

Fonctionnement des systèmes d'élevage extensif

Cadre conceptuel et application à deux types d'élevage andin d'altitude

Didier Genin

Introduction

On observe une très grande variabilité dans les modes de conduite de l'activité d'élevage, en fonction des objectifs et opportunités de production des paysans. Certains valorisent par l'intermédiaire d'animaux des espaces non utilisables pour d'autres activités sans avoir une action déterminante immédiate à la fois sur les populations animales et sur les ressources (bovins « broncos » au Mexique, élevage traditionnel de rennes par exemple), d'autres introduisent des pratiques et des techniques visant une plus grande maîtrise du milieu (systèmes herbagers, systèmes agro-pastoraux, ranchs amazoniens, etc.), d'autres enfin recherchent une artificialisation extrême des moyens et conditions de production (élevage hors sol d'animaux manipulés génétiquement par exemple). Les systèmes d'élevage extensif s'inscrivent dans la catégorie de modes de mise en valeur agricole qui reposent sur une forte adaptation aux conditions du milieu. En ce sens, les caractéristiques biologiques et écologiques des facteurs de production *sensu stricto* sont des éléments importants qui conditionnent en grande partie l'élaboration de la production. Il s'agit en général de systèmes de production qui ne requièrent pas de lourds moyens techniques et qui mobilisent une quantité limitée d'intrants. Les systèmes d'élevage extensif occupent cependant une plage étendue dans ce continuum de domestication-artificialisation des conditions de production. Il apparaît alors important d'essayer de comprendre comment s'élaborent les décisions quant à la définition des objectifs de production et en matière de pratiques

d'élevage. Ceci pourrait permettre d'orienter des voies de recherche visant à proposer des alternatives plus en accord avec les représentations que se font les paysans de leurs activités productives.

Dans le cadre du programme de recherche mené entre 1991 et 1996 sur les systèmes d'élevage extensif de l'altiplano bolivien, deux cas de figure apparaissent suffisamment différents pour permettre de tenter une ébauche théorique du fonctionnement de ces systèmes, et de s'en inspirer pour orienter les recherches qui y sont menées. Il s'agit d'un système purement pastoral, où les contraintes du milieu sont extrêmes, et d'un système agro-pastoral dans lequel agriculture et élevage sont étroitement associés au sein de l'unité de production familiale.

Un cadre conceptuel pour l'étude du fonctionnement des systèmes d'élevage

La démarche que nous avons adoptée a reposé sur la notion classique de système d'élevage défini comme « un ensemble de pratiques et de techniques mises en oeuvre par l'homme afin d'obtenir des produits, des services ou des satisfactions, provenant d'animaux domestiques et ce, dans un contexte écologique, culturel et socio-économique donné » (Alzerreca et Genin, 1992). Cette définition a été choisie plutôt que celle proposée par Landais *et al.* (1987), car nous considérons cette dernière trop restrictive par rapport aux objectifs : « valoriser des ressources par l'intermédiaire d'animaux domestiques », alors qu'il s'agit souvent en premier lieu d'obtenir des produits animaux — matériels ou immatériels — par opposition aux produits végétaux.

Le système d'élevage est représenté par trois pôles : l'homme, les animaux, les ressources, qui ont fait l'objet de descriptions détaillées par Lhoste (1984). Son analyse consiste en l'étude des composantes propres à chacun de ces pôles mais aussi à rendre compte des phénomènes caractéristiques de leurs interfaces. Comme le souligne E. Landais (1994) le système d'élevage n'est pas de l'ordre des choses, mais de celui des concepts. C'est un outil potentiel visant une représentation plus intégrée d'un phénomène complexe et qui pourrait permettre au zootechnicien d'évaluer la pertinence des propositions techniques qu'il pourrait être amené à faire. Il s'agit alors d'avoir une compréhension plus fine des grandes orientations qui guident les prises de décisions en matière d'organisation et de conduite de l'élevage. L'étude d'un système d'élevage suppose donc de s'intéresser à la fois à l'élaboration de la production et à « l'univers de pensée » de l'éleveur (Darré, 1985), lequel

inclut certains aspects des systèmes de représentations propres à une société et d'autres propres à l'individu.

Cette approche pose un certain nombre de problèmes méthodologiques qui font l'objet de recherches importantes depuis une vingtaine d'années. En s'inspirant des principes méthodologiques appliqués plus classiquement en agriculture — et notamment le concept de modèle d'action (Sebillotte et Soler, 1988) — différents auteurs ont tenté de dégager des bases de fonctionnement des systèmes d'élevage, c'est à dire d'explicitier la manière dont est conçu et assuré le processus d'élaboration des productions et les transformations que cela entraîne sur la structure du système lui-même et sur son environnement (Landais, 1993 ; Hubert *et al.*, 1993 ; Landais et Lasseur, 1993 ; Landais, 1994).

En reprenant les idées de Osty et Landais (1992), on peut réfléchir sur un modèle d'action relatif au fonctionnement de l'élevage, qui intègre deux grandes composantes (fig. 1) :

- l'élaboration des décisions ;
- l'élaboration de la production.

En amont, de la sphère d'élaboration des décisions, se trouvent les objectifs de l'éleveur. Quelles sont les fonctions générales, et particulières, qu'il assigne à son activité d'élevage ? A partir de là, différents facteurs viennent influencer l'élaboration des décisions, comme les normes et références, facteurs de production, etc. A propos d'objectifs de production, il apparaît nécessaire d'avoir une certaine prudence quant à un affichage trop « déterministe » de ceux-ci dans les sociétés traditionnelles dans lesquelles nous travaillons. En effet, si dans les pays développés, il est parfois possible de caractériser des objectifs clairs traduisibles de façon formelle, du type « je veux vendre à Noël des agneaux ayant telles ou telles caractéristiques », ceci permettant de déduire des « logiques » en terme de pratiques ou mettre en évidence certaines contradictions, je ne suis pas sûr que le problème se pose dans les mêmes termes dans les sociétés traditionnelles, à savoir qu'il s'agit souvent d'objectifs plus intégrateurs de l'ensemble des critères de vie des acteurs comme par exemple « il s'agit de réduire au maximum les risques de perdre la base de subsistance de la famille ». En ce sens, on rejoint plus un critère de « fonctions assignées » que « d'objectifs ». On aurait alors un raisonnement du type : « si telles conditions sont remplies (par exemple un bon développement des ressources fourragères ou encore de bons résultats en matière de reproduction) alors je vendrai tels ou tels animaux vers telle époque si j'en ai l'opportunité et le besoin immédiat ». On voit là entre ces deux formes de raisonnement que

les indicateurs de prise de décisions peuvent se situer à des niveaux différents et peuvent induire des pratiques d'élevage diversifiées.

