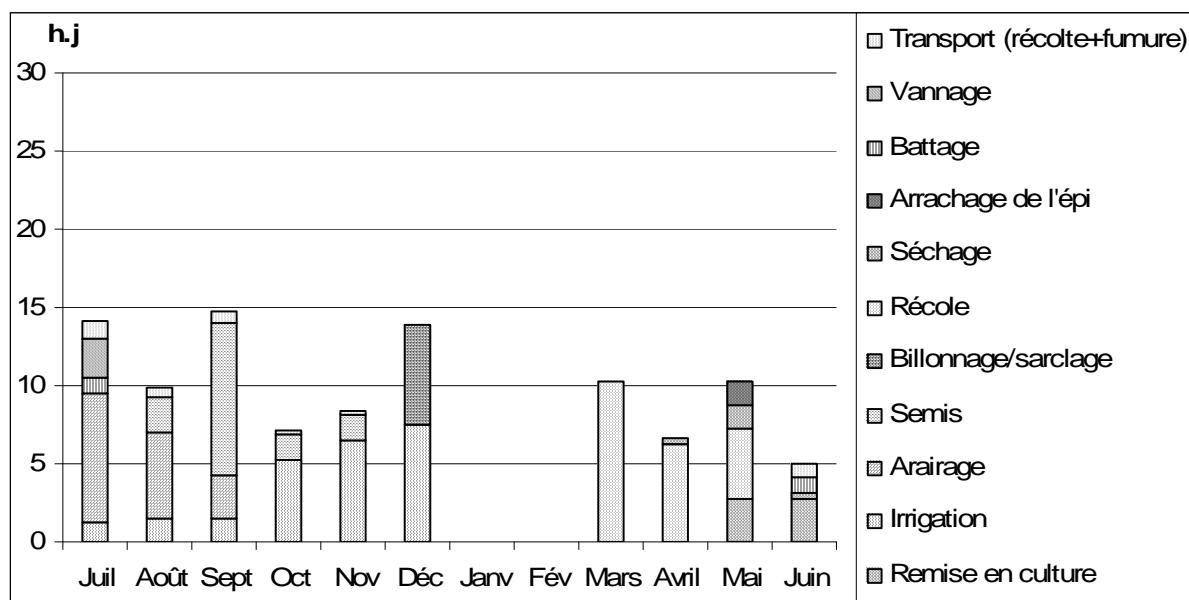


Figure 62 : Calendrier des temps de travaux du SC 6 pratiqué sur un hectare (h.j/ha)

ANNEXE 9 : Techniques d'élevage des taureaux et des ânes

Ces deux élevages sont entièrement destinés à la force de travail mais sont utilisés de manière différente. Les taureaux réalisent les gros travaux agricoles : l'arairage et le semis, alors que les ânes sont utilisés pour transporter les récoltes de leur lieu de production à leur lieu de stockage et les déjections jusqu'aux parcelles, et effectuent le battage des céréales et des légumineuses en les piétinant. Ces deux élevages permettent aux paysans d'alléger leur calendrier de travail lors des pics.

Par ailleurs, les paysans fertilisent également leurs parcelles avec les déjections bovines.

➤ **Technique d'élevage**

○ L'alimentation du troupeau

Tout comme les troupeaux de caprins et d'ovins, les taureaux et les ânes pâturent les résidus de culture entre les récoltes et les semis (avril-mai jusqu'à août) et la végétation des versants et des jachères le reste de l'année. Dans les communautés de vallée pratiquant la vaine pâture, les taureaux et les ânes pâturent librement les résidus de récolte, dans les autres communautés ils sont mis au piquet. Dans ce dernier cas, ils pâturent les parcelles les plus proches des habitations afin qu'une personne vienne régulièrement les déplacer. Les taureaux sont rentrés toutes les nuits dans les parcs à bestiaux.

En période de labour et de semis, les taureaux étant très sollicités, les paysans leur donnent tous les soirs, dans les parcs à bestiaux, une complémentation à base de paille (fève, blé, orge), ainsi que de l'orge grain.

○ La prophylaxie

Les paysans ne pratiquent pas de mesures prophylactiques pour les taureaux et les ânes.

○ La reproduction

Que se soit pour les taureaux ou les ânes, seuls des mâles sont achetés.

➤ **Données économiques**

Les paysans achètent leurs taureaux et vendent les réformes. Les taureaux sont achetés à l'âge de deux ans (700 bs) et sont réformés vers l'âge de sept ans (1500 bs).

Les ânes sont achetés à l'âge de deux ou trois ans (200 bs/tête) et lorsqu'ils atteignent l'âge de réforme (huit ans), les paysans les laissent vieillir jusqu'à leur mort dans les zones de pâturage.

ANNEXE 10 : Résultats économiques des SC

- Les rendements par hectare des différentes productions (qq/ha)

	Rdt (qq/ha)
Pdt	55
Pdt I	97
Chuño	14
Fève	33
Mais	45
Blé NI	9
Blé I	18
Orge NI	7
Orge I	11

- Surfaces cultivées (m²) par SC et production par surfaces cultivées (bs/m²)

	SUPERFICIE						
	SC2	SC1	SC4	SC3	SC6	SC5	SC 7
Surface	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
pdt	1667	2500					
blé	1667	830					
orge	1667	830					
blé I			1250		1250	1250	
orge I			1250		1250	1250	
tub2r		830		2500			
Fève			2500	2500		2500	
Pdt I			2500	2500	2500		
Mais					2500	2500	10000
JACHERE	5000	5000	2500	2500	2500	2500	
	PRODUCTION						
	SC2	SC1	SC4	SC3	SC6	SC5	SC 7
pdt NI	9,2	13,8					
blé NI	1,5	0,7					
orge NI	1,1	0,5					
blé I			2,3		2,3	2,3	
orge I			1,4		1,4	1,4	
tub2r		4,6		13,8			
Fève I			8,3	8,3		8,3	
Pdt I			24,3	24,3	24,3		
Mais I					11,3	11,3	45
Qtité de déjection/SC	4000	4500	3000	3000	3000	3000	6000
Prix	70,48	79,29	52,86	52,86	52,86	52,86	105,72
Qtité (t)de déjection utilisée par hectare cultivé			0,6				
Prix (bs/t)	176,2						

