

## **Indicateurs de l'évolution de la fertilité physique des sols en jachère sur les hauts plateaux boliviens. Questions de méthodes.**

**HERVE Dominique**

*ORSTOM, Casilla 9214, La Paz, Bolivie.*

### **RESUME**

Des indicateurs de l'évolution de la fertilité physique de sols en jachère longue sont recherchés afin de disposer de références pour le pilotage d'une réduction de la durée de la jachère, sur les hauts plateaux boliviens. La question principale est de savoir si des modifications de l'état physique du sol sont décelables sur un pas de temps supérieur au cycle annuel, et en absence d'intervention culturale au cours de la jachère. Les difficultés d'une telle évaluation proviennent de la comparaison des états physiques, dans l'espace et dans le temps. La discussion se limitera aux méthodes d'observation du profil cultural, des états de surface et de détermination de l'instabilité structurale.

**Mots-clés:** fertilité physique, profil cultural, état de surface, instabilité structurale, jachère, Altiplano bolivien.

### **PROBLEMATIQUE**

L'objectif d'évaluer l'effet d'une non culture longue sur l'état du milieu, afin de disposer de références pour le pilotage d'une réduction de la durée de la jachère, inverse l'approche classique d'évaluation de l'effet sur le milieu des interventions culturales. D'où la question: dispose-t-on d'outils et de méthodes adaptés pour une telle évaluation?

La jachère étudiée est une interculture pluriannuelle pâturée par les ovins essentiellement. Elle fait suite en général à trois années de culture, pomme de terre puis céréales ou quénopodes ou à plusieurs années consécutives d'orge. La norme communale fixe, sur la partie du territoire gérée collectivement, le nombre d'années successives de culture (3 ans), qui ne peut pas être modifié à cette altitude, et la durée de la jachère (10 ans). Cette jachère longue est en train d'être réduite dans les Andes Centrales de 10-15 ans à 4-8 ans (Hervé, 1993). Les conséquences d'une telle réduction sont l'objet de cette étude. La problématique est donc inversée par rapport aux nombreux travaux réalisés en zone tropicale humide d'Afrique de l'Ouest concernant les conséquences du défrichement et brulis du couvert forestier et cherchant à déterminer les raisons de la mise en jachère après un nombre variable d'années de culture (Feller, Milleville, 1977; Moreau, 1983). De plus, ces recherches ont été menées essentiellement sur sols ferragineux et ferralitiques. Elles ne sont pas directement applicables, même si elles apportent des éléments de référence méthodologiques, pour suivre, en milieu tropical de montagne, l'évolution de l'état physique du sol après la dernière culture de la rotation.

Comment peut être appréhendée l'évolution de l'état physique du sol sur un pas de temps long? Quels indicateurs, sensibles à cette évolution, pourraient constituer en quelque sorte des marqueurs? Comment étudier en parallèle, comme le suggérait Le Blic (1994), "des séquences évolutives structurales et végétales (dynamique des jachères, par exemple)"?. La structure du sol peut-elle être "une mémoire" de pratiques culturales antérieures (Manichon et Roger-Estrade, 1990:53) et d'une fertilité physique "acquise" (Boiffin, Monnier, 1982).

En tant qu'agronome, la préoccupation n'est pas de comprendre les mécanismes ni de classer les sols, sinon de réaliser un diagnostique au champ, en valorisant pour cette raison un échantillon de parcelles étudiées in situ. L'exposé se limitera à discuter de l'utilisation de trois méthodes connues: le profil cultural, la caractérisation des états de surface, la mesure de l'instabilité structurale, cette dernière n'ayant pas encore donné lieu à des résultats sur l'altiplano bolivien.

### **CONTEXTE DE LA ZONE D'ETUDE: ALTIPLANO CENTRAL BOLIVIEN**

Les sols colluviaux alluviaux de la région étudiée sont classés comme Lithic Ustochrept, Typic Ustochrept, Fluventic Ustochrept, Lithic Ustorthent, Typic Haplustalf, Lithic Paleustalf par Blancosoto (1989) et d'Aridisols par Orsag (1989). En général déstructurés et très pauvres en matière organique (<1%), ils présentent des combinaisons de limons et de sables qui les rendent particulièrement sensibles

tant à la compactation qu'à la dégradation de surface (Figure 1). Ils sont labourés plus profondément une seule fois dans la rotation, pour la culture de pomme de terre, à la charrue à disques ou à l'araire de traction bovine.