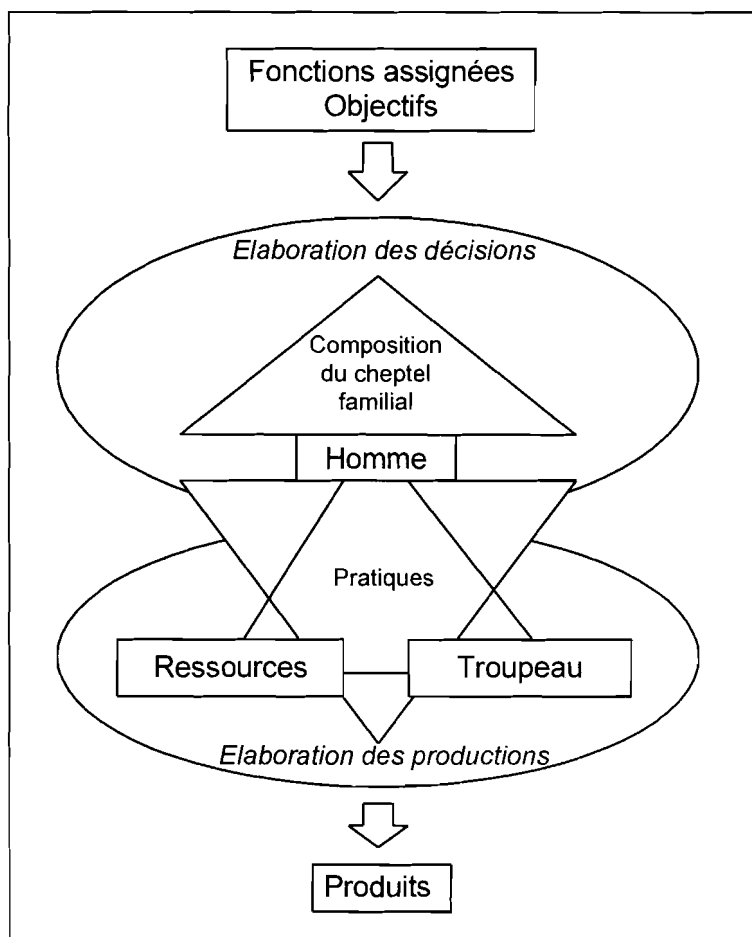


Figure 1 — Schéma d'un modèle d'action relatif au fonctionnement d'un système d'élevage (adapté de Osty et Landais, 1991)

Dans la sphère d'élaboration de la production, en systèmes d'élevage extensif, les interactions animaux-ressources occupent évidemment une place centrale, mais dépendent très fortement des pratiques d'élevage, et en particulier des « libertés » laissées par l'homme en ce qui concerne l'expression de ces interactions. On met donc en évidence les pratiques d'élevage, point d'union fondamental entre la sphère des décisions humaines et la sphère biotechnique. Ces pratiques d'élevage sont diverses en termes d'actions concrètes : pratiques

d'exploitation, de conduite, de renouvellement, de valorisation (Milleville, 1987). A un niveau plus global, leurs finalités peuvent être aussi très diverses, par exemple orientées vers une plus grande expression des capacités « biologiques » intrinsèques du matériel vivant qui est le support de l'élaboration de la production ; on est alors dans une logique de pratiques d'élevage adaptatives. Ces pratiques peuvent au contraire être beaucoup plus « directives » en fonction de l'obtention de produits et de niveaux de production mieux définis ; on est alors dans une logique de transformation plus importante du milieu et on se rapproche plus de l'agriculture classique. Ainsi, si une analyse détaillée des pratiques d'élevage et de leur diversité apparaît importante pour une meilleure compréhension du système d'élevage, une évaluation, à une échelle de perception plus globale, des orientations générales de ces pratiques peut permettre une représentation plus synthétique des projets qui sous-tendent ces pratiques et de mieux cerner leurs possibilités d'évolution. On pourrait alors tenter de caractériser plus finement les niveaux auxquels se situent les indicateurs de prise de décision qui ont une influence prépondérante sur la conception et le fonctionnement d'un système d'élevage donné.

Un système pastoral de l'altiplano aride

Le milieu

La zone étudiée (le canton de Turco) est localisée dans le département d'Oruro, à proximité de la cordillère occidentale qui fait la limite avec le Chili. L'altitude varie entre 3 800 m et 4 400 m. Le climat est de type tropical aride, avec des précipitations annuelles de l'ordre de 330 mm réparties sur trois mois de l'année. La température moyenne est de 7 °C, mais l'amplitude thermique journalière est très grande, avec des températures nocturnes pouvant atteindre régulièrement -20 °C pendant l'hiver. Avec près de 300 jours de gel par an, le risque de gelée est permanent tout au long de l'année. Ces conditions climatiques extrêmes ne permettent pas les cultures et les systèmes de production de la zone reposent sur l'élevage pastoral avec des animaux pâturant exclusivement sur des parcours diversifiés. Ces derniers sont utilisés de manière individuelle¹. On trouve ainsi, sur une superficie relativement réduite, la plupart des formations végétales de l'altiplano comme les *tholares* (formations arbustives dominées par un arbuste de la famille des composées),

¹ Même si la terre n'est pas officiellement de propriété individuelle, elle est divisée, au sein de la communauté villageoise, entre les chefs de famille.

les *pajonales* (formations à graminées hautes et dures des genres *Festuca* et *Stipa*), les *bofedales* (tourbières), les *gramadales* (graminétum ras), etc. (Alzerreca, 1986).