- Prix de vente et d'achat des productions (bs/qq)

	prix vente (bs/qq)	prix achat (bs/qq)
pdt	80	200
chuno	400	1200
fève	120	300
mais	110	280
blé	60	120
orge	40	80

➤ Calcul du produit brut par culture (bs/ha)

	Produit brut (bs/ha)	
	Vente	Achat
Pdt I	7760	19400
Pdt N I	4400	11000
Chuno	5500	16500
Fève	3960	9900
Mais	4950	
Blé I	1080	2160
Blé N I	529	1057
Orge I	440	880
Orge N I	264	529

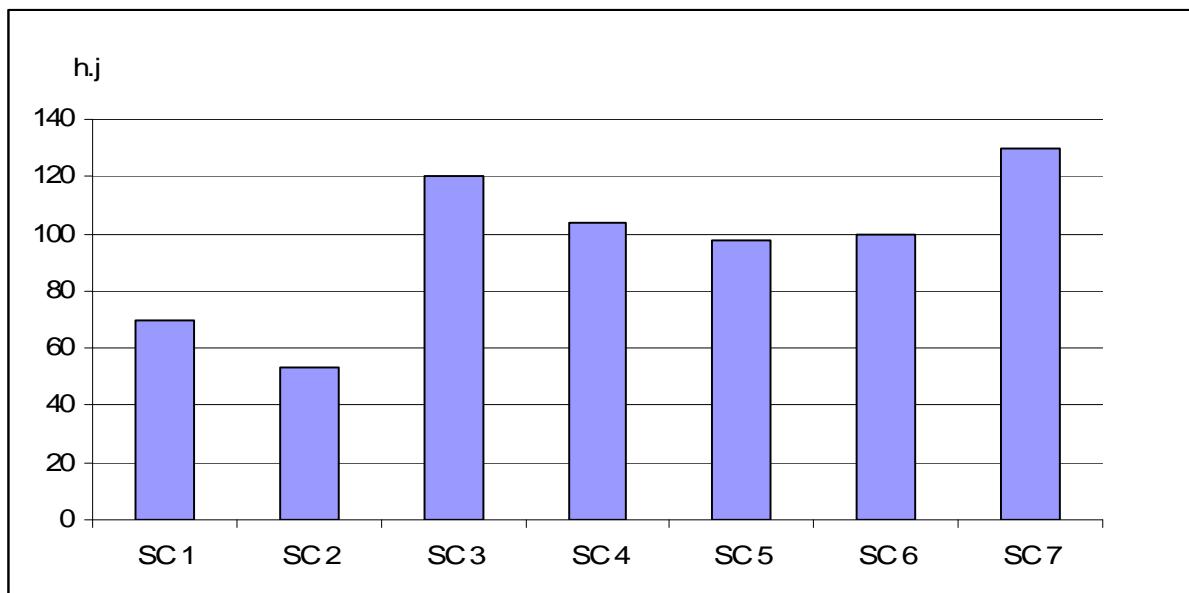
➤ Calcul de la productivité de la terre (bs/ha) et de la productivité du travail (bs/h.j) des différents SC

	VAB (bs/ha)	
	Vente	Achat
SC 1	1452	3715
SC 2	927	2027
SC 3	3977	10022
SC 4	3067	7652
SC 5	2365	5952
SC 6	3315	8327
SC 7	4844	

	VAB/h.j	
	Vente	Achat
SC 1	21	53
SC 2	17	38
SC 3	33	84
SC 4	29	74
SC 5	24	61
SC 6	33	83
SC 7	37	

	h.j
SC 1	70
SC 2	53
SC 3	120
SC 4	104
SC 5	98
SC 6	100
SC 7	130

ANNEXE 11 : Temps de travail nécessaire à chaque SC (h.j/ha)



ANNEXE 12 : Résultats économiques des SE

- Prix (bs) par animal en fonction de sa destination (autoconsommation/vente)

	Prix/u
Lamas vendus	550
Lamas réf vendu	150
Lamas ref autoc	200
Lamas fem vendus	300
Ovins vendus	100
Ovins ref autoc	90
ovins ref vendus	50
Caprins vendus	35
Caprins réf vendus	15
Caprins réf autoc	25
Vente déjections lamas	4
Vente déjection ovins	8
Taureau	1500

- Produit brut dégagé par SE pour cent têtes, avec les consommations intermédiaires pour obtenir la productivité par femelle reproductrice (bs/femelle) et la productivité du travail (bs/h.j)

Produit Brut			CI	VAB	VAB/femelle	VAB/h.j
Lamas	SE 1.1	17070		17070	171	140
	SE 1.2	11345		11345	113	93
Ovins	SE 2	4835	80	4755	48	12
Caprins	SE 3	3022	80	2942	29	7

ANNEXE 13 : Détail des calculs économiques par SP

SP 1 : 1,5 actif

100 lamas

40 ovins

➤ Calendrier de travail (h.j)

	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	
Lamas	10	10	10	10	11,8	10	10	10	10	10	10	10	
Ovins	31	31	33,9	32,88	32	31	32	31	32,8	31	32	31	
Total	41,3	41,3	43,9	43,18	42	41,3	42,3	41	44,9	41	42,3	41	505,45

➤ Calcul du produit brut et du revenu agricole (bs)