L'état structural observable sous jachère est hérité des trois années de culture; il évolue ensuite sous l'effet d'un climat semi-aride d'altitude (3800 m d'altitude, 400 mm de précipitation annuelle, en 3 à 5 mois; température moyenne de 10°C avec de forts écarts journalier, forte incidence du gel, mais pendant la période sèche) et du système racinaire de la végétation qui recolonise la jachère. Jusqu'à 6 ans, ce sont des graminées annuelles (en particulier *Bouteloua simplex*) puis à partir de dix ans des arbustes de la famille des composées, *Baccharis incarum* et *Tetraglochin cristatum*, au système racinaire pivotant et très profond.

Ribstein (1992) relève à La Paz (580 mm annuels) des intensités de 20mm/h avec une fréquence de 10 ans et 30mm/h avec une fréquence de 20 ans, 40 mm de précipitation maximale journalière décennale et 95 jours de pluviométrie supérieure à 0.5 mm. Les autres particularités sont l'amplitude extrême des températures journalières, la possible influence du gel et de la grêle sur les organisations superficielles. Le taux de sable plafonne à 75%; la présence de matière organique (voisine de 1%) et de 15% d'argile (8 à 20%) expliquent que la capacité d'échange cationique ne soit pas trop basse. Le fait que le calcium présente près de la moitié de cette capacité d'échange et que le sodium soit négligeable laissent présager une bonne stabilité structurale. On note par ailleurs dans la plupart des sols une activité biologique intense: galeries de fourmillères, sous les cailloux en particulier (Hervé, Valentin, 1994).

## METHODES

### Profil cultural

La caractérisation de l'état structural d'un sol, sur la base d'une description morphologique, doit être "en relation aussi directe que possible avec les facteurs de structuration anthropiques" (Manichon, Roger-Estrade, 1990: 27). Selon ces auteurs, les effets cumulatifs des systèmes de culture sont appréhendés par "la fréquence et l'intensité des actions de compactage et de fragmentation", en cherchant à distinguer ce qui ressort d'actions anthropiques actuelles, anciennes ou d'effets d'agents naturels. Les effets spécifiques des précédents culturaux n'ont été mis en évidence que par l'intermédiaire des travaux (nature et dates de réalisation) qu'ils impliquent. Il n'est rien dit des effets éventuels des intercultures, ni du temps de rémanence des effets des travaux culturaux.

L'évolution structurale pendant la jachère dépend des intensités de pluie, de l'activité faunique, des alternances humectation-dessiccation, du gel, de l'aptitude de la terre à la fissuration, de l'installation des systèmes racinaires de la végétation colonisatrice (Boiffin, Guérif, Stengel, 1990: 55-56). Elle dépend donc autant de facteurs imputables à la jachère que d'aptitudes du sol ou d'événements climatiques. Par ailleurs, une analyse fine de la porosité (Stengel, 1990) et des réseaux de fissuration paraît lourde à réaliser au champ; les évolutions que l'on cherche à mettre en évidence sont en effet probablement moins nettes que celles résultant d'un travail du sol, elles-même parfois délicates à mettre en évidence (Feller et Milleville, 1977). De plus, comme il est hors de question de mener une étude diachronique au champ pendant une dizaine d'années, peut-on détecter des évolutions passées à partir de la seule description d'un état final, sans contrôle sur l'état initial ?

### Instabilité structurale

La détermination des indices d'instabilité structurale permet de prévoir une tendance à une certaine désagrégation; elle fait partie de l'évaluation de la fertilité physique d'un sol (Boiffin, Monnier, 1982). Combeau et Quantin (1962) ont montré en zone tropicale humide que la stabilité structurale variait au cours de l'année, jusqu'à 50 à 60% de sa valeur moyenne, entre la saison pluvieuse et la saison sèche. Pour comparer des parcelles, on devra donc prendre les échantillons aux mêmes dates. Feller et Milleville (1977) ont détecté au Sénégal Oriental, avec l'indice  $I_s$  de Hénin, une dégradation de la structure du sol après les deux premières années de culture. Moreau (1984-85) trouve en Côte d'Ivoire, en comparant une parcelle témoin forestière et une parcelle cultivée, d'un même couple implanté avant défrichement, des variations relatives élevées pour  $I_s$ .

Sebillotte (1968) signale que la stabilité structurale n'est pas indépendante de l'humidité récente des mottes; "...l'histoire récente du sol en place (sécheresse, humidité) modifie le comportement des échantillons vis-à-vis des tests" (Hénin, 1976). La dessiccation rapide de la surface du sol constatée sur l'altiplano bolivien, même entre des périodes pluvieuses, jusqu'à des humidités de 2 à 3 %, suggère que les mécanismes de désagrégation prépondérants sont, dans ces conditions, l'humectation et la désagrégation par éclatement, du fait de la pression exercée sur l'air piégé. Le test de Hénin paraît donc approprié et on peut s'attendre à un effet protecteur des matières organiques du sol.

