

CN0101567
P320
SOW

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
INSTITUT DES SCIENCES DE LA TERRE

INSTITUT SENEGALAIS DE
RECHERCHES AGRICOLES



N° d'ordre IST : 81

CARACTERISATION PEDOLOGIQUE DU BASSIN VERSANT DE KOUTANGO



DANS LE SUD BASSIN ARACHIDIER

MEMOIRE
Présenté

Par M^{elle} **Khady SOW**

Pour obtenir le grade d'INGENIEUR GEOLOGUE

Soutenu publiquement le 4 Décembre 1999
devant le jury composé de :

Messieurs:

DIA	Abdoulaye	Président	I.S.T
DIOME	Fary	Rapporteur	I.S.T
SENE	Modou	Rapporteur	ISRA
DIACK	Mateugue	Examineur	ISRA
DAFFE	Mamadou	Examineur	SENAGROSOL
DIOP	Seybatou	Examineur	I.S.T

ISRA - CHIR
L. M. K. S. S. S.
S. S. S. S.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé avec la collaboration de l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA). A son terme j'adresse mes sincères remerciements au :

* Docteur Dogo Seck, chercheur, chef du CNRA de Bambey pour m'avoir permis d'effectuer les analyses de soi au laboratoire central.

* Directeur de l'Institut des Sciences de la Terre, Directeur des Mines et de la Géologie, le Professeur Abdoulaye Dia. Vous représentez pour moi un modèle de rigueur et de persévérance. Tout au long de ma scolarité vous avez une mine de conseils. C'est pour moi un honneur de vous avoir comme président de jury.

* Docteur Ingénieur Fary Diome, assistant à l'IST. Hier c'étaient vos qualités d'enseignant que j'admirais, aujourd'hui ce sont celles de chercheur que j'apprécie. Vous avez suivi la progression de ce travail et apporté à chaque étape corrections et suggestions avec une rigueur et un esprit critique et ceci malgré vos nombreuses charges. Trouvez ici la marque de ma profonde estime.

* Docteur Agropédologue Modou Sène, chercheur à l'ISRA de Bambey. Durant le stage, j'ai pu apprécier vos excellentes qualités humaines. **Vous** avez été d'une patience et d'une disponibilité sans faille à mon égard et n'avez ménagé aucun effort dans le suivi de ce travail. Toute ma gratitude.

* Docteur Agropédologue Mateugue Diack, chercheur à l'ISRA de St-Louis. Je vous suis reconnaissante pour votre aide désintéressée, vos encouragements et votre disponibilité. Votre rigueur scientifique, vos conseils et l'attention portée à ce travail m'ont été d'un grand appui. C'est un grand plaisir de vous compter parmi le jury.

* Docteur Ingénieur Seybatou Diop, assistant à l'IST pour votre disponibilité, votre aide précieuse dans le traitement statistique des données et pour avoir accepté de juger ce travail.

* à Monsieur Mamadou Daffé, Directeur de SENAGROSOL CONSULT pour avoir accepté de juger ce travail.

Je tiens également à remercier :

ISRA - 12740
BAMBAY
RAMBET

* Monsieur Meissa Fall de l'IST pour sa disponibilité et pour l'intérêt porté à ce travail.

* M. Landing Mané pour sa disponibilité et l'aide apporté à l'étude statistique.

* Messieurs Ibrahima Diédhiou, Alioune Fall et Abdou Ndiaye du CNR-4 de Bambey.

Mention Spéciale pour M. Honoré Dacosta du département de Géographie ainsi qu'à l'équipe d'AMIBAF pour l'intérêt accordé à ce travail ainsi que pour leur soutien logistique.

Je remercie le personnel administratif et enseignant de l'IST.

J'exprime ma gratitude et mes remerciements à Mme Bouso Sène et à Mme Aby Diack qui, chacune en ce qui la concerne, a fait de chaque jour de mes longs séjours chez elles une fête.

Je remercie l'ensemble du personnel du laboratoire de biochimie des sols et du laboratoire central du CNRA de Bambey particulièrement S. Faye, Y. Ndiaye, S. Bâ, S. Cissé, M. K. Thiaw, Latyr, Ndoye, Goudiaby, P. Lô, M. Cissokho.

Durant les travaux de terrain, j'ai eu à séjourner à l'es URR de Kaolack, je remercie tous ceux qui m'ont aidées notamment P.S. Sarr, G. Sène, mais aussi A. Gueye, S. Wade, Balley, D. Ka, A. Thiam.

Un chapeau à Baye Yoro Diop et famille aux HLM Bongré à Kaolack.

J'exprime mes remerciements à M. Moustapha Niass et famille qui m'ont ouvert leur porte lors de mes séjours répétés à Keur Tapha et à Koutango.

Du côté de l'ISRA de St-Louis, mes remerciements vont à Aly Cissokho pour l'aide apporté à la confection des cartes mais aussi à S. Sall, Dieye, Mme Sall, M. Faye, Sonko, M. Wade,

Je remercie M Joseph Sarr pour son aide.

Je remercie le projet NRBAR pour son appui à la formation.

Enfin, je remercie tous ceux qui de près ou de loin ont participé à la réalisation de ce document.



A ma mère Maïmouna Ndiaye Sow

A mon frère Moussa Sow

prématurément arrachés à notre affection.

Que la Terre leur soit légère. *Amine*

DEDICACES

Je dédie ce travail :

- à mon père Mamadou Sow

Exemple de piété, tu m'a inculquée les vertus de l'honnêteté, du respect d'autrui, de la patience et du courage dans la vie de tous les jours;

- à mes frères Khassoum, Amidou et Djiby ; à mes sœurs Fatou, Aminara, Awa et Fama pour leur soutien matériel et moral durant toutes ces années d'études ;
- à mes nièces et neveux particulièrement à Maïmouna Diagne et mon homonyme Khady Moussa Sow ;
- à mes belles sœurs Adiarra, Penda, Diaw et Awa ;
- à mes camarades de promotion Amy Ndoye, Fatma Seck, Ndongo Fall Dieye, Mamoudou Ka, Pape Sira Mbodj, Amadou Ndao ainsi que Pierre Ndour, Adamou Hilifou, Raoul, Maurice, Christian, Gervés et Joachim pour les années passées ensemble ;
- à mes amis Fatou Niang, Daouda Niang, Seydou Gueye, Ndeye Fatou Niang, Mamoudou Diop et sa fille Khady Sow Diop.

RESUME

Dans le Sud Bassin Arachidier (SBA), la baisse de la productivité des terres est liée à la dégradation des ressources naturelles. Face à ce problème, l'autosuffisance alimentaire requiert la restauration de la fertilité des sols mais aussi la mise en valeur des zones de convergence des eaux de ruissellement telles les bas-fonds.

Dans cette perspective, le bas-fond de Koutango situé dans le secteur de Nioro a fait l'objet d'une caractérisation pédologique.

Pour ce faire, quarante six profils pédologiques ont été creusés sur deux transects. Leur description a permis de faire une typologie des sols qui présentant cinq unités pédologiques : les sols peu évolués d'apport et les sols hydromorphes (10 %), les sols ferrugineux tropicaux faiblement lessivés (21 %), les sols ferrugineux tropicaux lessivés (63 %) et les sols développés sur cuirasse (6 %). Ces unités sont différentes les unes des autres par leurs caractéristiques physiques et biochimiques, leur position topographique, la morphologie de leur profil, leur extension, leurs caractéristiques fonctionnelles et leur type d'utilisation. A partir des résultats, la carte d'utilisation des sols, la carte du niveau de fertilité et la carte des unités pédologiques ont été élaborées.

L'étude statistique montre que la détérioration de la structure, l'acidification et la décomposition de la matière organique constituent les processus dominants au sein du bassin versant. L'analyse statistique montre également que les sols du bas-fond se différencient des autres unités pédologiques à partir de leur texture et de leur acidité.

Un plan de gestion des terres a été proposé pour le bassin versant sur la base des résultats analytiques et des contraintes identifiées. Il propose des technologies de défense et restauration des sols à mettre en œuvre pour renverser le processus d'érosion des sols de versant et restaurer leur fertilité avant leur mise en valeur.

Mots clés : caractérisation pédologique, bassin versant, bas-fond, dégradation, autosuffisance, mise en valeur agricole, diagnostic, écosystèmes, bas-fond, Koutango, profil, unités pédologiques, plan de gestion, Sud Bassin Arachidier, analyse multivariée, analyse factorielle, facteur.

2.2.2.3 Carbone total	17
2.2.2.4 Azote total	17
2.2.2.5 Phosphore total.....	17
2.2.2.6 Phosphore assimilable	17
2.2.2.7 Acidité totale et aluminium échangeable.....	17
2.2.2.8 Complexe absorbant et capacité d'échange cationique	18
2.3 Analyse multivariée des données	18
2.3.1 Introduction.....	18
2.3.2 Concept de l'analyse factorielle	19
CHAPITRE III : RESULTATS	
1 Typologie des sols du bassin versant de Koutango.....	20
1.1 Sols peu évolués d'apport et sols hydromorphes	20
1.2 Sols ferrugineux tropicaux faiblement lessivés	20
1.3 Sols ferrugineux tropicaux lessivés	1
1.4 Sols minéraux bruts	1
2 Résultats des analyses de sol.....	21
2.1 Analyses physiques	21
2.1.1 Granulométrie.....	21
2.2 Analyses chimiques.....	22
2.2.1 pH.....	22
2.2.2 Conductivité électrique.....	25
2.2.3 Matière organique	25
2.2.4 Azote total et rapport C/N	27
2.2.5 Phosphore.....	28
2.2.6 Aluminium échangeable	28
2.2.7 Complexe absorbant et la capacité d'échange cationique.....	29
3 Résultats de l'analyse multivariée.....	30
3.1 Résultats de l'analyse factorielle des horizons de surface	1
3.2 Résultats de l'analyse factorielle des différents horizons	37
4 Différentes cartes du bassin versant	44
4.1 Carte des sols.....	44
4.2 Carte d'utilisation des sols	46
4.3 Carte du niveau de fertilité.....	47
4.4 Contraintes agronomiques du bassin versant	49

CHAPITRE IV : DISCUSSIONS.....	50
CHAPITRE V : PROPOSITION D'UN PLAN DE GESTION DES TERRES . . .	59
CONCLUSIONS GÉNÉRALES.....	62
BIBLIOGRAPHIE... ..	65.....
PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES	
LISTE DES FIGURES	
LISTE DES TABLEAUX	
ANNEXES	

INTRODUCTION GENERALE

Problématique

Au Sénégal, on assiste depuis le début des années 70 à une baisse continue des productions agricoles. Cette situation préjudiciable aux conditions de vie des populations est actuellement très perceptible dans le Sud Bassin Arachidier (SBA). Le système de culture dans cette région était traditionnellement basé sur la rotation arachide/céréale suivie d'une longue période de jachère. Aujourd'hui, ce système a disparu à cause du déficit pluviométrique qui affecte la zone depuis trois décennies d'une part, et d'autre part à cause d'une forte pression démographique qui favorise l'extension rapide des terres de cultures. Il en a résulté une dégradation de l'espace agricole et une baisse générale de la productivité des terres. Ces conditions défavorables, dans un contexte socio-économique difficile ont remis en cause le schéma d'intensification retenu pour cette zone, d'où la nécessité de trouver des solutions alternatives.

Pour réduire la pression exercée sur les terres de haut de toposéquence, plusieurs solutions peuvent être utilisées, parmi lesquelles l'aménagement et la mise en valeur des **bas-fonds**. En effet, le milieu physique du SBA est caractérisé par l'existence de réseaux hydrographiques fonctionnels (fleuves Gambie et Saloum ainsi que leurs affluents) qui ont favorisé la présence de bas-fonds aux potentialités agricoles considérables. Une analyse du fonctionnement de ces unités dans l'optique d'une mise en valeur optimale s'avère donc indispensable.

C'est pourquoi l'équipe d'AMIBAF (Aménagements et mise en valeur des bas-fonds) en collaboration avec ses partenaires de l'ISRA, du CIRAD, et de l'IRD a mis au point un vaste programme de recherche/développement sur les bas-fonds. Ce programme se propose de mener, à l'échelle du bassin versant, des actions de recherche basées sur un diagnostic pluridisciplinaire qui s'appuie sur une caractérisation et une analyse du fonctionnement du milieu. Sur le plan biophysique, la caractérisation est nécessaire pour mieux évaluer les ressources en sol disponibles afin d'en apprécier les potentialités agricoles existantes.

La présente étude marque une continuité des travaux de recherche entrepris dans la zone de Thyssé Kaymor au début des années 80 et qui portent sur la régénération des sols exondés dégradés selon l'approche bassin versant.

Objectifs

L'objectif général de ce travail est de faire une caractérisation pédologique du bassin versant de Koutango en vue de la mise en valeur agricole de son bas-fond. Il s'agit d'évaluer les potentialités agricoles offertes par ce bas-fond dans la perspective d'une intensification et d'une diversification des productions.

Les objectifs spécifiques de cette étude consistent à dresser la carte de classification des sols, la carte d'utilisation des sols et la carte du niveau de fertilité des sols du bassin versant. Ce qui permettra de proposer un plan de gestion des terres de la vallée de Koutango qui intègre des données relatives à l'implantation d'une retenue d'eau.

Pour atteindre ces objectifs, le plan de travail suivant a été adopté :

- i) une revue bibliographique qui fait le point sur les études de caractérisation et d'aménagement déjà réalisées dans la zone ;
- ii) un exposé des aspects méthodologiques et une présentation des traits biophysiques de la zone d'étude ;
- iii) une présentation des résultats suivie de leurs discussions ;
- iv) une proposition d'un plan de gestion des terres du bassin versant.

CHAPITRE 1
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Depuis les années 60, des structures étatiques et des organismes de recherche et d'encadrement rural (ISRA, SODEVA, PNVA etc.) se sont succédé pour mettre au point et vulgariser des technologies aptes à développer la production agricole. A cela s'ajoute une forte implication de la population active dans le secteur agricole. Malgré ces efforts, les productions ont connu une baisse significative ces trois dernières décennies. On impute cette situation à une combinaison de facteurs défavorables d'ordre climatique, pédologique et anthropique.

En effet, les actions combinées de l'accroissement de la population, de la baisse de fertilité des sols et d'une longue période de pluviométrie déficitaire constituent encore les facteurs limitant à la production agricole (Stancioff et *al.*, 1986). La menace se fait particulièrement sentir dans le Sud Bassin Arachidier où la forte pression sur le capital foncier, liée à une pratique culturale inadaptée a fini par affecter les sols qui subissent une dégradation généralisée.

Dégradation des sols dans le SBA

Le terme dégradation varie selon le concept d'étude. Nous adoptons la définition de Un (1994) cité par Vincké (1995) selon qui la dégradation des sols est « une détérioration des conditions physico-chimiques et biologiques sous l'action de facteurs climatiques et de pratiques culturales inadaptées ».

Toutes les formes de dégradation sont représentées dans le SBA et intéressent une importante partie des superficies cultivées (Bèye, 1977). La première cause de ce phénomène est climatique. A cause de leur texture grossière, les sols de versants présentent une macroporosité et une perméabilité qui leur confèrent une faible capacité de rétention en eau qui est ainsi bien infiltrée dans le sol. Les pluies agressives de début de saison provoquent la formation d'une croûte de battance et un tassement qui réduit la porosité et détruit la structure de sols (Sarr, 1981). Le ruissellement qui en résulte est favorisé par la concentration des eaux pluviales et aboutit à une érosion hydrique par ravinement.

L'ampleur de l'érosion qui sévit dans le SBA tient aussi à la pauvreté chimique naturelle des sols qui est liée à la faible teneur en argiles et à sa nature kaolinique (Sarr, 1981). L'érosion est aggravée par l'absence de restitutions organiques et chimiques et les pertes d'éléments minéraux. L'érosion est à l'origine de 20 fois plus de départ de minéraux nutritifs que l'exportation par une bonne récolte (Roose, 1967). Cela a pour

conséquence une baisse de la fertilité des sols dont l'un des signes les plus marquants est l'acidification (Pieri, 1976). Cette dernière résulte d'une baisse du taux de calcium échangeable consécutive à un lessivage et aux pratiques culturales (Bèye, 1977).

L'action anthropique se traduit par une forte pression sur le capital foncier (déforestation, déboisement, surpâturage, surexploitation des terres basée sur une rotation arachide/céréale). Le bouleversement de l'équilibre physico-chimique et biologique de l'espace agricole et pastoral dans le SBA est étroitement lié à son mode de gestion (Cissé, 1981). Ainsi, le développement de la culture de l'arachide a favorisé la mécanisation, et l'accroissement démographique aidant, il en a résulté l'extension progressive des surfaces cultivées au détriment des zones de parcours. De plus les nutriments du sol exportés ne sont pas remplacés car les seuls résidus de mil laissés sur place sont pâturés par les animaux en divagation durant la saison sèche. À partir du mois d'avril, la biomasse résiduelle couvrant le sol est pratiquement nulle (Dugué et al., 1993). La conséquence est une réduction de l'activité biologique et donc une vulnérabilité des sols à l'érosion.

Le contexte physique du SBX, marqué par la rareté des cours d'eau ne favorise pas les systèmes de culture irriguée. L'alimentation en eau des plantes est ainsi fortement tributaire de la pluviométrie qui a accusé une baisse de hauteur annuelle allant de 999,9 mm à 417,5 mm entre 1969 et 1983 dans la zone de Niore (annexe 1). Ce déficit pluviométrique, qui fait de l'eau le principal facteur limitant se traduit par une couverture végétale très partielle des sols, une baisse du taux de matière organique ainsi que celle des rendements (Gaucher, 1981).

Plusieurs travaux portant sur la défense et la restauration des sols ainsi que sur la conservation des eaux et du sol ont ainsi été menés (Bèye, 1977 ; Niang, 1979 ; Cissé, 1981 ; Sène et al., 1992 ; Dancette, 1984 ; Ruellan et al., 1990 ; Albergel, 1988, 1990, 1991). Ces travaux ont permis une mise en place de techniques physiques et biologiques de lutte anti-érosive. Des dispositifs mécaniques (gabions, digues filtrantes, cordons de pierre...) associés à des mesures végétatives (haies vives, bandes d'arrêts herbacées) ont alors été utilisés pour aménager des versants. Ces structures sont renforcées par des pratiques culturales telles que les cultures en courbes de niveau, le reboisement, l'apport de matière organique et le travail du sol (binage, labour).

Des travaux relatifs à la fertilisation ont également été menés. Ils concernent l'utilisation d'engrais minéraux, de matière organique sous forme de compost, de fumure et de paille, de système agroforestier (Pieri, 1975 ; Ndiaye, 1979 ; Diack, 1998 :

Sène *et al.*, 1999). Ces travaux ont montré une amélioration de la fertilité chimique et des propriétés physiques de ces sols. Cependant, l'accès des paysans aux engrais minéraux reste limité par leur coût élevé alors que la quasi-totalité des résidus de récolte est exportée hors de la parcelle de culture et utilisée par les paysans.

Malgré les améliorations obtenues, la dégradation des sols persiste et constitue l'obstacle majeur à la pratique de l'agriculture sur les terres de versants. Dès lors, il paraît urgent d'envisager la mise à contribution des zones en bas de toposéquence qui offrent des potentialités agricoles intéressantes.

Problématique des bas-fonds

L'utilisation des sols de la zone exondée n'assurant plus une production optimale, des mesures palliatives qui visent l'utilisation des bas-fonds s'imposent. Ces derniers ont été définis par Raunet (1982) comme étant « les fonds plats et concaves des vallons, petites vallées et axes d'écoulement déprimés, ne possédant pas un cours d'eau marqué, submergés pendant une période plus ou moins longue de l'année par une nappe d'eau à écoulement puis ressuyage lents ». Ces unités de paysage présentent une grande importance aux points de vue hydrique, pédologique et socio-économique.

Les bas-fonds constituent des lieux de convergence et d'écoulement préférentiel des eaux pluviales ; ils ont un régime hydrique avantageux qui tamponne les aléas climatiques. L'offre en eau, qui s'y trouve améliorée, favorise une utilisation prolongée et décalée des saisons de culture traditionnelle (Raunet, 1982). Par ailleurs, la remontée d'eau capillaire (à partir de la nappe phréatique située à faible profondeur) offre des possibilités de culture de contre saison (Brouwers, 1987) qui permettrait aux paysans de pallier les difficiles périodes de soudure et de se procurer des revenus monétaires.

L'importance pédologique des terres de bas-fonds tient à leurs caractéristiques physico-chimiques et biologiques favorables (Bertrand, 1971 ; Raunet, 1982 ; Brouwers, 1987 ; Zeppenfeldt et Vlaar, 1990 ; Lamachère *et al.*, 1991). Dans un contexte de pluviosité limitée, les bas-fonds constituent des zones refuges potentielles pour une agriculture intensive, diversifiée et sécurisée.

La mise en valeur des bas-fonds a connu une évolution marquée par une extension des superficies cultivées et un changement du type d'utilisation en rapport avec le niveau de dégradation des sols de versant. Tant que l'équilibre écologique pouvait supporter la pression anthropique, les bas-fonds constituaient des zones marginalisées. Le caractère hydromorphe des sols de bas-fond, le manque de main d'oeuvre et une plus

grande liberté de choix des spécifications sur les terres hautes font que ces dernières sont exploitées en priorité (Albergel et *al.*, 1992).

Mais la baisse progressive des rendements agricoles des terres exondées a suscité un intérêt grandissant pour les bas-fonds qui ont été l'objet d'une mise en valeur de plus en plus importante depuis le 19^e siècle. Et on assiste aujourd'hui à une forte colonisation des bas-fonds due à leur importance stratégique qui en fait l'objet d'une convoitise : cela constitue d'ailleurs une source de tension sociale (Albergel et *al.*, 1993). Cette mise en valeur porte essentiellement sur la riziculture pluviale et le maraîchage de contre saison (Zeppenfeldt et Vlaar, 1990).

Toutefois, par rapport à leur potentiel existant, les bas-fonds sont sous exploités. La contrainte majeure à leur mise en valeur agricole est la distribution spatiale et temporelle du régime de l'eau qui est variable d'une année à l'autre, mais aussi le long de l'axe d'écoulement du bas-fond et le long des versants. Ce régime hydrique est essentiellement tributaire de la pluviométrie qui a fortement baissé ces dernières années.

En rapport avec cette contrainte hydrique, on peut noter que la submersion du lit entraîne une asphyxie qui peut empêcher toute pratique culturale. Les alternances d'engorgement et de ressuyage favorisent l'acidification des sols ou encore leur salinisation (Albergel et *al.*, 1991). Les crues provoquent un colluvionnement du lit qui peut hypothéquer les chances d'installer un système rizicole durable (Perez, 1991).

Toutes ces contraintes limitent les possibilités d'exploitation optimale des bas-fonds qui constituent néanmoins un dernier recours, car les sols de versant sont presque totalement épuisés. Les bas-fonds sont de ce fait des enjeux importants dans les paysages soudano-sahéliens. Dès lors, l'adoption de mesures permettant une exploitation maximale des potentialités qu'ils offrent s'impose. Ces dernières passent nécessairement par la réalisation d'aménagements dont l'importance socio-économique est certaine (Raunet, 1982 ; Lamachère, 1991; Albergel et *al.*, 1992).

Un certain nombre d'aménagements hydroagricoles ont été réalisés dans les bas-fonds. Il s'agit d'installations de retenues d'eau et/ou de dispositifs anti-érosifs. Dans certains endroits, ces aménagements ont créé un cadre favorable à une mise en valeur agricole **plus** efficiente, comparée aux systèmes traditionnels d'utilisation des bas-fonds (Zeppenfeldt et Vlaar, 1990) et ils ont permis de réhabiliter et de protéger les zones rizicultivies. Mais de façon générale, les aménagements réalisés dans la Sous région ont rarement atteint les objectifs de mise en valeur qui leur avaient été initialement fixés.

Les causes de ces lacunes sont soit une insuffisance de moyens, soit un manque de politique de suivi et une mauvaise gestion (Foule et *al.*, 1986 ; Thiero, 1998), soit encore une sous exploitation de l'aménagement.

Malgré les résultats encore insuffisants et le contexte actuel de pluviosité déficitaire, les bas-fonds constituent des unités qui peuvent contribuer à résoudre le problème d'autosuffisance alimentaire. En effet, si l'utilisation des bas-fonds est encore timide, leurs potentialités n'en demeurent pas moins considérables. Leur utilisation rationnelle va au delà d'une exploitation quantitative ; elle englobe une notion qualitative qui inclue une bonne connaissance des caractéristiques déterminant leurs potentialités de mise en valeur agricole, et celle des interactions entre le milieu et son environnement socio-économique. Tous les bas-fonds ne fonctionnent pas de la même façon : une bonne connaissance de leurs caractéristiques est donc indispensable à une mise en valeur agricole durable. Pour y parvenir, des études de caractérisation biophysique des bassins versants doivent être menées pour mieux connaître l'environnement physique et humain de ces unités.

C'est pourquoi nous proposons une caractérisation pédologique du bassin versant de Koutango en vue de son aménagement et sa mise en valeur agricole.

CHAPITRE II
MATERIEL ET METHODE
D'ETUDE

1 Matériel d'étude

1.1 Présentation du milieu physique

1.1.1 Situation géographique du bassin versant de Koutango

L'étude porte sur les sols du bassin versant de Koutango qui couvre une superficie de 173,3 km² (Malou *et al.*, 1995).

Le bassin versant de Koutango est localisé dans la zone de Nioro du Rip, (région de Kaolack). Il est à cheval sur les sous-préfectures de Paoskoto et de Wack Ngouna (fig.1). Il est drainé par un affluent du Koular qui est lui-même un affluent du fleuve Gambie sur sa rive droite. Le bassin versant est situé entre les latitudes 13° 66' et 13° 82' Nord et entre les longitudes 15° 91' et 16° 09' Ouest.

1.1.2 Climat

La zone du Sine Saloum se distingue par l'existence d'un climat de type nord-soudanien qui caractérise la zone soudano-sahélienne. Ce climat est marqué par l'alternance d'une longue saison sèche allant de Novembre à Mai et d'une saison pluvieuse qui s'étale de Juin à Octobre.

Les précipitations connaissent une grande variabilité temporelle et spatiale. Les cumuls pluviométriques des 30 dernières années varient de 999.9 mm à 417.5 mm pour la zone de Nioro (tableau 1, annexe 1).

L'indice de dégradation du sol de Fournier calculé pour la station de Nioro est de 1730 t/km²/an. Ce qui révèle une forte agressivité des pluies dans cette zone.

La température moyenne est de 28°C et le gradient thermique élevé dans l'ensemble. Les maxima sont atteints en Avril (35°C) et les minima en Décembre-Janvier (20°C).

1.1.3 Végétation

La végétation naturelle de la zone de Nioro est une forêt claire dégradée par l'action de l'homme. L'anthropisation se manifeste par des défrichements en vue d'une mise en culture. des pratiques répétées de feux brousse et un surpâturage important. Actuellement, la zone se présente sous forme de parc à *Cordyla pinnata* avec des combrétacées (*Combretum glutinosa*, *Combretum nigricans*, *Combretum micrathum*, *Guiera senegalensis*) et des Césalpiniacées (*Piliostigma reticulatum*).