La composition des cheptels familiaux : un indicateur de l'importance de la prise en compte de l'interface animaux-ressources fourragères dans la conformation du système de production

Les cheptels familiaux sont composés de lamas et d'ovins, et parfois d'alpagas. Cependant dans les finages de Turco on observe une grande diversité de cas quant à la proportion de ces espèces dans les troupeaux. Des recherches ont été mises en place visant à caractériser les facteurs affectant la structure des cheptels familiaux. Celle-ci est définie comme le ratio (en unités ovines) du nombre d'ovins sur le nombre de camélidés. Des enquêtes ont été réalisées dans 93 unités de production familiale afin de caractériser et quantifier la structure du cheptel familial, les conditions de production, les produits animaux et la composition de la famille. Ces données, transformées en huit variables (ratio ovins-camélidés, principale surface fourragère, surface totale de l'unité de production, présence d'une zone humide, disponibilité de main d'oeuvre, niveau des besoins monétaires en fonction de l'âge des enfants et de leur scolarité, pourcentage du revenu provenant des camélidés, pourcentage consommation de viande provenant des camélidés) et 27 modalités, ont été traitées à l'aide d'une analyse factorielle des correspondances multiples (Tichit, 1993 ; Tichit et Genin, 1997). Il est apparu que le ratio ovins-camélidés des cheptels familiaux est, en premier lieu lié à la nature des ressources pastorales disponibles. En effet, les troupeaux situés dans les zones montagneuses (*serrania*) sont caractérisés par une présence importante de camélidés de trois types : lamas femelles, lamas mâles — qui utilisent les zones les plus élevées en altitude et les plus éloignées des habitations — et alpagas qui pâturent essentiellement dans les tourbières, assez fréquentes dans ce type de milieu. Dans les zones de collines (*ladera*), où la végétation est beaucoup plus diversifiée et structurée en mosaïque, les troupeaux d'ovins forment l'essentiel du cheptel familial. Dans la pampa arbustive (*tholar*) les troupeaux ont une structure relativement équilibrée entre ovins et camélidés. Dans la pampa *pajonal*, où les graminées dures (*Festuca*, *Stipa*) constituent l'essentiel de la biomasse, les cheptels sont caractérisés par une présence importante de lamas (Tichit, 1993). Ce lien entre structure du cheptel familial et nature des ressources fourragères trouve en partie son explication au niveau

de l'écophysiologie des camélidés et des ovins. En effet, les études comparatives de comportement alimentaire et de physiologie digestive que nous avons menées, montrent que les lamas présentent une préférence marquée pour les graminées hautes et dures, alors que les ovins sont beaucoup plus sélectifs et recherchent les herbacées tendres qui poussent sous les arbustes et dans les formations végétales de type *gramadal* et *bofedal*. Genin *et al.* (1994a) ont mis en évidence que les régimes alimentaires des lamas et des ovins ne se chevauchent pas, quelle que soit la période de l'année. Ces travaux suggèrent que les troupeaux mixtes de lamas et d'ovins pourraient permettre une meilleure utilisation globale des ressources fourragères disponibles au sein de l'exploitation, mais justifient aussi des structures de troupeaux contrastées selon la localisation de l'exploitation. Les travaux concernant les capacités différenciées des lamas et des ovins à digérer les fourrages de parcours de la zone viennent renforcer ces assertions. Des mesures de dégradabilité *in situ* ont en effet montré que les lamas sont plus aptes à digérer les fourrages pauvres comme les graminées dures (supériorité de l'ordre de 20 % en comparaison avec les ovins) (Genin et Tichit, 1997). Ceci leur donne des aptitudes supérieures à valoriser les zones dominées par ces espèces végétales comme les *pajonales* ou les secteurs montagneux.

Cette interprétation « écologique » est toutefois à nuancer car d'autres facteurs, comme la tenure foncière ou des évolutions historiques particulières, peuvent s'avérer tout autant déterminants dans la structure des troupeaux. Dans les zones de collines par exemple, où les exploitations sont « petites » (< 500 ha), les caractéristiques propres des espèces animales — en particulier leur comportement spatial et leur cycle biologique (une gestation de 11 mois chez les camélidés contre cinq chez les ovins) — influent fortement sur les choix d'élevage de telle ou telle espèce animale. En effet, les possibilités d'extraction d'animaux (pour autoconsommation ou commercialisation) sont beaucoup plus fréquentes dans le cas des ovins que dans celui des camélidés ; et ceci revêt une importance particulière lorsqu'il s'agit de troupeaux de faibles effectifs.

Un fonctionnement basé sur des pratiques adaptatives visant la gestion de l'interface animaux-ressources fourragères

Nous avons vu la forte relation qui existe entre animaux et ressources fourragères dans ce système d'élevage ; cette relation apparaît être le point central dans la prise de décisions en matière d'élevage ; ceci se traduit par le choix

des espèces à élever, des périodes de reproduction très strictes en fonction de l'offre alimentaire (Tichit, 1995) ou encore par des mouvements saisonniers du bétail, de manière à adapter les besoins des animaux aux variations et aux conditions des ressources pastorales. Les tentatives d'introduction de races animales améliorées (ovins corriedale par exemple) ou de cultures fourragères (orge) n'ont en général pas eu d'écho auprès des éleveurs. *Leurs décisions et les pratiques qui en découlent apparaissent dirigées en premier lieu vers la recherche d'une optimisation de l'interface entre les animaux et les ressources pastorales disponibles, plutôt que vers des modifications des composants de leur système.* Ceci a bien entendu des conséquences importantes pour les chercheurs ou les agents de développement amenés à proposer des améliorations dans le fonctionnement du système.

Le traitement chimique d'un fourrage de parcours comme outil pour une meilleure sécurisation de l'alimentation animale

Dans un essai de synthèse interdisciplinaire², nous avons tenté d'analyser les conditions de reproduction de ces systèmes qui, comme dans beaucoup de parties du monde (Digard *et al.*, 1994), sont en crise. Une amélioration de la viabilité économique des systèmes pastoraux de l'altiplano aride bolivien est, entre autres aspects, ressentie comme nécessaire ; elle passe par des innovations et des changements à la fois sur les plans technique et socio-économique (Genin et Picht, 1995). Dans une perspective technique, l'analyse fait ressortir deux facteurs limitants principaux : d'une part une sensibilité importante vis-à-vis des aléas climatiques majeurs³ — phénomènes fréquents qui entraînent une forte mortalité animale mettant parfois en péril l'existence même de l'unité de production — et d'autre part et une très faible productivité.

Etant donné ces fortes limitations et le type de fonctionnement qui nous semble être représentatif de la zone, nous avons orienté nos recherches vers le traitement chimique d'un fourrage de parcours très abondant dans la zone, la paja brava (*Festuca orthophylla*) qui est une graminée dure très consommée par les animaux mais dont la valeur fourragère est très faible. L'idée est d'obtenir un produit qui permette de sécuriser l'alimentation animale dans les périodes les plus critiques, en constituant une réserve fourragère à partir d'une ressource directement disponible dans le milieu et sans apport d'intrants coûteux.