## **Etats de surface**

La dégradation de l'état de surface est déjà amorcée au cours des cycles culturaux. La densité apparente (0-20 cm) atteint dès la première année de jachère des valeurs élevées dans certaines parcelles (Figure 2). Mais ce critère n'est peut-être pas pertinent pour des structures polyédriques à massives de l'horizon superficiel (Le Blic, 1994: 12-13; figure 4). Le problème n'est donc pas de savoir comment s'est formée une croûte superficielle, et à quelle vitesse, sinon, le stade de dégradation atteint, et comment celui-ci évolue dans le temps, au cours de la jachère, et contribue au ruissellement superficiel. La difficulté consiste à isoler le facteur durée de jachère de facteurs conjoncturels car dépendant de l'année, tels que la quantité et intensité des pluies, la durée de la saison pluvieuse, la colonisation par des graminées puis des composées arbustives.

On peut s'attendre, durant la jachère, à des effets contradictoires: d'une part, une diminution du microrelief superficiel, une évolution des proportions respectives des zones de ruissellement croustées et des zones d'infiltration, des dépôts de sables éoliens, d'autre part la création de porosité par l'action des fourmillères, la rupture de la croûte superficielle par le piétinement des ovins au pâturage, la microfissuration par le système racinaire dense des graminées annuelles puis la création de porosité verticale par les racines à pivot très profond des composées arbustives.

Les principales variables prises en compte, pour caractériser les états de surface, sur les parcelles en jachère, sont: l'âge de la jachère, la dernière culture en fin de succession, le type de travail du sol (disques ou araire), la position topographique, la pente, la texture, la matière organique, la garniture ionique et la salinité, la pierrosité, le micro-relief, le type de croûte superficielle, l'activité faunique, les indices d'érosion (vésicules indiquant une infiltrabilité restreinte, collerettes sur les pierres incrustées dans la croûte). La pierrosité superficielle est à prendre en compte; les éléments grossiers simplement posés sur le sol augmentent l'infiltrabilité alors que les éléments inclus dans une croûte interviennent plutôt en augmentant le ruissellement (De Ploey et Bryan, 1986).

## **RESULTATS ET DISCUSSION**

### **Profil cultural**

Afin de comparer des parcelles d'âge de jachère différent, en limitant autant que possible l'hétérogénéité des terrains et des sols, on a procédé par la méthode des couples. Des profils ont été creusés perpendiculairement à la frontière commune entre chaque couple de parcelles voisines, situées dans la même position topographique, et dont on sait qu'elles ont été travaillées avec le même outil (charrue à disques ou araire), mais de durée de jachère très différente (Figure 3). La comparaison des mêmes horizons, entre profils culturaux, ou au sein d'un même profil différencié (Figure 4) peut poser certains problèmes: profondeur différente des horizons, pierrosités variables, lecture d'une densité d'enracinement d'une végétation "naturelle" dont la répartition spatiale n'est pas "ordonnée" en surface, ni clairement différenciée par espèces au sein du profil. La situation de Tuntachavi permet de comparer les 15 premiers centimètres de sol entre des âges différents de jachère (Figure 4).

Il a été observé en sols limoneux sous jachère de quelques années des éléments structuraux fortement tassés à espace poral structural très faible à nul, assimilés à des mottes Delta (Manichon, 1982). Ces éléments hérités du labour précédent, réalisé au disque en conditions humides, restaient intacts dans le profil (Hervé, Condori, Brugioni, Fernandez, 1994). La teneur pondérale en mottes Delta peut être en effet un critère d'évolution des états internes, peu dépendant des fluctuations intra annuelles (Manichon, Roger-Estrade, 1990: 49), pour des textures suffisamment riches en limon. Par contre, le résultat du travail de l'araire, en général superficiel (10-15 cm), laisse peu de repères et la traction bovine ne crée pas de tassements.

On utilisera donc le profil cultural pour localiser des unités morphologiques sur lesquelles porteront des mesures de porosité, pénétrométrie ou densité apparente et pour vérifier l'homogénéité des horizons à comparer par des analyses chimiques.

## **Instabilité structurale**

La détermination sur l'altiplano bolivien des indices d'instabilité structurale en fonction de l'âge de la jachère est en projet. Quels effets de la jachère peut-on attendre? L'histoire culturale et l'histoire hydrique des agrégats recueillis ont leur influence (Kemper, Rosenau, 1984). Parmi les propriétés du sol ayant une influence sur la stabilité structurale, la matière organique et la composition ionique (en particulier, les cations sodium et calcium) peuvent varier selon l'âge de la jachère. Monnier et Stengel (1982) indiquent que l'influence de la matière organique sur la stabilité structurale ne s'exerce qu'au delà d'un certain rapport:  $\% \text{ matière organique} \times 100 = 7 \times \% \text{ argile}$ , ce qui est le cas pour environ la moitié des parcelles échantillonnées.