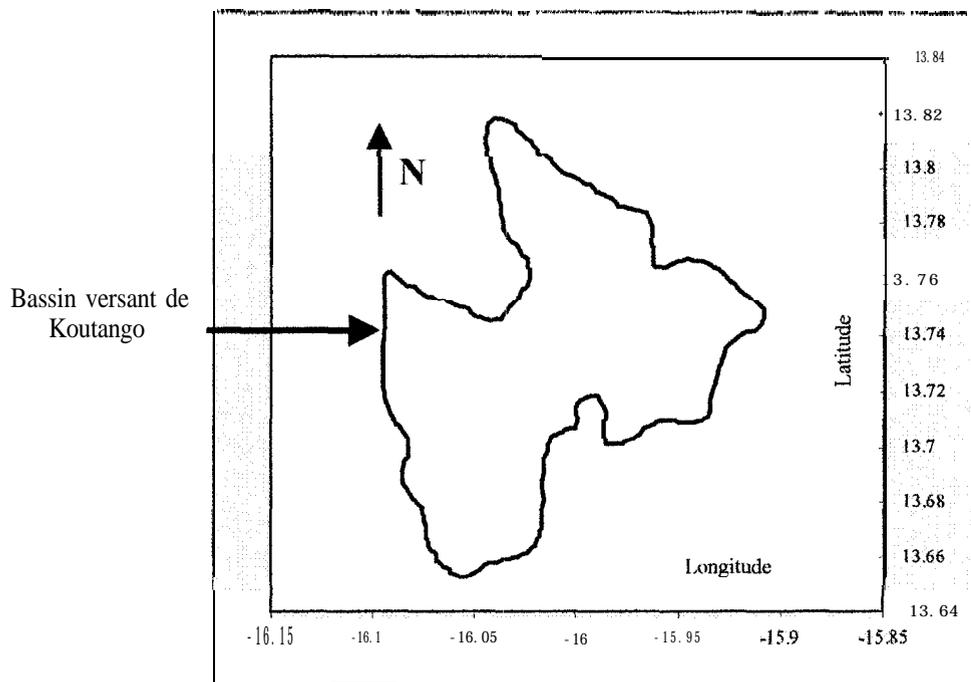
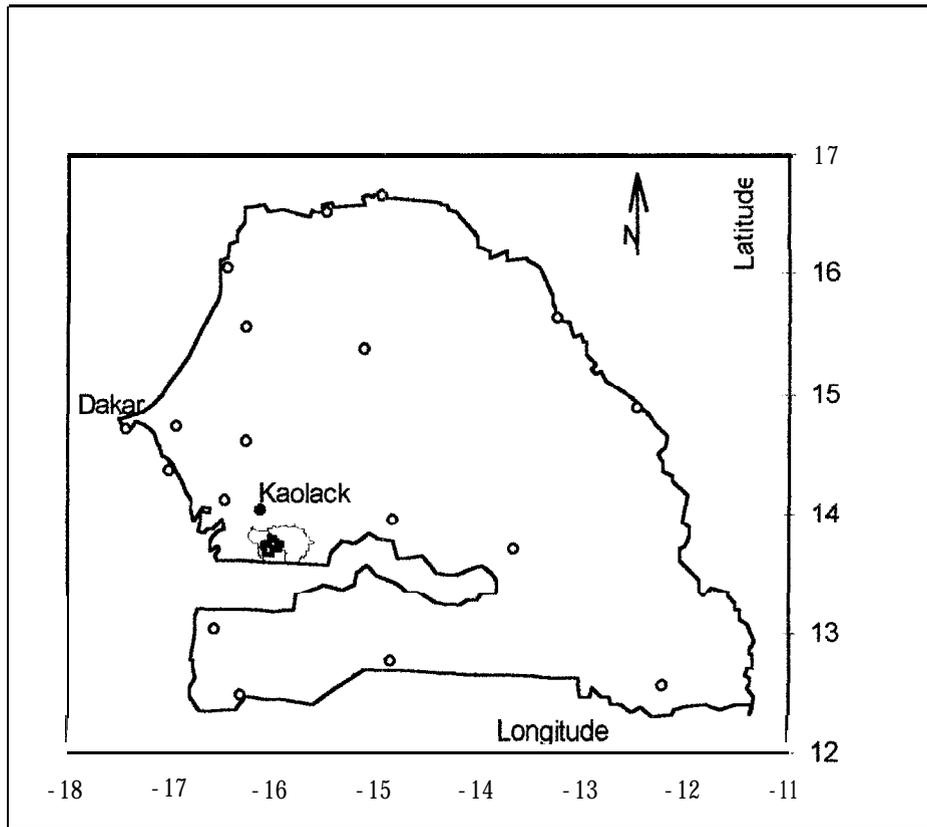


Fig.1 : Carte de localisation du bassin versant de Koutango

1.1.4 Milieu humain

Le bassin versant de Koutango abrite une vingtaine de villages dont la population totale s'élève à environ 4643 habitants (Sarr et *al.*, 1998). Cette population est essentiellement jeune et est composée de divers groupes ethniques inégalement répartis (wolof, peulh, sérère, bambara etc...). Les femmes font 50.1 de la population et les hommes 49,9 %. La population moyenne par village est de 273 habitants. L'agriculture et l'élevage sont les activités dominantes du bassin versant.

Les cultures céréalières et de rente sont pratiquées sur le versant. Le bas-fond fait l'objet d'une mise en valeur agricole encore timide basée sur le maraîchage et le jardinage de contre saison. Durant la saison des pluies, la pêche au niveau du bas-fond constitue une importante activité.

1.1.5 Géologie et géomorphologie

La zone d'étude se distingue par une homogénéité du substratum géologique. Elle est constituée des dépôts du Continental terminal mis en place au Pliocène. Le faciès dominant est un grès hétérométrique, argileux et bariolé (Michel, 1973). Ces dépôts contiennent localement des produits d'altération miocènes (Plan Minéral, 1984) constitués par des lentilles de sable, des bancs d'argile kaolinique et des passées de gravillons ferrugineux.

La région doit son modelé à des processus morphogénétiques qui se sont déroulés de la fin du Tertiaire au Quaternaire. Il s'agit d'une alternance de phases sèches et de phases humides qui ont provoqué un démantèlement du relief et une mise en place de manteau d'altération (Michel, 1973). Des phénomènes d'érosion ont par la suite favorisé le transport et l'accumulation des matériaux dans les dépressions (Plan Minéral, 1984).

Le paysage de la zone de Nioro offre quatre principales unités (Bertrand, 1972) :

- un plateau avoisinant 40 m d'altitude ;
- un glacis de raccordement entre le plateau et les terrasses ;
- des niveaux terrassés et
- un bas-fond.

1.1.6 Les sols

1.1.6.1 Cadres géologique et pédologique

Le contexte géologique du bassin versant de Koutango correspond à celui du bassin sédimentaire sénégalo-mauritanien d'âge méso-cénozoïque. Ce bassin couvre la plus grande partie du pays et repose en discordance sur les formations primaires (Maignien, 1965).

L'étude géologique de ce bassin (Michel, 1973 ; Plan Minéral, 1984 ; L'appartient, 1995) révèle l'existence de formations marines et continentales dont la mise en place est liée à des phénomènes géodynamiques et morphoclimatiques.

Les données stratigraphiques montrent que le bassin abrite des étages marins affleurants ou subaffleurants qui ont été formés du Maestrichien au Miocène, lors des transgressions marines (Michel, 1973). L'émergence temporaire qui leur fait suite au Pliocène a favorisé le développement d'un faciès d'altération qui recouvre les formations marines sous-jacentes. Ce faciès correspond aux formations du Continental terminal qui sont recouvertes en de nombreux endroits par une cuirasse latéritique corrélative d'une période pluviale de la fin du Pliocène. La série stratigraphique se termine par des sédiments continentaux et marins datés du Quaternaire. Leur mise en place est attribuée à une série de transgressions/régressions qui ont eu lieu parallèlement aux glaciations d'Europe (Stancioff et *al.*, 1986).

Ce bassin sédimentaire a une grande importance sur la genèse des sols du Sénégal. La plupart des formations sédimentaires affleurantes ou subaffleurantes marquent fortement la pédogenèse de nombreux sols contemporains. En effet, si le climat constitue un facteur pédogénétique (D'Hoore, 1964 ; Maignien, 1965 ; Gaucher, 1981 ; Duchaufour, 1997), le matériau originel influence primordialement l'individualisation de certains types de sols et détermine quelques-unes de leurs caractéristiques physiques et chimiques. Ainsi, les sols développés sur des sables argileux du Continental terminal présentent des caractéristiques qu'ils ont héritées de ces matériaux (texture sableuse, faible capacité d'échange, absence de réserves minérales, faible teneur en argile et en limon, nature kaolinique de l'argile).

Maignien (1965) a dressé un inventaire des sols du Sénégal et distingue 7 classes (tableau 2, annexe 1). Ces formations montrent une hétérogénéité et une diversité liées aussi aux processus climatiques notamment au principe de la zonalité. La végétation, le

drainage et les influences anciennes ou récentes déterminent certaines caractéristiques des sols du Sénégal.

La classification des sols utilisée par les pédologues français en milieu tropical (Aubert, 1965) a été adoptée. Au Sénégal sept classes existent sur les dix proposées par la Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols (CPCS) : il s'agit :

- des sols minéraux bruts :
- des sols peu évolués :
 - ≡ des vertisols :
- des sols isohumiques :
 - ≡ des sols à sesquioxydes :
 - ≡ des sols halomorphes et
 - ≡ des sols hydromorphes.

Les trois autres classes, faiblement représentées au Sénégal sont constituées par des sols calcimagnésiens, des sols bruns et des podzols.

1. 1.6.2 Sols de la zone de Nioro

Parmi les sept classes énoncées ci-dessus, les sols à sesquioxydes, les sols halomorphes et les sols hydromorphes sont les plus représentés dans la zone de Nioro (Bertrand, 1972). Ils sont caractérisés par un niveau de fertilité relativement bas. Leur forte anthropisation et l'agressivité des pluies se sont traduites par une évolution défavorable de leurs propriétés physico-chimiques. Un examen des données d'analyses physico-chimiques de ces sols (D'Hoore, 1964 ; Maignien, 1965 ; Bertrand, 1971, 1972 ; Brouwers, 1987 ; AGETIP, 1996) a montré une évolution vers une acidification, une augmentation de la teneur en l'aluminium échangeable et une baisse du statut organique.

2. Méthodes

2.1 Description des profils pédologiques et échantillonnages

La caractérisation pédologique du bassin versant de Koutango s'est faite par des mesures de paramètres pédologiques et géomorphologiques. La méthode des transects a été utilisée.

2.1.1 Choix des transects

Une prospection a d'abord été réalisée sur l'ensemble du bassin versant pour une reconnaissance des états de surface. Ces derniers, notamment la physionomie de la végétation qui est le reflet des conditions pédologiques ont été utilisés comme principaux critères pour la définition des transects. Douze transects ont été ainsi répartis sur l'ensemble des deux versants à raison de six transects par rive (fig. 2). Les orthophotocartes au 1/25.000 ont servi de support de travail.

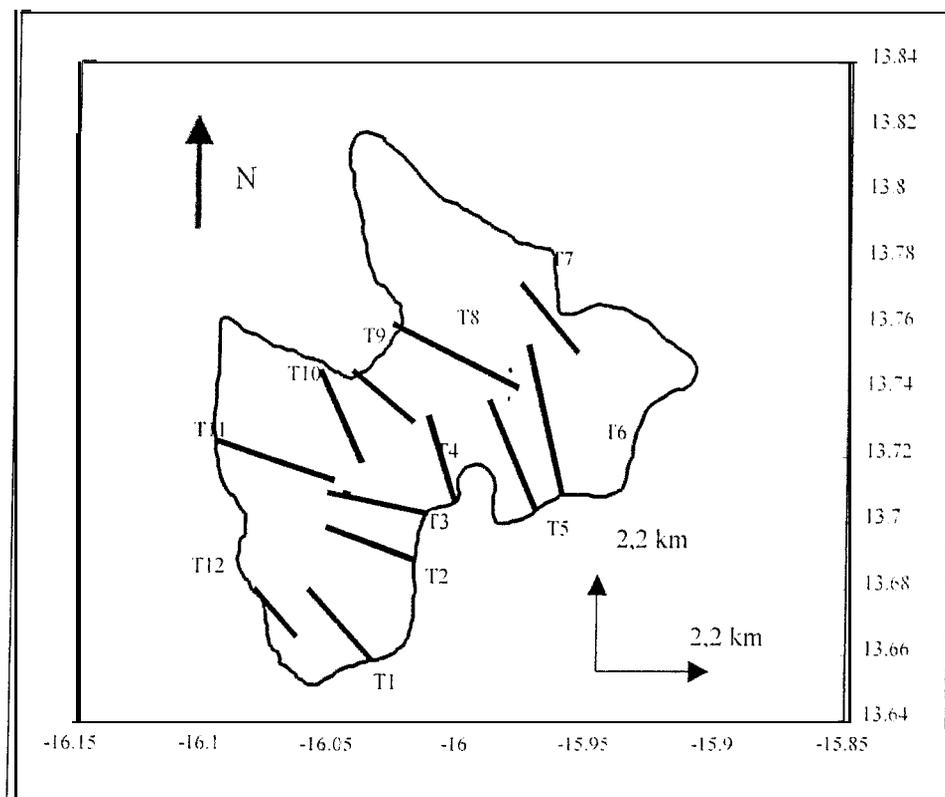
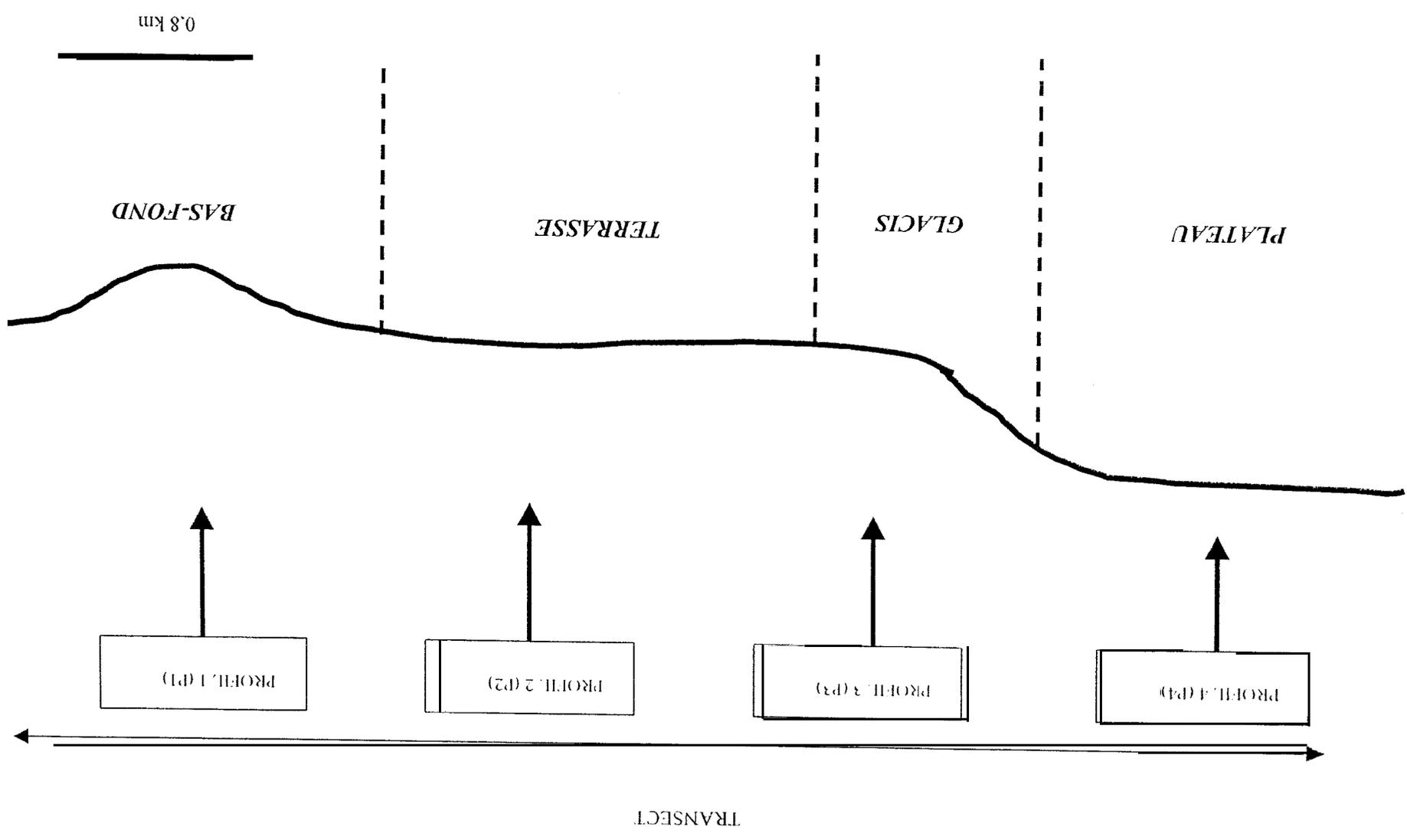


Fig.2 : Carte d'emplacement des transects

2.1.2 Description des profils pédologiques

Durant la campagne agricole 1998, des fosses pédologiques ont été creusées sur les différents transects en tenant compte des unités morphopédologiques identifiées dans ce bassin versant. Au total, 46 profils pédologiques représentatifs des quatre unités géomorphologiques (plateau, terrasse, glacis et bas-fond) ont été décrits sur la base de la méthode préconisée par Duchaufour (1997) (fig. 3). Les dimensions des fosses sont de 1.5 mètre de long ; 1 mètre de large et 3 mètres de profondeur.

Fig. 3 : Localisation des profils pédologiques sur la topographie



Cependant, la caractérisation s'étant déroulée durant la saison pluvieuse, quelques contraintes liées au calendrier cultural des paysans nous ont amené à modifier dans certains cas l'emplacement prévu des fosses pédologiques. Ainsi, sur la partie amont du bassin versant, l'absence d'espace non cultivé n'a permis d'implanter les fosses que dans le bas-fond.

2.1.3 Echantillonnage

Les échantillons de sols sont prélevés sur **chaque** horizon décrit. Une technique d'échantillonnage composite a permis de prélever des échantillons représentatifs des horizons concernés. Ils ont servi de support aux analyses de laboratoire.

Un code Munsell, un pénétromètre, un marteau, une boussole, un GPS (Global Position System), des sachets plastiques, des pelles, des pics, une tarière, de l'acide chlorhydrique (0,5N) ont servi de matériel de terrain.

La carte de classification des sols, la carte du niveau de fertilité et la carte d'utilisation des sols ont été élaborées par traitement informatique grâce au logiciel Map Info.

La proposition d'un plan de gestion des terres a été faite à partir des résultats d'analyses, des cartes élaborées et de l'interprétation des données de prospection.

2.2 Analyses de sol

2.2.1 Analyses physiques

2.2.1.1 Préparation des échantillons de sol

Avant de procéder aux différentes analyses, les échantillons de sol prélevés subissent un conditionnement. Ce dernier permet d'avoir la terre fine ayant servi aux déterminations physico-chimiques. Le conditionnement comprend :

- un séchage à l'air libre des échantillons de sol suivi de leur tamisage avec un tamis à maille de deux millimètres (2 mm) ;

- un premier passage de la terre fine ainsi recueillie au « partitru » (appareil de quartage de sol) afin de réduire la quantité de l'échantillon ;

- un second passage au « partiteur » sépare l'échantillon en deux fractions : l'une destinée aux analyses physiques ; l'autre fraction est passée au broyeur planétaire pendant 10 minutes et a servi à effectuer des analyses chimiques.

2.2.1.2 Granulométrie

Différentes particules composent la fraction minérale d'un sol (argiles, limons, sables). Ces particules sont présentes dans le sol à des proportions variables déterminées par l'analyse granulométrique. Cette dernière définit la répartition centésimale des particules du sol et détermine ainsi leur texture.

L'analyse granulométrique est effectuée sur 20g de sol tamisé à 2mm et dont la matière organique a été détruite au préalable avec de l'eau oxygénée (20 volumes).

La méthode Robinson utilisée consiste en une dispersion chimique des agrégats du sol par une solution d'hexamétaphosphate de sodium (40 g l^{-1}) ; les particules subissent une séparation mécanique par agitation à l'agitateur rotatif Wagner. Les fractions d'argiles et de limons sont déterminées par la loi de Stokes (vitesse de chute des particules dans l'eau en fonction de leurs dimensions). Les sables sont obtenus par siphonage. Après séchage, leur séparation s'effectue avec un tamiseur automatique.

2.2.2 Analyses chimiques

2.2.2.1 Le pH

Le pH d'un sol exprime la concentration en ions hydronium libres qui existent dans la solution du sol. La méthode potentiométrique utilisée permet de mesurer deux types de pH :

- le pH eau (pH H_2O) qui donne la valeur de l'acidité réelle ou active. Il se mesure sur un extrait aqueux selon un rapport 1/2,5 (20g de sol dans 50 ml d'eau) ;
- le pH KCl qui exprime la quantité d'ions H^+ échangeables fixés sur le complexe absorbant et qui constituent une réserve actuellement non disponible. Sa mesure se fait sur une solution saline obtenue par addition de 3,75g de KCl dans la suspension ayant servi à la détermination du pH eau. La valeur obtenue est inférieure à celle donnée par la mesure du pH eau et exprime la capacité des ions K^+ à se substituer aux ions H^+ .

2.2.2.2 Conductivité électrique

La conductivité d'une solution est par définition la conductivité d'une colonne de solution comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm^2 de surface et distantes de 1 cm. Elle est fonction de la température.

La conductivité électrique d'un sol (exprimée en dS/m) renseigne sur son degré de salinité. Elle est obtenue par mesure de la quantité de sels solubles existant dans une suspension dans un ratio sol/eau bien défini. Dans le cas des sols étudiés, le ratio 1/5 a été utilisé.

2.2.2.3 Carbone organique

Une grande proportion de carbone existant dans la pédosphère se trouve stocké à l'état de carbone organique dans le sol. Son dosage, par colorimétrie permet de déterminer la matière organique du sol en multipliant la valeur de carbone obtenue par la constante 1.72.

Le principe général de la méthode est obtenu par modification de la méthode de Wakley-Black. Le carbone organique subit une oxydation par du bichromate de potassium à froid (en présence d'acide sulfurique, utilisé comme catalyseur) suivie d'une réduction de l'excès de bichromate par du chlorure de baryum. La prise d'essai est de 0.3 ou 1.0 g de sol selon la teneur présumée en carbone. Le dosage s'effectue par colorimétrie au spectrophotomètre à une longueur d'onde de 600 μm .

2.2.2.4 Azote total

La méthode Kjeldalh utilisée repose sur une minéralisation, par de l'acide sulfurique concentré, et en présence de catalyseurs (constitués par un mélange de K_2SO_4 et de Sélénium selon un rapport 1000/1), de l'azote total contenu dans la matière organique du sol. La prise d'essai est de 1g de sol et la minéralisation se fait à l'aide d'un bloc Digest de type Tecator. Après constitution du dispositif de dosage, le passage se fait à la chaîne colorimétrique par détermination de l'ion ammonium formé.

2.2.2.5 Phosphore total

Le phosphore présent dans le sol joue un rôle agronomique important car il constitue un élément essentiel pour la nutrition des plantes. Il est déterminée par la méthode de Duval basée sur la destruction du squelette siliceux en milieu fluorhydrique à chaud, suivie d'une solubilisation du résidu en milieu chlorhydrique.

Son dosage se fait par colorimétrie à une longueur d'onde de 800 μm au spectrophotomètre Jouan.

2.2.2.6 Phosphore assimilable

Le phosphore assimilable est la quantité de phosphore directement utilisable par les plantes. Il a été dosé par la méthode Olsen modifiée. Le principe général de la méthode est basé sur une extraction du phosphore par une solution de bicarbonate de sodium à pH 8.5 suivie de son dosage colorimétrique au spectrophotomètre Jouan à une longueur d'onde de 810 μm .

2.2.2.7 Acidité totale et aluminium échangeable

Dans les sols acides ($\text{pH} \leq 5.5$), l'aluminium peut exister sous la forme ionique échangeable Al^{3+} qui peut avoir un effet toxique sur certaines plantes. Il est déterminé par la méthode de Black qui permet également de calculer l'acidité totale. Le principe de mesure repose sur le traitement de l'échantillon de sol avec une solution de sel neutre (KCl 1N), suivi de dosages volumétriques à la soude (0.02 N) et à l'acide chlorhydrique (0.02 N).

2.2.2.8 Complexe absorbant et capacité d'échange cationique du sol

Le complexe absorbant d'un sol est défini comme étant l'ensemble des colloïdes, dotés de charges négatives, susceptibles de retenir les cations sous la forme dite échangeable. Ces cations échangés et fixés sur le site d'échange jouent un rôle important car ils déterminent la fertilité d'un sol. Le complexe absorbant se caractérise par sa capacité d'échange cationique (CEC) et sa teneur en cations métalliques échangeables. Ces derniers sont extraits par la méthode au Chlorure de Cobalthexamine. Après leur dilution avec une solution de Lanthane, ils sont dosés par absorption atomique pour les cations métalliques (Ca et Mg) et les cations sodi-potassiques (Na^+ et K^+). Quant à la CEC, elle est déterminée par la méthode au Cobalt.

2.3 Analyses multivariées des données

2.3.1 Introduction

Les analyses de sols ont porté sur un ensemble de 156 échantillons sur lesquels les 20 paramètres physico-chimiques suivants ont été mesurés : le sable total (sable), la teneur en argile (Arg.), la teneur en limon (limon), la teneur en phosphore assimilable (Pass), la teneur en calcium (Ca), la teneur en sodium (Na), la teneur en magnésium

(Mg), la teneur en potassium (K), la teneur en carbone (C), la teneur en matière organique (MO), la teneur en azote (N), la capacité d'échange cationique (CEC), le taux de saturation (Vj), la somme des bases échangeables (S), le pH eau (pH H₂O), le pH KCl, l'acidité totale (Acto), l'acidité due aux ions aluminium (Al³⁺), l'acidité propre aux ions hydrogènes (H⁺) et la conductivité électrique (CE).

Compte tenu du nombre assez important des données à analyser, il a fallu envisager l'utilisation d'une méthode de traitement statistique multivarié pouvant permettre de faire ressortir les relations entre les paramètres mesurés et de définir ainsi les critères les plus déterminants de l'organisation et/ou l'évolution spatiale des sols. Une des méthodes les plus adaptées dans ce cas de figure est l'analyse factorielle, donc le concept de base peut être résumé comme suit.

2.3.2 Concept de l'analyse factorielle

En général, on a besoin d'un certain nombre de variables physico-chimiques pour caractériser un sol. Mais très souvent les variables considérées ne sont pas indépendantes et montrent alors une certaine corrélation entre elles. Dans ce cas, une analyse factorielle permet d'individualiser les variables qui corrélaient entre elles et de les regrouper sous forme de nouvelles grandeurs mathématiques, c'est à dire de nouvelles variables, appelées *variables factorielles* ou *facteurs*.

C'est dire donc que l'analyse factorielle est une technique qui permet de réduire la somme des variables de départ à un plus petit nombre de variables indépendantes ou facteurs, capables de restituer l'information contenue dans les variables originales. Du point de vue mathématique, les variables factorielles ou facteurs constituent de nouvelles grandeurs au niveau desquelles l'influence de chaque variable originale est quantifiée en terme de poids factoriel (factor weight), représentant le degré de corrélation entre variables et facteurs.

En introduisant des critères de différenciation à l'intérieur d'un ensemble de données, l'analyse factorielle permet de distinguer des groupes d'individus différents selon ces critères.

Parmi les méthodes d'analyse multivariée, l'analyse factorielle en composantes principales (AFCP) a été utilisée parce qu'elle permet de mettre en évidence les corrélations linéaires entre les variables d'un jeu de données (Chamussy et al., 1987).

Le traitement des données recueillies a été fait avec le logiciel "STATGRAPHICS" (version 5.0: STSC - Inc., 1991).

CHAPITRE III

RESULTATS

1 Typologie des sols du bassin versant de Koutango

La prospection a permis de mettre en évidence cinq unités pédologiques :

- les sols peu évolués d'apport et les sols hydromorphes (sols de bas-fond) ;
- les sols ferrugineux tropicaux faiblement lessivés (ou sols rouges) ;
- les sols ferrugineux tropicaux lessivés (ou sols beiges) et
- les sols minéraux bruts d'apport et d'érosion (sols développés sur cuirasse).

1.1 Les sols peu évolués d'apport alluvial et les sols hydromorphes

Ces sols sont circonscrits au bas-fond. Le profil des sols peu évolués d'apport est caractérisé par la présence d'horizon A qui repose, avec ou sans transition, sur un horizon C. La couleur des sols est variable (grise, sombre, brune, blanche ou noire) et se situe dans la fourchette 10 YR-2.5YR du code Munsell. Les couleurs grises et brunes dominent. La structure des sols est essentiellement massive en surface et massive à particulière en profondeur. Cependant quelques sols présentent une structure en agrégat à leur surface. Les sols sont profonds, peu consistants. La charge gravillonnaire est faible et l'activité biologique y est moyenne à forte.

Localement, le bas-fond présente des sols hydromorphes avec des horizons plus différenciés. Ces derniers montrent des taches rouilles et jaunes (annexe 3).

La quasi totalité des profils de bas-fond montrent à leur surface un horizon sableux, très peu humifère, à structure massive, parfois particulière, peu cohésif qui recouvre l'horizon organo-minéral (A). Cet horizon colluvionnaire d'épaisseur variable montre localement une alternance de lits sableux et de lits argileux.

L'affleurement de la nappe phréatique pour certains profils limite la profondeur à moins de deux mètres.

1.2 Les sols ferrugineux tropicaux faiblement lessivés

Les sols ferrugineux tropicaux faiblement lessivés ou sols rouges se trouvent sur le versant. Le profil est homogène et présente un horizon humifère de 20 à 30 cm d'épaisseur ; leur couleur est brune à grise avec des teintes qui se situent entre 2.5YR et IOYR. La structure est massive. Cet horizon repose avec ou sans transition sur un horizon minéral plus clair de couleur brun jaunâtre à rouge jaunâtre. Il présente une structure massive à faiblement sub-angulaire. La compacité faible en surface augmente

généralement en profondeur où elle devient moyenne à forte. L'activité biologique est moyenne : elle se manifeste par la présence de termitières et de vers de terre (tubules, turricules). Localement, la profondeur des sois est limitée par la cuirasse qui apparaît au delà d'un mètre. Les sois montrent alors une importante charge gravillonnaire.