	Nb	prix	PB
Lamas vendus	23	550	12650
Lamas réf vendu	12,5	150	1875
Lamas réf autoc	4	200	800
Lamas femelle	3	300	900
Ovins vendus	8,4	100	840
Ovins fem autoc réf	5	90	450
ovins ref vendus	1,2	50	60
Déjections lamas	280	4	1120
Déjections ovins	88	8	704
		Total PB	19399
<i>Consommations intermédiaires</i>		médicament ovins	80
		VAB = Ra	19319
		Ra/mois	1610
		Ra/mois/act	1073

SP 2 : 1,8 actif

100 lamas

40 ovins

2 taureaux

2 ânes

0,9 ha pluvial

➤ Calendrier de travail (h.j)

	Juill	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin
SC 2 Pdt NI	1,6	0,8	2,1	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,7	1,7	0,5	0,8
Blé	1,0	1,5	0,1	0,9	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,4
Orge	1,0	0,0	1,6	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,4
Total	3,6	2,3	3,8	0,9	1,1	1,0	0,0	0,0	1,7	1,7	3,1	1,5
SC 1 Pdt NI	3,5	1,8	4,7	0,0	0,0	2,1	0,0	0,0	3,8	3,8	1,1	1,7
Blé	0,7	1,1	0,1	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,3
Orge	0,7	0,0	1,2	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,3
Tub2r	0,1	0,6	0,6	0,0	1,5	0,0	0,0	0,7	0,0	1,2	1,2	0,4
Total	5,1	3,5	6,6	0,6	2,3	2,1	0,0	0,7	3,8	5,0	4,2	2,7
SE 1 Lamas	10,0	10,0	10,0	10,0	11,8	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
SE 2 Ovins	31,0	31,0	33,9	32,9	32,0	31,0	32,0	31,0	32,8	31,0	32,0	31,0
Total	41,0	41,0	43,9	42,9	43,8	41,0	42,0	41,0	42,8	41,0	42,0	41,0
TOTAL	49,6	46,7	54,2	44,4	47,2	44,1	42,0	41,7	48,2	47,7	49,3	45,2

➤ Superficie cultivée et répartition des SC (m²)

	SC2	SC1
Surface (m ²)	4000	6000
pdt	666,7	1500
blé	666,7	498
orge	666,7	498
tub2r	498	

➤ Production dégagée sur l'ensemble des parcelles (qq)

	Pdction (qq)	Qtité semence (qq)	Qtité restante (qq)
pdt	11,9	1,5	13,2
tub2r	2,7		
blé grain	1,0	0,1	0,9
blé paille	4,1		
orge grain	0,8	0,2	0,6
orge paille	3,1		
total paille	8,0		

➤ Calcul du produit brut et du revenu agricole (bs)

Vente	Nb	prix	PB
Lamas vendus	23	550	12650
Lamas réf vendu	12,5	150	1875
Lamas ref autoc	4	200	800
Lamas fem vendus	3	300	900
Ovins vendus	8,4	100	840
Ovins fem ref autoc	5	90	450
ovins ref vendus	1,2	50	60
Taureaux	0,33	1500	495
Déjections lamas	280	4	1120
Déjections ovins	88	8	704
Achat	Nb	prix	
ane	0,66	200	132
taureau	0,33	700	231
		Total PB élevage	19531
consommations intermédiaires		médoc	80
		VAB élé	19451
	Qtité	prix	PB
pdt auto	13,2	200	2638,0
blé grain	0,9	120	110,8
paille	7,2		0,0
		Total PB cult	2748,8
consommations intermédiaires		engrais	228,8
		VAB cult	2520,0
		VAB + Ra	21971,0
		ra/mois	1831
		ra/mois/acti	1017

SP 3 : 2,5 actifs
 50 ovins
 2 taureaux
 4 ânes
 3 ha (1,5 irrigué et 1,5 pluvial)

➤ Calendrier de travail (h.j)

	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin
SC2 Pdt NI	2,9	1,5	3,9	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	3,1	3,1	0,9	1,4
Blé	1,9	2,8	0,2	1,6	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,7
Orge	1,9	0,0	2,9	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,7
Total	6,7	4,2	7,1	1,6	2,0	1,8	0,0	0,0	3,1	3,1	5,8	2,8
SC1 Pdt NI	4,4	2,2	5,9	0,0	0,0	2,7	0,0	0,0	4,7	4,7	1,3	2,2
Blé	0,9	1,4	0,1	0,8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,3
Orge	0,9	0,0	1,5	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,3
Tub2r	0,1	0,7	0,7	0,0	1,9	0,0	0,0	0,9	0,0	1,6	1,6	0,5
Total	6,3	4,3	8,2	0,8	2,9	2,7	0,0	0,9	4,7	6,2	5,3	3,4
SC4 Pdt I	2,0	1,8	4,3	1,3	1,3	3,0	0,0	0,0	3,1	3,1	0,9	0,2
Fè I	1,9	3,3	2,4	1,3	1,3	1,3	0,0	0,0	3,3	1,1	0,9	0,8
Bl I	0,9	1,5	0,1	1,0	0,7	0,6	0,0	0,0	0,0	1,2	0,3	
Or I	0,9	0,0	1,6	0,0	1,1	0,6	0,0	0,0	0,0	1,2	0,3	
Total	5,8	6,6	8,4	3,5	4,3	5,5	0,0	0,0	6,4	4,3	4,3	1,7
SC3 Pdt I	3,9	3,6	8,5	2,5	2,5	6,1	0,0	0,0	6,3	6,3	1,8	0,4
Fè	3,8	6,5	4,9	2,5	2,5	2,5	0,0	0,0	6,6	2,3	1,9	1,7
Tub2r	0,4	3,0	3,0	0,0	7,8	0,0	0,0	3,6	0,0	6,3	6,3	2,1
Total	8,1	13,1	16,4	5,0	12,8	8,6	0,0	3,6	12,9	14,8	9,9	4,2
TOTAL h.j SC	26,9	28,2	40,1	10,9	22,0	18,6	0,0	4,5	27,1	28,4	25,2	12,1
SE 2 Ovins	32,0	31,0	32,0	31,0	33,0	31,0	32,0	31,0	31,0	31,0	33,9	32,9
TOTAL h.J SP	58,9	59,2	72,1	41,9	55,0	49,6	32,0	35,5	58,1	59,4	59,0	44,9