Les textures dominantes, limono-sableuses, sont stables si l'on se réfère aux classes d'instabilité selon la composition granulométrique des sols (Monnier, Stengel, 1982). Mais, comme le signale Valentin (1986), les matériaux sableux présentent, du fait de leur faible cohésion, une forte instabilité sous l'impact des gouttes de pluie. Kemper et Noonan (1970), cités par Casenave et Valentin (1989), "observent les ruissellements les plus forts pour des sols encroutés contenant entre 50 et 80% de sable". Les sols étudiés sur l'altiplano bolivien ont des taux de sable compris entre 40 et 80%, avec des combinaisons variables de sables et limons (Figure 1).

## **États de surface**

Une reconnaissance rapide des états de surface (Hervé, Valentin, 1994), suivant la méthode suivie par Casenave et Valentin (1989), a permis d'identifier trois grands types de croûte: structurales, grossières et d'érosion.

- Les croûtes structurales, après avoir incorporé dans leur masse de grosses mottes cohérentes, présentent au cours de la jachère plusieurs micro - horizons. Les croûtes structurales sableuses présentent en surface un micro - horizon constitué de sable grossier, recouvrant un micro - horizon de sable fin pris en masse, et une mince pellicule d'éléments plus fins (limon et argile). Des vésicules abondantes sont observées entre sable fin et pellicule. Les croûtes structurales limoneuses présentent un micro - horizon de limon grossier et parfois de sable très fin, piégé dans la microrugosité superficielle, qui recouvre en y adhérant une pellicule constituée de limon fin et d'argile. Des vésicules abondantes indiquent également une infiltrabilité restreinte. Des limons fins, blancs, en surface, sont le symptôme d'instabilité structurale.

- Les croûtes grossières rencontrées sont également sableuses ou limoneuses, très semblables aux croûtes à plusieurs micro - horizons. Les éléments grossiers insérés dans la croûte sont plus nombreux que ceux posés sur la surface. Prélevés de la surface, dans laquelle ils sont incrustés, ces cailloux ou pierres présentent des collerettes où apparaissent clairement les trois micro-horizons et les vésicules. Le ruissellement augmente avec la taille des éléments grossiers et la proportion d'éléments inclus dans la croûte.

- Les croûtes d'érosion sableuses correspondent à l'érosion par le vent et le décapage par ruissellement des deux micro - horizons de la croûte sableuse à plusieurs micro-horizons. Elles présentent également une porosité vésiculaire et se caractérisent par une quasi absence de micro-relief. Leur dureté empêchant la levée des semences, elles constituent des plaques dénudées de 2 à 5 mètres de diamètre. On peut distinguer parmi les croûtes limoneuses des croûtes de ruissellement et de dépôts, ce qui suppose un transport et des croûtes de décantation dues à une ségrégation sur place, qui se forment en lamelles convexes (présence d'argile et moins de 20% de limon).

Il apparaît que la texture, en particulier des combinaisons variables de sables et de limons, a un effet déterminant sur le type de croûte, même indépendamment des précipitations.

De l'état de surface dépend pour une grande part la possibilité d'implantation par graine des jeunes plants de composées. La modalité de semis (en lignes ou à la volée) et la nature de la dernière espèce cultivée de la rotation ainsi que les variations d'états de surface entre parcelles, même de texture

identique, expliqueraient le net effet "parcelle" sur la colonisation initiale des plants de *Baccharis incarum* (Figure 3). Entre les anciens billons et sous les composées se maintiennent des zones d'infiltration. Au début de la jachère, les billons servent d'impluviums; leur hauteur, surface et fragilité sont à prendre en compte. Il se forme des croûtes de dépôts dans les inter billons, fractionnées par la suite, par les racines de la végétation herbacée qui les colonise. La végétation naturelle, spontanée, tend à se concentrer dans ces interbillons lorsque ce modèle superficiel s'est maintenu, probablement du fait de la concentration du ruissellement et des graines. Dans ce cas, même si la couverture végétale est faible, inférieure à 30%, une disposition des billons perpendiculaire à la pente peut contribuer à diminuer significativement le ruissellement

## CONCLUSION

A partir de cette analyse préliminaire de quelques méthodes disponibles, on ne peut que constater le manque d'outils adaptés au diagnostic au champ de l'évolution de la fertilité physique du sol sur des pas de temps longs. L'attention a été centrée jusqu'à présent sur la succession des opérations culturales et beaucoup moins sur la jachère. La même constatation s'applique autant pour les caractères physiques du sol que pour les processus biologiques (microbiologie, nématologie par exemple). Des études diachroniques sont sans doute nécessaires en milieu contrôlé, mais on ne peut recourir, in situ, qu'à des études synchroniques de situations très contrastées quant à leur histoire culturale. Une des difficultés est alors de séparer les propriétés permanentes et des propriétés conjoncturelles.