1.3 Les sols ferrugineux tropicaux lessivés (sols appauvris, sols beiges)

Les sols beiges sont également localisés sur le versant. Ils possèdent un horizon humifère sableux brun à gris, à structure massive reposant sur un horizon organo-minéral, sablo-argileux, appauvri en éléments fins (argile et humus). Cet horizon organo-minéral repose à son tour sur un horizon minéral (textural) beige, sablo-argileux à argilo-sableux, à structure polyédrique sub-angulaire (annexe 3). La cohésion est faible en surface mais elle augmente légèrement dans l'horizon

minéral qui présente localement des taches rouilles et des concrétions plus ou moins indurées. Au delà de 1 m de profondeur, il repose sur une cuirasse.

1.4 Les sols minéraux bruts (sols développés sur cuirasse)

Ces sois se localisent dans la zone exondée. Leur profil présente un horizon superficiel rouge qui repose sans transition sur un horizon minéral rouge jaunâtre. Ce dernier comporte une forte charge gravillonnaire et repose à 30-50 cm de profondeur sur une cuirasse latéritique.

2 Résultats des analyses de sol

2.1 Analyses physiques

2.1.1 Granulométrie

La composition granulométrique de l'ensemble des échantillons prélevés figure dans les fiches analytiques, en annexe (annexe 3). La texture a été déterminée en utilisant le triangle des textures de la FAO (1979) (annexe 1).

Dans le bas-fond, la texture des sois est essentiellement sableuse avec des teneurs en sable allant de 57 à 99 %.

Les sols hydromorphes présentent une texture variable : sabla-argileuse, argilo-sableuse, argileuse (sabio-limoneuse, limono-sableuse, limono-argilo-sableuse).

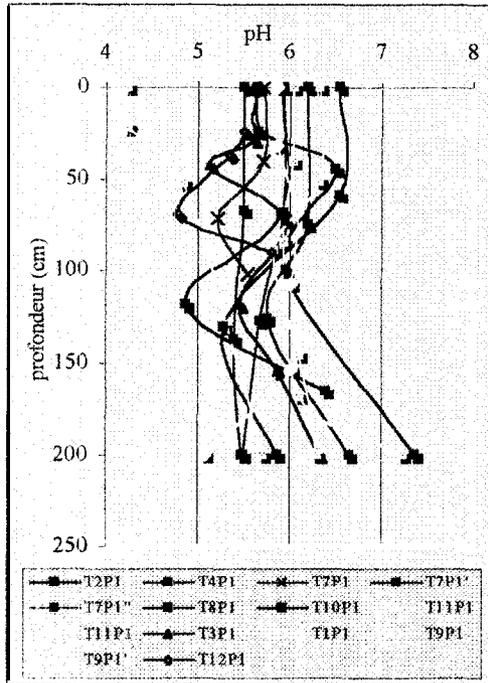


fig. 6 : Variation du pH avec la profondeur dans le bas-fond

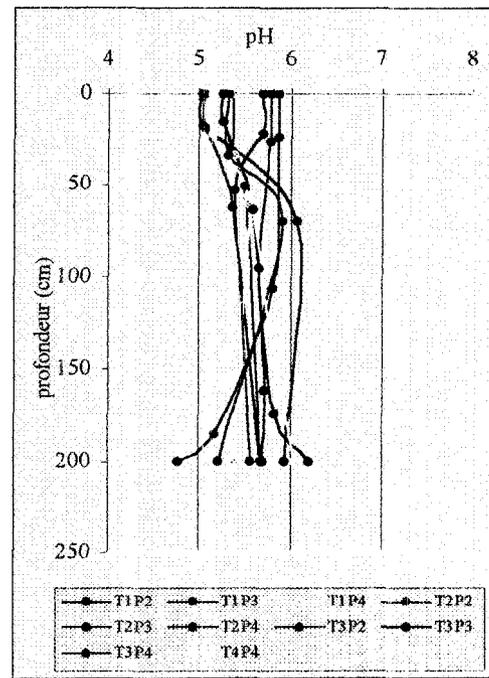


fig. 7 : Variation du pH avec la profondeur sur le versant

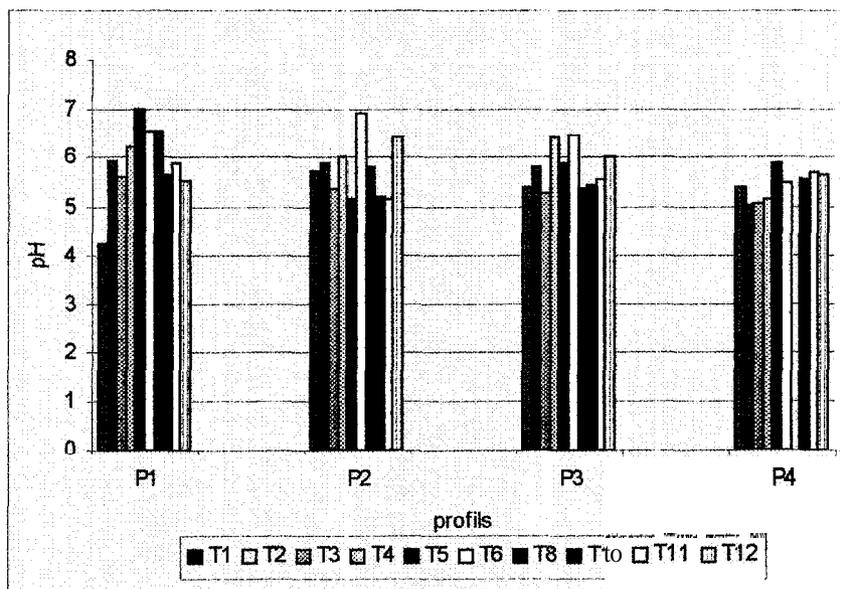


Fig. 8 : Variation du pH le long de la surface des toposéquences. T= Transect ;

P1= Profils de bas-fond ; P2=Profils de la terrasse ; P3= Profils de glacis ; P4= Profils de plateau

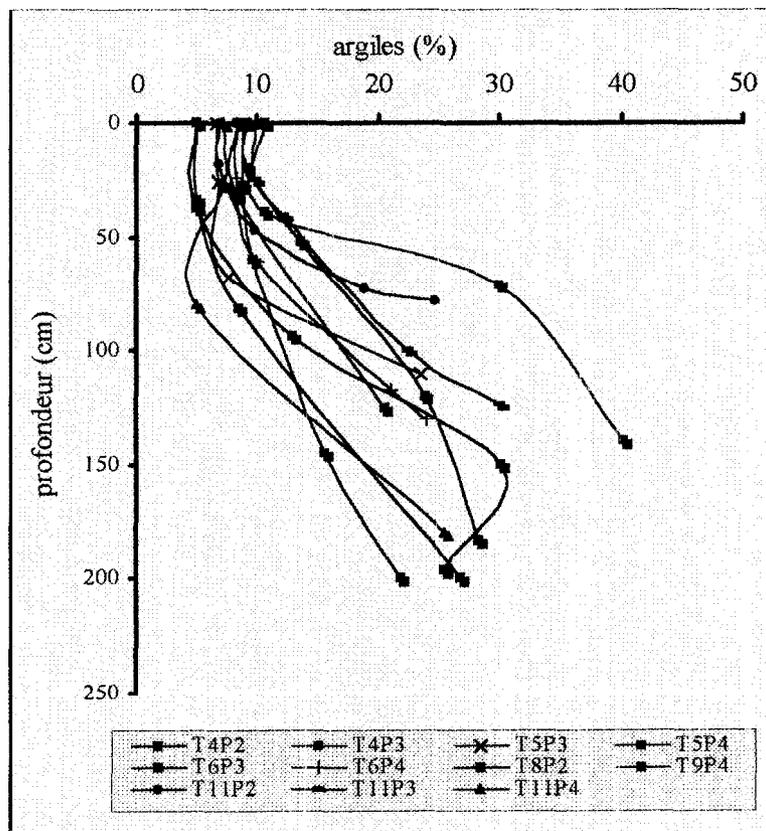


Fig.5 : Variation des teneurs en argile dans les sols beiges

2.2 Analyses chimiques

2.2.1 Le pH

Les sols du bas-fond sont acides (pH 4,2) à neutres (pH 7,4). Pour la majorité des profils décrits le pH accuse une **diminution** dans le second horizon avant d'augmenter en profondeur (fig.6).

Sur le versant, les sols rouges sont acides à légèrement acides ($4,8 \leq \text{pH} \leq 6,7$) alors que les sols beiges sont acides (pH 4,5) à alcalins (pH 8). Le pH **augmente** en profondeur sur la majorité des sols de versant. Cependant, il diminue avec la profondeur pour quelques profils (fig.7). Le long de la toposéquence les valeurs de pH ne sont pas **constantes** dans les horizons superficiels (fig.8).

La **différence** entre le pH eau et le pH KCl varie entre 0,4 et 1,6 dans le bas-fond ; elle varie entre 0,6 et 1,4 pour les sols rouges, entre 0,7 et 1,4 pour les sols beiges enfin entre 0,8 et 1,3 pour les sols développés sur cuirasse.

Les teneurs en limons varient entre moins de 1 % et 28 % ; celles en argiles entre des traces et 28 %. Pour la majorité des sols, les teneurs en argile **augmentent** dans le second horizon avant de diminuer en profondeur (fig.4).

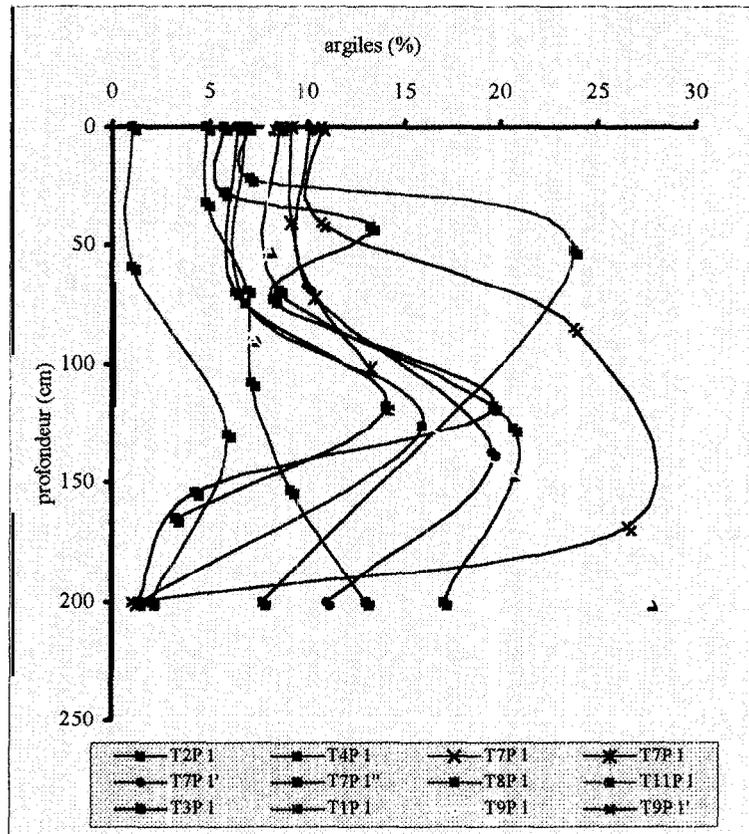


Fig.4 : Variation de la teneur en argile avec la profondeur dans le bas-fond

Sur le versant, les sols rouges apparaissent constamment sableux en surface et sablo-argileux en profondeur. Les teneurs en argile varient entre 4 et 18 % ; les teneurs en limons de moins 1 à 7 % et les teneurs en sables entre 75 et 94 %.

Pour les sols beiges, la texture est sableuse en surface et sabla-argileuse à argilo-sableuse en profondeur (fig.5) ; les teneurs varient entre 5 et 40 % pour l'argile ; 2 et 10 pour le limon ; et 54 et 92 pour les sables.

Quant aux sols développés sur cuirasse, les teneurs varient comme suit : argiles entre 3 et 18 % ; limons entre 4 et 7 % ; sables entre 75 et 93 %. La transition entre horizons est toujours progressive. Les sables fins occupent une importante proportion dans les sols du bassin versant.

2.2.2 Conductivité électrique

La conductivité électrique déterminée sur les sols donne des valeurs allant de 0,008 à 0,69 dS/m. Les sols sont non salins ($CE \leq 0,5$ dS/m) à légèrement salins ($0,5 \leq CE \leq 1,0$ dS/m) selon la classification du Mémento de l'Agronome (1974). Dans le bas-fonds, les sols non salins dominent largement (98 %) ; les autres sont légèrement salins. La conductivité électrique y varie entre 0,01 et 0,69 dS/m. Les sols de versant sont non salins ($0,01 < CE < 0,44$ dS/m pour les sols rouges, $0,01 \leq CE \leq 0,40$ dS/m pour les sols beiges et $0,01 \leq CE \leq 0,08$ dS/m).

2.2.3 Matière organique du sol

Les teneurs en matière organique varient entre 0,3 et 43,3 g kg⁻¹ dans le bas-fond alors que sur le versant, elles varient entre 0,9 et 5,8 g kg⁻¹ dans les sols rouges, 1,8 et 10,3 g kg⁻¹ dans les sols beiges et 2,3 et 9,5 g kg⁻¹ dans les sols développés sur cuirasse.

Les plus importantes teneurs en matière organique se notent dans les sols hydromorphes du bas-fond. En surface, l'évolution de la teneur en matière organique est variable le long des toposéquences (fig.9).

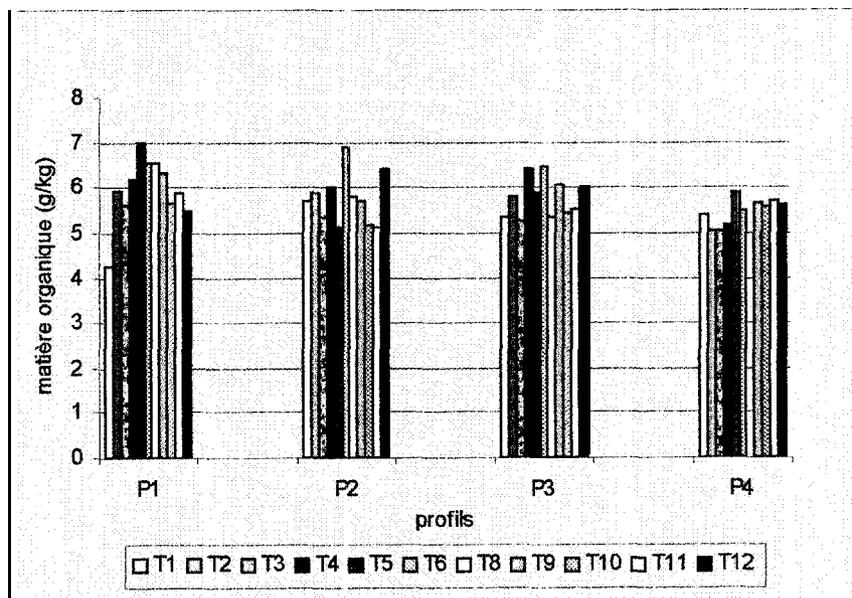


Fig.9 : Variation de la teneur en matière organique dans les horizons de surface et le long des toposéquences

L'évolution de la matière organique en fonction de la profondeur diffère d'une unité géomorphologique à une autre. Si dans le versant, la teneur en matière organique diminue avec, la profondeur (fig. 10), dans le bas-fond et pour la majorité des sols, elle augmente d'abord dans le second horizon humifère ; elle baisse ensuite progressivement en profondeur (fig. 11).

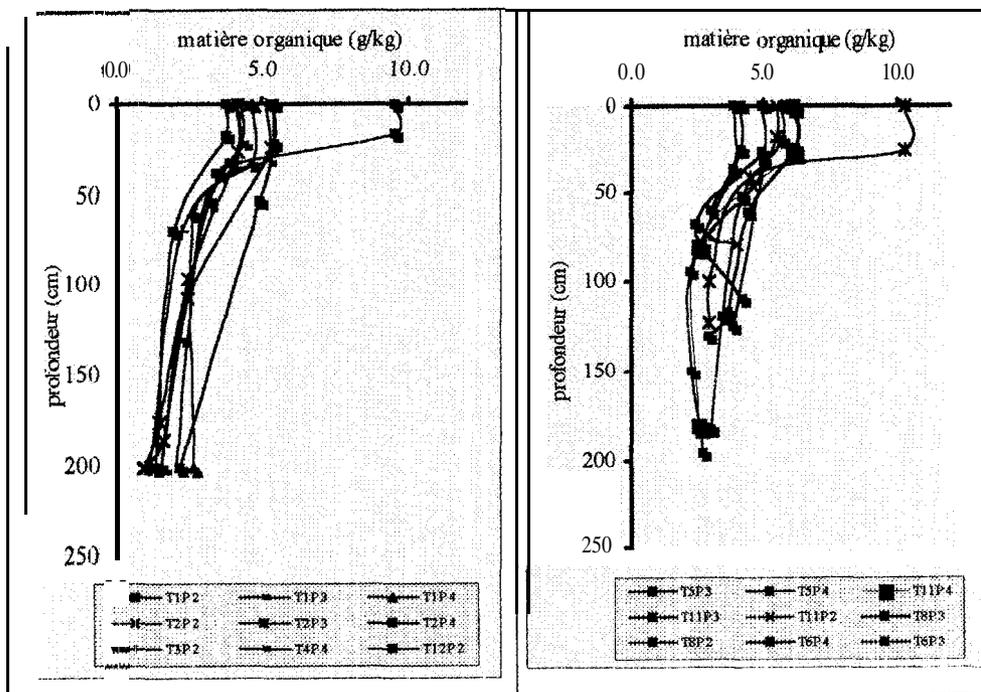


Fig.10 : Variation de la teneur en matière organique en fonction de la profondeur sur le versant

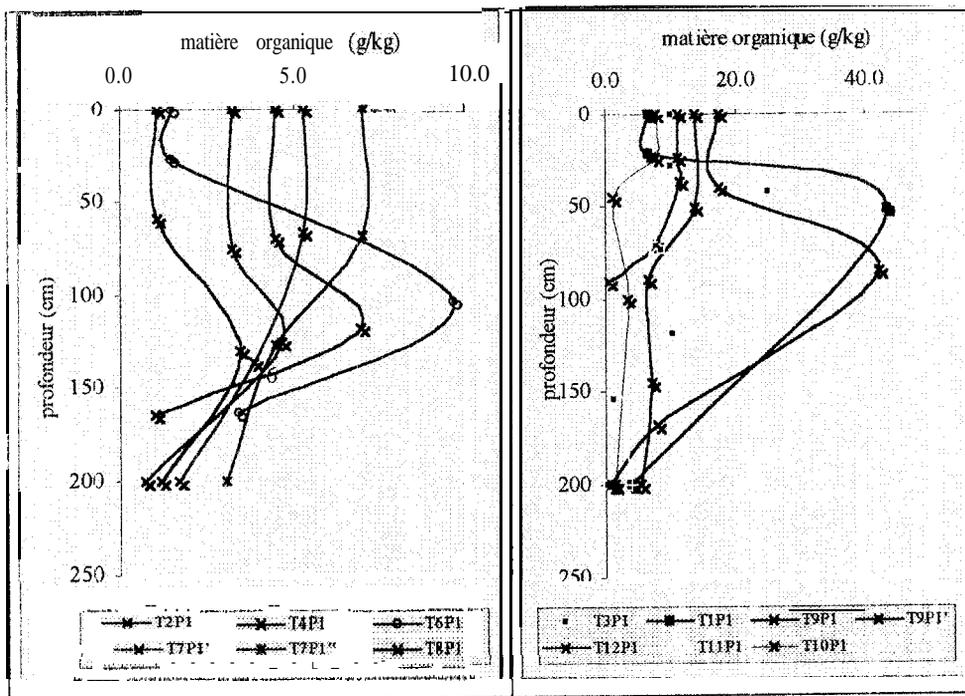


Fig.11 : Variation de la teneur en matière organique en fonction de la profondeur dans le bas-fond

2.2.4 Azote total et rapport C/N

Les teneurs en azote total sont faibles sur l'ensemble du bassin versant. Dans le bas-fond, elles varient entre 0,03 et 1,50 g kg⁻¹ Sur le versant, elles varient entre 0,07 et 0,38 g kg⁻¹ pour les sols rouges ; entre 0,10 et 0,53 g kg⁻¹ pour les sols beiges et entre 0,17 et 0,49 g kg⁻¹ pour les sols développés sur cuirasse.

Sur le versant, la teneur en azote diminue avec la profondeur. Dans le bas-fond, elle augmente dans le second horizon pour diminuer en profondeur sur la plupart des profils (fig. 12).

Le rapport C/N (carbone sur azote) varie entre 6 et 19 dans le bas-fond. Sur le versant, le rapport C/N varie entre 5 et 21 pour les sols rouges ; entre 4 et 16 pour les sols beiges et entre 7 et 14 pour les sols développés sur cuirasse.

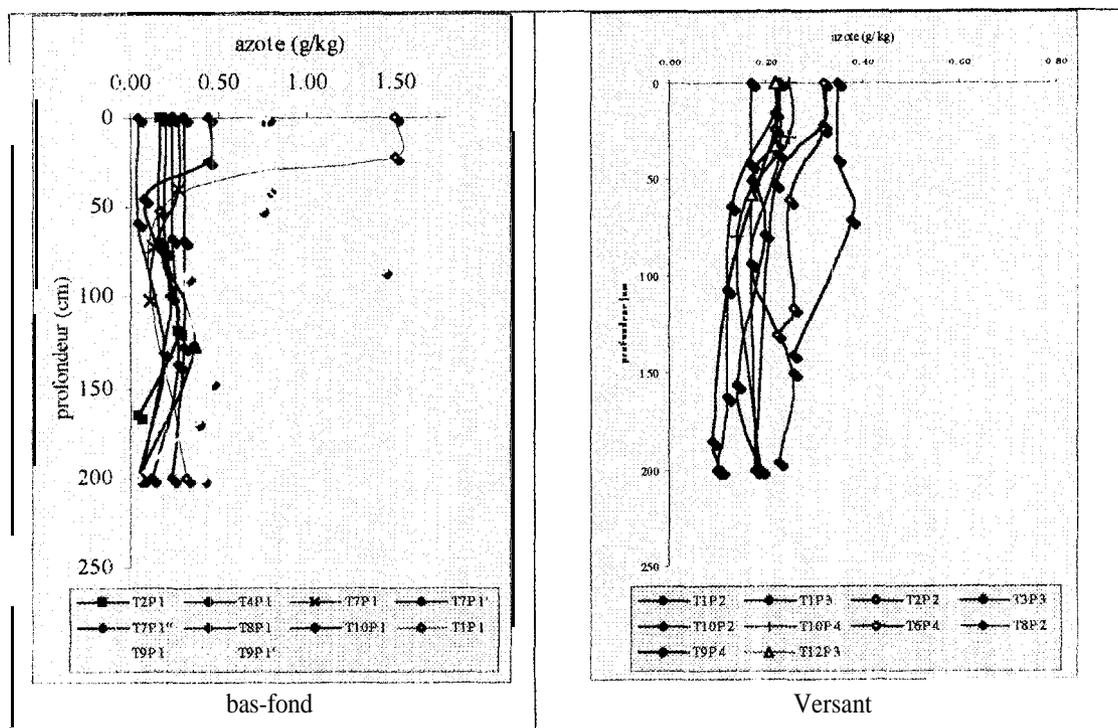


Fig.12 : Variation de la teneur en azote avec la profondeur dans les sols

2.2.5 Phosphore

Dans le bas-fond la teneur en phosphore assimilable est \leq à $0,170 \text{ g kg}^{-1}$. Sur le versant, elle varie entre $0,003$ et $0,112 \text{ g kg}^{-1}$ dans les sols rouges, entre $0,003$ et $0,143 \text{ g kg}^{-1}$ dans les sols beiges et entre $0,009$ et $0,09 \text{ g kg}^{-1}$ pour les sols développés sur cuirasse. Les plus importantes teneurs de phosphore assimilable sont notées dans les sols de bas-fond.

Les teneurs en phosphore total sont faibles dans les échantillons de sol où il a été déterminé (valeurs allant de $0,05$ à $0,88 \text{ g kg}^{-1}$). Dans le bas-fond, les teneurs varient entre $0,05$ et $0,88 \text{ g kg}^{-1}$ tandis que sur la versant elles vont de $0,123$ à $0,406 \text{ g kg}^{-1}$ pour les sols rouges et de $0,160$ à $0,634 \text{ g kg}^{-1}$ pour les sols beiges.

2.2.6 Aluminium échangeable

Les sols du bas-fond sont pauvres en aluminium échangeable (de $0,01$ à $1,00 \text{ me}/100\text{g}$). Alors que les valeurs de l'aluminium des sols de bas-fond varient entre $0,04$ et $1,00 \text{ me}/100 \text{ g}$, sur le versant elles varient entre $0,01$ et $0,36 \text{ me}/100 \text{ g}$ pour les sols rouges ; entre $0,02$ et $1,00 \text{ me}/100 \text{ g}$ pour les sols beiges et entre $0,04$ et $0,12 \text{ me}/100 \text{ g}$ pour les sols développés sur cuirasse. Lorsqu'il est présent, l'aluminium représente entre $1,1$ et $44,8 \%$ du complexe absorbant (annexe 1).

2.2.7 Complexe absorbant et capacité d'échange cationique

Les sols du bassin versant ont des teneurs en bases échangeables faibles ($S \leq 5$ me/100g) à fortes ($10 \leq S \leq 15$ me/100g). Dans le bas-fond, les teneurs varient entre 0,1 et 14,4 me/100g. Sur le versant, elles varient entre 0,4 et 5,8 me/100g pour les sols rouges; entre 0,6 et 4,6 me/100g pour les sols beiges et entre 0,74 et 2,88 me/100g pour les sols développés sur cuirasse (fig. 13). Les proportions de calcium dominant largement suivies de celles du magnésium, du potassium et du sodium.

La capacité d'échange cationique varie entre 0,1 et 16,6 me/100g dans les sols de bas-fond. Sur le versant, elle varie entre 0,8 et 5,7 me/100g pour les sols rouges ; entre 1,3 et 6,5

me/100g pour les sols beiges et entre 1,5 et 4,4 me/100g pour les sols développés sur cuirasse. Les teneurs les plus élevées sont relevées dans les sols de bas-fond et particulièrement dans les horizons riches en argiles et/ou en matières organiques (fig. 14).

Le taux de saturation varie entre 28,9 % et 99,5 % dans les sols de bas-fond. Sur ceux de versant, il varie entre 35,5 et 85,2 % dans les sols rouges, entre 29,1 et 103,5 % dans les sols beiges et entre 49,0 et 65,7 % dans les sols développés sur cuirasse.