➤ Superficie cultivée et répartition des SC (m²)

	SC2	SC1	SC4	SC3
Surface (m ²)	7500	7500	5000	10000
pdt	1250,0	1875		
blé	1250,0	622,5		
orge	1250,0	622,5		
blé I			625	
orge I			625	
tub2r		622,5		2500
Fève			1250	2500
Pdt I			1250	2500

➤ Production dégagée sur l'ensemble des parcelles (qq)

	Pdction (qq)	Qtité semence (qq)	Qtité restante (qq)
pdt	53,6	7,1	63,7
tub2r	17,2		
blé grain	2,8	0,6	2,2
orge grain	1,9	0,4	1,5
fève grain	12,4	1,2	11,1
paille	95,0		

➤ Calcul du produit brut et du revenu agricole (bs)

	Nb	prix	PB
Ovins vendus	10,5	100	1050
Ovins mâles autoc		130	0
Ovins fem autoc ref	5	90	450
ovins ref vendus	2,75	50	137,5
Taureaux	0,33	1500	495
Déjections ovins	110	8	880
<hr/>			
Achat	Nb	prix	
ane	0,66	200	132
taureau	0,33	700	231
			Total PB elev 2649,5
<i>consommations intermédiaires</i>			médoc 80
			VAB ele 2569,5
<hr/>			
	Nb	prix	PB
pdt auto	30,0	200	6000,0
chuno auto	4,0	1200	4800,0
pdt vente	17,7	80	1416,0
fève grain auto	5,0	300	1500,0
fève grain vente	7,4	120	888,0
blé grain	2,2	120	266,4
paille	95,0		0,0
			Total PB cult 14870,4
<i>consommations intermédiaires</i>			engrais 726
			VAB cult 14144,4
<hr/>			TOTAL VAB 16713,9
			ra/mois 1393
			ra/mois/act 557

SP 4 : 2,5 actifs
 70 lamas
 40 ovins
 2 taureaux
 4 ânes
 2 ha (1 ha irrigué et 1 ha pluvial)

➤ Calendrier de travail (h.j)

	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin
SC2	Pdt NI	1,9	1,0	2,6	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	2,1	2,1	0,6
	Blé	1,3	1,8	0,1	1,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6
	Orge	1,3	0,0	2,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
	Total	4,4	2,8	4,7	1,1	1,3	1,2	0,0	0,0	2,1	2,1	3,8
SC1	Pdt NI	2,9	1,5	3,9	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	3,1	3,1	0,9
	Blé	0,6	0,9	0,1	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8
	Orge	0,6	0,0	1,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
	Tub2r	0,1	0,5	0,5	0,0	1,3	0,0	0,0	0,6	0,0	1,0	0,4
	Total	4,2	2,9	5,5	0,5	2,0	1,8	0,0	0,6	3,1	4,2	3,5
SC4	Pdt I	2,0	1,8	4,3	1,3	1,3	3,0	0,0	0,0	3,1	3,1	0,9
	Fè I	1,9	3,3	2,4	1,3	1,3	1,3	0,0	0,0	3,3	1,1	0,9
	Bl I	0,9	1,5	0,1	1,0	0,7	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
	Or I	0,9	0,0	1,6	0,0	1,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
	Total	5,8	6,6	8,4	3,5	4,3	5,5	0,0	0,0	6,4	4,3	4,3
SC3	Pdt I	2,0	1,8	4,3	1,3	1,3	3,0	0,0	0,0	3,1	3,1	0,9
	Fè	1,9	3,3	2,4	1,3	1,3	1,3	0,0	0,0	3,3	1,1	0,9
	Tub2r	0,2	1,5	1,5	0,0	3,9	0,0	0,0	1,8	0,0	3,1	3,1
	Total	4,1	6,5	8,2	2,5	6,4	4,3	0,0	1,8	6,4	7,4	4,9
	TOTAL h.j SC	18,5	18,8	26,8	7,6	13,9	12,8	0,0	2,4	18,1	17,9	16,6
SE 1	Lamas	10,0	10,0	10,0	10,0	11,4	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
SE 2	Ovins	32,0	31,0	32,0	31,0	32,8	31,0	32,0	31,0	31,0	31,0	32,9
	TOTAL h.j SE	42,0	41,0	42,0	41,0	44,2	41,0	42,0	41,0	41,0	41,0	42,9
	TOTAL h.j SP	60,5	59,8	68,8	48,6	58,1	53,8	42,0	43,4	59,1	58,9	60,4
												50,8

➤ Superficie cultivée et répartition des SC (m²)

	SC2	SC1	SC4	SC3
Surface (m ²)	5000	5000	5000	5000
pdt	833,3	1250		
blé	833,3	415		
orge	833,3	415		
blé I			625	
orge I			625	
tub2r		415		1250
Fève			1250	1250
Pdt I			1250	1250

➤ Production dégagée sur l'ensemble des parcelles (qq)

	Pdction (qq)	Qtité semence (qq)	Qtité restante (qq)
pdt	35,7	9,0	35,9
tub2r	9,2		
blé grain	2,2	0,4	1,8
orge grain	1,5	0,3	1,2
fève grain	8,3	1,7	6,6
paille	66,0		

➤ Calcul du produit brut et du revenu agricole (bs)