² Voir le livre : « Waira pampa : un sistema pastoril camélicos-ovinos del altiplano árido boliviano » (Genin *et al.*, 1995).

³ Sécheresse prolongée ou fortes chutes de neige.

Les résultats expérimentaux acquis montrent, sur le plan technique, une amélioration importante de la digestibilité *in vivo* de la paja brava traitée avec 3 % de soude et 3 % d'urée, qui passe de 40 % à plus de 55 % chez des ovins (Choque et Genin, 1995). Chez le lama la dégradabilité *in situ* passe de 52 à 69 %. Des essais de complémentation sur une plus longue période de jeunes ovins sevrés ont montré des gain de poids d'environ 60 g/j en période sèche, ce qui est tout à fait intéressant dans les conditions de la zone. Sur le plan économique, les premières évaluations indiquent une marge nette de l'ordre de 0,10 boliviens/animal/jour et des coûts de production compatibles avec les possibilités économiques des paysans de la zone. Cependant la soude est un produit contrôlé en Bolivie étant donné son utilisation dans la fabrication de stupéfiants (cocaïne), ce qui peut occasionner des problèmes d'approvisionnement et de légalité. Nous avons donc orienté nos recherches vers le remplacement de la soude par un autre produit fortement alcalin : la cendre de déjection animales. Les résultats sont très prometteurs, en particulier chez le lama où la *paja brava* traitée est très bien appréciée et la digestibilité *in vivo* subit une augmentation de plus de 40 % par rapport au témoin (Genin *et al.*, en préparation). Des essais de diffusion de cette alternative sont envisagés et pourraient permettre d'évaluer la pertinence de la démarche suivie.

Un système agro-pastoral de l'altiplano central

Le milieu

La zone étudiée (communautés de Pumani et Vituyu Ayo Ayo) est localisée dans le Département de La Paz, à une centaine de kilomètres au sud de cette ville. Les conditions climatiques et de production sont représentatives de l'altiplano central bolivien : altitude de 3 900 m, environ 450 mm de précipitations annuelles, une température moyenne annuelle de 8 °C avec des gelées fréquentes (170 jours par an) et un fort rayonnement solaire.

Les systèmes de production combinent traditionnellement agriculture et élevage. Il s'agit d'une activité principalement d'autosubsistance, de type familial, mais où existe une forte interdépendance entre unités de production au sein de la communauté villageoise (Hervé *et al.*, 1994a). La structure moyenne des exploitations de la communauté de Pumani est présentée dans le tableau 1.

Tableau 1
Structure des exploitations de la communauté de Pumani
(Genin et Fernandez, 1994)

| | Moyenne | Min. | Max. |
|------------------------|---------|------|------|
| Cultures (ha) | | | |
| Orge | 3,85 | 1 | 12 |
| Pomme de terre | 0,47 | 0,1 | 2 |
| Quinoa | 0,29 | 0 | 1,4 |
| Autres (blé, avoine) | 0,05 | 0,01 | 0,15 |
| Elevage (nb. de têtes) | | | |
| Bovins | 4,05 | 0 | 13 |
| Ovins | 45,00 | 2 | 130 |

*La diversification des activités et leur forte interrelation :
un exemple d'association agriculture-élevage au sein
de l'unité de production familiale.*

Contrairement à l'Afrique où, jusqu'à un passé récent, « la problématique des relations entre l'agriculture et l'élevage [rejoignait] souvent celle des rapports entre agriculteurs et éleveurs pratiquant sur des espaces communs ou voisins des activités différentes » (Bernus, 1974), ces deux activités ont, au sein même des unités de production des liens très forts et sont conçues de manière globale par les paysans andins. Cette situation était déjà bien réelle par exemple lors du recensement agricole effectué en 1916 où la communauté possédait près de mille têtes d'animaux (ovins, bovins, asins et camélidés). La complémentarité entre agriculture et élevage est presque unanimement avancée pour justifier leur association au sein de l'activité productive, même si ces deux ateliers sont parfois en concurrence (Vincze, 1980). D'autre part, dans les communautés étudiées, le même espace — celui de la communauté toute entière — est utilisé successivement pour l'agriculture et pour l'élevage, à part celui des *ch'illiwares*⁴ qui constituent des espaces fourragers permanents mais qui occupent des superficies restreintes. Les agro-pasteurs andins ont ainsi affiné des systèmes de gestion des terres, alliant l'individuel et le collectif et intégrant différentes échelles spatiales et temporelles (Kervyn, 1992). On retrouve dans cette forme d'association agriculture-élevage les trois piliers communément avancés pour ce concept : l'utilisation de la traction animale, la présence d'une sole fourragère dans la rotation culturale et l'utilisation de la

⁴ Milieux généralement localisées en bas-fond dominés par une bonne fourragère *Festuca dolichophylla* et utilisés uniquement pour le pâturage.

fumure animale qui, avec la pratique de la jachère, est l'instrument principal de maintien de la capacité à produire des terres.

Dans une première étape de notre recherche, nous avons donc cherché à caractériser ces relations entre agriculture et élevage. Une enquête de structure des unités de production de la communauté de Pumani a été réalisée entre 1992 et 1993 sur un échantillon de 82 exploitations sur un total de 201. Les données collectées ont porté sur des informations concernant des estimations de superficies cultivées, possession d'animaux (ovins et bovins), localisation du siège de l'exploitation, quantité de main d'oeuvre disponible, etc. (Fernandez, 1994). Les résultats ont montré une forte relation positive entre les superficies cultivées en pomme de terre et quinoa et la quantité d'animaux élevés. Les activités d'élevage et agricoles sont très dépendantes les unes des autres pour pouvoir répondre aux objectifs de production des agropasteurs andins. Il s'agit donc d'analyser cette interdépendance en terme de flux entre les deux activités et, plus globalement, au sein de l'unité domestique. Nos travaux spécifiques ont concerné deux aspects : les systèmes d'alimentation du bétail et la fonction de transfert de fertilité des troupeaux ovins.