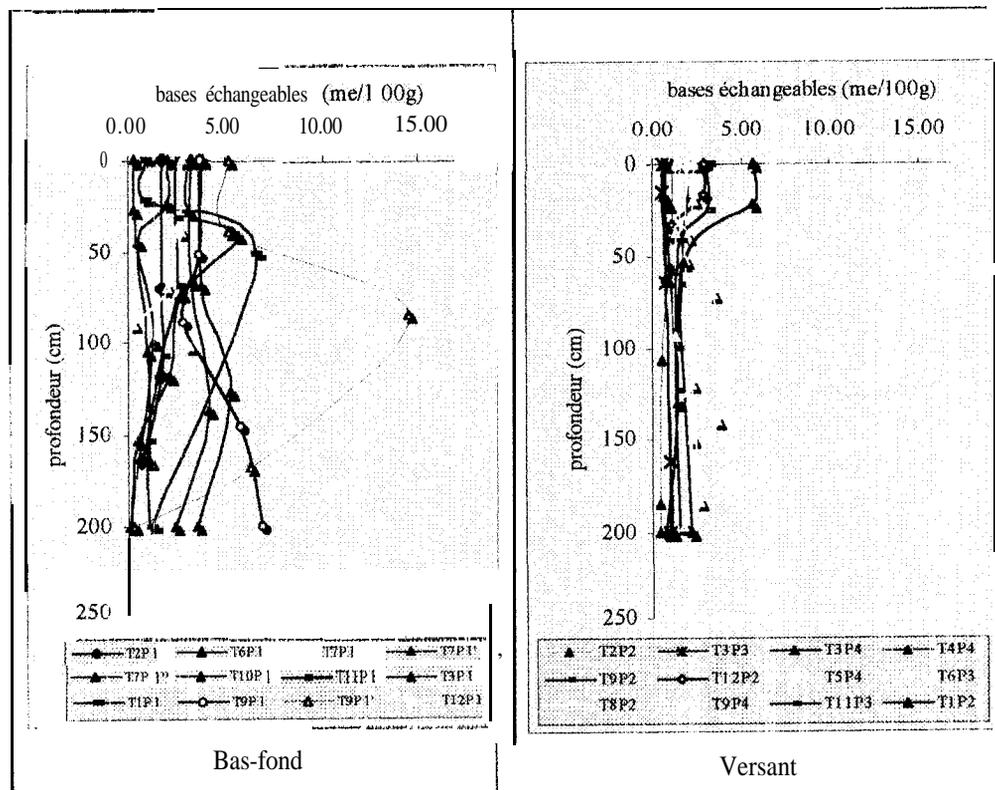


Fig. 13. : Variation de la somme des bases échangeables avec la profondeur dans les sols

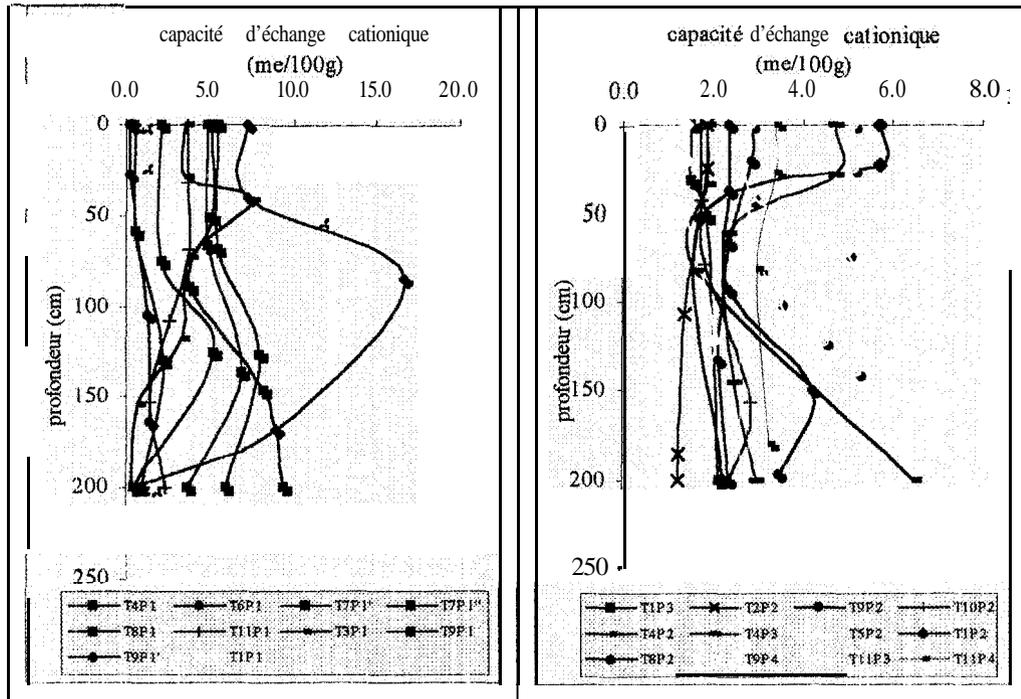


Fig. 14. : Variation de la capacité d'échange cationique avec la profondeur dans les sols

3 Résultats de l'analyse multivariée

Le traitement des données recueillies a permis d'obtenir :

- les matrices de l'analyse corrélatoire montrant le degré de corrélation entre les variables mises en jeu lors de l'analyse (voir annexe 2) ;
- les « valeurs propres » (**eigenvalues**) et inerties de tous les facteurs (Tab. 1 et annexe 2) ainsi que les « communality » des variables.

Remarque : La « valeur propre » (eigenvalue) d'un facteur correspond à la part de l'information **exprimée** par ce facteur par rapport à la **variance** de toutes les variables analysées ; l'inertie d'un facteur correspond au pourcentage relatif de l'information exprimée par celui-ci. La « communality » d'une variable **correspond** à la **quantité** de la **variance** de cette variable qui se trouve exprimée par l'ensemble des facteurs considérés dans un modèle interprétatif (voire ci-dessous), c'est à dire la **qualité** de la représentation de cette variable par l'ensemble de ces facteurs.

Le traitement statistique a permis d'obtenir :

- les matrices factorielles simples qui montrent les corrélations existant entre variables et facteurs, c'est à dire la contribution des variables à la formation des différents axes ou facteurs (Tab.2 et annexe 3).

- les matrices factorielles après rotation. selon le critère de variance maximale (varimax-rotation). La rotation effectuée sur les matrices factorielles simples permet généralement d'obtenir une structure matricielle simple, facile à interpréter (Tab. 3 et annexe 2).

Quatre traitements statistiques ont été faits avec l'ensembles des données :

- un traitement des données obtenues sur les horizons de surface ;
- un traitement des données obtenues sur les horizons médians ;
- un traitement des données obtenues sur les horizons profonds et
- un traitement des données obtenues sur tous les horizons.

Dans le texte. seuls les résultats du traitement des données des horizons de surface et du traitement des données de tous les horizons (traitement global) sont présentés. Pour ce qui est des horizons médians et profonds. les principaux résultats figurent en annexe (annexe 2).

3.1 Résultats de l'analyse factorielle en composantes principales (AFCP) des horizons de surface

Les résultats de l'analyse factorielle en composantes principales (AFCP) des données obtenues sur les 46 échantillons prélevés sur les horizons de surface montrent une prépondérance de 5 facteurs (Tab.1). Ce sont les facteurs dont la valeur propre est supérieure ou égale à 1. Dès lors, on peut considérer un modèle interprétatif à 5 facteurs (facteurs F1, F2, F3, F4 et F5) pour décrire l'information contenue dans les différents paramètres mesurés sur les horizons de surface.

Variables	Communality	Facteur	Valeur propre	Inertie (% relatif)	% cumule
Arg	0,81	1	7,1792	35,9	35,9
Limon	0,75	2	4,0357	20,2	56,1
Sable	0,94	3	2,0842	10,4	66,5
pH H ₂ O	0,85	4	1,6727	8,4	74,9
pH KCl	0,83	5	1,0007	5,0	79,9
CE	0,68	6	0,9238	4,6	84,5
C	0,91	7	0,8015	4,0	88,5
N _T	0,92	8	0,5349	2,7	91,2
Pass	0,69	9	0,4766	2,4	93,6
MO	0,79	10	0,3846	1,9	95,5
Ca	0,92	11	0,2766	1,4	96,9
Mg	0,83	12	0,2596	1,3	98,2
K	0,53	13	0,1450	0,7	98,9
Na	0,87	14	0,1270	0,6	99,5
CEC	0,96	15	0,4126	0,2	99,7
S	0,97	16	0,2742	0,1	99,8
V	0,51	17	0,1851	0,1	99,9
Acto	0,86	18	0,1035	0,1	100,0
Al ³⁺	0,75	19	0,0004	0,0	100,0
H	0,61	20	0,0001	0,0	100,0

Tab.1: « Communality » des variables, valeur propre et inertie des facteurs (Horizons de surface).

Ces 5 facteurs totalisent 79.9 % de l'information contenue dans les données traitées. La perte d'information est ici égale à 20.1 %. Ce qui veut dire que l'essentiel de l'information peut être décrit grâce aux plans factoriels obtenus en croisant deux à deux les 5 axes factoriels.

Sur le tableau 2. on peut voir les corrélations qui existent entre les variables et les facteurs considérés. Sur ce tableau. on constate que certaines variables chargent de manière substantielle sur plusieurs facteurs à la fois. Ce qui ne facilite pas leur interprétation. Pour faire ressortir la structure la plus simple à interpréter, on a effectué une rotation de la matrice initiale (Tab. 3). On voit ainsi par exemple que la formation du facteur F1 est essentiellement liée aux variables sable. Arg. Limon. Mg, MO. CEC. S et Ca. Pour le facteur F2, ce sont les variables Acto, pH H₂O, pH KCl, Al³⁺ et H⁺ qui sont prépondérantes.

	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3	Facteur 4	Facteur 5
Arg	0,452	-0,448	-0,482	0,016	0,418
Limon	0,636	-0,347	-0,297	-0,315	-0,188
pH H ₂ O	-0,656	0,481	0,472	0,177	-0,146
pH KCl	0,430	0,788	0,158	-0,075	0,097
CE	0,528	0,666	0,312	-0,087	0,061
C	-0,094	-0,504	0,494	-0,290	-0,304
N _T	0,300	-0,690	0,568	-0,075	0,102
Pass	0,390	-0,669	0,530	-0,022	0,194
MO	0,570	-0,226	0,347	-0,073	-0,434
Ca	0,800	-0,337	0,107	-0,166	0,027
Mg	0,918	0,009	-0,033	0,270	-0,086
K	0,888	-0,102	-0,110	0,118	-0,005
Na	0,350	-0,006	0,306	0,009	0,563
CEC	0,043	0,033	0,093	0,921	-0,102
S	0,869	-0,069	-0,161	0,364	-0,200
V	0,934	-0,008	-0,034	0,298	-0,048
Al ³⁺	0,084	0,387	0,529	0,176	0,209
Sable	-0,646	-0,619	-0,013	0,240	0,035
Acto	-0,647	-0,544	-0,084	0,170	0,001

Tab.2 : Matrice factorielle (Horizons de surface)

	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3	Facteur 4	Facteur 5
Arg	0,82	-0,20	-0,14	-0,02	0,28
Limon	0,76	0,16	0,29	-0,11	-0,20
PH H ₂ O	-0,11	0,88	-0,19	0,09	0,15
PH KCl	-0,08	0,87	0,02	0,13	0,21
CE	-0,13	-0,24	0,75	-0,20	-0,08
C	0,21	-0,23	0,80	0,02	0,41
N	0,29	-0,19	0,74	0,07	0,49
Pass	0,25	0,28	0,69	0,22	-0,15
MO	0,66	0,27	0,49	0,07	0,19
Ca	0,61	0,47	0,20	0,53	0,08
Mg	0,71	<u>0,39</u>	0,19	0,35	0,11
K	0,14	0,20	0,10	0,02	0,68
Na	-0,14	-0,17	-0,11	0,90	0,06
CEC	0,66	0,35	0,15	0,61	-0,06
S	0,63	0,46	0,19	0,56	0,12
V	<u>-0,40</u>	0,36	0,08	0,22	0,41
Al ³⁺	-0,18	-0,84	0,00	-0,07	-0,07
Acto	-0,19	-0,90	0,06	-0,01	0,00
H	-0,21	-0,72	0,07	0,17	0,11
Sable	-0,96	0,03	-0,08	0,08	-0,05

Tab.3 : Matrice factorielle après rotation (1-Horizons de surface)

Sur la représentation graphique des facteurs F 1 et F2 (croisement des axes factoriels F1 et F2), on voit que le facteur 1 (axe des abscisses) oppose les sables aux argiles et limons (corrélation négative). Ce facteur met également en relief les éléments du complexe absorbant (Ca, Mg, S, CEC et MO). Ce facteur qui représente 35.9 % de l'inertie peut être considéré comme l'expression de *la détérioration de la structure des sols*

L'axe factoriel vertical (axe des ordonnées) totalise 30.2 % de l'inertie. Il discrimine le pH H₂O, le pH KCl et l'acidité totale, l'acidité due aux ions H⁺ et celle propre aux ions Al³⁺. Il peut être considéré comme étant lié à *l'acidification des sols*.

L'axe factoriel F3 extrait 10.4 % de l'information. Il est défini par les variables C, CE, N, Pass et MO et pourrait être interprété comme exprimant *la décomposition de la matière organique ou la fertilité organique*.

Avec une inertie de 8,4 %, l'axe factoriel F4 met en évidence les variables Na, CEC, et S. Cet axe pourrait correspondre au facteur d'accumulation des sels sodiques (Na).

L'axe 5 qui fait 5 % de l'inertie met en évidence les variables K, C et N. Il pourrait être défini comme *l'axe d'accumulation des sels potassiques (K)*. La corrélation observée ici entre le potassium (K), le carbone (C) et l'azote (N) semble relever d'une action anthropique (amendements potassiques, type de préparation du sol) qui entraînerait une concentration du potassium.

L'examen de la figure 15a montre une certaine distribution des points représentatifs (individus).

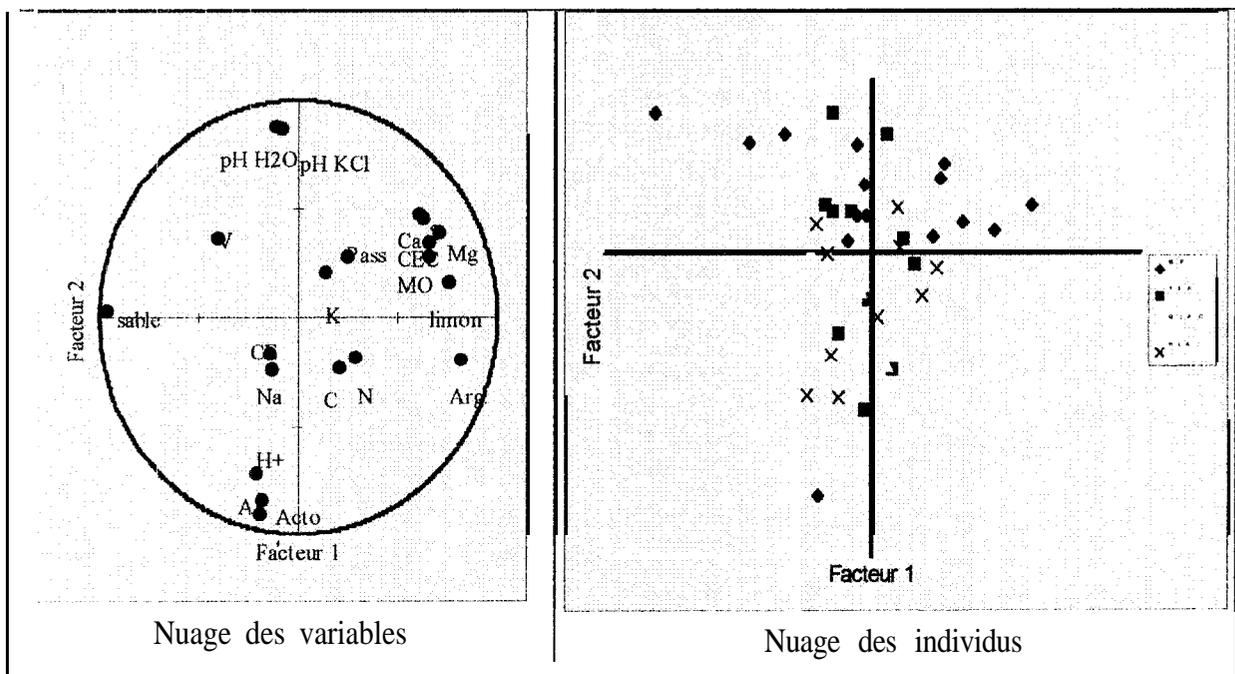


Fig. 15 a : Nuages des variables et des individus dans le plan factoriel 1-2
(Horizon de surface)

Certains individus du bas-fond se singularisent par leur texture sableuse et leur faible acidité (cadran supérieur gauche) ; les autres sont caractérisés par leur texture sablo-limoneuse et leurs teneurs en matière organique, en calcium et magnésium (cadran supérieur droit). Sur le cadran inférieur on retrouve essentiellement les individus du plateaux, certains individus du glacis et de la terrasse. Leur position est liée à leur acidité moyenne et à leur teneur en aluminium échangeable.

Un individu du bas-fond (T1P1), caractérisé par son acidité extrême (pH 4,24) et sa teneur particulière en aluminium échangeable (1me/100g) se distingue des autres. Il peut être considéré comme un *outsider*.

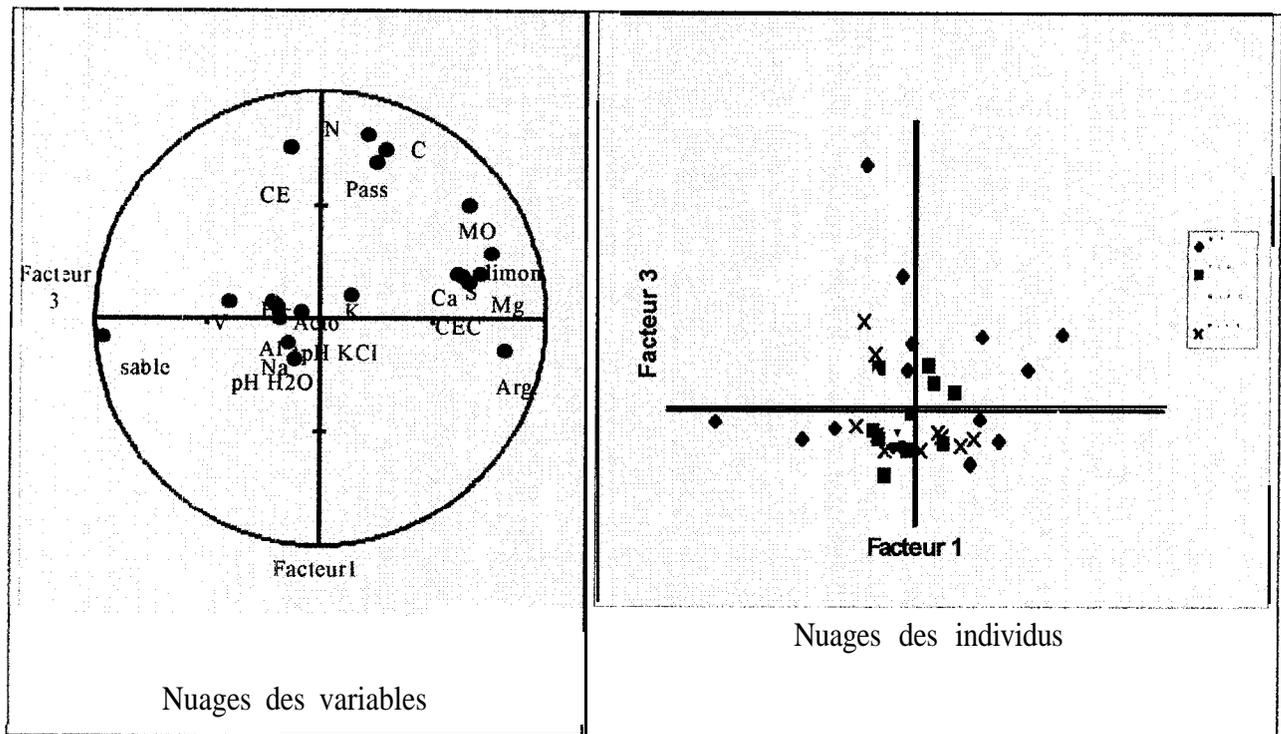


Fig.15 b : Nuages des variables et des individus dans le plan factoriel 1-3
(Horizon de surface)

Dans le plan factoriel 1-3 (croisement facteur F1 facteur F3), on observe une **tendance** de la majorité des individus du bas-fond et de certains individus de la terrasse à se **singulariser** par leur texture sablo-limoneuse et leurs teneurs en matière organique, en calcium et magnésium.

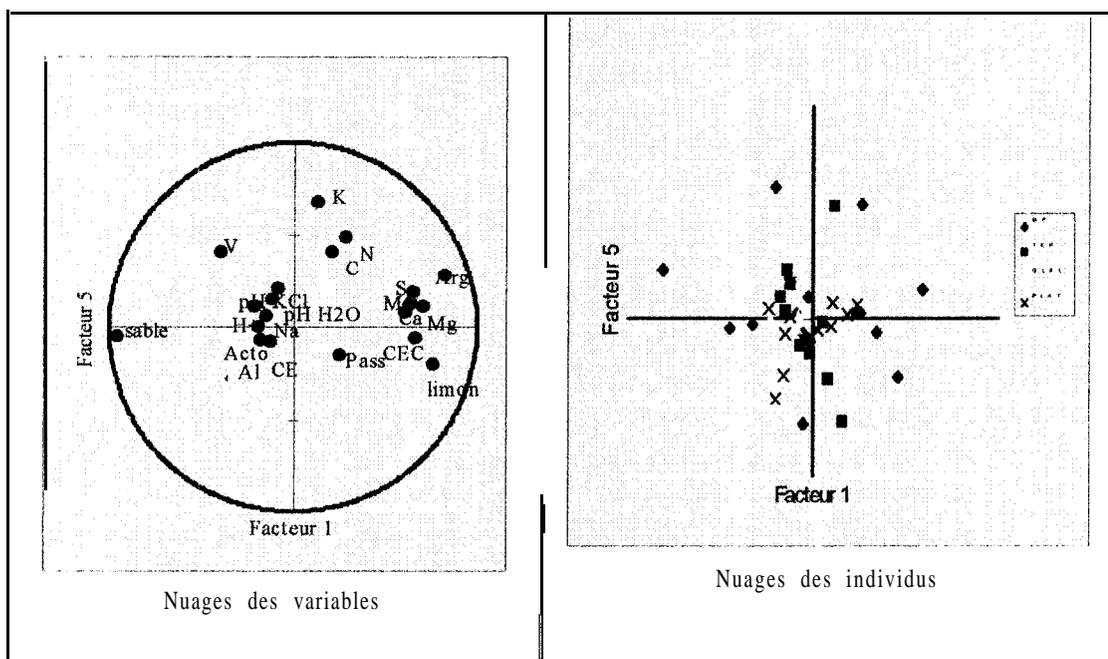


Fig.15 c : Nuages des variables et des individus dans le plan factoriel 1-5
(Horizons de surface)

Les résultats de l'analyse factorielle en composantes principales des données obtenues sur les horizons médians montrent que 4 facteurs sont déterminants (annexe 2). Sur le facteur F1, ce sont les variables S, Ca, N, C'EC, Mg, C, Arg, Limon, Pass, sable et MO qui sont prépondérantes. Ce facteur correspondrait aux processus de la *détérioration de la structure des sols et de la décomposition de la matière organique* (ou de fertilité minérale et organique). Le facteur F2 regroupe les variables pH H₂O, pH KCl, V, Al³⁺ et Acto. Il pourrait correspondre au *facteur d'acidification des sols*.

A la différence du facteur F3 identifié dans les horizons de surface, le facteur F3 montre ici une corrélation positive entre l'acidité induite par les ions H⁺, l'acidité totale, le sodium (Na⁺), le potassium (K⁺) et la matière organique (MO). Ce facteur pourrait être lié soit aux processus d'*accumulation des sels* (sodiques et potassiques).

Le facteur F4 montre une forte contribution du potassium et de la conductivité électrique. Il pourrait être interprété comme *facteur de salinisation*.

Les résultats de l'AFCP des données obtenues sur les 64 échantillons prélevés au niveau des horizons profonds montrent que 5 facteurs sont déterminants (annexe 2). Sur le facteur F1, ce sont les variables Arg, CE, S, Mg, Ca, sable et N. Ce facteur pourrait être défini comme *facteur de détérioration de la structure des sols*. Sur le facteur F2 on retrouve les variables pH H₂O, Xcto, Al³⁺, H⁺, V et Limon. Cet axe pourrait correspondre au *facteur d'acidification des sols*. Au niveau du facteur F3, ce sont les variables Mo, C, Pass et N qui semblent déterminants. Ce facteur pourrait traduire un processus de *décomposition de la matière organique*. Le facteur F4 montre une forte contribution des variables CE et K. Il pourrait être défini comme *facteur de salinisation*. Quant au facteur F5, il pourrait traduire *l'accumulation des sels sodiques*.

3.2 Résultats de l'analyse factorielle en composantes principales des différents d'horizons

Les résultats de l'AFCP des données obtenues sur les 156 échantillons prélevés au niveau des différents horizons montrent une prédominance de 5 facteurs (Tab. 4).

Variables	Communality	Facteur	Valeur propre	Inertie (% relatif)	% cumulé
Arg	1	1	6,81787	34,1	34,1
Limon	0,99998	2	4,03114	20,1	54,2
pH H ₂ O	0,92357	3	1,75572	8,8	63
pH KCl	0,90073	4	1,72201	8,6	71,6
CE	0,17403	5	1,0509	5,3	76,9
C	0,94709	6	0,91331	4,6	81,5
N _T	0,9413	7	0,81477	4,1	85,5
Pass	0,42791	8	0,70343	3,5	89
MO	0,85219	9	0,59793	3	92
Ca	0,99633	10	0,46094	2,3	94,3
Mg	0,92441	11	0,34277	1,7	96,1
K	0,29434	12	0,28531	1,4	97,5
Na	0,72524	13	0,2504	1,3	95,7
CEC	0,96322	14	0,13457	0,7	90,4
S	0,99724	15	0,04745	0,3	99,6
V	0,43912	16	0,02977	0,1	99,8
Al ³⁺	0,95179	17	0,02366	0,1	99,9
Sable	1	18	0,01582	0,1	100
ActoH	0,97348	19	0,000158	0	100

Tab.4 : « Communality » des variables, valeur propre et inertie des facteurs (Traitement global).

On voit sur ce tableau que 5 facteurs sont déterminants et permettent de définir un modèle interprétatif dans lequel 76,9 % de l'information contenue dans les données traitées est expliquée.

La matrice factorielle est donnée par le tableau 5, la matrice de rotation par le tableau 6. La représentation graphique dans le plan factoriel 1-2 (croisement facteur F1 et facteur F2) montre une forte contribution des variables C, N, MO, Pass, Ca, Limon, Mg, CEC et S sur le facteur 1. Ce facteur pourrait être défini comme axe qui met en relief la *fertilité minérale et un processus de décomposition de la matière organique*. L'axe factoriel vertical (axe des ordonnées) discrimine le pH H₂O, le pH KCl et l'acidité totale, l'acidité due aux ions Al³⁺. Il peut être défini comme *facteur d'acidification des sols*.

On retrouve dans ce plan cette même tendance des individus du bas-fond à se singulariser : mais ici, cette individualisation se fait d'après leurs teneurs en matière organique, Ca et Mg mais aussi leur acidité.

	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3	Facteur 4	Facteur 5
Arg	0,543	-0.240	-0,431	-0,554	0,212
Limon	0,670	-0.155	0,199	-0,033	-0,252
pH H ₂ O	-0,291	0,794	-0,272	0,114	0,068
pH KCl	-0,255	0,775	-0,200	0,185	0,075
CE	-0,033	0,015	<u>0,467</u>	-0,131	0,632
C	0,693	0,209	0,585	0,162	-0,010
N	0,755	0,181	0,506	0,045	0,018
Pass	0,558	0,303	0,261	0,116	-0,127
MO	0,807	0,096	0,058	<u>0,430</u>	-0,035
Ca	0,868	0,380	-0,130	-0,017	-0,063
Mg	0,798	0,276	-0,179	-0,194	0,028
K	0,224	0,023	0,085	-0,009	0,647
Na	0,341	-0,259	<u>-0,467</u>	0,614	0,162
CEC	0,915	0,157	-0,225	-0,049	-0,032
S	0,893	0,356	-0,164	-0,011	-0,024
V	-0,077	0,539	-0,083	0,296	0,184
Al ³⁺	0,190	-0,805	0,161	-0,016	-0,040
Sable	-0,722	0,264	0,285	<u>0,480</u>	-0,080
Acto	0,277	-0,862	-0,017	0,257	0,043
H	0,285	-0,589	-0,251	0,567	0,144

Tab. 5 : Matrice factorielle (traitement global)

	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3	Facteur 4	Facteur 5
ARG	-0,006	-0,263	0,900	0,029	0,105
Limon	0,610	-0,370	0,221	0,031	-0,124
pH H ₂ O	-0,099	0,885	-0,045	-0,092	-0,063
pH KCl	-0,030	0,854	-0,107	-0,055	-0,033
CE	0,041	-0,057	-0,117	-0,188	0,759
C	0,910	-0,092	-0,063	-0,057	0,221
N	0,882	-0,124	0,090	-0,079	0,230
Pass	0,698	0,092	0,064	-0,029	-0,005
MO	0,791	-0,003	0,151	<u>0,448</u>	-0,008
Ca	0,745	0,207	0,550	0,113	-0,068
Mg	0,579	0,124	0,657	0,044	0,006
K	0,088	0,058	0,184	0,152	0,654
Na	0,081	-0,004	0,136	0,881	-0,051
CEC	0,658	0,026	0,653	0,222	-0,068
S	0,736	0,198	0,587	0,157	-0,044
V	0,095	0,610	-0,127	0,117	0,109
Al ³⁺	-0,017	-0,819	0,003	0,204	0,031
Acto	-0,002	-0,764	0,013	0,551	0,028
H	0,029	-0,370	-0,003	0,835	0,017
Sable	-0,36	0,368	-0,846	-0,036	-0,030

Tab.6 : Matrice factorielle après rotation (traitement global)

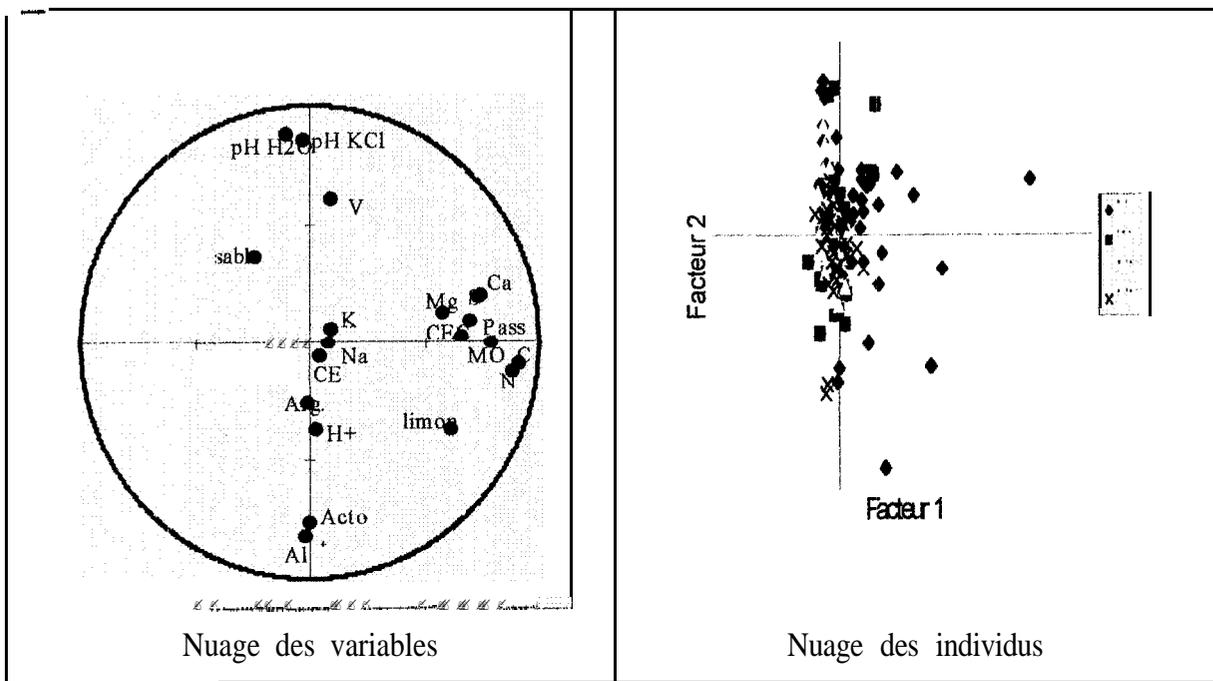


Fig.16 a : Nuages des variables et des individus dans le plan factoriel 1-2 (traitement global).