## BIBLIOGRAPHIE

BLANCO SOTO, F., (1989) - Estudio de suelos. Levantamiento integrado de los recursos naturales. Ayo Ayo, provincia Aroma. CIPCA, La Paz.

BOIFFIN, J., GUERIF, G., STENGEL, P., (1990) - Les processus d'évolution de l'état structural du sol: quelques exemples d'études expérimentales récentes, in: La structure du sol et son évolution, Laon (France), Paris, INRA, Les Colloques de l' INRA, n° 53, 37-69.

BOIFFIN, J., MONNIER G., (1982) - Etats, propriétés et comportements des sols: recherche et utilisation des critères de fertilité physique. Bull. Tech. Info., n° 370-372, 401-407.

CASENAVE, A., VALENTIN, Ch., (1989) - Les états de surface de la zone sahélienne, influence de l'infiltration, Paris, ORSTOM, Col. Didactiques, 229 p.

COMBEAU, A., QUANTIN, P., (1962) - Observations sur les variations dans le temps de la stabilité structurale des sols en région tropicale.

DE PLOEY, J., BRYAN R.M., (1986) - Time to runoff as a function of slope angle. in: assessment of surface sealing and crusting, F. Callebaut, D. Gabriels, M. De Boodt eds., Flanders Research Centre for Soil Erosion and Soil Conservation, 106-119.

FELLER, Ch., MILLEVILLE, P., (1977) - Evolution des sols de défriche récente dans la région des Terres Neuves (Sénégal Oriental), Cah. ORSTOM, sér. Biol., vol. XII, n°3, 199-211.

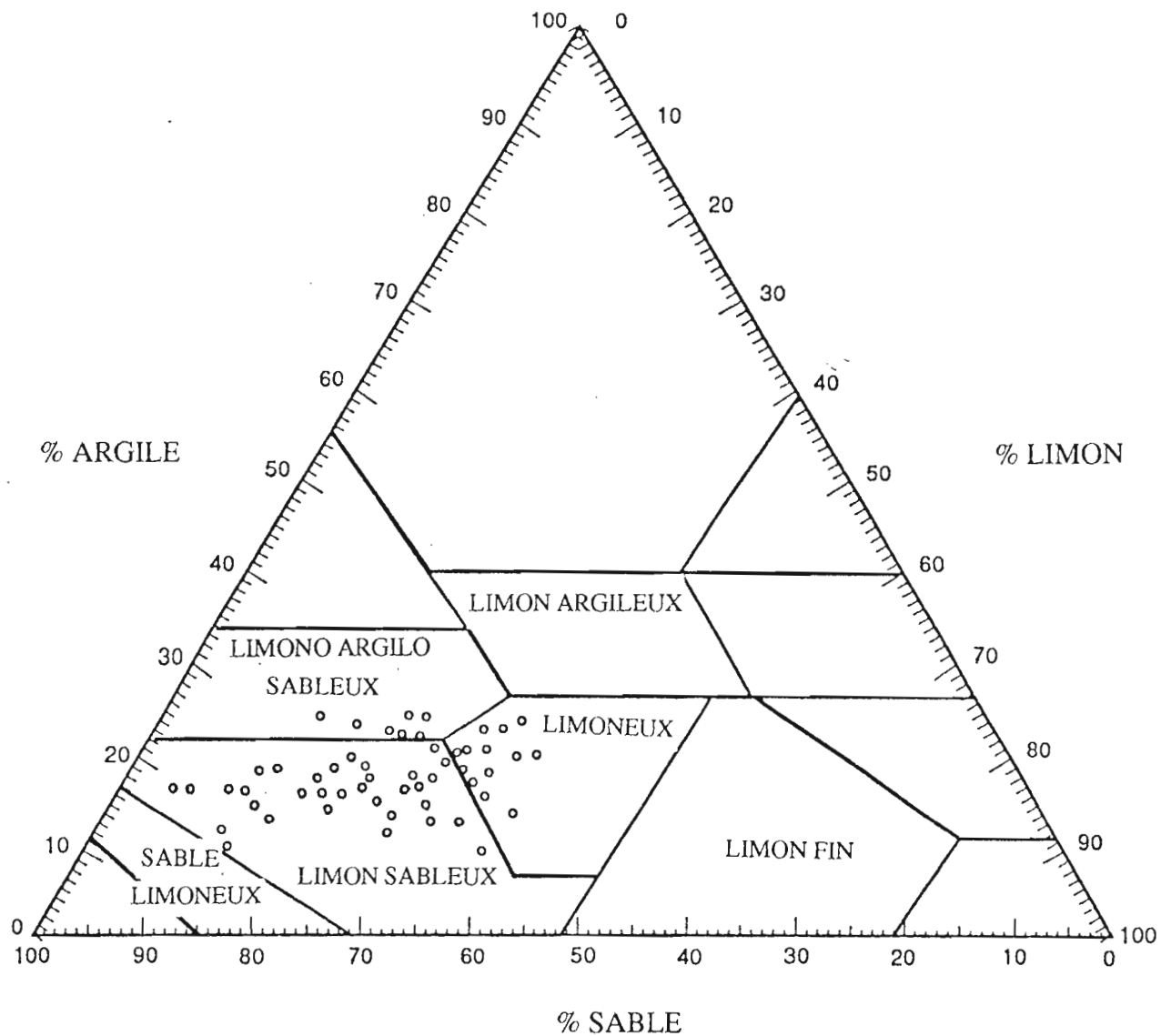
HENIN, S., (1976) - Cours de physique du sol. I texture - structure - aération. Bruxelles, ORSTOM-EDITEST, Initiations - Documentations Techniques n° 28, 159 p.