	Nb	prix	PB
Lamas vendus	11,6	550	6380
Lamas réf vendu	3	150	450
Lamas ref autoc	4	200	800
Lamas fem vendus		300	0
Ovins vendus	8,4	100	840
Ovins ref autoc	5	90	450
ovins ref vendus	1,2	50	60
Déjections lamas	196	4	784
Déjections ovins	88	8	704
Taureaux	0,33	1500	495
<hr/>			
Achat	Nb	prix	
ane	0,66	200	132
taureau	0,33	700	231
<hr/>			
		Total PB élevage	10600
consommation intermédiaire		médoc	80
		VAB élevage	10520
<hr/>			
	Nb	prix	PB
pdt auto	30,0	200	6000,0
chuno auto	1,5	1200	1800,0
pdt vente		80	0,0
blé grain	1,8	120	213,6
fève	6,6	300	1980,0
paille	66,0		0,0
<hr/>			
		Total PB cult	9993,6
		engrais	484,0
		VAB cult	9509,6
		TOTAL VAB = Ra	20029,6
		ra/mois	1669,13216
		ra/mois/actif	725,709634

SP 5 : 2,5 actifs
 50 ovins
 30 caprins
 2 taureaux
 4 ânes
 4,5 ha (1,5 ha irrigué et 3 ha pluvial)

➤ Calendrier de travail (h.j)

	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Jun
SC2 Pdt NI	5,8	2,9	7,9	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	6,3	6,3	1,8	2,9
Blé	3,8	5,5	0,4	3,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	1,4
Orge	3,8	0,0	5,9	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	1,4
Total	13,3	8,4	14,1	3,3	4,0	3,6	0,0	0,0	6,3	6,3	11,5	5,6
SC1 Pdt NI	8,7	4,4	11,8	0,0	0,0	5,4	0,0	0,0	9,4	9,4	2,6	4,3
Blé	1,9	2,7	0,2	1,6	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,7
Orge	1,9	0,0	2,9	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,7
Tub2r	0,2	1,5	1,5	0,0	3,9	0,0	0,0	1,8	0,0	3,1	3,1	1,1
Total	12,6	8,6	16,4	1,6	5,9	5,4	0,0	1,8	9,4	12,5	10,6	6,7
SC4 Pdt I	1,5	1,3	3,2	0,9	0,9	2,3	0,0	0,0	2,3	2,3	0,7	0,1
Fè I	1,4	2,4	1,8	0,9	0,9	0,9	0,0	0,0	2,5	0,8	0,7	0,6
BII	0,7	1,1	0,1	0,7	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,3
Or I	0,7	0,0	1,2	0,0	0,8	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,3
Total	4,3	4,9	6,3	2,6	3,2	4,2	0,0	0,0	4,8	3,2	3,2	1,3
SC3 Pdt I	1,5	1,3	3,2	0,9	0,9	2,3	0,0	0,0	2,3	2,3	0,7	0,1
Fè	1,4	2,4	1,8	0,9	0,9	0,9	0,0	0,0	2,5	0,8	0,7	0,6
Tub2r	0,1	1,1	1,1	0,0	2,9	0,0	0,0	1,3	0,0	2,3	2,3	0,8
Total	3,1	4,9	6,1	1,9	4,8	3,2	0,0	1,3	4,8	5,5	3,7	1,6
SC6 Ma	3,3	1,5	1,5	1,3	1,3	2,6	0,0	0,8	2,3	0,2	0,9	0,3
Pdt	2,0	1,8	4,3	1,3	1,3	3,0	0,0	0,0	3,1	3,1	0,9	0,2
BII	0,9	1,5	0,1	1,0	0,7	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,3
Or I	0,9	0,0	1,6	0,0	1,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,3
Total	7,1	4,8	7,5	3,5	4,3	6,9	0,0	0,8	5,5	3,3	4,3	1,1
SC5 Ma	1,6	0,8	0,8	0,6	0,6	1,3	0,0	0,4	1,2	0,1	0,5	0,1
Fè	1,0	1,6	1,2	0,6	0,6	0,6	0,0	0,0	1,7	0,6	0,5	0,4
BII	0,5	0,8	0,0	0,5	0,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,2
Or I	0,5	0,0	0,8	0,0	0,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,2
Total	3,5	3,2	2,8	1,7	2,1	2,6	0,0	0,4	2,8	0,7	2,2	0,9
TOTAL h.j SC	43,9	34,9	53,3	14,5	24,3	25,8	0,0	4,3	33,6	31,4	35,4	17,2
SE2 ovin	32	31	32	31	33	31	32	31	31	31	33,875	32,88
SE3 caprin					7,5	7,5	7,5	7,5				
TOTAL h.j SE	32	31	32	31	40,5	38,5	39,5	38,5	31	31	33,875	32,88
TOTAL h.j SP	75,9	65,9	85,3	45,5	64,8	64,3	39,5	42,8	64,6	62,4	69,3	50,1

➤ Superficie cultivée et répartition des SC (m²)

	SC2	SC1	SC4	SC3	SC6	SC5
Surface (m ²)	15000	15000	3750	3750	5000	2500
pdt	2500,0	3750				
blé	2500,0	1245				
orge	2500,0	1245				
blé I			468,75		625	312,5
orge I			468,75		625	312,5
tub2r		1245		937,5		
Fève			937,5	937,5		625
Pdt I			937,5	937,5	1250	
Mais					1250	625

➤ Production dégagée sur l'ensemble des parcelles (qq)

	Pdction (qq)	Qtité semence (qq)	Qtité restante (qq)
Pdt	64,7	15,3	61,4
tub2r	12,0		
blé grain	5,8	1,2	4,7
orge grain	4,0	0,8	3,2
fève grain	8,3	1,7	6,6
paille	143,6		

➤ Calcul du produit brut et du revenu agricole (bs)