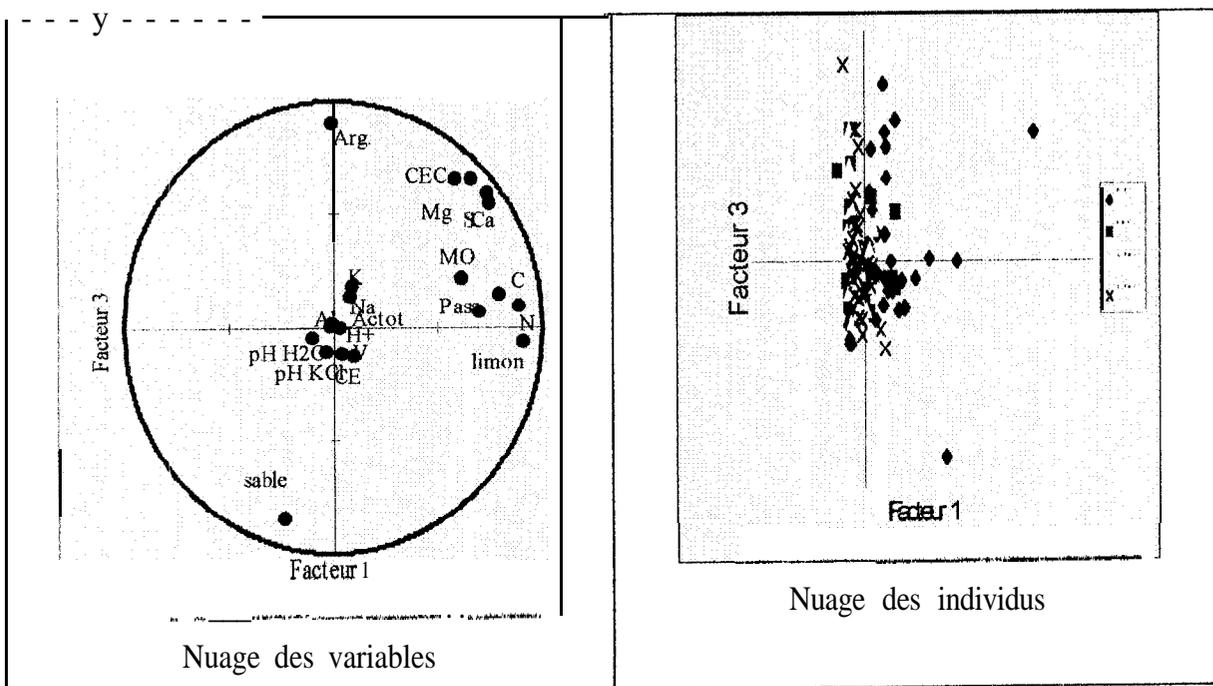


Fig.16 b : Nuages des variables et des individus dans le plan factoriel 1-3 (traitement global).

Dans le plan 1-3, l'axe F3 oppose les argiles aux sables : il met également en relief les variables Mg, CEC et S. Il pourrait être interprété comme un *axe de détérioration de la structure des sols (ou axe granulométrique)*.

Le nuage des individus montre une tendance d'individualisation des sols de bas-fond qui se fait essentiellement suivant l'axe F3.

Dans le plan factoriel 1-4 (annexe 2), l'axe F4 met en évidence les variables Na, 1-I', Acto. Cet axe pourrait être défini comme *facteur d'accumulation des sels sodiques*.

Dans le plan factoriel 1-5 (annexe 2), l'axe F5 met en évidence la conductivité électrique et correspondrait au *facteur de salinisation des sols*.

L'analyse de l'agencement des variables et des individus sur les différents plans retenus permet de définir les critères de différenciation des unités de sols. Les unités pédologiques présentes dans le bassin versant ne se différencient pas de façon évidente à partir des variables quantitatives (paramètres physico-chimiques).

Un traitement a été effectué en considérant en plus des variables quantitatives, des variables qualitatives d'ordre topographique. Ces variables ont été codées et l'analyse a concerné l'ensemble des variables (quantitatives et qualitatives). Les variables qualitatives ont été introduites pour voir si la position topographique pourrait être spécifique à une variable donnée. A l'exception de la variable taux de saturation qui semble spécifique aux individus du bas-Fond, le résultat montre une individualisation des sols liée à leur position topographique (fig. 17 a, b, c).

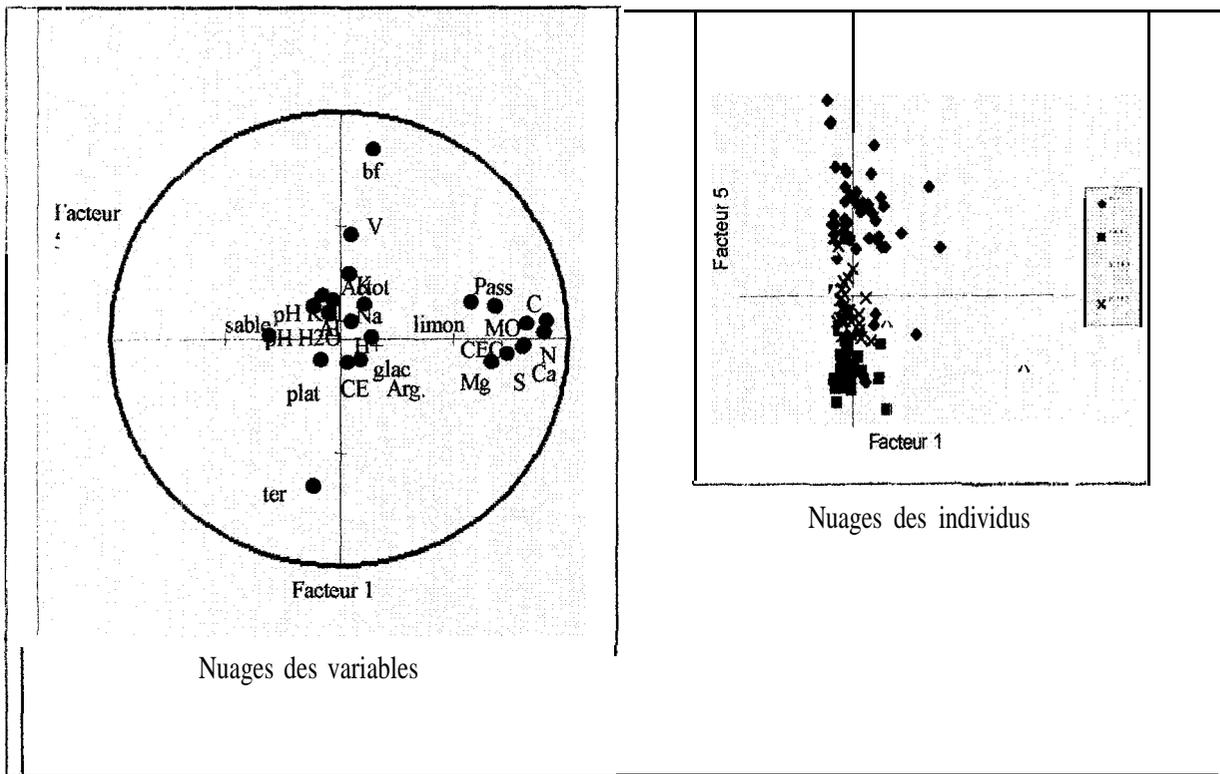


Fig. 17 a : Nuages des variables et des individus dans le plan factoriel 1-5
(traitement global)

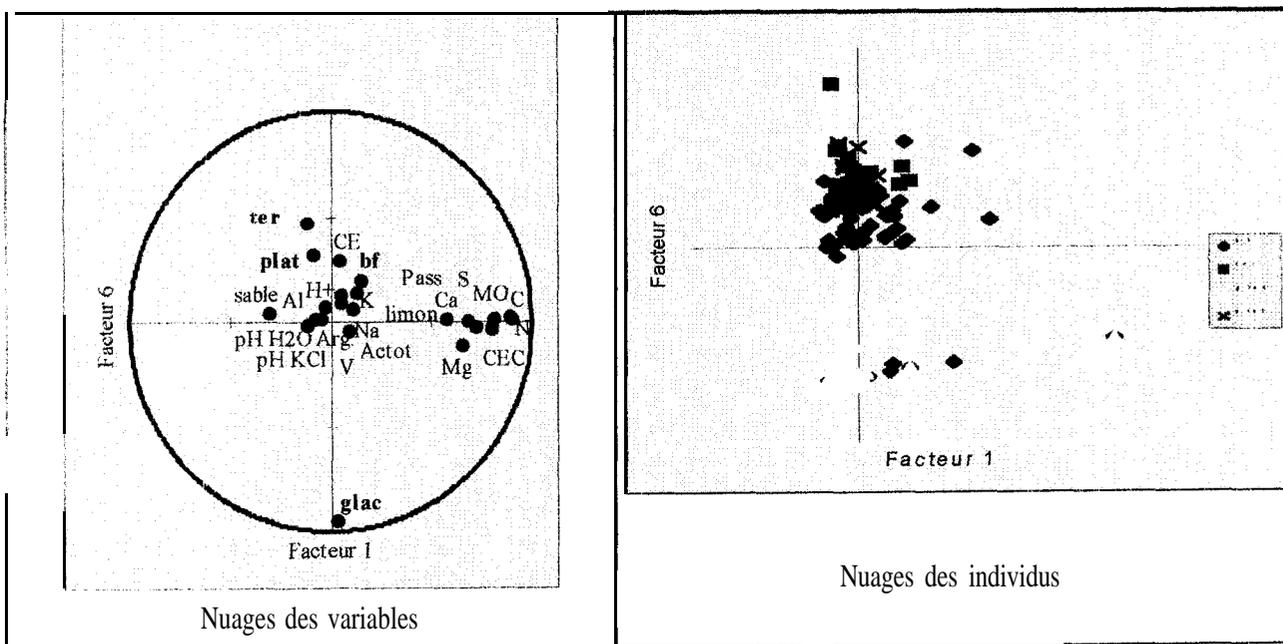


Fig. 17 b : Nuages des variables et des individus dans le plan factoriel 1-6
(traitement global)

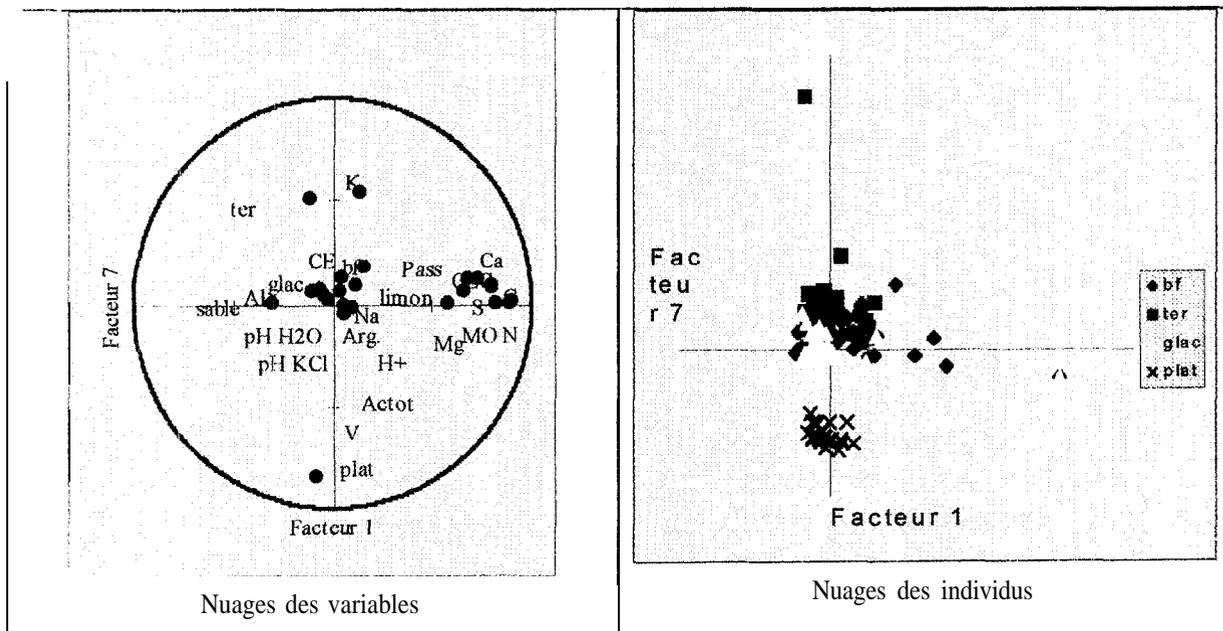


Fig.17 c : Nuages des variables et des individus dans le plan factoriel 1-7
(traitement global)

En conclusion, nous pouvons dire que les paramètres physico-chimiques prises en compte lors de cette caractérisation pédologique ne permettent pas d'individualiser de façon très nette les sols du bassin versant de Koutango. Seuls les sols hydromorphes à pseudogley et les sols peu évolués d'apport montrent une tendance à une différenciation liée notamment à leur texture, leur **acidité**, leurs teneurs en bases échangeables et en matière organique. Quelques sols du bas-fond présentent les mêmes **caractéristiques** (texture, pH, teneurs en matière organique et en bases échangeables) que les sols de versant. Ce qui explique leur recoupement (fig. 15a, 15b, 15c, 16a et 16b). Les sols rouges, les sols beiges et les sols à cuirasse présentent à peu près les mêmes caractéristiques physico-chimiques.

La différenciation effective en unités pédologiques apparaît lorsqu'on considère des variables qualitatives, en l'occurrence la position topographique.

L'analyse de l'agencement des variables et des individus sur les différents plans retenus permet de définir les critères de différenciation des unités de sols. D'une manière générale, la structure des matrices factorielles diffère d'un horizon à un autre.

L'ordre d'importance des **processus** est le suivant :

- la détérioration de la structure des sols ;

- le deuxième facteur déterminant est l'**acidification** des sols ;
- la décomposition de la matière organique, la fixation des bases constituent le troisième processus important dans ces sols.
- la salinisation, l'accumulation des sels sodiques et potassiques viennent en dernier lieu.

Ainsi, l'analyse montre que les processus déterminants dans ce bassin versant sont des facteurs défavorables à une mise en valeur agricole.

4 Différentes cartes du bassin versant

4.1 Carte des sols

La carte interprétative des sols est représentée sur la figure 18.

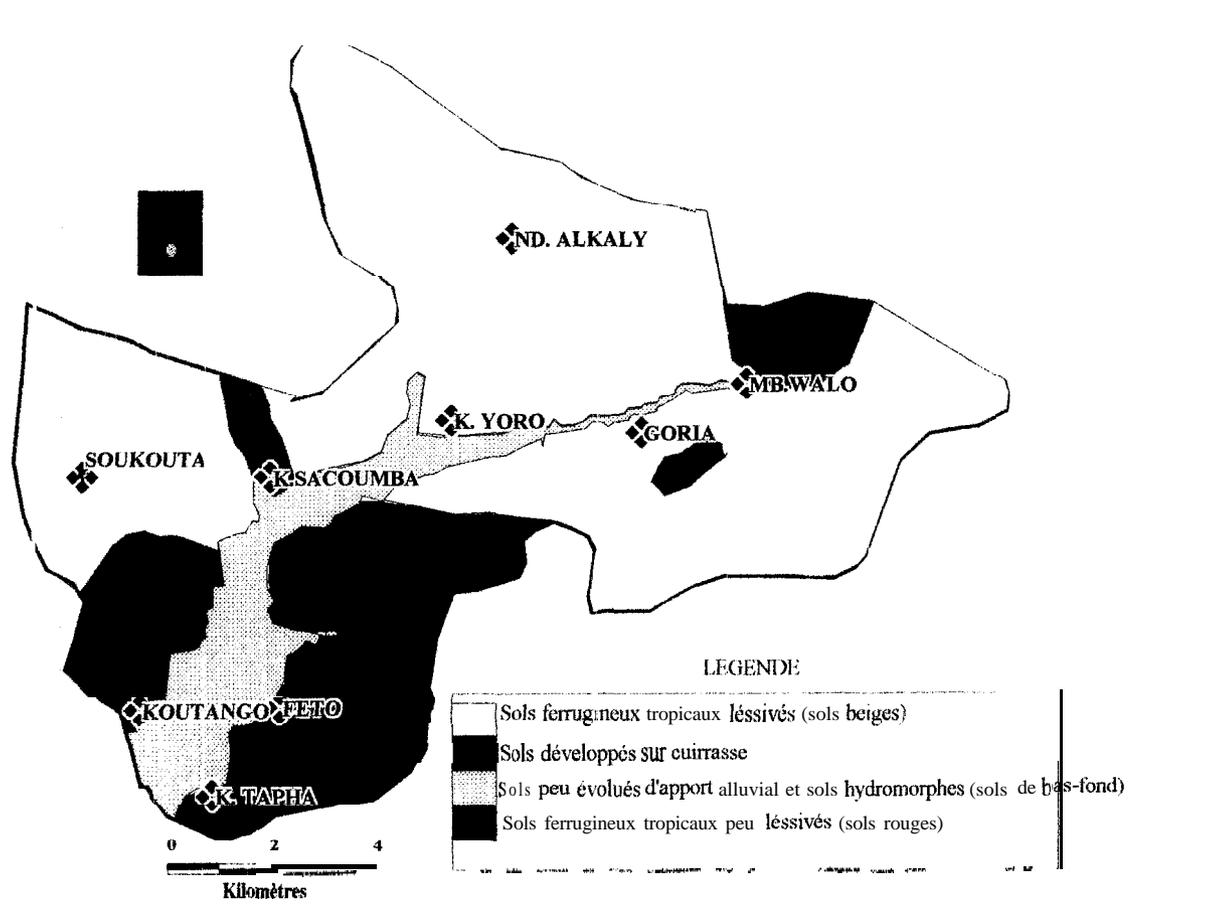


Fig. 18 : Carte des sols du bassin versant de Koutango

Les différentes unités de sol occupent des proportions variables (fig. 19).

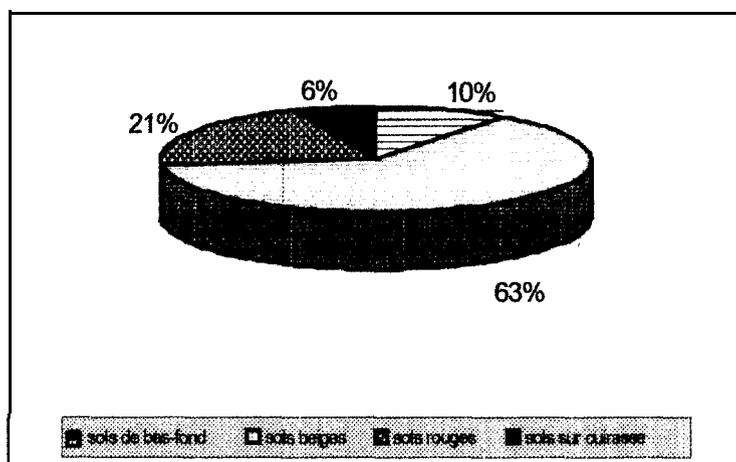


Fig. 19: Proportion des différentes unités de sol du bassin versant

La délimitation des unités sols a été faite à partir orthophotocartes et des travaux de prospection. Les limites entre unités pédologiques n'ayant pas été observées sur le terrain, elles sont représentées par des tiretets sur la carte.

Les applications de cette carte étant essentiellement agricoles la méthode de représentation adoptée met en exergue les caractéristiques fonctionnelles des sols (fig. 20).

La couleur noire correspond aux sols de bas-fond, la couleur rouge représente les sols rouges alors que la couleur jaune représente les sols beiges et la couleur marron correspond aux sols développés sur cuirasse.

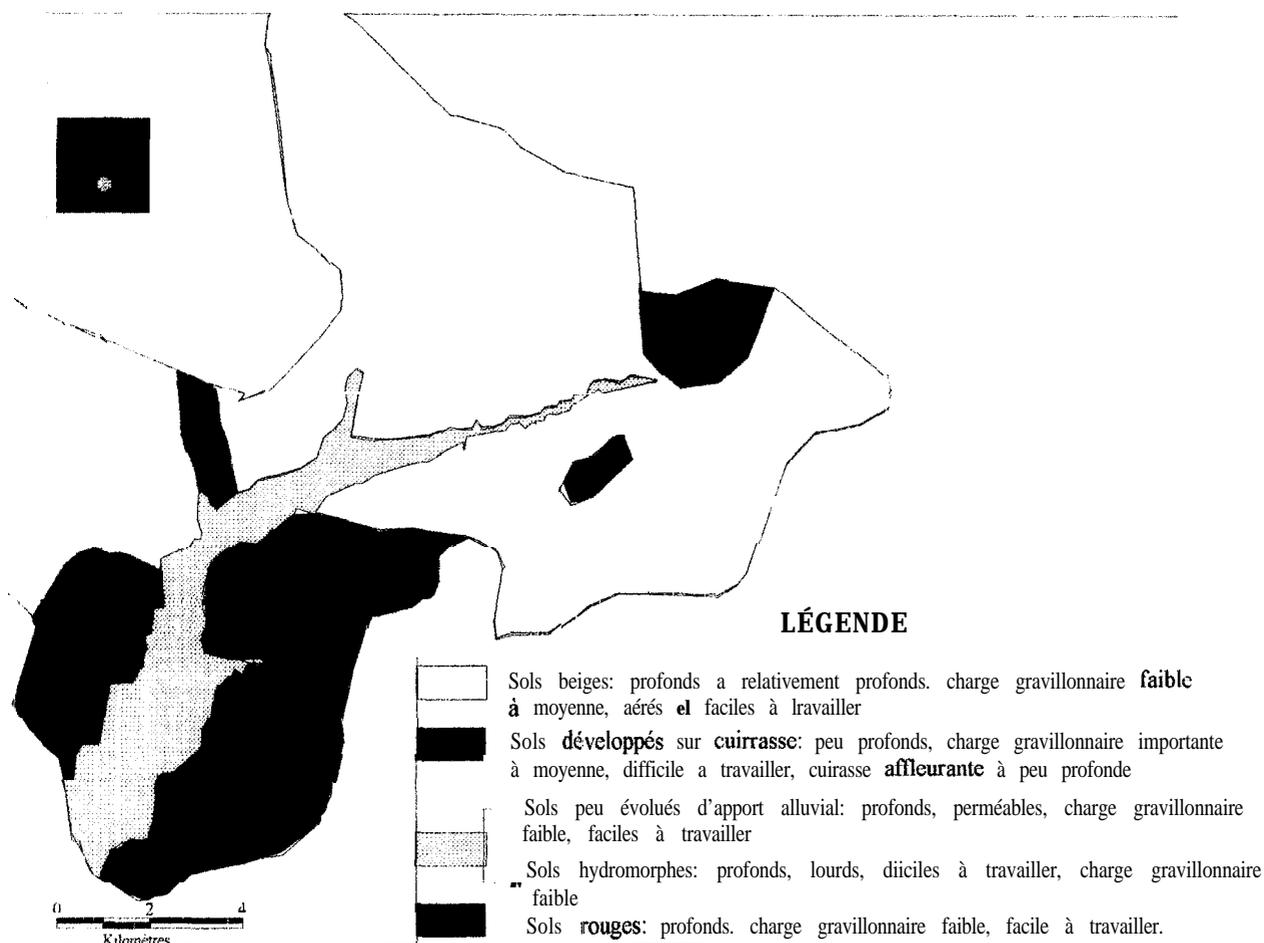


Fig. 20 : Carte des caractéristiques fonctionnelles des sols

4.2 Carte d'utilisation des sols

Les résultats de la prospection ont permis de déterminer la structuration du paysage. Ainsi les secteurs cultivés sont différenciés des **jachères** et des zones de parcours et on a pu établir une carte qui illustre l'utilisation des sols (fig. 2 1).

Le terme utilisation des sols se réfère aux activités humaines associées à une certaine surface (Lillesand et Kiefer, 1979 cité par Stancioff et *al.*, 1986). Son établissement a permis de vérifier la pression foncière mais aussi l'**état** de la couverture végétale en relation avec les différentes unités du milieu.

Cette carte d'utilisation des sols montre que les jachères ont pratiquement disparu et que les zones de parcours sont réduites au minimum. Mais l'augmentation de la population impose l'utilisation de plus en plus importante des terres marginales.

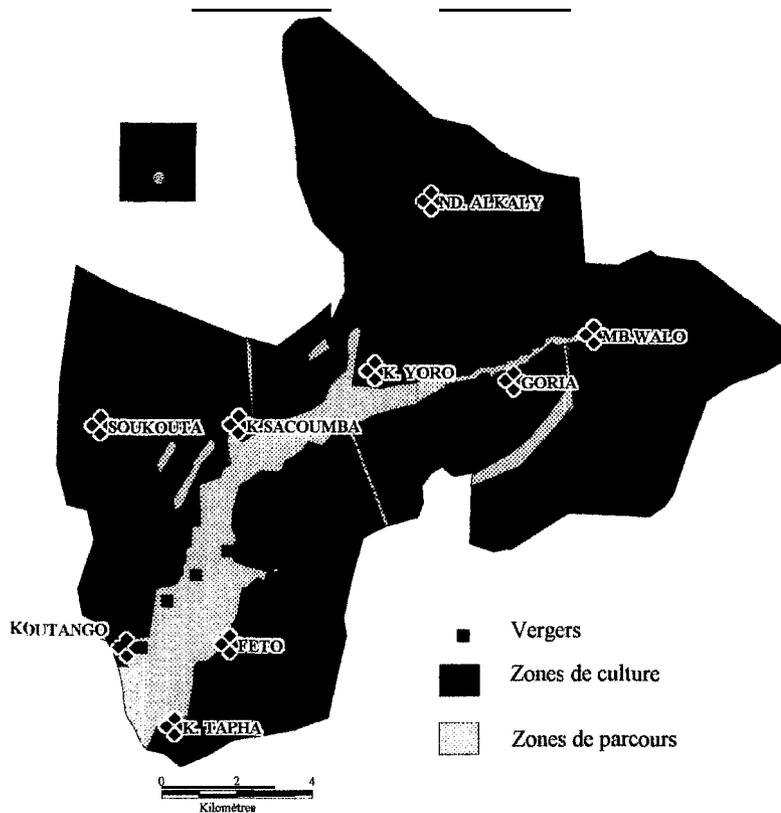


Fig. 21 : Carte d'utilisation des sols

Les cultures pluviales (cultures **céréalières** et cultures d'arachide) occupent l'essentiel du bassin versant. Des cultures maraîchères sont pratiquées dans les vergers du bas-fond qui constitue par ailleurs l'essentiel de la zone de parcours.

Il est important de noter que certains vergers et zones de parcours n'ont pas pu être représentés sur cette la carte à cause de leurs dimensions trop petites.