En ce qui concerne les transferts de fertilité, les déjections ovines jouent un rôle critique pour la production agricole car elles constituent la seule source de fertilisation, nécessaire à la culture de pomme de terre qui est la tête de rotation. Ainsi la totalité des exploitations familiales de la communauté de Pumani possède un troupeau ovin. Jamgaart (1984), dans les Andes péruviennes, insiste sur l'importance de cette fonction et interprète les cas de surpâturage parfois observés par la nécessité d'avoir des troupeaux importants, même peu productifs, pour satisfaire les besoins des cultures. Des suivis ont été réalisés pour quantifier la production et l'utilisation des déjections ovines (Genin *et al.*, sous presse).

En ce qui concerne les systèmes d'alimentation du bétail, nous avons effectué des suivis des pratiques d'alimentation des troupeaux qui nous ont permis de caractériser le spectre global de la composition du régime alimentaire des ovins et des bovins (Fernandez, 1994 ; Genin *et al.*, 1994). Pour résumer, l'alimentation ovine repose essentiellement sur le pâturage en zones de jachère et sur les résidus de cultures (fanés de pomme de terre, de quinoa, son de quinoa), alors que celle des bovins dépend en premier lieu de l'orge. Cependant, on observe des différences de conduite de l'alimentation au sein des exploitations, qui peuvent constituer un bon indicateur des stratégies de paysans et apporter des éléments intéressants sur les grands traits du fonctionnement des systèmes d'élevage en présence.

Vers une typologie des pratiques d'utilisation des ressources fourragères

A partir de l'enquête de structure réalisée à Pumani, une étude a été conduite pour caractériser la diversité des modes d'utilisation des ressources fourragères. Pour cela, nous avons repris la démarche proposée par Jamgaart (1984) afin de déterminer l'intensité d'utilisation des différentes ressources fourragères disponibles au niveau des unités de production en fonction de l'espèce animale (bovin ou ovin). Ceci nous a permis d'établir une matrice rendant compte du nombre de mois, au cours d'un cycle annuel, pour lesquels telle ressource fourragère est utilisée pour l'alimentation des troupeaux bovins et ovins (voir tabl. 2).

La méthodologie utilisée a consisté à réaliser une analyse en composantes principales sur ces variables brutes afin d'éliminer les colinéarités entre variables et de concentrer l'information, et à effectuer ultérieurement une classification automatique sur les unités de production observées (Hervé *et al.*, 1994b). Cette méthode a l'avantage de ne pas introduire de subjectivité *a priori* quant à la structuration des données.

Les résultats de l'ACP montrent une forte discrimination de la part des variables liées aux aspects d'intensification de l'alimentation, bovine en particulier (tabl. 2). En effet, l'axe 1, qui rend compte à lui seul de 41,2 % de la variation totale des données, est lié positivement aux variables concernant le pâturage bovin et ovin sur *ch'illiwares* et la distribution de luzerne aux bovins ; négativement aux variables concernant le pâturage bovin sur jachères et l'utilisation des résidus de cultures pauvres. Cet axe correspond à un gradient d'intensification en terme de conduite de l'alimentation. L'axe 2, qui explique 16 % de la variation totale du nuage de points, est essentiellement influencé par la variable « foin d'orge dans l'alimentation bovine ». Quant à l'axe 3 de l'ACP, il permet de caractériser les exploitations ayant une conduite très extensive de l'alimentation de leur troupeau ovin, basée essentiellement sur le pâturage sur jachères et l'utilisation des résidus de cultures pauvres (chaumes de quinoa, fanes de pomme de terre, etc.), ceci de manière relativement indépendante de la conduite de l'alimentation bovine. Ainsi, de manière très schématique, dans le plan 1-3 de l'ACP, on peut visualiser, horizontalement, un gradient d'intensification de l'alimentation bovine et, verticalement, un gradient d'intensification de l'alimentation ovine. Il existe des logiques relativement indépendantes dans les stratégies d'alimentation de ces deux types de troupeaux.

A partir des coordonnées des exploitations enquêtées sur les quatre premiers axes de l'ACP, la classification automatique a permis de distinguer quatre

groupes en ce qui concerne la conduite de l'alimentation des troupeaux (Hervé *et al.*, 1994). Il faut préciser que les quatre groupes décrits correspondent uniquement à leurs modes de conduite de l'alimentation des troupeaux et peuvent ne pas être toujours pertinents pour les activités liées à la production végétale ou pour représenter des entités sociales cohésives, bien que des relations claires apparaissent avec les données collectées dans d'autres champs disciplinaires (Pacheco, 1994).

Tableau 2
Coefficients de corrélation entre les variables
et les trois premiers axes de l'analyse en composantes principales

| | Axe 1 | Axe 2 | Axe 3 |
|----------------------------|---------|---------|---------|
| Contribution à la variance | 41,2 | 16,0 | 11,1 |
| Variables bovins | | | |
| Foin d'orge | 0,07 | 0,70** | 0,06 |
| Ch'lliwares | 0,87** | 0,46** | 0,01 |
| Jachère | -0,43** | -0,07 | -0,23 |
| Luzerne | 0,35* | -0,04 | 0,40* |
| Orge vert | -0,04 | 0,08 | 0,02 |
| Stipa ichu | 0,04 | 0,07 | -0,30* |
| Résidus riches | -0,31* | 0,13 | -0,03 |
| Résidus pauvres | -0,14 | 0,20 | -0,32* |
| Variables ovins | | | |
| Jachère | -0,20 | 0,38 | -0,87** |
| Ch'lliwares | 0,85** | -0,47** | -0,17 |
| Résidus pauvres | -0,10 | -0,15 | -0,56** |
| Résidus riches | -0,06 | -0,05 | -0,35* |

Seuil de signification du coefficient de corrélation : * : $p < 0,05$; ** : $p < 0,01$

Le groupe 1 englobe 16,5 % des unités de production étudiées. Il correspond à un mode de conduite très extensif du troupeau bovin et ovin. La particularité la plus flagrante est l'utilisation des jachères comme ressource fourragère pour les bovins. En moyenne, ces derniers y pâturent pendant près de trois mois.

Le groupe 2 regroupe près de la moitié des exploitations enquêtées et représente les unités de production traditionnelles « moyennes » de la zone. Les ressources fourragères utilisées sont variées. On peut observer, à l'intérieur de ce groupe, une certaine hétérogénéité quant au degré d'extensification dans la conduite du troupeau ovin.

Le groupe 3 est formé de seulement cinq exploitations des 79 étudiées, qui sont caractérisées par une utilisation intensive du foin d'orge pour l'alimen-

tation bovine. Il existe peu de cultures fourragères de très bonne qualité comme la luzerne.