	Nb	prix	PB
caprins vendu	7,56	35	264,6
caprins ref auto	5	25	125
caprin ref vendu	0,4	15	6
Ovins vendus	10,5	100	1050
ovins ref vendus	2,75	50	137,5
ovins ref autonc	5	90	450
Déjections ovins	110	8	880
Déjection caprins	66	8	528
Taureaux	0,33	1500	495
Achat	Nb	prix	
ane	0,66	200	132
taureau	0,33	700	231
		Total PB élev	3573,1
consommation intermédiaire		médoc	80
		VAB élev	3493,1
	Nb	prix	PB
pdt auto	30,0	200	6000,0
chuno auto	4,0	1200	4800,0
pdt vente	15,4	80	1232,0
blé grain	4,7	120	559,8
fève autoc	5,0	300	1500,0
Fève vente	2,4	120	288,0
paille	143,6		0,0
mais vente	7,4	110	818,1
mais auto	1,0	280	280,0
		Total PB cult	15477,9
consommation intermédiaire		engrais	1056
		VAB cult	14421,9
		TOTAL VAB	17915
		ra/mois	1493
		ra/mois/actif	597

SP 6 : 2,5 actifs
 40 caprins
 2 taureaux
 4 ânes
 4 ha (0,5 ha irrigué et 3,5 ha pluvial)

➤ Calendrier de travail (h.j)

	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin
SC2 Pdt NI	3,9	2,0	5,3	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	4,2	4,2	1,2	1,9
Blé	2,5	3,7	0,3	2,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	0,9
Orge	2,5	0,0	3,9	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	0,9
Total	8,9	5,6	9,4	2,2	2,7	2,4	0,0	0,0	4,2	4,2	7,7	3,8
SC1 Pdt NI	17,4	8,8	23,6	0,0	0,0	10,7	0,0	0,0	18,8	18,8	5,3	8,6
Blé	3,7	5,5	0,4	3,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	1,4
Orge	3,7	0,0	5,9	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	1,4
Tub2r	0,4	3,0	3,0	0,0	7,7	0,0	0,0	3,6	0,0	6,2	6,2	2,1
Total	25,3	17,3	32,8	3,2	11,7	10,7	0,0	3,6	18,8	25,0	21,2	13,5
SC7 Ma	13,0	6,1	6,1	5,0	5,0	10,5	0,0	3,1	9,4	0,8	3,8	1,0
TOTAL h.j SC	47,2	29,0	48,4	10,4	19,4	23,6	0,0	6,7	32,3	29,9	32,6	18,2
SE2 ovin												
SE3 caprin	31	31	33,875	32,875	39,5	38,5	40	38,5	32	31	32	31
TOTAL h.J SE	31	31	33,875	32,875	39,5	38,5	40	38,5	32	31	32	31
TOTAL SP	78,2	60,0	82,3	43,3	58,9	62,1	39,5	45,2	64,3	60,9	64,6	49,2

➤ Superficie cultivée et répartition des SC (m²)

	SC2	SC1	SC7
Surface (m ²)	10000	30000	5000
pdt	1666,7	7500	
blé	1666,7	2490	
orge	1666,7	2490	
blé I			
orge I			
tub2r		2490	
Fève			
Pdt I			5000
Mais			

➤ Production dégagée sur l'ensemble des parcelles (qq)

	Pdction (qq)	Qtité semence (qq)	Qtité restante (qq)
Pdt	50,4	12,8	51,3
tub2r	13,7		
blé grain	3,7	0,7	2,9
orge grain	2,7	0,5	2,2
maïs grain	27,5	5,5	22,0
paille	190,6		

➤ Calcul du produit brut et du revenu agricole (bs)

	Nb	prix	PB
caprins vendu	10,08	35	352,8
caprins ref auto	7	25	175
caprin ref vendu	0,2	15	3
Déjection caprins	88	8	704
Taureaux	0,33	1500	495
Achat			
ane	0,66	200	132
taureau	0,33	700	231
		Total PB élev	1366,8
consommation intermédiaire		médoc	80
		VAB élev	1286,8
	Nb	prix	PB
pdt auto	30,0	200	6000,0
chuno	3,0	1200	3600,0
pdt vente	10,0	80	800,0
blé grain	2,9	120	351,6
mais vente	21,0	110	2310,0
mais auto	1,0	280	280,0
paille	190,6		0,0
		Total PB cult	13341,6
consommation intermédiaire		engrais	1496,0
		VAB cult	11845,6
		TOTAL PB	13132,4
		ra/mois	1094
		ra/mois/act	438