4.3 Carte du niveau. de fertilité: des sols

La fertilité d'un sol se définit par l'aptitude à produire d'un milieu dont on apprécie les diverses caractéristiques (Pieri, 1989).

Les résultats des analyses nous permettent de situer le niveau de fertilité des différentes unités de sols (fig. 22) :

- les sols hydromorphes du bas-fond sont caractérisés par un pH acide à neutre, avec des teneurs en matières organiques moyennes à élevées ; des teneurs en phosphore assimilable faibles à moyennes. Les teneurs en azote, calcium et magnésium sont moyennes, alors que celles en potassium sont faibles. La texture est **sablo-argileux** à

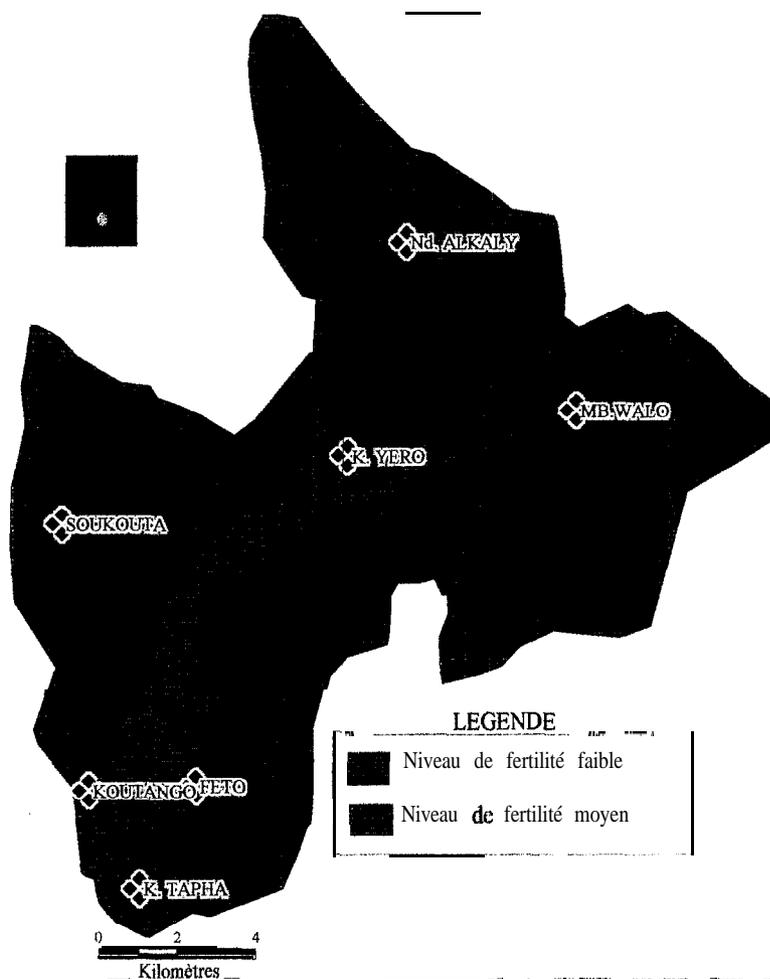


Fig. 22 : Carte du niveau de fertilité des sols

argileuse. Ces sols présentent un niveau de fertilité moyen ; les sols peu évolués d'apport sont par contre peu fertiles ;

- les sols rouges sont acides avec de faibles teneurs en bases, en matières organiques et en azote. Avec une texture sableuse à sablo-argileuse en surface, ces sols ont un faible niveau de fertilité que peut néanmoins compenser la profondeur importante exploitable par les racines ;

- pour les sols beiges, la texture est sableuse en surface ; les teneurs en azote, en potassium sont faibles, celles en matière organique et en phosphore assimilable sont faibles à moyennes ; ces sols sont acides dans leur grande majorité avec des teneurs en bases échangeables faibles. Ces sols ont un niveau de fertilité faible ;

- les sols développés sur cuirasse sont également caractérisés par un faible niveau de fertilité.

« les sols développés sur cuirasse sont également caractérisés par un faible niveau de fertilité.

4.4 Les contraintes agronomiques

Le bassin versant de Koutango recèle des potentialités agricoles considérables. Cependant, diverses contraintes peuvent constituer des obstacles à une mise en valeur agricole. On distingue ainsi les contraintes intrinsèques et les contraintes externes que l'on peut subdiviser en contraintes physiques, contraintes chimiques et contraintes biologiques.

i) Les contraintes physiques.

D'abord il y a la texture grossière et la faible structuration des sols. Ces contraintes les rendent susceptibles à l'érosion. Quant à la texture fine, elle est liée à de bonnes caractéristiques chimiques mais peut induire une hydromorphie par colmatage des pores.

Ensuite il y a la cuirasse qui est discontinue et dont la profondeur d'apparition est variable. Elle limite la profondeur utile des sols et constitue un frein à l'enracinement des cultures.

Enfin il y a l'érosion hydrique et dans une moindre mesure l'érosion éolienne. Cette dernière appauvrit les sols par déflation des horizons superficiels humifères. L'érosion hydrique provoque un lessivage oblique qui entraîne les éléments fins (argiles, limons, humus) : elle crée également des ravins qui endommagent les pistes et les parcelles de culture.

ii) Les contraintes chimiques

Les contraintes chimiques sont essentiellement liées à l'acidité des sols. Cette acidité peut induire des toxicités surtout aluminiques, un faible niveau de fertilité et une intensification des processus d'oxydo-réduction. Cette intensification peut provoquer la libération d'énormes quantités de fer qui induiront alors une carence en phosphore.

iii) Les contraintes biologiques

Les contraintes biologiques se résument à la faible teneur en matières organiques des sols surtout ceux du versant.

CHAPITRE IV

DISCUSSION

Unités pédologiques

Les cinq classes de sols définis dans le bassin versant de Koutango se différencient par des paramètres physiques, chimiques et biologiques. Parmi ces paramètres, la couleur constitue un critère essentiel et immédiat de différenciation qui a servi à désigner les unités pédologiques. La couleur rouge des sols ferrugineux peu lessivés et des sols développés sur cuirasse est attribuée à la présence d'hématite et de produits amorphes ferrugineux ; la couleur beige des sols ferrugineux lessivés est liée à la présence de la goëthite (Ségalien, 1969 ; Pieri, 1975).

Sur le versant, les horizons superficiels sont de couleur sombres tandis que les horizons profonds sont de couleur claire. Nous pensons, comme Dosso et Ruellan (1993), que cela est dû à d'importantes teneurs en matière organique à la surface des sols.

Dans le bas-fond, les couleurs sombres (brun, gris, noir) des horizons de surface seraient liées à la présence de matières organiques mais aussi à une hydromorphie temporaire induite par une nappe phréatique oscillante (Duchaufour, 1997). Dans les bas-fonds du Saloum, les sols sont hydromorphes (Zeppenfeldt et Vlaar, 1990). Cependant, dans les sols de bas-fond cartographiés, seuls quelques profils montrent des horizons à pseudogley ; la plupart ne présentent pas de taches ni de pseudogley. Cet état de fait est à lier à la nature de la nappe qui n'assure une réduction qu'en hivernage, lorsque les eaux de crue sont assez abondantes pour créer une nappe d'inondation et une remontée de la nappe phréatique. La vitesse de ressuyage des eaux d'inondation empêche une hydromorphie permanente.

Texture

L'importante proportion de sables explique la texture grossière (sableuse) des sols ; peu évolués d'apport (fig.4). Cette texture serait liée aux processus d'alluvionnement et de colluvionnement sur le lit mineur qui alternent avec des phases de calme relative. Les alternances de lits grossiers et de lits fins trouvent leur explication dans cette dynamique pédohydrrique. En effet, le remblaiement colluvo-alluvial constitutif des bas-fonds est alimenté latéralement par l'érosion des versants et longitudinalement par les crues associées au ruissellement sur les interfluves (Raunet, 1982 ; Zeppenfeldt et Vlaar, 1990 ; Albergel et al., 1992 ; Duchaufour, 1997). Des niveaux sableux et des lits de gravillons s'observent alors fréquemment dans le remblaiement ; des conditions d'envoyage lent avec décantation fine et tranquille peuvent alterner avec des apports

brutaux plus grossiers. Nos résultats montrent une dominance des sables sur les argiles et les limons dans les zones du bas-fond étudiées. Ce fait est lié à la nature du matériau (originel, à l'ampleur du colluvionnement et à la texture sableuse des éléments transportés sur les versant adjacents. Le colluvionnement, qui est en étroite relation avec la faible structuration des sols de versant, et l'agressivité climatique de la zone renforcent la texture sableuse du matériau grossier en place et entraîne un enrichissement en sable. C'est ce qui explique la présence d'horizons allogènes sableux, à structure massive à particulaire qui recouvrent les horizons sablo-limoneux et argileux du bas-fond (fig.4). Ces horizons altèrent les qualités agronomiques des sols de bas-fond.

Sur le versant, la texture à dominante sableuse des sols rouges en surface est liée à un drainage oblique qui entraîne les éléments fins (argiles, limons) vers le bas-fond. Cette dynamique latérale est certainement associée à une autre dynamique verticale qui explique l'accumulation des éléments argileux dans les horizons profonds des sols développés sur cuirasse. Cette accumulation augmente dans les sols rouges pour atteindre un maximum (40 %) dans les sols beiges. Dans ces derniers, une lixiviation prononcée des éléments fins des horizons de surface vers des horizons profonds (fig.4) serait à l'origine de la texture sablo-argileuse à argilo-sableuse des horizons B (Bertrand, 1972 ; Brouwers, 1987 ; Zeppenfeldt et Vlaar, 1990 ; Albergel et al., 1992) : ce qui confère à l'horizon A une texture grossière. Dans de telles conditions, les horizons superficiels sont appauvris en argiles, en limons et en sesquiosydes.

Structure

La pauvreté en argile (fig.4 et fig. 5) pourrait expliquer la structure à dominante massive des sols de versant surtout à leur surface. Les sols rouges de bassins versants ont une structure massive quand ils sont sableux et une structure massive polyédrique subangulaire lorsqu'ils sont sablo-argileux (Albergel et al., 1992).

La structure polyédrique subangulaire des horizons B est liée à la présence d'argiles et de sesquiosydes qui ont une action cohésive à l'égard des particules sableuses et limoneuses. Dans le bas-fond, la structure polyédrique angulaire des sols hydromorphes à pseudogley est liée à la présence de ces éléments. Quant aux sols peu évolués d'apport, leur structure massive à particulaire trouve son explication dans les processus de colluvionnement et d'alluvionnement.

Matière organique

Sur le versant, les faibles teneurs en matière organique (0,9 et 10,3 g kg⁻¹) sont certainement dues à la zone agroécologique mais aussi au défrichement préalable à la mise en culture des sols qui réduit leur stock organique. En effet, la mise en culture des sols en zone tropicale provoque des pertes considérables par érosion et notamment une baisse du taux de matière organique (Dabin, 1980 ; Pieri, 1975, 1989). La faible utilisation du bas-fond et la couverture végétale quasi permanente pourraient expliquer les importantes teneurs en matières organiques trouvées (plus de 20 g kg⁻¹) dans les sols hydromorphes à pseudogley. Dans ces sols les teneurs sont également dues à une baisse de la minéralisation. En effet, l'activité biologique y est fortement modifiée par le déficit en oxygène. La rapide consommation d'oxygène par les micro-organismes aérobies en début de saturation et son faible renouvellement dans le sol saturé d'eau rendent le milieu anoxique (Vizier, 1989-1990) donc très peu favorable au développement des bactéries. Sur le versant par contre la texture grossière des horizons de surface favorise une aération du milieu et une oxydation rapide de la matière organique. La mise en culture accélère en effet la minéralisation de la matière organique (Feller, 1977 ; Dommergues, 1956 ; Moreaux, 1965 ; Fauck et al., 1969 cités par Pieri, 1989). L'évolution verticale de la teneur des composés humiques dans les sols de bas-fond serait liée à des processus d'érosion hydrique qui découpent les horizons superficiels des sols de versant ; les éléments fins (argiles, limons, humus) sont alors entraînés pour être déposés dans le bas-fond. Ce matériau déposé est moins riche en matière organique que les sols de bas-fond qu'il trouve sur place ; la teneur observée dans les horizons superficiels propres des sols du bas-fond est ainsi plus élevée (fig. 11).

La baisse des teneurs en matière organique avec la profondeur (fig. 10 et fig. 11) trouve son explication dans sa présence et sa concentration en surface. Cette hypothèse est d'ailleurs corroborée par les valeurs de C/N qui caractérisent le degré de minéralisation de la matière organique. Sur le versant, les valeurs indiquent une rapide minéralisation ($5 \leq C/N \leq 15$ en général). Dans le bas-fond, certaines valeurs ($C/N \geq 15$) résulteraient soit de la qualité de la matière organique (matières fortement lignifiées, pauvres en azote), soit de l'existence de conditions pédoclimatiques défavorables à l'activité microbienne (Vilain, 1987 ; Duchaufour, 1997).

Azote total

Nos résultats montrent que la teneur en azote est faible ($0.03 - 1.5 \text{ g kg}^{-1}$) et qu'elle est fonction de la teneur en matière organique (fig. 12). Ainsi les plus importantes teneurs en azote dans les sols de bas-fond sont dues à une plus importante présence de matière organique,

Phosphore

Les teneurs en phosphore des sols ferrugineux tropicaux sont faibles (Laurent et Brossard, 1991; Smeck, 1985 cité par Duchaufour, 1997) et la zone de Koutango ne constitue pas une exception. Sur le versant, les teneurs moyennes seraient liées à la réaction acide des sols qui favorise une solubilité des ions phosphates et augmente la part active du phosphore. La baisse des teneurs en phosphore assimilable avec la profondeur tient à l'augmentation du pH mais aussi à la diminution de la teneur en matière organique. Contrairement aux autres paramètres analytiques tels que les sesquioxydes, la mobilité des ions PO_4^{3-} est faible (Vilain, 1987). Aussi pensons-nous que les concentrations de phosphore dans les sols de bas-fond, comme d'ailleurs dans ceux de versant, sont liés à la présence des cations Al^{3+} et Fe^{2+} et non à des processus de drainage.

Acidité et aluminium échangeable

L'agressivité climatique qui appauvrit les sols (Coudray et Bouguerra, 1994) et le drainage pourraient en partie expliquer l'acidité des sols de versant. En effet l'altération des sols faiblement structurés sous l'action des eaux pluviales entraîne la lixiviation des éléments tels que le calcium (Pieri, 1989). Les faibles valeurs de capacité d'échange cationique pourraient également expliquer l'acidité des sols. Uexkull (1989) a signalé qu'une capacité d'échange cationique d'au moins $4 \text{ me}/100\text{g}$ est nécessaire pour empêcher les pertes par lessivage d'une grande partie des cations. Dans le bas-fond, les valeurs de ($5 \leq \text{pH} \leq 6$) sont liées aux quantités de matière organique (inférieure à 1 g kg^{-1}) et à la topographie qui favorise une accumulation d'éléments fins. Cependant, son évolution en fonction de la profondeur serait liée à des processus hydrodynamiques qui affectent le lit mineur. En effet, dans le bas-fond, le colluvionnement se traduit par des apports épisodiques d'éléments sableux qui renferment des éléments colloïdaux et humiques. Ces éléments apportés sont donc moins acides que les horizons de surface en place dans le bas-fond (fig.6). Nos résultats montrent que le pH est en général plus élevé

dans les sols du bas-fond que ceux du versant. Ce qui conforte en partie l'hypothèse de drainage oblique (Albergel *et al.*, 1992 ; Zeppenfeldt et Wlaar, 1990 ; Bertrand, 1973).

La différence entre le pH eau et le pH KCl montre une sensibilité des sols à l'acidification. Sur le versant, l'augmentation du pH en profondeur pourrait s'expliquer par un lessivage des éléments fins de la surface vers la profondeur ; par contre la diminution du pH en profondeur serait liée à la présence d'ions Al^{3+} (Boyer, 1976 ; Trinh, 1976 ; Uexkull, 1989). En effet, quand l'aluminium passe dans la solution du sol, il entraîne une libération constante d'ions H^+ qui renforcent l'acidité des sols et agit comme un tampon qui s'oppose à tout relèvement du pH tant qu'il n'est pas complètement éliminé du complexe absorbant (Boyer, 1976).

Les faibles teneurs en aluminium (0,01-1,00 mg/l) ainsi que leur évolution latérale et verticale pourraient s'expliquer par la réaction acide des sols. La teneur en aluminium présente une corrélation négative très significative avec le pH (tab. 3, tab. 5, tab. 6 et annexe 2). Certains auteurs pensent que l'aluminium échangeable n'existe que dans les sols acides (Ségalien, 1973 cité par Boyer, 1976), mais nos résultats montrent la présence d'aluminium échangeable dans des sols à pH supérieur à 5,5 voire supérieur à 6. A notre avis, c'est l'aluminium cristallisé, amorphe ou exprimé sous forme de complexes qui ressort dans nos analyses à ces valeurs de pH et non la forme échangeable soluble et toxique. Ceci est d'autant plus probable que la méthode d'extraction employée (percolation au sel neutre) soustrait en même temps que la fraction échangeable, les produits alumineux amorphes et cristallisés peu solubles (Trinh, 1976). La toxicité de l'aluminium se développe pour des pH inférieurs à 5 : au dessus de pH 5 l'ion Al^{3+} perd rapidement sa nocivité (Anderson et Brunet, 1993 cités par Duchaufour, 1997). La faible proportion de sols (11 %) qui recèlent des teneurs en aluminium échangeable supérieures à la valeur seuil définie par Boyer (1976) autorise encore des espoirs quant aux possibilités de contrecarrer le phénomène de toxicité aluminique sur le site d'étude (annexe 1).

Bases échangeables et complexe absorbant

Dans les sols du bas-fond les CEC les plus élevées (valeur ≥ 10) sont associées aux horizons les plus riches en matière organique et en argiles. Cela est dû à la nature colloïdale de ces argiles qui dote les sols d'une capacité fixatrice de cations. Cependant, les valeurs les plus élevées tiennent plus à la présence de matières organiques que d'argiles. En effet, non seulement la matière organique a une capacité d'échange

cationique plus élevée que les argiles, mais également elle développe plus de charges négatives (Legros, 1996). Sur le

versant, les plus faibles teneurs sont donc probablement dues aux faibles teneurs en matière organique des sols : les capacités d'échange cationique plus élevées des horizons B des sols lessivés seraient alors induites par la concentration d'argiles. Les sols rouges sableux ainsi que les horizons sableux de la surface des sols jaunes doivent leur capacité d'échange cationique à la présence de matière organique.

Les faibles valeurs de capacité d'échange cationique ($< 5 \text{ me/100 g}$) pourraient expliquer les faibles teneurs en bases échangeables ($< 5 \text{ me/100g}$). Aussi les variations de teneurs entre les sols de bas-fond et les sols de versant y trouvent-elles leur explication. Les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} préférentiellement fixés sur le complexe absorbant des argiles expliquent leurs proportions relatives dans les sols (teneurs en Ca et en Mg). Les faibles teneurs en bases échangeables surtout en calcium et magnésium (fig. 13) sont dues à la nature du matériau originel. Les taux de saturation des sols de versant seraient liés à leur acidité ($5 \leq \text{pH} \leq 6$ pour la majorité des sols) et à leur désaturation. Dans les sols acides, ces taux s'expliquent par la présence d'ions H^+ et Al^{3+} qui se fixent sur les sites initialement occupés par les bases ; surtout lors des phénomènes d'altération en milieu acide où les ions Ca^{2+} passent en solution. Dans le bas-fond, les taux seraient liés aux proportions de bases comparativement à la capacité d'échange cationique.

Salinité

Les sols du bassin versant sont très faiblement salés comme le montrent les valeurs de conductivité électrique qui sont inférieures à 0.5 dS/m . Cependant, la présence d'espèces halophytes (*Tamarix senegalensis*) laisse suggérer la présence de sels dans la zone. Les faibles valeurs de conductivité seraient donc liées à une élimination des sels par le ressuyage.

Analyse statistique

Le traitement a permis d'identifier des processus et de les hiérarchiser dans leur ordre d'importance. Ainsi, la détérioration de la structure des sols est le processus dominant dans le bassin versant. L'acidification est un processus secondaire mais déterminant qui précède la décomposition de la matière organique et la fertilité minérale et organique. Quant à la salinisation, elle constitue un processus latent au niveau du bassin versant.

Géomorphologie

Dans le paysage, la répartition des unités de sols se fait selon des critères qui intègrent des données climatiques et géomorphologiques. Ainsi, des corrélations naturelles se dégagent entre la géomorphologie et la pédologie qu'il est important de saisir. La méthode de cartographie basée sur un inventaire des sols existant en tant qu'unités isolées est complexe et souvent difficile à réaliser. Sur le terrain, ces unités constituent des séquences ordonnées mais qui peuvent être modifiées postérieurement à leur mise en place par des processus morphoclimatiques et pédogénétiques. Une façon de remédier à cette situation est de chercher les relations entre les unités de sols et les unités de paysage. Cette approche dite morphopédologique présente une importance capitale qui explique de plus en plus son adoption dans des travaux de cartographie divers. Généralement, les sols se développent dans des formations superficielles et ils présentent des différences d'évolution ou au moins des nuances selon leur position. La morphologie présente une grande importance dans la mesure où elle propose une vision originale concernant à la fois le temps et l'espace.

Dans le cadre d'une mise en valeur, cette approche permet de dégager les unités les plus importantes pour le développement agricole et les zones d'orientations culturelles.

Sur le terrain, cette répartition des sols en fonction du modelé a été observée et on distingue (fig.23) :

- le plateau qui est composé de sols rouges et de sols beiges profonds ; il présente localement des sols à cuirasse:
- le glacis qui est occupé par des sols peu évolués d'érosion et d'apport sur cuirasse. Cette dernière est soit affleurante, soit recouverte de sols d'épaisseur variable ;
- la terrasse qui est occupée par des sols ferrugineux tropicaux beiges profonds dont certains sont cuirassés en profondeur ; on y distingue également des sols rouges et
- le bas-fond qui présente des sols peu évolués d'apport et des sols hydromorphes sur alluvions.

Parmi ces unités géomorphologiques, seuls les sols de bas-fond (surtout les sols hydromorphes) sont dotés de potentialités chimiques et à un moindre degré de potentialités physiques assez satisfaisantes. Ils ont un niveau de fertilité intrinsèque relativement appréciable qui autorise une exploitation à condition de restaurer et

d'entretenir les fertilités physique et chimique. Quant aux sols de versant, ils sont plus ou moins dégradés et ils ont un niveau de fertilité faible

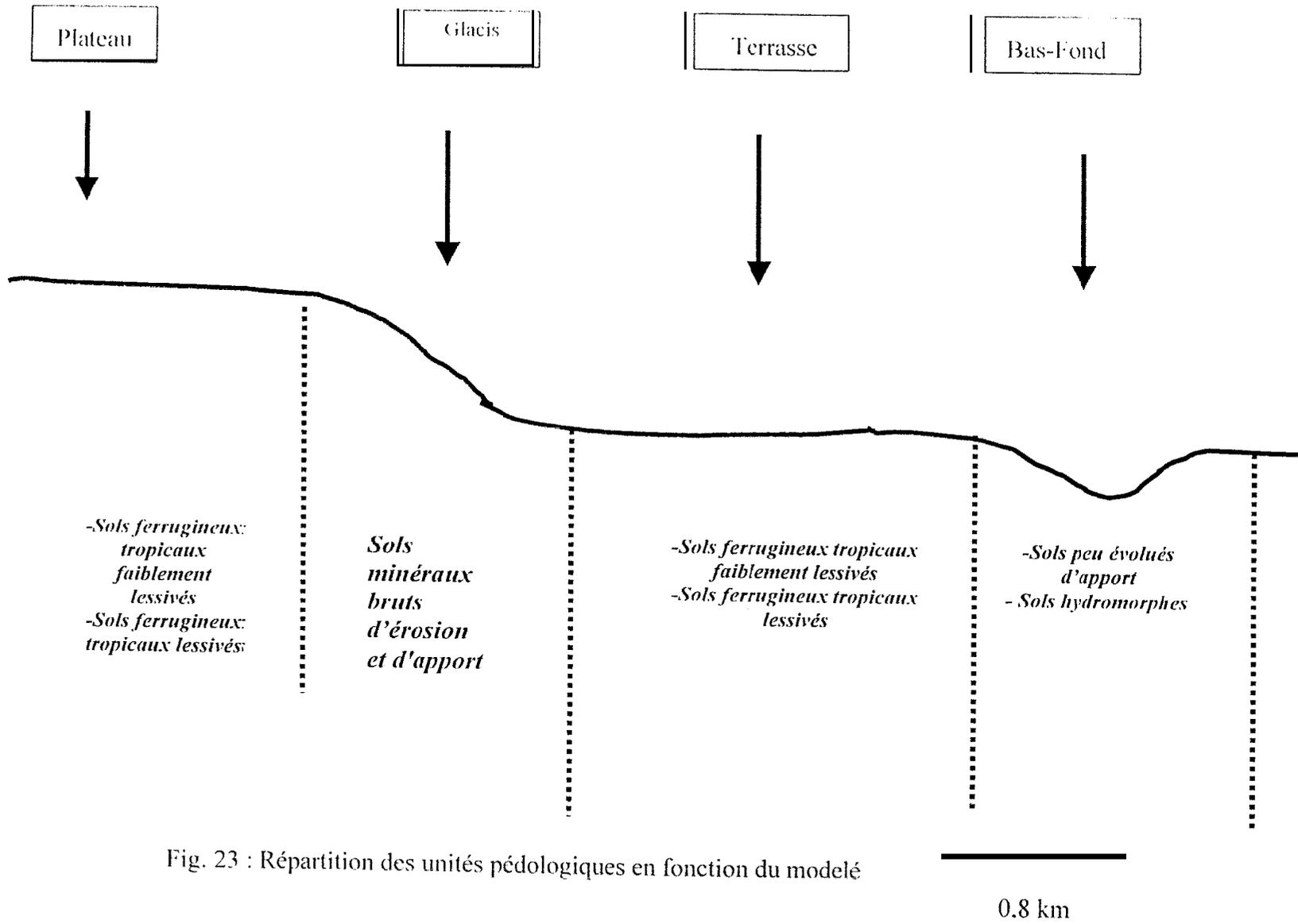


Fig. 23 : Répartition des unités pédologiques en fonction du modelé

CHAPITRE V
PROPOSITION D'UN PLAN DE
GESTION DES TERRES

Compte tenu des diverses contraintes que présente le bassin versant pour la production agricole il serait nécessaire de mettre en valeur le bas-fond. Sa mise en valeur passe par son aménagement. Or, tout aménagement de l'espace exige la prise en compte des composantes du milieu que sont la géologie, le relief, le climat et les sols qui constituent le milieu intégrateur de ces facteurs.

A l'échelle du bassin, ces différentes composantes sont définies par des relations naturelles qui existent entre elles et qui font du bassin versant l'unité d'exploitation par excellence du terroir. La réussite de l'aménagement dépend donc de l'importance accordée au versant. Ceci est d'autant plus vrai que la taille du bas-fond comparée à la population qui exploite les terres n'autorise pas un abandon complet des sols de versant malgré leur degré de dégradation.

En nous basant sur les résultats obtenus dans le bassin versant de Koutango, nous retenons de cette caractérisation que les conditions pédologiques des sols de versant ne sont pas plus favorables que dans les autres régions. Il s'agit donc essentiellement de tirer profit des conditions pédologiques et hydriques du bas-fond ainsi que de la sous-exploitation de cette zone pour mettre en place une infrastructure et utiliser des moyens qui permettent une exploitation plus diversifiée et plus intensive des sols.

Ces derniers présentent sur le versant des caractéristiques physiques (structure, texture) qui les rendent susceptibles à l'érosion mais aussi des propriétés chimiques défavorables (acidité, faible niveau de fertilité).

Compte tenu de l'ampleur de l'érosion hydrique qui affecte les sols de versant, l'infrastructure doit comporter des dispositifs de lutte anti-érosive et des actions de régénération des sols. Des ouvrages durables doivent être associés selon les cas à des mesures végétatives et au travail du sol.

Des techniques disponibles en courbes de niveau pour traiter l'érosion en nappe sont les haies vives, les cordons pierreux et les opérations culturales. Le traitement de l'érosion linéaire en rigole consistera à la mise en place de seuils en travers des ravines; (seuils de pierre sèche ou fascines pour petites ravines et seuils en gabions pour les grosses ravines). Il faudra dans ce cadre réhabiliter et protéger les pistes endommagées.

Ces actions doivent être couplées à des apports :

- d'amendements calciques pour relever le pH.
- d'amendements phosphatés et potassiques pour corriger les carences.

- d'amendements organiques pour relever le niveau de fertilité des sols de versant.

Ces actions permettront une conservation des eaux et des sols ainsi qu'une restauration de la qualité des sols. gage d'une gestion durable de l'espace agricole.