Le groupe 4 couvre 27 % des unités de production enquêtées, caractérisées par une plus forte intensification de l'alimentation bovine (foin d'orge, chilliwares, luzerne). Ces exploitations se situent essentiellement dans les zones les plus basses de la communauté, ayant un accès plus important aux terres les plus productives.

Il est à noter que l'on ne trouve pas de différences significatives entre les groupes d'exploitations en ce qui concerne la taille des troupeaux, si ce n'est un nombre plus élevé de bovins dans le groupe 4 (tabl. 3). Par contre, la proportion d'animaux de races améliorées au sein des troupeaux, à la fois bovin et ovin, est très différenciée entre groupes.

Tableau 3
Tailles des troupeaux et proportion d'animaux de races améliorées
selon les groupes d'exploitation.

| Groupes | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------------------|------|------|------|------|
| Nombre de bovins | 3,6 | 3,8 | 3,5 | 5,0 |
| % d'animaux de races améliorées | 21,3 | 30,1 | 23,5 | 42,3 |
| Nombre d'ovins | 46,1 | 45,2 | 46,0 | 43,8 |
| % d'animaux de races améliorées | 20,4 | 23,6 | 10,9 | 45,7 |

Applications à l'analyse des dynamiques actuelles

Des fonctions différenciées des troupeaux et des produits d'élevage différents

L'analyse des différents modes de conduite de l'alimentation des troupeaux nous permet de confirmer et d'affiner les différentes fonctions assignées à l'élevage.

Pour les bovins, outre les fonctions classiquement assignées aux bovins dans le monde andin comme force de traction pour l'agriculture et l'utilisation de leurs déjections comme combustible, deux stratégies d'élevage apparaissent bien se différencier dans la communauté de Pumani.

L'une est orientée essentiellement vers la production de viande. Il s'agit d'animaux, généralement de race rustique créole, que l'on « engraisse », grâce au foin d'orge et à l'utilisation des résidus de culture et des ressources fourragères de la jachère dont les coûts d'opportunité sont faibles ou nuls. Ces animaux, nés sur l'exploitation ou achetés jeunes (entre six mois et deux ans),

sont revendus vers l'âge de 5-6 ans et permettent de dégager un revenu, fondamental pour les besoins monétaires des familles.

L'autre est beaucoup plus orientée vers la production laitière, avec des animaux améliorés (races Holstein et Brune des Alpes) et le développement de cultures fourragères comme la luzerne. Cependant, ce type d'activité demande des conditions de production et des circuits de commercialisation qui sont encore très limitants dans beaucoup de zones de l'altiplano bolivien.

Ces deux types de stratégies dépendent beaucoup, dans la communauté de Pumani, de la localisation des exploitations, et sont à mettre en relation avec les différenciations sociales observées et avec la tendance de certaines exploitations à concentrer leurs terres en *sayaña*⁵ (Pacheco, 1994).

Pour les ovins, dans la grande majorité des exploitations, le troupeau ovin est conduit de manière traditionnelle et ses fonctions principales sont la fourniture d'éléments fertilisants indispensables pour l'agriculture, la fourniture de viande pour l'autoconsommation et pour satisfaire les besoins sociaux et rituels, la constitution d'une caisse de trésorerie immédiatement mobilisable en cas de besoin, grâce à la vente d'animaux sur pieds ou de carcasses.

La conduite très extensive de ces troupeaux répond tout à fait à ces fonctions, grâce notamment à de très faibles intrants. La main d'oeuvre est constituée par les enfants et les personnes âgées dont, là encore, le coût d'opportunité est très faible. On observe cependant dans quelques exploitations une tendance à une intensification vers la production de viande. Reste à savoir si celle-ci peut être bien valorisée dans les circuits de commercialisation actuels.

Conséquences d'une réduction de la durée de la jachère

Les systèmes agro-pastoraux andins pratiquent communément la jachère longue pâturée (3 à 15 ans selon les cas), dont les fonctions sont diverses, à la fois sur le plan technique (Hervé, 1994), socio-économique et culturel (Pacheco, 1994). Or on assiste actuellement à des dynamiques qui tendent à une réduction de la durée de la jachère et à une intensification de l'utilisation des terres (Hervé *et al.*, 1994a). Ces dynamiques ont des causes d'origines diverses (Genin *et al.*, 1994b) et peuvent avoir des conséquences importantes sur l'organisation de l'activité agro-pastorale. Les études que nous avons menées à Pumani suggèrent que, d'un point de vue strictement pastoral, la jachère représente une ressource fourragère de très faible qualité. En effet, on assiste au cours de la succession à un fort développement d'arbustes de la

⁵ Parcelles d'utilisation individuelle exclusive.

famille des composées, peu consommables, alors que les herbacées annuelles ne représentent un apport significatif à la biomasse que durant les toutes premières années de jachère (Genin et Fernandez, 1994). Pourtant les superficies concernées par la jachère représentent plus de 65 % du territoire de la communauté. Elle sont la base de l'alimentation des troupeaux ovins. Une réduction de la durée de la jachère, de 10 à 5 années par exemple dans le cas étudié, n'affecterait pas beaucoup la disponibilité de fourrages par unité de surface, mais entraînerait un bouleversement profond des caractéristiques des ressources fourragères disponibles au niveau de l'unité de production, qui tendrait à promouvoir fortement l'élevage bovin. Cependant, on peut se demander si une forte réduction ou l'élimination des troupeaux ovins est une perspective réaliste, étant donné leur rôle fondamental dans le fonctionnement du système de production, en particulier pour les transferts de fertilité.

*Un fonctionnement basé sur des pratiques plus directives
visant une gestion des ressources et des animaux
dans le cadre de la conduite intégrée
des activités agricoles et d'élevage*

Dans la zone agro-pastorale de l'altiplano bolivien, l'élevage est une des activités du système de production. Nous avons vu que ses fonctions sont multiples et très liées aux activités purement agricoles.