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	I
SOMMAIRE.....	I
TABLES DES ILLUSTRATIONS	I
LISTE DES ABREVIATIONS	IV
GLOSSAIRE	V
INTRODUCTION.....	1
1 MÉTHODOLOGIE.....	2
1.1 DÉROULEMENT DE NOTRE ÉTUDE	2
1.2 ANALYSE ÉCONOMIQUE	3
1.2.1 <i>Systèmes de culture et d'élevage</i>	3
1.2.2 <i>Systèmes de production</i>	4
2 LE PAYSAGE DU MUNICIPE DE POTOSÍ : UNE GRANDE DIVERSITÉ DE MILIEUX ÉTAGÉS	5
2.1 UNE ZONE DE MONTAGNE TROPICALE	5
2.1.1 <i>Des précipitations faibles et irrégulières et des températures toujours basses.....</i>	5
2.1.2 <i>Une période de culture très courte.....</i>	6
2.2 UN RELIEF VARIÉ INFLUENÇANT FORTEMENT LE CLIMAT.....	7
2.2.1 <i>La mise en place du relief : retour sur l'orogenèse des Andes.....</i>	7
2.2.2 <i>Trois ensembles topographiques très différents</i>	7
2.2.2.1 Un massif montagneux au relief diversifié	8
2.2.2.2 Une zone de piémont avec un dénivelé important	9
2.2.2.3 Des collines alternant avec des vallées encaissées.....	13
2.2.3 <i>Un réseau hydrographique modulant la contrainte pluviométrique</i>	15
2.3 DES SOLS MODULANT LA CONTRAINTE PLUVIOMÉTRIQUE	17
2.3.1 <i>Les sols formés sur grès : accentuation de la contrainte</i>	17
2.3.2 <i>Les sols alluvionnaires : de l'accentuation à l'atténuation de la contrainte</i>	18
2.3.3 <i>Les sols hydromorphes : atténuation de la contrainte</i>	18
2.4 UNE VÉGÉTATION CARACTÉRISANT CHAQUE MILIEU	19
2.4.1 <i>L'étage puna : de la steppe à la lande en passant par les mouillères.....</i>	19
2.4.2 <i>L'étage suni : des pelouses à graminées dures aux pelouses à graminées tendres.....</i>	20
2.4.3 <i>L'étage quechua : les pelouses à graminées tendres.....</i>	21
2.4.4 Conclusion.....	21
3 UNE AGRICULTURE FAMILIALE EN PLEINE MUTATION	24
3.1 JUSQU'AU MILIEU DU XX ^E SIÈCLE : DES HACIENDAS DANS LES VALLÉES ET DES PAYSANS LIBRES DANS LE PIÉMONT ET LE MASSIF	24
3.1.1 <i>A l'étage quechua : le contrôle de l'agriculture par les haciendas</i>	24
3.1.1.1 Des haciendas appliquant le système du colonat	24
3.1.1.2 Hacienda et minifundia : deux systèmes de production très différents	26
3.1.1.2.1 Des haciendas produisant pour alimenter le marché de Potosí.....	26
3.1.1.2.2 Des minifundia produisant pour se nourrir.....	27
3.1.2 <i>Aux étages puna et suni : de petites exploitations familiales avec une forte disparité économique</i>	29
3.1.2.1 Dans le massif : des familles d'éleveurs différenciées par la disponibilité et la qualité des fourrages en fin de saison sèche.....	29
3.1.2.2 Dans le piémont : des résultats économiques conditionnés par l'accès à l'irrigation.....	29
3.1.2.2.1 Des systèmes de productions centrés sur la culture de la pomme de terre.....	29
3.1.2.2.2 ... et d'autres associant culture de pomme de terre et élevage de lamas	30
3.2 DE LA RÉFORME AGRAIRE DE 1953 AU RACHAT DES TERRES PAR LES PAYSANS DES VALLÉES DANS LES ANNÉES 1970	30
3.2.1 <i>Révolution nationale et promotion d'une agriculture capitaliste d'exportation</i>	30
3.2.2 <i>Rachat des terres et accentuation des différences économiques entre les exploitations familiales</i>	31
3.3 LES ANNÉES 1980-1990 : DES PETITES EXPLOITATIONS FAMILIALES SUR FOND DE CRISE	31
3.3.1 <i>Accidents climatiques, crise économique et fermeture des mines</i>	31

3.3.2	<i>La nécessaire diversification des sources de revenus des petites exploitations familiales</i>	32
3.3.2.1	Migrer vers Santa Cruz ou l'Argentine.....	32
3.3.2.2	ou travailler au Cerro Rico pour se maintenir dans la communauté	33
3.4	DEPUIS LES ANNÉES 2000 : DE LA CAMPAGNE À LA MINE	34
3.4.1	<i>La mine : de plus en plus attractive... et de plus en plus polluante</i>	34
3.4.2	<i>L'abandon de l'agriculture : quelle sécurité alimentaire ?</i>	35
3.5	CONCLUSION	35
4	DES SYSTÈMES DE CULTURE ET D'ÉLEVAGE AUX CARACTÉRISTIQUES ET AUX PERFORMANCES ÉCONOMIQUES CONDITIONNÉES PAR L'ÉTAGEMENT DU MILIEU	40
4.1	DES ORIENTATIONS PRODUCTIVES DIFFÉRENTES À CHAQUE ÉTAGE	40
4.1.1	<i>A l'étage puna : des élevages pastoraux extensifs</i>	40
4.1.1.1	Des troupeaux mixtes de lamas et d'ovins complémentaires.....	40
4.1.1.1.1	Des régimes alimentaires valorisant l'ensemble de la végétation spontanée.....	40
4.1.1.1.2	Des produits d'élevage différents.....	40
4.1.1.2	Le système d'élevage de lamas : des différences dues à la quantité et à la qualité des ressources fourragères disponibles.....	42
4.1.1.2.1	Un système d'élevage nécessitant très peu de main d'œuvre	42
4.1.1.2.2	Un renouvellement variable	43
4.1.1.2.3	Des résultats économiques différents	45
4.1.2	<i>Aux étages suni et quechua : des systèmes de culture et d'élevage interdépendants</i>	46
4.1.2.1	Des systèmes de culture à base de pomme de terre et de maïs	46
4.1.2.1.1	Des aménagements visant à limiter les contraintes topoclimatiques	47
4.1.2.1.2	Des pratiques communes à tous les paysans.....	47
4.1.2.1.3	Des systèmes de culture à base de pomme de terre identiques dans les deux étages	50
4.1.2.1.4	Des systèmes de culture à base de maïs spécifiques à l'étage quechua	53
4.1.2.2	Des systèmes d'élevage indispensables aux systèmes de culture	55
4.1.2.2.1	L'élevage ovin : valorisation des pelouses à herbacées tendres des étages suni et quechua.....	55
4.1.2.2.2	L'élevage caprin : valorisation des parcours escarpés de l'étage quechua	59
4.2	DES PERFORMANCES ÉCONOMIQUES TRÈS HÉTÉROGÈNES	62
4.2.1	<i>L'amélioration des performances économiques des systèmes de culture par l'irrigation</i>	62
4.2.1.1	Une différence marquée entre prix de vente et prix d'achat	62
4.2.1.2	Un produit brut nettement supérieur en irrigué qu'en pluvial.....	62
4.2.1.3	Une meilleure valorisation de la terre par les cultures irriguées.....	63
4.2.1.4	... ainsi qu'une meilleure valorisation de la force de travail	64
4.2.2	<i>La supériorité des performances économiques de l'élevage de lamas.....</i>	65
4.2.2.1	Un produit brut beaucoup plus élevé	65
4.2.2.2	Une création de richesse par femelle reproductrice également supérieure.....	66
4.2.2.3	... et une productivité du travail incomparable.....	66
4.3	CONCLUSION	67
5	DE L'ÉLEVAGE DE LAMAS À LA MONOCULTURE DE MAÏS : DES SYSTÈMES DE PRODUCTION AUX RÉSULTATS ÉCONOMIQUES CONTRASTÉS.....	68
5.1	A L'ÉTAGE PUNA : DES EXPLOITATIONS FAMILIALES DÉGAGEANT DES REVENUS CONSÉQUENTS	68
5.1.1	<i>Des exploitations familiales spécialisées dans l'élevage de lamas</i>	68
5.1.1.1	Description du modèle (SP 1).....	68
5.1.1.2	Performances économiques	70
5.1.2	<i>Des exploitations familiales alliant élevage et cultures</i>	70
5.1.2.1	Accès à des mouillères... mais pas à l'irrigation	70
5.1.2.1.1	Description du modèle (SP 2)	70
5.1.2.1.2	Performances économiques	72
5.1.2.2	Accès à l'irrigation... mais pas à des mouillères	72
5.1.2.2.1	Description du modèle (SP 4)	72
5.1.2.2.2	Performances économiques	74
5.2	AUX ÉTAGES SUNI ET QUECHUA : DES EXPLOITATIONS FAMILIALES PLUS EN DIFFICULTÉ	74
5.2.1	<i>Dans le piémont : un système de production centré sur la pomme de terre</i>	74
5.2.1.1	Description du modèle (SP 3).....	74
5.2.1.2	Performances économiques	76
5.2.2	<i>Dans la zone de colline : diversification ou spécialisation ?</i>	76
5.2.2.1	La mise en œuvre de six systèmes de culture.....	76
5.2.2.1.1	Description du modèle (SP 5)	76
5.2.2.1.2	Performances économiques	78
5.2.2.2	... ou d'une monoculture de maïs sans jachère.....	78
5.2.2.2.1	Description du modèle (SP 6)	78