HERVE, D., (1993) - Evolution de la pratique de la jachère longue pâturée dans les Andes. in: La jachère en Afrique de l'Ouest, Ch. Floret et G. Serpantié eds., Atelier international de Montpellier, 2-5/12/1991, ORSTOM, Coll. Colloques et séminaires, 193-206.

HERVE, D., CONDORI, D., BRUGIONI, I., FERNANDEZ G., 1994.- Decisiones de labranza, consecuencias sobre el suelo y los cultivos. Problematica del altiplano boliviano. Cochabamba, Revista de Agricultura, Año 50, N° 24, 12-22.

- HERVE, D., VALENTIN, Ch., (1994) - Projet "Evolution des états de surface des sols sous jachère", La Paz, ORSTOM-IBTA, 9 p., multigr.
- KEMPER, W. D., NOONAN, L., (1970) - Runoff as affected by salt treatments and texture. *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.* 34: 126-130.
- KEMPER, W. D., ROSENAU, R.C., (1984) - Soil cohesion as affected by time and water content. *Soil Sci. Soc. of Amer. Journal*, 48, 1001-1006.
- LE BLIC, Ph., (1994) - L'organisation macrostructurale du sol: intérêt et limites d'une approche morphologique, méthode d'étude. in: 1ème réunion thématique structure et fertilité des sols tropicaux, 6/09/1993, Montpellier, ORSTOM, 5-17.
- MANICHON, H., (1982) - Influence des systèmes de culture sur le profil cultural: élaboration d'une méthode de diagnostic basée sur l'observation morphologique. Thèse Docteur Ingénieur, INAPG, Paris, 214 p. multigr., 154 réf. + annexes.
- MANICHON, H., ROGER-ESTRADE J., (1990) - Caractérisation de l'état structural et étude de son évolution à court et moyen terme sous l'action des systèmes de culture, in: Les systèmes de culture, L. Combe, D. Picard Coord., Paris, INRA, 27-55.
- MONNIER, G., (1985) - Recherches sur la stabilité structurale. Exemples d'applications. in: Livre jubilaire du cinquantenaire, A.F.E.S., Paris, 293-297.
- MONNIER, G., STENGEL, P., (1982) - La composition granulométrique des sols: un moyen de prévoir leur fertilité physique. *Bull. Tech. Info.*, n° 370-372, 503-512.
- MOREAU, R., (1983) - Evolution des sols sous différents modes de mise en culture en Côte-d'Ivoire forestière et préforestière. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. XX, n°4, 311-325.
- MOREAU, R., (1984-1985) - Etude sur parcelles comparatives de l'évolution des sols ferrallitiques sous différents modes de mise en culture en zones forestière et pré-forestière de Côte d'Ivoire, *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. XXI, n°1, 43-56.
- MOREAU, R., (1993) - Influence de la mise en culture et de la jachère forestière sur l'évolution des sols forestiers tropicaux. in: La jachère en Afrique de l' Ouest, Atelier international Montpellier, 2-5/12/91, Ch. Floret, G. Serpantié Present., Paris, ORSTOM, Coll. Colloques et séminaires, 245-256.
- ORSAG, V., (1989) - Características del regimen aereo de un aridosol del altiplano central de Bolivia, La Paz, Instituto de Ecología, UMSA, Ecología en Bolivia 13, 11-21.
- RIBSTEIN, P., (1992) - Aspectos hidrológicos de la cuenca de La Paz. Ciclo de conferencias "La Paz, limites y esperanzas en el altiplano boliviano", 12/08/1992, ORSTOM-IBTA, La Paz, Casa de la cultura.
- SEBILLOTTE, M., (1968) - Stabilité structurale et bilan hydrique du sol. Influence du climat et de la culture, *Ann. Agron.*, 19, 4, 403-414.
- STENGEL, P., (1979) - Utilisation de l'analyse des systèmes de porosité pour la caractérisation des sols in situ, *Ann. Agron.*, 30, 1, 27-51.
- STENGEL, P., (1990) - Caractérisation de l'état structural du sol. Objectifs et méthodes. in: La structure du sol et son évolution, Laon (France), Paris, INRA, Les Colloques de l' INRA, n° 53, 15-36.
- VALENTIN, C., (1986) - Surface crusting of arid sandy soils. in: Assessment of soil surface sealing and crusting. Proc. of the Symposium held in Ghent, Belgium, 1985, F. Callebaut, D. Gabriels, M. de Boot eds., Flanders Research Centre for Soil Erosion and Soil Conservation, 9-17, 40-47.