De même, la réintégration de la jachère dans les pratiques culturales doit être envisagée. Elle serait facilitée par la conduite d'activités agricoles au niveau du bas-fond.

Ce dernier, du fait de sa position dans la toposéquence, est peu affecté par l'érosion. Par contre, les apports massifs d'eau de ruissellement et sa charge solide lorsque les pluies dépassent une certaine quantité rendent sa mise en valeur et son aménagement difficiles et coûteux.

Une fois le versant stabilisé, des conditions écologiques plus favorables pourront régner en bas de pente.

Les orientations culturales diffèrent en fonction des unités géomorphologiques. Ainsi :

- le plateau pourrait être destiné à la culture ;
- le glacis dont la cuirasse limite la profondeur d'enracinement, pourrait avoir une vocation pastorale et servir également à la production de bois ;
- les sols de la terrasse offrent des possibilités agricoles considérables : ils pourraient être affectés aux cultures de rente et aux cultures de céréales ;
- malgré sa superficie limitée, le bas-fond recèle des potentialités édaphiques favorables à une intensification et une diversification agricoles moyennant quelques amendements. Mais, du fait de l'inondation sporadique en saison des pluies, le bas-fond n'a qu'un intérêt agricole local pour une éventuelle culture de riz de submersion et des cultures maraîchères de contre saison ; il pourrait également jouer un rôle dans les systèmes d'irrigation.

Pour ce faire, la contrainte hydrique doit être maîtrisée ; l'implantation d'une retenue devrait être envisagée. En effet, en l'absence d'aménagement, l'eau reste largement tributaire des aléas climatiques. Une fois la contrainte hydrique levée, la retenue pourra être utilisée à des fins agricoles (irrigation en saison sèche et irrigation d'appoint en saison des pluies) et pastorales. Des cultures maraîchères peuvent y être pratiquées. De même, des activités sociales (confection de briques), pourront y être menées. Pour y parvenir, des mesures conservatoires des eaux et des sols doivent être

prises pour assurer la viabilité des aménagements. De même, la maintenance de la retenue devra être faite.

Les populations rurales, principales bénéficiaires des aménagements, doivent être impliquées dans la réalisation de tels objectifs. En effet, l'aménagement du bas-fond, réalisé dans un cadre plus global d'aménagement du terroir, pourrait non seulement faciliter la valorisation de telles potentialités grâce à une meilleure maîtrise de l'eau et du régime hydrique, mais aussi permettre la mise en valeur de plus grandes superficies. Il devra être un aménagement concerté pour bénéficier de l'adhésion des populations. Ce qui pourrait se traduire par une baisse de l'exode rural.

CONCLUSIONS GENERALES

La caractérisation du bassin versant de Koutango a permis de distinguer cinq unités de sols aux caractéristiques physiques et biochimiques différentes. En effet, les analyses physiques montrent que la texture des sols est sableuse sur les horizons de surface du versant et sur ceux des sols peu évolués d'apport du bas-fond, elle est sablo-argileuse à argileuse sur les sols hydromorphes.

Ces résultats ont révélé qu'une partie de la composante édaphique du bas-fond recèle des potentialités agricoles meilleures que celles des sols de versants qui présentent des contraintes physiques et biochimiques défavorables à son développement agricole.

Les résultats montrent que les teneurs en bases échangeables, en phosphore, en azote, en matière organique et la capacité d'échange cationique sont faibles dans les sols de versant. Ces teneurs sont moyennes à fortes sur les sols hydromorphes.

Les sols se répartissent localement en fonction du modelé. Ainsi, le plateau est constitué de sols rouges et beiges, le glacis est occupé par des sols à cuirasse, la terrasse est le domaine des sols beiges mais également des sols rouges profonds tandis que le bas-fond est occupé de sols peu évolués d'apport et de sols hydromorphes profonds à pseudogley.

Le traitement statistique a permis de définir les critères de différenciation des sols. Il montre que les sols de bas-fond se différencient des autres unités pédologiques selon leur acidité et leur texture avec le drainage comme principal moteur de cette différenciation. Cette acidité constitue d'ailleurs l'une des principales contraintes chimiques des sols car elle est en étroite relation avec leur faible niveau de fertilité chimique et leur teneur en aluminium.

Comme autres contraintes, il y a la fragilité des sols qui ont de surcroît des teneurs faibles en matière organique, l'érosion hydrique qui ravine, l'érosion éolienne qui entraîne une déflation et la submersion du lit qui entraîne une asphyxie des sols de bas-fond.

Malgré ces alternances d'engorgement et de ressuyage et la présence d'espèces haliophytes, la conductivité électrique mesurée révèle la présence d'une faible quantité de sels solubles. Une caractérisation complémentaire du bas-fond durant la saison sèche serait nécessaire, lorsque les eaux de crue auront totalement disparu. En effet, la caractérisation n'a pas couvert tout le bassin versant, parce que d'une part, la submersion du lit n'a pas permis de creuser des fosses dans le bas-fond (surtout du côté

aval) (photos 1A, 1B, 2 et 3) ; d'autre part, sur la partie amont. c'est surtout le niveau de développement des cultures et l'absence d'espaces réservés à la jachère qui ont empêché le creusage des fosses.

La représentation des unités de sol est à affiner. Une prospection systématique ultérieure pourra permettre de préciser certains détails qui concernent la répartition des différents types de sol. le tracé précis des limites pédologiques. De même, la densité des observations et des transects pourra être augmentée. L'épaisseur de la couche argileuse mise en évidence par cette étude est faible. une caractérisation pédologique complémentaire doit être menée. Elle permettra de connaître les proportions respectives des sols hydromorphes et des sols peu évolués d'apport et de déterminer l'épaisseur de la couche argileuse au centre du lit.

Enfin, la carte d'utilisation du bassin versant est une carte d'identification des activités agricoles élaborée à partir d'une prospection effectuée sur le terrain. Seuls quelques vergers sont représentés. La carte d'occupation devra être élaborée à l'échelle de la parcelle pour connaître plus en détail l'utilisation du bas-fond.

La maîtrise de l'eau et l'érosion hydrique constituent les principaux facteurs limitant pour la mise en valeur du bas-fond.

Le schéma d'aménagement proposé pour ce bassin versant pourrait s'adapter aux spécificités de la zone de Koutango. Une mise en valeur du bas-fond devrait tenir compte des grandes lignes de cette proposition. Elle devra avoir comme principale priorité la protection des sols du bas-fond contre les processus de colluvionnement ; la mise au point de dispositifs de défense et restauration des sols dégradés de versants s'impose. D'une part parce que la réussite d'un aménagement dans le bas-fond dépend en partie d'une bonne qualité des sols et de la maîtrise de l'érosion sur les versants ; d'autre part, parce que l'aménagement du bas-fond pourrait non seulement servir de cadre à une intensification et une diversification des cultures. mais elle permettrait de réduire la pression anthropique, ne serait-ce que sur les terres marginales de versant. Ce qui irait dans le sens de leur restauration.

Compte tenu de la fragilité de l'écosystème du SBA, la productivité agricole peut être soutenue par une gestion supervisée du sol, de l'eau et des ressources végétales au sein du bassin versant. La maîtrise de l'eau par un aménagement doit être envisagée.

Un aménagement ne saurait être réalisé sans produire des effets qu'il convient de cerner afin de développer des stratégies qui visent à atténuer leurs conséquences néfastes. L'équilibre écologique devra être créé et maintenu dans la zone. Cet équilibre

passer par la mise au point de dispositifs destinés à contrecarrer les risques de dégradation des sols du bas-fond qui seraient induits par une forte concentration humaine autour de celui-ci lors d'un aménagement.

Des études de faisabilité doivent être menées pour voir quels types d'aménagement peuvent être envisagés pour une gestion durable de l'espace agricole.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGETIP, 1996. Programme de réhabilitation des stations ISRA. Informations et étude cartographique des sols de la station de Nioro. Rapport final, 24 p + 37 annexes.
- Albergel J.. 1988. Fonctionnement hydrologique des bas-fonds. Synthèse préliminaire. Programme CEE-CIRAD. n°TS2A 0017F CD. 28 p.
- Albergel J.. 1990. Une méthode "experte " pour la conception des barrages " anti-sel" dans les bas-fonds de basse et moyenne Casamance. Séminaire "Conservation et utilisation durable des ressources naturelles du bassin hydrographique de la Casamance". 22-26 Octobre 1990. Ziguinchor. Sénégal, 13 p.
- Albergel J., Bernard A., Dacosta H., Perez P. et Valentin C.. 1991. Projet pilote " Sine Saloum", bas-fond de Thyssé Kaymor. Rapport de synthèse. Volet morpho-pédologie. Programme CEE, CIRAD. n°TS2A 00 17F CD. ORSTOM, Dakar.
- Albergel J., Brunet D., Dubee G. et Montoroi J.P.,1991. Gestion d'un barrage anti-sel en basse Casamance (Sénégal)
- Albergel J., Lamachère J.M.et Lidon B., 1991. Mise en valeur des bas-fonds du Sahel. Typologie, fonctionnement hydrologique, potentialités agricoles. Rapport provisoire. CEE DG XII STD2, 28 Ip.
- Aubert G.. 1965. Classification des sols. Tableaux des classes, sous classes, groupes et sous groupes de sols utilisés par la section de Pédologie de l'ORSTOM. Cah. ORSTOM. Sér. Pédol., 3 (3)
- Bernard A., et Diatta G.. 1996. Caractérisation hydrologique des bassins versants de Thyssé Kaymor. Rapport technique
- Bertrand R., 197 1. Morphopédologie et orientations culturelles des régions soudaniennes du Sine-Saloum (Sénégal). Agron. Trop., 27 (11)
- Bertrand R., 1973., Morptopédologie et orientations culturelles des régions soudaniennes du Sine-Saloum (Sénégal). Doc IRAT, 297 p.
- Beye G., 1977. Dégradation des sols au Sénégal, situation actuelle et perspective. En cours de publication, 19 p.
- Boyer J., 1976. L'aluminium échangeable : incidences agronomiques, évaluation et correction de sa toxicité dans les sols tropicaux. Cah. ORSTOM., Sér. Pédol.. 1-F (4) : 259-249
- Brouwers M, 1957. Etudes morpho et hydropédologiques dans la région de Thyssé Kaymor (Sine-Saloum. Sénégal). Doc. Agron. Trop. (5), 40 p.
- Chamussy H., Charre J., Dumolard P., Durand M,et Le Berre M., 1957.. Initiation aux pratiques statistiques en géographie. Masson Paris.
- Cissé L., 1951. Note succincte sur l'acidification des sols sableux esondés du Sénégal : processus et correction, 10 p.

- Coudray J. et Bouguerra M.L., 1994. Environnement en milieu tropical. Actualité Scientifique, AUPELF, UREF. 195 p.
- Dabin B., 1980-1981. Les matières organiques dans les sols tropicaux normalement drainés. Cah. ORSTOM. Sér. Pedol., 26 (3-4) : 193-213.
- Dancette C., 1981. Conservation des eaux et des sols au Sénégal. Rapport d'activité, 53 p.
- D'Hoore J.L., 1964. La carte des sols au 1/5 000 000. Lagos. Commission de coopération technique en Afrique, 209 p. et cartes.
- Diack M., Sène M. et Badiane A.N., 1999. *Piliostigma reticulatum* used for soil organic matter build up : effect on the soil quality and crop yield in the peanut basin of Senegal. Paper prepared for the first annual Workshop of Inter CRSP. West Africa group. Kaolack (Senegal), January 11-13, 1999.
- Diack M., 1998. *Piliostigma reticulatum* dans un parc à *Cordyla pinnata* : effet sur la régénération des sols dégradés au Sénégal. Mémoire de titularisation. ISRA, 46 p.
- Duchaufour P., 1997. Pédologie : sol, végétation, environnement. Abrégés de Pédologie. Masson 5^e édition, 291 p.
- Dugué P., Roose E. et Rodriguez L., 1993. L'aménagement de terroirs villageois et l'amélioration de la production agricole au Yatenga (Burkina Faso). Une expérience de recherche/développement. Cah. ORSTOM, Sér. Pédol. 28 (3) : 385-402
- Foule MM. d'A., Gilard O. et Piaton H., 1986. Petits barrages en terres au Burkina Faso. Bilan et analyse critique. 180 p. et 34 annexes.
- Gaucher G., 1981. Les facteurs de la pédogenèse. Traité de pédologie agricole. Tome 2. 730 p.
- Lamachère J.M., Maizi P., Serpantie G. et Zombre P., 1991. Un petit bas-fond en zone tropicale sèche. Fonctionnement et aménagement - Burkina Faso - Yatenga - région de Bidi. Séminaire internationale Tananarive.
- L'appartient J. R., 1995. Le Continental terminal et le pléistocène ancien du bassin sénégal-mauritanien. Stratigraphie, diagenèse, sédimentation, altération, reconstitution des paléorivages au travers des cuirasses. Thèse de doctorat es sciences naturelles. 285 p.
- Laurent J. Y. et Brossard M., 1991. Etude comparée de la détermination du phosphore total des sols tropicaux. Cah. ORSTOM, Sér. Pédol., 26 (3) : 281-285.
- Legros J. P., 1996. Cartographie des sols. De l'analyse spatiale à la gestion des territoires. Presses Polytechniques et Universitaires, 321 p.
- Malou R., Dacosta H., Akpo E. L., Diome F. et Sambou S., 1998. Caractérisation hydrologique et hydrogéologique du bassin versant de Koutango. Rapport scientifique. 37 p.

- Maignien R., 1965. Carte pédologique du Sénégal au 1/1 000 000. ORSTOM, Dakar. 63 p.
- Mémento de l'Agronome. 1974. 1591 p.
- Plan National d'Action pour l'Environnement, 1997. Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature. 157 p.
- Michel P., 1973. Les bassins versants des fleuves Sénégal et Gambie. Etude géomorphologique. ORSTOM, Paris. 365 p.
- Niang M., 1979. Erosion des sols et aménagement de l'espace rural dans l'unité expérimentale de Thyssé Kaymor. Séminaire, 3 p.
- Ndiaye J. P., 1979. Evaluation en chaux de quelques sols du Sine-Saloum. Rapport d'activité
- Pieri C., 1975. Utilisation des engrais dans les sols de la zone semi-aride du Sénégal. Rapport d'activité
- Pieri C., 1976. L'acidification des terres de culture exondées au Sénégal. Agron. Trop., 32 (3) : 339-368.
- Pieri C., 1989. Fertilité des terres de savanes. Bilan de 30 ans de recherche et de développement agricoles au sud du Sahara. CIRAD, 444 p.
- Perez P., Sarr P.S. et Sène M., 1991. Projet pilote « Sine-Saloum ». Bas-fond de Thyssé Kaymor. Rapport de synthèse. Volet Agronomie. Programme CEE-CIRAD n°TS2A 00 17 F CD. ORSTOM. Dakar.
- Plan Minéral de la République du Sénégal, 1984. Ministère du Développement industriel et de l'Artisanat. Direction des Mines et de la Géologie. Tome 1.
- Raunet M., 1983. Bas-fond en Afrique et à Madagascar. Formation, caractères morpho-pédologiques, hydrologie. aptitudes agricoles. IRAT. service pédologique.
- Ruellan A. et Dosso M., 1993. Regards sur le sol, 191 p.
- Ruellan P., Sène hl., Juncksr E., Diatta M. et Perez P., 1990. Défense et restauration des sols/ Fiches techniques. ISRA/UNIVAL. Collection fiches techniques. 7 fiches et photos.
- Roose E., 1967. Dix années de mesure de l'érosion et du ruissellement au Sénégal. Agron. Trop., 22 (2) : 123-152
- Sarr P. L., 1981. Analyse des effets induits par l'intensification des cultures sur quelques caractéristiques physico-chimiques d'un sol ferrugineux tropical du Sénégal (Nioro du Rip). Thèse de doctorat, 100 p.
- Sarr B. et Fall M., 1998. Suivi agroclimatique de la campagne agricole pour l'estimation des rendements des cultures pluviales au Sénégal. Rapport annuel ISRA/CERAAS, 18 p.

- Ségalien P.. 1969. Contribution à la connaissance de la couleur des sols à sesquioxydes de la zone intertropicale : sols jaunes et sols rouges. Cah. ORSTOM. Sér. Pédol.. 7 (2) : 225-235
- Sène M., Perez P. et Diatta M., 1992. Défense et restauration des sols. fertilisation des cultures et techniques culturales. Rapport d'activité Recherche: Développement. 14 p.
- Sène M. et Perez P.. 1994. Contraintes et possibilités de valorisation des ressources naturelles dans le sud du Sud Bassin Arachidier (Sine Saloum Sénégal).
- Sène M., Diack M. et Badiane A.N., 1999. Phosphogypsum efficiency to correct soil P deficiency and/or soil acidity. Paper prepared for the first annual Workshop of InterCRSP. West Africa group. Kaolack (Senegal), January 11-13. 1999. 8 p.
- Stancioff A., Staljanssens M. et Tappan G.. 1986. Cartographie et Télédétection des ressources de la République du Sénégal. Etude de la Géologie, de l'Hydrologie, des Sols, de la Végétation et des Potentiels d'Utilisation des sols. Direction de l'Aménagement du Territoire. Agency for International Development (USAID), Remote Sensing Institute. SDSU-RSU-86-01. 653 p.
- Thiero S.A.. 1998. Importance des terres de bas-fond dans le Mali-Sud : localisation des zones aménagées et leur mise en valeur. In Aménagement et mise en valeur des bas-fonds au Mali. Bilan et perspectives nationales. Intérêt pour la zone de savane Ouest africain. Actes du Séminaire 21-25 Octobre 1996. Sikasso-Mali. 491 p.
- Trinh S., 1976. L'aluminium échangeable des sols acides de quelques pays d'Afrique et de Madagascar. Cah. ORSTOM, Sér. Pédol.. 28 (3) : 207-218.
- Uexkull H. R. von. 1989. Emploi rationnel des engrais sur les sols acides en zones tropicales humides. Bulletin FAO. Engrais et nutrition végétale. 56 p.
- Vilain M.. 1987. Les composantes de la production végétale. Sér. Agriculture d'Aujourd. Sciences Techniques Applications. 1 (2).
- Vincké C.. 1995. La dégradation des systèmes écologiques sahéliens. Effet de la sécheresse et des facteurs anthropiques sur l'évolution de la végétation ligneuse du Ferlo. Mémoire de fin d'étude. 82 p.
- Vizier J. F.. 1989-1990. Etude du fonctionnement des milieux saturés d'eau. Une démarche physico-chimique. Cah. ORSTOM. Sér. Pédol., 25 (4) : 431-442.
- Zeppenfeldt T., Vlaar J.C.J., 1990. Mise en valeur des bas-fonds en Afrique de l'Ouest. Synthèse préliminaire de l'état des connaissances. CIEH/UAW, 137 p.

PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES



1A



1B

Photos 1A-1B .-. Vues d'ensemble du bas-fond



Photo 2 .-. Activité piscicole dans le bas-fond

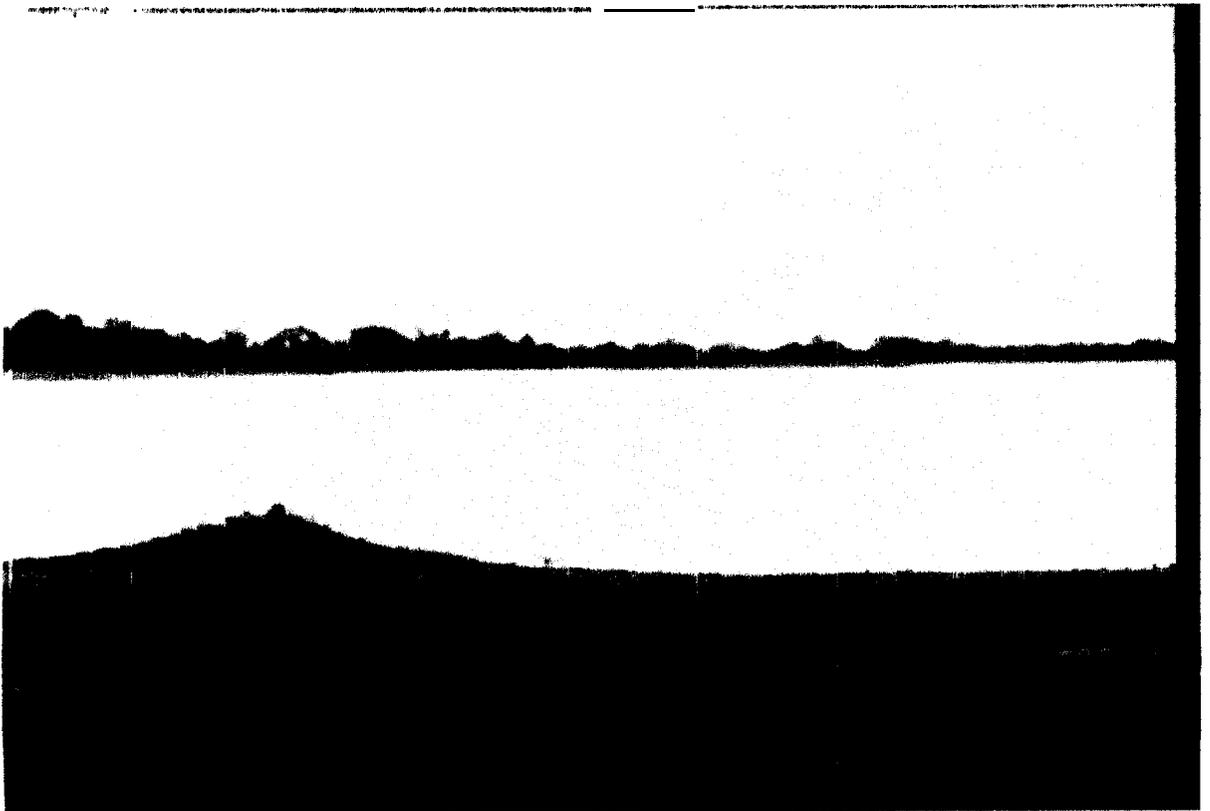


Photo 3 .-. Submersion du lit (côté aval du bas-fond)



4A

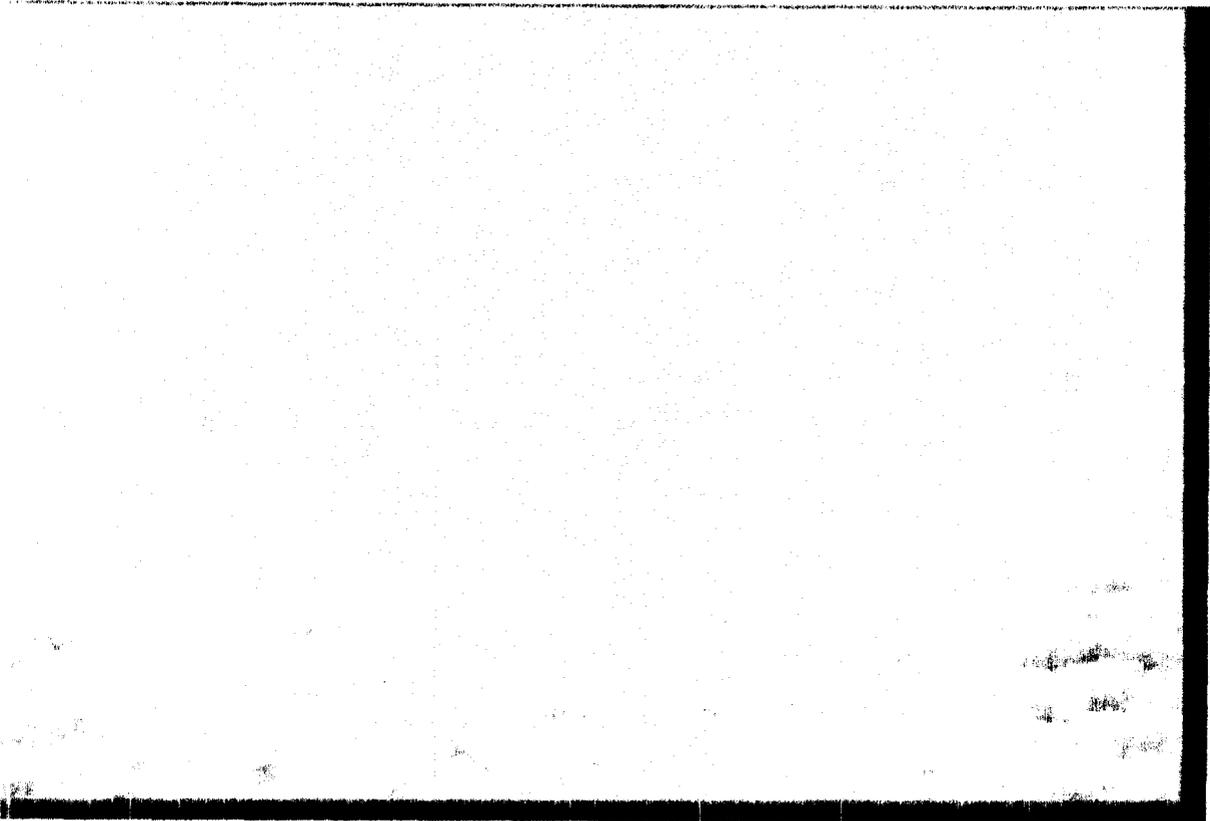


4B

Photos 4 A-4B: Images montrant l'occupation du bas-fond (parcours)



5A



5B

Photos 5A-5B.-. Cultures sur les sols de versant (arachide/ mil)



Photo 6 : Ravin dans le bassin versant



Photo 6 : Profil pédologique d'un sol ferrugineux tropical lessive

LISTE DES FIGURES

	Pages
<i>FIGURES DANS LE TEXTE</i>	
Figure 1 : Carte de localisation du bassin versant de Koutango	9
Figure 2 : Carte d'emplacement des transects	13
Figure 3 : Localisation des profils pédologiques sur la toposéquence	15
Figure 4 : Variation de la teneur en argile avec la profondeur dans le bas-fond	22
Figure 5 : Variation de la teneur en argile avec la profondeur dans les sols beiges	23
Figure 6 : Variation du pH avec la profondeur dans le bas-fond	24
Figure 7 : Variation du pH avec la profondeur sur le versant	24
Figure 8 : Variation du pH le long de la surface des toposéquences	24
Figure 9 : Variation de la teneur en matière organique dans les horizons de la surface et le long des toposéquences	25
Figure 10 : Variation de la teneur en matière organique en fonction de profondeur sur le versant	26
Figure 11 : Variation de la teneur en matière organique en fonction de la profondeur dans le bas-fond	27
Figure 12 : Variation de la teneur en azote avec la profondeur dans les sols	28
Figure 13 : Variation de la somme des bases échangeables avec la profondeur dans les sols	29
Figure 14 : Variation de la capacité d'échange cationique avec la profondeur dans les sols	30
Figure 15a : Nuage des variables et des individus dans le plan factoriel 1-2 (Horizon de surface)	35
Figure 15b : Nuage des variables et des individus dans le plan factoriel 1-3 (Horizon de surface)	36
Figure 15c : Nuage des variables et des individus dans le plan factoriel 1-5 (Horizon de surface)	36
Figure 16a : Nuage des variables et des individus dans le plan factoriel 1-2 (Traitement global)	40

Figure 16b : Nuage des variables et des individus dans le plan factoriel 1-3 (Traitement global)	40
Figure 17a : Nuage des variables et des individus dans le plan factoriel 1-5 (Traitement global)	42
Figure 17b : Nuage des variables et des individus dans le plan factoriel 1-6 (Traitement global)	43
Figure 17c : Nuage des variables et des individus dans le plan factoriel 1-7 (Traitement global)	43
Figure 18 : Carte des sols	44
Figure 19 : Proportions des différentes unités de sol du bassin versant	45
Figure 20 : Carte des caractéristiques fonctionnelles des sols	46
Figure 21 : Carte d'utilisation des sols	47
Figure 22 : Carte du niveau de fertilité	48
Figure 23 : Répartition des unités de sol en fonction du modelé	58

FIGURES EN ANNEXE

ANNEXE 1

Figure 1 : Triangle des textures

ANNEXE 2

- Figure 1a : Nuage des variables et des individus dans le plan factoriel 1-4
(Horizon de surface)
- Figure 1b : Nuage des variables et des individus dans le plan factoriel 2-3
(Horizon de surface)
- Figure 2a : Nuage des variables et des individus dans le plan factoriel 1-4
(Traitement global)
- Figure 2b : Nuage des variables et des individus dans le plan factoriel 1-
(Traitement global)
- Figure 2c : Nuage des variables et des individus dans le plan factoriel 2-3
(Traitement global)

LISTE DES TABLEAUX

Pages

TABLEAUX DANS LE TEXTE

Tableau 1 : « Communality » des variables, valeur propre et inertie des facteurs (Horizon de surface)	32
Tableau 2 : Matrice factorielle (Horizon de surface)	33
Tableau 3 : Matrice factorielle après rotation (Horizon de surface)	33
Tableau 4 : « Communality » des variables, valeur propre et inertie des facteurs (Traitement global)	38
Tableau 5 : Matrice factorielle (Traitement global)	39
Tableau 6 : Matrice factorielle après rotation (Traitement global)	39