5.2.2.2.2	Performances économiques	78
5.3	DES SYSTÈMES DE PRODUCTION PERMETTANT LA REPRODUCTION DES EXPLOITATIONS FAMILIALES, MAIS AVEC UN COÛT D'OPPORTUNITÉ DE LA MAIN D'ŒUVRE ÉLEVÉ	80
CONCLUSION.....	82	
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	83	
ANNEXES	85	
<i>ANNEXE 1 : Localisation du municipio de Potosí</i>	<i>86</i>	
<i>ANNEXE 2 : Calendrier du stage</i>	<i>88</i>	
<i>ANNEXE 3 : Liste des entretiens</i>	<i>89</i>	
<i>ANNEXE 4 : Calcul du seuil de survie</i>	<i>91</i>	
<i>ANNEXE 5 : Photographies de terrasses</i>	<i>92</i>	
<i>ANNEXE 6 : Le chuño</i>	<i>93</i>	
<i>ANNEXE 7 : Evolution du prix de la pomme de terre de 1963 à 2004 en bolivianos constant de 1991</i>	<i>94</i>	
(<i>source : Jobbé Duval, 2005</i>)	<i>94</i>	
<i>ANNEXE 8 : Itinéraires techniques et calendriers de travail des SC 2, SC 4 et SC 6.....</i>	<i>95</i>	
<i>ANNEXE 9 : Techniques d'élevage des taureaux et des ânes</i>	<i>99</i>	
<i>ANNEXE 10 : Résultats économiques des SC</i>	<i>100</i>	
<i>ANNEXE 11 : Temps de travail nécessaire à chaque SC (h./ha)</i>	<i>102</i>	
<i>ANNEXE 12 : Résultats économiques des SE.....</i>	<i>103</i>	
<i>ANNEXE 13 : Détail des calculs économiques par SP.....</i>	<i>104</i>	
TABLE DES MATIÈRES	115	

ABSTRACT

The municipio of Potosí, which is situated in the Eastern Range of the Bolivian Andes, presents different altitudinal and ecological zones. At every zone the farmers implement original farming systems. The farmers access to the productive resources determines which farming system they will use. The inequality of land distribution, the climatic accidents and the economic crisis of 1980's are some of the factors that have contributed to the diversification of the family farming.

The agronomic diagnostic carried out at the request of the International Centre of Tropical Agriculture, has allowed to highlight the strong economic disparities between family farms. These disparities are the cause of heavy migratory movements like the departure of the family man to work in the mines and the rural exodus.

Key words : municipio of Potosí, Bolivia, ecological zones, land distribution, family farming, rural exodus.

RÉSUMÉ

Le municipé de Potosí, situé dans la Cordillère Orientale des Andes boliviennes, présente une grande diversité de milieux étagés. Au sein de chaque étage, les paysans mettent en œuvre des systèmes de production originaux, en fonction de leur accès aux différentes ressources productives. Les inégalités dans la distribution foncière, les accidents climatiques et la crise économique des années 1980 sont autant de facteurs qui ont favorisé la diversification de l'agriculture familiale.

Le diagnostic agraire, réalisé à la demande du Centre International d'Agriculture Tropicale, a permis de mettre en évidence la forte disparité économique des exploitations familiales, à l'origine de mouvements migratoires intenses : du départ du père de famille pour travailler à la mine, à l'exode rural.

Mots clés : municipé de Potosí, Bolivie, milieu étagé, distribution foncière, agriculture familiale, exode rural.

Garnier A., Reboul N., 2008. *De l'élevage de lamas à la culture de maïs, la diversité d'une agriculture familiale dans un milieu étagé : diagnostic agraire du municipé de Potosí (Bolivie)*. Rapport de stage ESAT 1, IRC SupAgro, Montpellier, 118 p.