En ce qui concerne la conduite de l'alimentation par exemple, le paysan dispose de ressources fourragères diversifiées et « organisables », qui permettent différentes options de gestion ; il a gérer au cours du temps à la fois les besoins des animaux et les variations des ressources fourragères disponibles. Ceci est commun à toute activité d'élevage, mais, contrairement à ce qui se passe dans la zone purement pastorale présentée ci-avant, ces ressources fourragères peuvent être induites par la mise en culture et par des réserves de fourrages de divers types (foin d'orge, résidus de cultures en particulier). Nous pensons que *dans ce système agro-pastoral les produits attendus de l'élevage guident des pratiques directives concernant la nature des ressources fourragères et les types d'animaux à élever*. En d'autres termes, il ne s'agit plus de chercher à optimiser l'expression des interactions entre des animaux et une végétation native, mais d'imposer un type d'interface animaux-ressources fourragères en fixant les caractéristiques des composants de cet interface (une culture fourragère, des animaux spécialisés). Nous sommes donc dans une stratégie certes encore d'adaptation à un milieu difficile, mais également d'artificialisation de celui-ci.

Vers une meilleure intégration agriculture-élevage : l'amélioration fourragère des jachères comme outil de gestion des ressources fourragères intégré au fonctionnement du système de production

Dans le contexte andin, les relations agriculture-élevage apparaissent comme des indicateurs pertinents des stratégies globales de production des paysans et constituent un problème clé pour l'avenir des sociétés rurales considérées. On retrouve ainsi, à un niveau plus général, la dialectique de l'intégration agriculture-élevage dans les sociétés agro-pastorales exposée par Vincze (1980), lequel insiste sur le fait que le type d'élevage mis en oeuvre dans ces formes de production est très dépendant de l'état de développement de la technologie purement agricole. Le fait qu'une culture fourragère (l'orge) soit depuis très longtemps intégrée dans la rotation des cultures offre des perspectives techniques de recherche d'amélioration des systèmes agro-pastoraux. L'introduction de bonnes espèces fourragères ou l'amélioration pastorale des jachères apparaissent également être des voies de recherche à développer. Des essais, en communauté paysanne, de semis d'espèces fourragères (*Eragrostis curvula*, *Vicia villosa*, *Vicia sativa*, *Medicago sativa*) sur des zones en jachère gérées collectivement sont en cours d'évaluation ; ils semblent très prometteurs techniquement et économiquement. Cependant, il faut évaluer constamment quelles sont les conditions pour que ce type d'innovation soit socialement recevable par les communautés paysannes andines. Les premiers éléments dont nous disposons pour une communauté (Vituyu Ayo Ayo) indiquent un enthousiasme réel de la part des paysans qui ont mis en place des travaux collectifs et réglementé l'utilisation de la zone semée ; ils manifestent aussi leur intérêt pour conserver ces espaces améliorés (interdiction de pâturage durant les deux premières années) et les étendre (récolte des semences produites afin de les semer dans d'autres zones). On peut par contre se demander si cette action ne va pas favoriser l'abandon du cycle cultures-jachère pour promouvoir un espace fourrager permanent, utilisé en particulier pour l'alimentation bovine, ce qui montrerait les limites du raisonnement ayant conduit à la proposition de cette alternative.



Conclusion

La recherche de nouvelles méthodologies pour représenter le fonctionnement des exploitations est ressentie comme nécessaire depuis une vingtaine d'années, pour permettre d'avancer dans la compréhension des systèmes de

production dans leur globalité et tenter d'apporter des éléments de réponse à certains problèmes qu'ils soulèvent en terme de développement. Ceci implique de dépasser le cadre des sciences expérimentales et la démarche systémique en est une voie privilégiée. Certains travaux récents montrent la richesse qui peut en découler (Landais, 1993 ; Darré *et al.*, 1993). Mais elle demande encore d'être affinée et évaluée sur le cadre d'une recherche-action. Dans cet article j'ai tenté, à partir d'une réflexion sur le cadre théorique concernant la notion de fonctionnement des systèmes d'élevage, d'en explorer certaines applications en matière d'aide à la décision, que ce soit au niveau du chercheur (orientation de thèmes de recherche) ou de l'éleveur (alternatives de production). Cependant le recul n'est pas suffisant pour en évaluer la pertinence et les risques d'erreurs d'appréciation sont importants. En ce sens il apparaît fondamental d'impliquer, sur un pas de temps assez long, les éleveurs eux-mêmes pour affiner ensemble les modes de pensée et de représentation de l'activité productive et, dans ce cadre, explorer des alternatives adaptées aux problèmes rencontrés.

Références bibliographiques

- ALZERRECA H., 1986 – Campos nativos de pastoreo de la zona Altiplanica y altoandina de Bolivia. Primera convencion nacional en produccion de camélidos sudamericanos, Oruro (Bolivia), Julio 2-4, PMPR-Cordeor-CEE-Infol-IBTA-Abopa, pp. 155-191.
- ALZERRECA H., GENIN D., 1992 – *Los sistemas ganaderos de la zona andina boliviana : del concepto a una caracterizacion.* Orstom-IBTA, Inf. n°30, La Paz, Bolivia, 37 pages.
- BERNUS E., 1974 – L'évolution récente des relations entre éleveurs et agriculteurs en Afrique tropicale, l'exemple du sahel nigérien. *Cah. Orstom, sér. Sci. Hum.*, 11(2) : 137-143.
- CHOQUE S., GENIN D., 1995 – Para un mejor aprovechamiento de los forrajes nativos : el tratamiento químico de la paja brava y thola. *In* : Genin D., Picht J., Lizarazu R., Rodriguez T. (éd.), pp. 167-180.
- DARRE J.P., 1985 – *La parole et la technique. L'univers de pensée des éleveurs du Temois.* Paris, L'Harmattan, 196 pages.
- DARRE J.P., LASSEUR J., LANDAIS E., HUBERT B., 1993 – Les raisons d'un éleveur. *Études Rurales*, 131-132 : 109-181.
- DIGARD J.P., LANDAIS E., LHOSTE PH., 1993 – La crise des sociétés pastorales. Regards pluridisciplinaires. *Rev. El. Méd. Vét. Pays Trop.*, 46 (4), 683-692.
- FERNANDEZ J., 1994 – *Calendarios forrajeros y prácticas ganaderas en una comunidad agropastoril del altiplano central.* Tesis Ing. Agr., U.M.S.A., La Paz, Bolivia, 107 pages.
- GENIN D., FERNANDEZ J., 1994 – Uso pastoril de las tierras en descanso en una comunidad agropastoril del altiplano boliviano. *In* : Hervé D., Genin D., Rivière G. (éd.) :

Dinámicas del descanso de la tierra en los Andes. Orstom-IBTA, La Paz, Bolivia, pp. 201-214.