Figure 1 Texture des sols échantillonnés à Pumani en 1992



USA CONSERVATION SOIL SERVICE

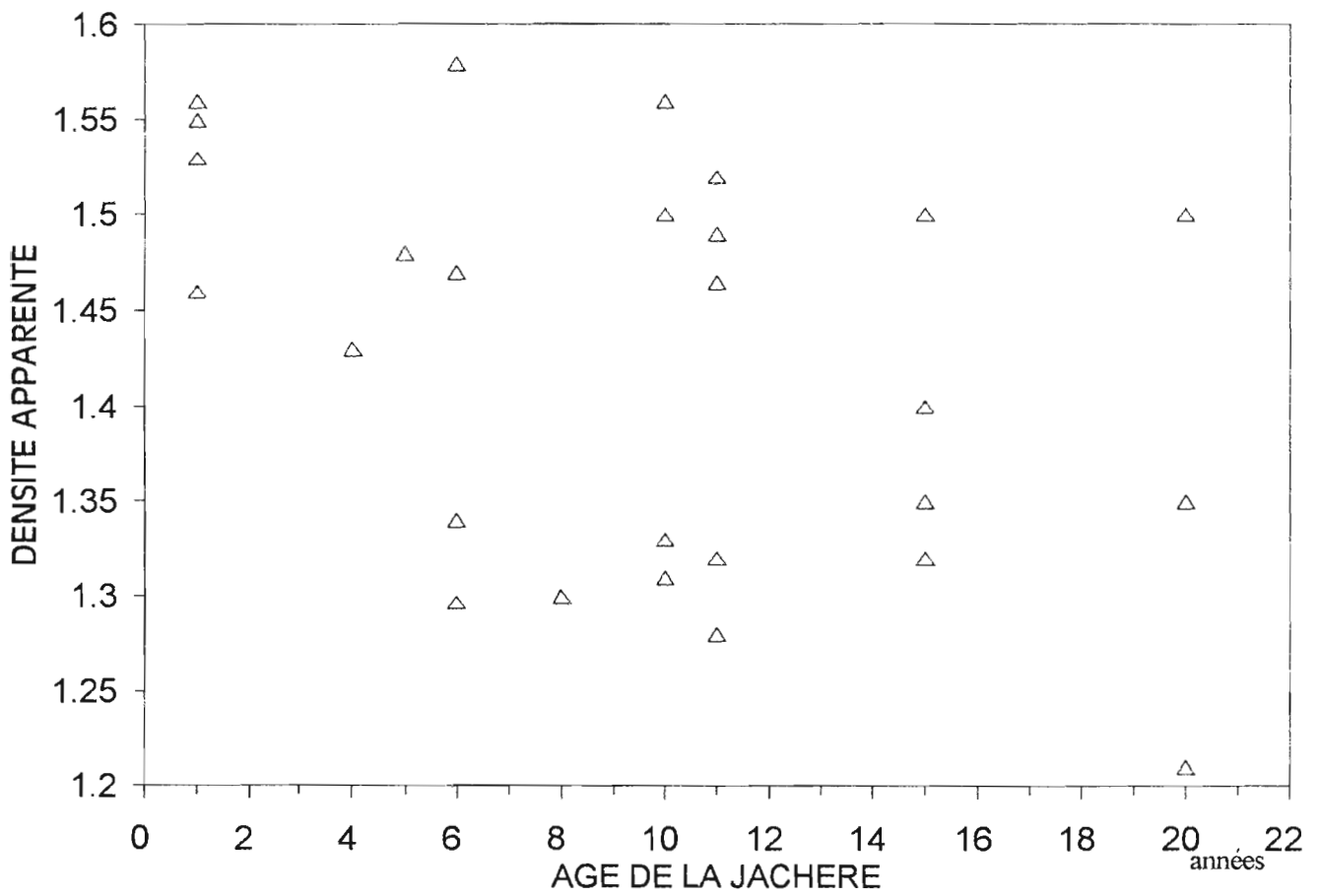


Figure 2 RELATION  
DENSITE APPARENTE - AGE DE LA JACHERE



### Figure 3. Parcelles en jachère

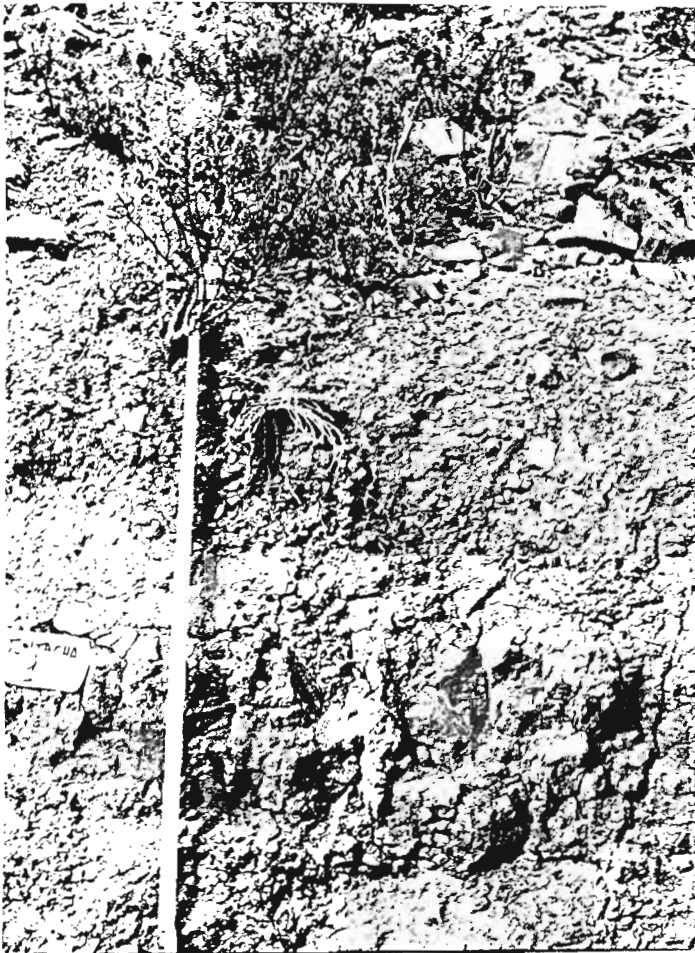
Couple de parcelles jointives d'âge de jachère différent: 15 ans / 0 (post récolte)



Peuplement de *Baccharis incarum* aligné suivant les anciens sillons



Figure 4. Profils. Tuntachavi (D. Hervé, R. Bosseno)



Haut de versant. 14 ans de jachère

0-15 cm. 10YR5/3 sec  
Limono-sableux, 64% >2mm  
dont 46% >10mm, structure  
polyédrique arrondie, fine, friable,  
bonne porosité tubulaire, racines.

15-20cm. 10YR 6.5/3 sec  
Limono-sableux, blanc, massif,  
36% >2mm dont 26% >10 mm,  
très friable et poreux.

20-40cm. 7.5 YR 5/4 sec  
Limoneux fin, 40% >2mm dont  
35% >10mm, structure colonnaire  
prismatique, avec nombreuses  
fentes de retrait dans les prismes,  
fissures colonisées par les racines,  
bonne porosité.

40-60cm. 7.5 YR 5/4 sec  
Limono-sableux, 95% >2mm dont  
42% >10mm, ciment argileux  
entre les graviers ronds, sables  
gros, structure polyédrique  
anguleuse, racines dans les  
microfissures.



Versant: à gauche, 14 ans de jachère,  
*Baccharis incarum*  
à droite, 6 ans de jachère,  
*Bouteloua simplex*

0-20 cm. 10YR 5/3 sec  
Limono-sableux, 60 a 70%  
>2mm, structure polyédrique  
arrondie, fine et friable, bonne  
porosité tubulaire, racines.

20-50 cm. 7.5 YR 4/4 sec  
Limoneux, 65% >2mm dont  
53% >10 mm (grès, quartzites,  
quartz blanc), structure  
polyédrique angulaire, peu friable,  
assez poreux.