GENIN D., PICTH J., 1995 –
A modo de conclusión... Condiciones de reproducción de los sistemas pastoriles del altiplano árido. In : Genin D., Picht J., Lizarazu R., Rodriguez T. (éd.), pp. 229-241.

GENIN D., PICH J.,
Lizarazu R., Rodriguez T. (éd.), 1995 –
Waira Pampa, un sistema pastoril camélidos ovinos del Altiplano árido boliviano. Orstom-Conpac-IBTA, La Paz, Bolivia, 245 pages.

GENIN D., TICHIT M., 1997 –
Degradability of andean range forages in llamas and sheep. *J. Range Manage.*, 50 : 381-385.

GENIN D., CHOQUE S.,
MAGNE J., en préparation –
The effect of chemical treatments on digestibility of an andean range forage by llama and sheep. A soumettre à *Animal feed Science and Technology*.

GENIN D., VILLCA Z., ABASTO P., 1994a –
Diet selection and utilization by llama and sheep in a high altitud-arid rangeland of Bolivia. *J. Range Manage.*, 47 : 245-248.

GENIN D., HERVE D., RIVIERE G., 1994b –
Reproduction des systèmes de culture à jachère longue pâturée dans les Andes : un enjeu technique et socio-culturel. Symposium international sur les recherches-système en agriculture et développement rural, Montpellier, 21-25/11/1994, pp. 466-470.

GENIN D., PICTH J.,
LIZARAZU R., RODRIGUEZ T. (éd.), 1995 –
Waira Pampa, un sistema pastoril camélidos-ovinos del altiplano árido boliviano. Orstom-Conpac-IBTA, La Paz, Bolivia, 303 pages.

GENIN D., FERNANDEZ J.,
VICTORIA Z., DE QUEIROZ J., sous presse –
Relaciones agricultura-ganadería en el altiplano boliviano. 8e Congreso internacional sobre sistemas agropecuarios andinos, Valdivia, (Chile), Mars 1994.

HERVE D., 1994 –
Desarrollo sostenible en los Andes altos : los sistemas de cultivo con descanso largo pastoreado. In : Hervé D., Genin D., Rivière G. (éd.) : *Dinámicas del descanso de la tierra en los Andes*. Orstom-IBTA, La Paz, Bolivia, pp. 15-36.

HERVE D., GENIN D.,
RIVIERE G. (éd.), 1994a –
Dinámicas del descanso de la tierra en los andes. Orstom-IBTA, La Paz, Bolivia, 356 pages.

HERVE D., GENIN D.,
RIVIERE G., MIGUEIS J., PACHECO L., 1994b –
Jachères et dynamiques socio-économiques dans les Andes : états, représentation et gestion du milieu. Rapport scientifique, CNRS, 53 pages.

HUBERT B., GIRARD N.,
LASSEUR J., BELLON S., 1993 –
Les systèmes d'élevage ovin préalpins : derrière les pratiques, des conceptions modélisables. In : Landais E. (éd.) : *Pratiques d'élevage extensif*. Paris, Inra, *Etudes et recherche*, pp. 351-385.

JAMGAART K., 1984 –
Limits on common pasture use in a agropastoral community : the case of Toqra, Peru. SR-CRSP, Technical report n° 42.

KERVYN B., 1992 –
L'économie paysanne au Pérou : théories et politiques. In : Morlon P. (Coord.) : *Comprendre l'agriculture paysanne dans les Andes centrales*. Inra, pp. 437-470.

LANDAIS E. (éd.), 1993 –
Pratiques d'élevage extensif : identifier, modéliser, évaluer. Paris, Inra, *Etudes et recherches*, 385 pages.

LANDAIS E., 1994 –
Système d'élevage : d'une intuition holiste à une méthode de recherche, le cheminement d'un concept. In : Blanc-Pamard C. et Boutrais J. (Coords.) : *À la croisée des parcours. Pasteurs, éleveurs, cultivateurs*. Paris, Orstom, pp. 15-50.

LANDAIS E., LASSEUR J., 1993 –
Une application du concept de « modèle d'action ». Pour une lecture zootechnique des pratiques d'élevage. *Etudes rurales*, 131-132 : 165-181.

LANDAIS E., LHOSTE PH., MILLEVILLE P., 1987 –
Points de vue sur la zootechnie et les systèmes d'élevage tropicaux. *Cah. Sci. Hum.*, 23 : 421-438.

LHOSTE Ph., 1984 –
Le diagnostic du système d'élevage. *Cah. Rech. Dév.*, 3-4 : 84-88.

MILLEVILLE P., 1987 –
Recherches sur les pratiques des agriculteurs. *Cah. Rech. Dév.*, 16 : 3-7.

OSTY P.L., LANDAIS E., 1991 –
Fonctionnement des systèmes d'exploitation
pastorale. IVe Congrès international des terres
de parcours, Montpellier, France. Actes,
Tome 3, pp. 1137-1146.

PACHECO L., 1994 –
El sistema de aynuqa en Pumani. Dinámicas y
tendencias. In : Hervé D., Genin D., Rivière G.
(Ed.) : *Dinámicas del descanso de la tierra en
los Andes*. Orstom-IBTA, La Paz, Bolivia,
pp. 271-290.

SEBILLOTTE M., SOLER L.G., 1988 –
Le concept de modèle général et la
compréhension du comportement de
l'agriculteur. *C. R. Acad. Agr. Fr.* 74 : 59-70.

TICHIT M., 1993 –
L'association camélidés-ovins dans un

*système pastoral de l'altiplano désertique de
Bolivie*. M.Sc. Tesis, IAMZ, Zaragoza,
España, 202 pages.

TICHIT M., 1995 –
Diversidad de la actividad ganadera en las
unidades de producción de Turco. In : Genin
D., Picht J., Lizarazu R., Rodriguez T. (éd.) :
*Waira Pampa, un sistema pastoril camélidos-
ovinos del altiplano árido boliviano*. Orstom-
Conpac-IBTA, La Paz, Bolivia, pp. 75-91.

TICHIT M., GENIN D., 1996 –
Factors affecting herd structure in a mixed
camelid-sheep pastoral system in the arid
puna of Bolivia. *J. Arid Envir.*, 36 : 167-180.

VINCZE L., 1980 –
Peasant animal husbandry : a dialectic model
of techno-environmental integration in agro-
pastoral societies. *Ethnology*, 19(4) : 387-403.