TABLEAUX EN ANNEXES

ANNEXE I

Tableau 1 : Données pluviométriques de la zone de Nioro	
Tableau 2 : Classification des sols du Sénégal	
Tableau 3 : Variation superficielle de la texture le long de la toposéquence	
Tableau 4 : Proportion d'aluminium échangeable dans le complexe absorbant des sols	

ANNEXE II

Tableau 1a : Matrice de l'analyse corrélatoire (Horizon de surface)	
Tableau 1 b : Matrice de l'analyse corrélatoire (Horizon médian)	
Tableau 1 c : Matrice de l'analyse corrélatoire (Horizon profond)	
Tableau 1 d : Matrice de l'analyse corrélatoire (Traitement global)	
Tableau 2a : « Communality » des variables, valeur propre et inertie des facteurs (Horizon médian)	
Tableau 2b : « Communality » des variables, valeur propre et inertie des facteurs (Horizon profond)	
Tableau 3a : Matrice factorielle (Horizon médian)	
Tableau 3b : Matrice factorielle après rotation (Horizon médian)	
Tableau 4a : Matrice factorielle (Horizon profond)	
Tableau 4b : Matrice factorielle après rotation (Horizon profond)	

ANNEXE 1

Mois	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec	Total (mm)
Années										
1969	0	0	10.5	370.8	301.5	261.7	49.1	0	0	999,9
1970	0	0.4	37.4	176.3	205	121.1	31.8	0	0	595,7
1971	0	0	77.4	177.1	296.8	201.1	19.2	0	0	738,9
1972	0	0	80.4	42.1	194.4	144.9	24.7	0	0	493,8
1973	0	0	80.1	126.1	219.4	135.6	14.8	0	0	576,8
1974	0	0	21.5	130.4	255.6	96.7	25.7	0	0	529,9
1975	0	0	21.1	259.9	300.4	100.7	52.7	0	0	974,8
1976	0	15.3	54	232.5	157.5	197.4	100	0	4	760,7
1977	0	1	19	64.6	162.5	246.5	22	0	0	514.6
1978	0	0	76.6	191.6	254.5	156.2	23.5	55	0	75714
1979	0	0	211.2	210.5	240.5	90	14.5	0	6	828,2
						181.6	24.8		3	523.1
1981	0	5.7	31.6	233	211.1	174.6	66.6	0	0	786,2
1982	0	0.2	7	148.8	220.5	103.3	61.9	0	0	541,7
1983	0	8	64.8	40.4	72.1	109.9	22	0	0	417,5
1984	0	1.2	182	72.3	113.6	125.3			0	
1985	0	0.8	34.3	170.3	152.6	132.9	21.8	0,0	18,9	531,6
1986	0	0,5	107	140,6	34,1	296,8	44	0	0	489
					335.5	208.8	117.7	0	0	901.7
1988	0	4.5	36.6	263.2	410.1	183.1	18.5	0	0	916
1989	0	0	161.4	170.3	298.4	113.1	71.9	0	0	824,1
1990	0	0	26	113.9	269.1	68	77.1	0	0	554,1
1991	0	0	0	159.7	132.4	190.6	43.9	0	0	526,6
1992	0	31,3	57.7	125.3	283.8	209.5	51.2	0	0	758,8
1993	0	0	45,5	267,1	271	89,6	88,6	0	0	761,8
1994	0	0	38,4	201	294,8	152,4	61,8	49,8	0	798,2
1995	0	0,8	38,5	236,1	252,5	129,7	39,1	0	0	696,7
1996	0	0	17,7	197,7	155,6	116,6	24,9	0	0	512,5
1997	0	9	109,7	71,9	227,7	192,3	9,3	0	0	619,9
1998	0	0	25	93,5	291,2	149,2	27,5	0	0	586,4

Tab. 1: Données pluviométriques de la zone de Niore (Source: Sarr et Fall. Service Agrobioclimatologique. CNRA Bambey : 1998)

CLASSE	SOUS-CLASSE	GRUPE	SOUS-GROUPE	FAMILLE
I SOLS MINERAUX BRUTS	origine non climatique	d'érosion	lithiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cuirasse ferrallitique sur grès ▪ Cuirasse ferrallitique sur marno-calcaire · Cuirasse ferrallitique sur schistes et grès argileux · Cuirasse ferrugineuse sur grès argileux · Eboulis et cuirasses ferrugineuses
		d'apport	Miens. marins	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dunes vives siliceuses ▪ Plages marines
II SOLS PEU EVOLUES	origine non climatique	d'érosion	Lithiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gravillonnaires sur cuirasse ferrugineuse ▪ Sur quartzites
		d'apport	A hydromorphie faiblement salés	<ul style="list-style-type: none"> · Sur colluvions sabio-argileuses · Sur levées sableuses · Sur levées sableuses marines
IV VER TISOLS	à pédoclimat très humide	hydromorphes à surface de structure massive	intergrades sols hydromorphes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sur alluvions argileuses
	à pédoclimat temporairement humide	litomorphe à surface de structure fine	intergrades sols lithiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sur diabases · Sur schistes et roches schisteuses basiques
		litomorphe à surface de structure massive	sols modaux	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sur marnes
			intergrades sols ferrugineux	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sur marnes et marno-calcaire
V SOLS ISOHUMIQUES	sols à climat chaud pendant une courte saison des pluies	sols bruns subarides	intergrades sols hydromorphes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sur sables colluviaux souvent calcaires en profondeur · Sur alluvions sableuses
			modaux	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sur marnes
		sol brun rouge	intergrades sols ferrugineux	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sur sables siliceux
			Faiblement évolués	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sur sables siliceux

Tableau 2 : Classification des sols du Sénégal (Maignien, 1965)

CLASSE	SOUS-CLASSE	GROUPE	SOUS-GROUPE	FAMILLE	
VIII SOLS A SESQUIOXYDES	sols ferrugineux tropicaux	faiblement lessivés	lessivés en fer	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sur sables siliceux ▪ Sur grès sablo-argileux ▪ Sur sables argileux remaniés ▪ Sur colluvions sablo-argileuses à argilo-sableuses ▪ Sur grès sablo-argileux concrétionné ou cuirassé en profondeur ▪ Sur diabases 	
			Sans taches ferrugineuses ou faiblement tachetés	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sur grès sablo-argileux ▪ Sur sables siliceux ▪ Sur levées sableuses 	
			A taches et concrétions ferrugineuses	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sur grès sablo-argileux ▪ Sur grès sablo-argileux et colluvions sableuses ▪ Sur arènes granitiques 	
			A concrétions et cuirasses ferrugineuses	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sur grès sablo-argileux ▪ Sur schistes gréseux 	
			A pseudogley et concrétions ferrugineuses	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sur schistes ▪ Sur grès sablo-argileux 	
	IX SOLS HALOMORPHES	sols ferralitiques	faiblement ferralitiques	Sols modaux	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sur grès sablo-argileux ▪ Sur colluvions gréseuses
				Intergrades hydromorphes humifères	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sur alluvions argileuses
	X SOLS HYDRMORPHES	Structure non dégradée	sols salins	Intergrade à pseudogley	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sur alluvions argileuses
				solonchaks	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sur alluvions argileuses ▪ Sur alluvions sableuses
	X SOLS HYDRMORPHES	moyennement organiques	sols miques à gley	Gley de surface	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sur vases marines ▪ Sur argile de décantation
Gley de profondeur				<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sur colluvion sableuses 	
minéraux		sols à pseudogley	Pseudogley de surface	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alluvions diverses ▪ Colluvions sableuses ▪ Alluvions argileuses 	
			Taches et concrétions ferrugineuses en surface	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sur colluvions sablo-argileuses 	

Tableau 2 : Classification des sols du Sénégal (Maignien, 1965) (suite)

ECHANTILLONS	texture	ECHANTILLONS	texture	ECHANTILLONS	texture	ECHANTILLONS	texture
Transect 1		Transect 2		Transect 7		Transect 8	
T1P1 (0-22 cm)	sable	T2P1 (0-70 cm)	sable	T7P1(0-40cm)	sable limoneux	T8P1 (0-59 cm)	sable
T1P2 (0-22 cm)	sable	T2P2 (0-24 cm)	sable	T7P1' (0-67 cm)	sable limoneux	T8P2 (0-37 cm)	sable
T1P3 (0-31 cm)	sable	T2P3 (0-26 cm)	sable	T7P1" (0-69 cm)	sable limoneux	T8P3 (0-25 cm)	sable
T1P4 (0-33 cm)	sable	T2P4 (0-17cm)	sable				
Transect 3		Transect 4		Transect 9		Transect 10	
T3P1 (0-28 cm)	sable	T4P1 (0-75 cm)	sable	T9P1 (0-51 cm)	sable limoneux	T10P1 (0-24 cm)	sable
T3P2 (0-33 cm)	sable	T4P2(0-34 cm)	sable	T9P2 (0-20 cm)	sable	T10P2 (0-42 cm)	sable
T3P3 (0-15 cm)	sable	T4P3(0-28 cm)	sable	T9P1' (0-40 cm)	sable limoneux	T10P3 (0-20 cm)	sable
T3P4 (0-18 cm)	sable	T4P4(0-22 cm)	sable	T9P4 (0-39 cm)	sable limoneux	T10P4 (0-28 cm)	sable
Transect 5		Transect 6		Transect 11		Transect 12	
T5P1(0-64 cm)	sable	T6P1(0-27 cm)	sable	T11P1 (0-32 cm)	sable	T12P1 (0-24 cm)	sable limoneux
T5P2 (0-20 cm)	sable	T6P2 (0-29 cm)	sable	T11P2(0-18 cm)	sable	T12P2 (0-16 cm)	sable
T5P3 (0-26 cm)	sable	T6P3 (0-20 cm)	sable limoneux	T11P3 (0-25 cm)	sable limoneux	T12P3 (0-32 cm)	sable
T5P4 (0-32 cm)	sable limoneux	T6P4 (0-24 cm)	sable limoneux	T11P4 (0-27cm)	sable	T12P4 (0-12 cm)	sable

Tab. 3 : Variation superficielle de la texture le long de la toposéquence

ECHANTILLONS	Al3+/S+Al3+	ECHANTILLONS	Al3+/S+Al3+	ECHANTILLONS	Al3+/S+Al3+
T1P1(0-22 cm)	21,33	T4P4(0-22 cm)	20,28	T9P2(20-66 cm)	0
T1P1(22-52 cm)	3,51	T4P4(2-56 cm)	20,03	T9P2(66-133 cm)	0
T1P1(52-+)	20,3	T4P4(56-130 cm)	7,76	T9P2(133-210 cm)	0
T1P2(0-22 cm)	0	T4P4(30-200 cm)	0	T9P3(0-40 cm)	0
T1P2(22-53 cm)	15,92	T5P1(0-64 cm)	0	T9P3(40-85 cm)	0
T1P2(53-200 cm)	0	T5P1(64-200 cm)	0	T9P3(85-100 cm)	0
T1P3(0-31 cm)	16,21	T5P2(0-20 cm)	35,46	T9P3(168-205 cm)	0
T1P3(31-51 cm)	3,77	T5P2(20-49 cm)	0	T9P4(0-39 cm)	1,97
T1P3(51-200 cm)	0	T5P2(49-122 cm)	1,75	T9P4(39-71 cm)	0
T1P4(0-33 cm)	10,62	T5P2(122-167 cm)	0	T9P4(71-140 cm)	0
T1P4(33-60 cm)	6,41	T5P3(0-26 cm)	10,05	T10P1(0-24 cm)	0
T1P4(60-200 cm)	2,47	T5P3(26-68 cm)	8,73	T10P1(24-45 cm)	0
T2P1(0-70 cm)	0	T5P3(68-110 cm)	8,14	T10P1(45-100 cm)	0
T2P1(70-118 cm)	34,65	T5P4(0-32 cm)	0	T10P1(100-200 cm)	0
T2P1(118-165)	0	T5P4(32-136 cm)	0	T10P2(0-42 cm)	22,22
T2P2(0-24)	0	T6P1(0-27 cm)	0	T10P2(42-78 cm)	6,72
T2P2(24-107)	16,67	T6P1(27-105 cm)	0	T10P2(78-156 cm)	2,23
T2P2(107-185)	2,11	T6P1(105-164 cm)	0	T10P2(156-202 cm)	0
T2P2(185-200)	44,76	T6P2(0-29 cm)	0	T10P3(0-20 cm)	13,17
T2P3(0-26 cm)	4,31	T6P2(29-54 cm)	0	T10P3(20-67 cm)	10,24
T2P3(26-96 cm)	18,13	T6P2(54-150 cm)	0	T10P3(67-129 cm)	0
T2P3(96-175 cm)	0	T6P3(0-20 cm)	0	T10P3(129-200 cm)	16,56
T2P3(175-200 cm)	0	T6P3(20-52 cm)	0	T10P4(0-28 cm)	7,09
T2P4(0-7 cm)	20,86	T6P3(52-120 cm)	3,51	T10P4(28-80 cm)	8,74
T2P4(7-70 cm)	0	T6P3(120-183 cm)	0	T10P4(80-200 cm)	0
T2P4(70-200 cm)	0	T6P4(0-24 cm)	0	T11P1(0-32 cm)	0
T3P1(0-28 cm)	0	T6P4(24-61 cm)	2,94	T11P1(32-69 cm)	0
T3P1(28-42 cm)	0,7	T6P4(61-117 cm)	35,43	T11P1(69-108 cm)	0
T3P1(42-73 cm)	0	T6P4(117-130 cm)	32,44	T11P1(108-153 cm)	0
T3P1(73-178 cm)	25,82	T7P1(0-40 cm)	0	T11P1(153-200 cm)	35,56
T3P1(178-154 cm)	13,82	T7P1(40-72 cm)	7,26	T11P1(200-8 cm)	33,28
T3P1(154-200 cm)	0	T7P1(72-102 cm)	7,08	T11P2(18-47 cm)	26,42
T3P2(0-33 cm)	10,03	T7P2(0-57 cm)	0	T11P2(47-73 cm)	15,9
T3P2(33-70 cm)	3,86	T7P2(57-137 cm)	1,88	T11P2(73-78 cm)	12,22
T3P2(70-200 cm)	34,84	T7P2(137-200 cm)	1,6	T11P3(0-25 cm)	0
T3P3(0-15 cm)	34,06	T7P3(0-69 cm)	0	T11P3(25-41 cm)	9,18
T3P3(15-64 cm)	9,88	T7P3(69-127 cm)	0	T11P3(41-100 cm)	29,44
T3P3(64-162 cm)	0	T7P3(127-200 cm)	1,11	T11P3(100-123 cm)	43,29
T3P3(162-200 cm)	0	T8P1(0-59 cm)	0	T11P4(0-27 cm)	0
T3P4(0-18 cm)	29,26	T8P1(59-130 cm)	8,33	T11P4(27-80 cm)	0
T3P4(18-62 cm)	24,42	T8P1(130-200 cm)	0	T11P4(80-130 cm)	1,18
T3P4(62-200 cm)	3,38	T8P2(0-37 cm)	0	T12P1(0-24 cm)	0
T4P1(0-75 cm)	0	T8P2(37-34 cm)	0	T12P1(24-37 cm)	4,47
T4P1(75-126 cm)	5,15	T8P2(34-50 cm)	6,81	T12P1(37-70 cm)	33,09
T4P1(126-200 cm)	0	T8P2(50-196 cm)	8,26	T12P1(70-90 cm)	26,55
T4P2(0-34 cm)	0	T8P3(0-25 cm)	26,2	T12P2(0-16 cm)	0
T4P2(34-82 cm)	0	T8P3(25-60 cm)	28,64	T12P2(16-33 cm)	3,59
T4P2(82-200 cm)	3,98	T9P1(3-51 cm)	0	T12P2(33-38 cm)	10,2
T4P3(0-28 cm)	0	T9P1(51-89 cm)	0	T12P3(0-32 cm)	0
T4P3(28-60 cm)	0	T9P1(89-146 cm)	0	T12P3(32-58 cm)	0
T4P3(60-145 cm)	0	T9P1(146-200 cm)	0	T12P4(0-12 cm)	9,82
T4P3(145-200 cm)	0	T9P2(0-20 cm)	1,95	T12P4(12-47 cm)	0

Tab.4 : Proportion d'aluminium échangeable dans le complexe absorbant des sols

Cette formule (Al3+/S+Al3+) a été définie par Boyer (1976). Selon lui, la toxicité aluminique apparaît dans les sols lorsque ce rapport dépasse 30 %.

Al3+ teneur en aluminium échangeable des sols

S somme des bases échangeables,

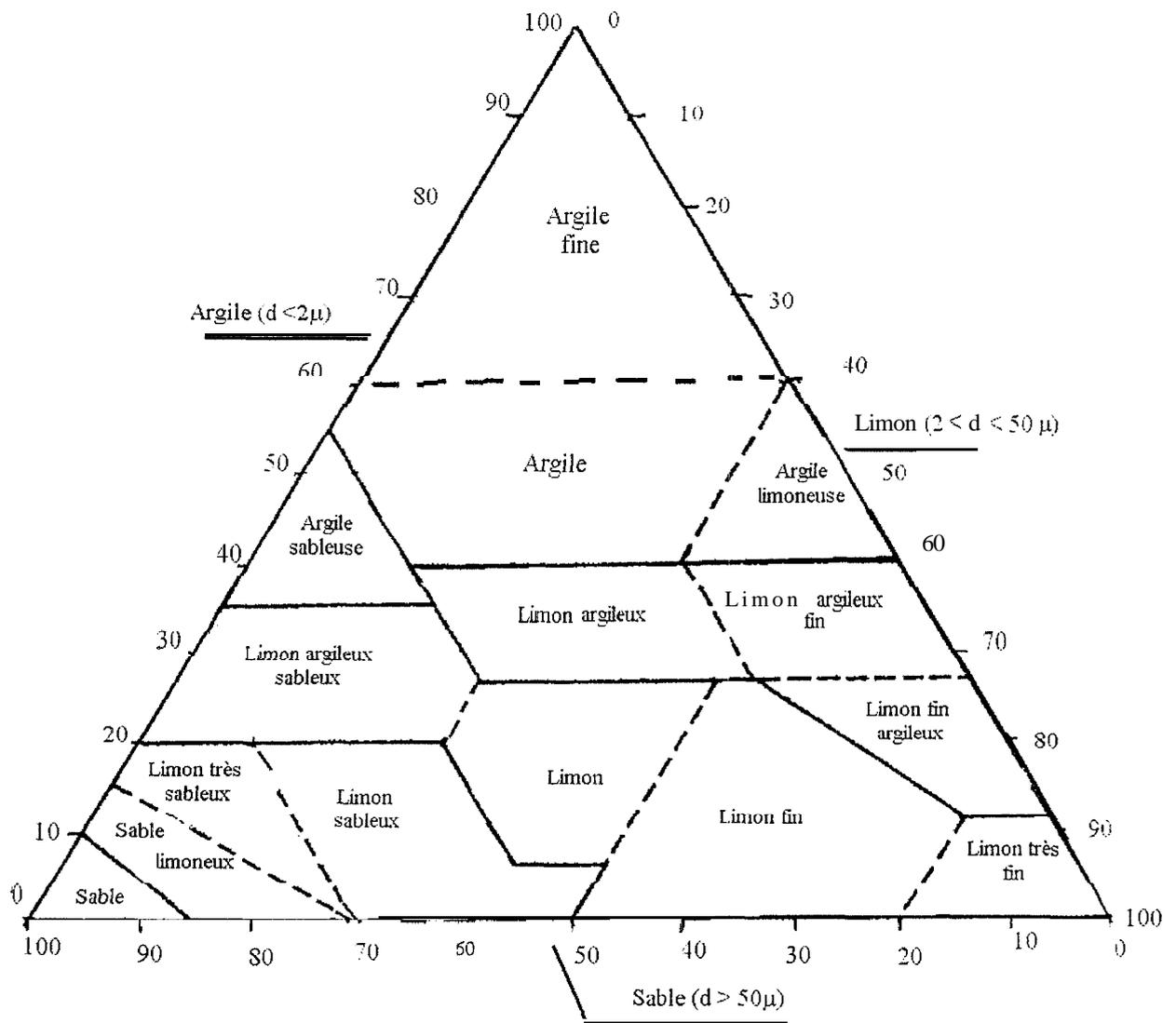


Fig. 1 : Triangle des textures

ANNEXE II

	Arg.	lim.	sable	pH2O	pKCl	CE	Carb.	N	Pass	Mo	Ca	Mg	K	Na	CEC	S	V	Acto.	Al3	H
Arg.	1,00																			
lim.	0,37	1,00																		
sable	-0,83	-0,82	1,00																	
pH2O	-0,20	0,004	0,12	1,00																
pKCl	-0,19	0,06	0,08	0,91	1,00															
CE	-0,07	0,04	0,02	-0,42	-0,25	1,00														
C	0,23	0,27	-0,30	-0,31	-0,10	0,57	1,00													
N _T	0,29	0,31	-0,36	-0,22	-0,03	0,44	0,96	1,00												
Pass	0,03	0,38	-0,25	0,11	0,19	0,26	0,40	0,42	1,00											
Mo	0,41	0,66	-0,64	0,13	0,26	0,06	0,50	0,60	0,61	1,00										
Ca	0,42	0,49	-0,55	0,39	0,51	-0,14	0,22	0,32	0,50	0,69	1,00									
Mg	0,47	0,56	-0,62	0,19	0,33	-0,06	0,25	0,32	0,46	0,69	0,80	1,00								
K	0,12	0,02	-0,09	0,22	0,21	-0,01	0,22	0,31	0,24	0,30	0,20	0,35	1,00							
Na	-0,00	-0,24	0,18	-0,04	-0,07	-0,14	-0,01	0,00	0,00	-0,16	0,23	0,14	0,03	1,00						
CEC	0,40	0,53	-0,57	0,25	0,31	-0,15	0,17	0,26	0,50	0,59	0,92	0,85	0,20	0,36	1,00					
S	0,44	0,49	-0,56	0,36	0,48	-0,15	0,23	0,33	0,49	0,70	0,99	0,86	0,127	0,27	0,94	1,00				
V	-0,21	-0,22	0,26	0,35	0,43	-0,04	0,07	0,05	-0,02	0,00	0,10	-0,02	0,04	0,20	-0,07	0,10	1,00			
Acto.	-0,02	-0,24	0,16	-0,69	-0,68	0,22	0,18	0,15	-0,23	-0,30	-0,50	-0,52	-0,20	0,11	-0,44	-0,50	-0,26	1,00		
Al ³⁺	-0,03	-0,28	0,17	-0,67	0,65	0,23	0,06	0,01	-0,23	-0,30	-0,51	-0,48	-0,20	0,04	-0,45	-0,51	-0,25	0,94	1,00	
H	-0,09	-0,19	0,17	-0,50	-0,48	0,08	0,21	0,24	-0,17	-0,22	-0,34	-0,40	-0,16	0,20	-0,30	-0,34	-0,13	0,69	0,54	1,00

Tab.1a : Matrice de l'analyse corrélatoire (Horizon de surface)

	Arg.	lim.	sable	pH2O	pKCl	CE	Carb.	N	Pass	Mo	Ca	Mg	K	Na	CEC	S	V	Acto.	Al3	H	
Arg.	1,00																				
lim.	0,45	1,00																			
sable	-0,28	-0,33	1,00																		
pH2O	-0,30	-0,25	0,96	1,00																	
pKCl	0,00	-0,15	0,07	0,09	1,00																
CE	<u>0,38</u>	0,79	-0,12	-0,07	-0,05	1,00															
C	<u>0,49</u>	0,81	-0,13	-0,10	-0,06	0,98	1,00														
N _T	0,21	0,56	-0,05	0,01	-0,10	0,69	0,69	1,00													
Pass	<u>0,48</u>	0,75	-0,24	-0,12	-0,07	0,74	0,70	0,50	1,00												
Mo	0,60	0,76	-0,05	-0,01	-0,07	0,87	0,88	0,67	0,81	1,00											
Ca	0,60	0,82	-0,17	-0,11	-0,11	0,82	0,84	0,61	0,79	0,90	1,00										
Mg	0,15	0,03	0,01	0,01	-0,26	0,10	0,12	<u>0,35</u>	0,27	0,27	0,24	1,00									
K	<u>0,31</u>	0,19	-0,33	-0,26	-0,13	0,03	0,02	0,15	0,55	0,23	0,24	0,37	1,00								
Na	0,69	0,80	-0,19	-0,13	-0,10	0,77	0,78	0,61	0,86	0,96	0,91	<u>0,30</u>	<u>0,42</u>	1,00							
CEC	0,61	0,77	-0,09	-0,04	-0,06	0,86	0,87	0,67	0,84	0,995	0,93	0,29	0,30	0,97	1,00						
S	-0,01	0,09	0,43	0,44	0,14	<u>0,35</u>	<u>0,36</u>	<u>0,37</u>	0,24	<u>0,40</u>	<u>0,34</u>	0,26	0,00	0,25	<u>0,39</u>	1,00					
V	0,20	0,06	-0,60	-0,59	-0,10	-0,03	-0,03	-0,15	0,05	-0,10	-0,11	-0,10	0,37	0,03	-0,08	-0,49	1,00				
Acto.	-0,92	-0,77	0,35	0,33	0,07	-0,63	-0,71	-0,40	-0,67	-0,77	-0,79	-0,12	-0,31	-0,85	-0,78	-0,03	-0,16	1,00			
Al ³⁺	0,32	0,16	-0,60	-0,51	-0,11	-0,04	-0,07	-0,11	<u>0,42</u>	0,05	0,07	0,13	0,76	0,26	0,10	-0,43	0,76	-0,30	1,00		
H	<u>0,31</u>	0,18	-0,40	-0,27	-0,08	-0,04	-0,08	-0,04	0,58	0,16	0,19	0,28	0,82	<u>0,36</u>	0,21	-0,24	<u>0,31</u>	-0,30	0,86	1,00	

Tab.1b : Matrice de l'analyse corrélatrice (Horizon médian)

	Arg.	lim.	pH2O	pKCl	CE	Carb.	N	Pass	Mo	Ca	Mg	K	Na	CEC	S	V	Al ³⁺	sable	Acto	II
Arg.	1,00																			
lim.	0,11	1,00																		
pH2O	-0,38	-0,35	1,00																	
pKCl	-0,38	-0,34	0,93	1,00																
CE	-0,01	0,00	0,08	0,09	1,00															
C	0,25	0,47	-0,19	-0,26	0,04	1,00														
N _T	0,55	0,49	-0,30	-0,34	0,02	0,88	1,00													
Pass	0,15	0,07	0,01	-0,09	-0,18	0,62	0,52	1,00												
Mo	0,27	0,45	-0,16	-0,23	0,01	0,98	0,87	0,64	1,00											
Ca	0,52	0,15	0,06	-0,07	-0,09	0,56	0,62	0,47	0,58	1,00										
Mg	0,64	0,03	-0,11	-0,13	-0,01	0,42	0,60	0,31	0,44	0,63	1,00									
K	0,16	0,14	-0,12	-0,19	0,20	0,20	0,21	0,02	0,15	0,16	0,09	1,00								
Na	0,17	-0,04	0,03	-0,04	-0,35	0,16	0,23	0,06	0,17	0,08	0,22	-0,03	1,00							
CEC	0,68	0,26	-0,23	-0,30	-0,09	0,60	0,71	0,43	0,62	0,92	0,70	0,22	0,11	1,00						
S	0,58	0,14	0,02	-0,10	-0,10	0,57	0,67	0,46	0,59	0,98	0,75	0,20	0,15	0,93	1,00					
V	-0,23	-0,16	0,54	0,47	0,01	-0,14	-0,19	0,05	-0,14	0,00	-0,01	-0,07	0,14	-0,22	0,00	1,00				
Al ³⁺	0,21	0,64	-0,64	-0,58	-0,03	0,40	0,40	0,12	0,37	-0,07	-0,04	0,14	-0,01	0,17	-0,06	-0,37	1,00			
sable	-0,92	-0,48	0,47	0,47	0,01	-0,41	-0,67	-0,16	-0,41	-0,52	-0,57	-0,20	-0,14	-0,70	-0,57	0,27	-0,43	1,00		
Acto.	0,20	0,60	-0,68	-0,60	-0,08	0,35	0,36	0,09	0,31	-0,12	-0,08	0,14	-0,01	0,14	-0,11	-0,42	0,96	-0,41	1,00	
II	0,11	0,31	-0,62	-0,52	-0,20	0,09	0,11	0,00	0,07	-0,14	-0,12	0,08	0,10	0,06	-0,13	-0,36	0,57	-0,22	0,72	1,00

Tab.1c : Matrice de l'analyse corrélatrice (Horizon profond)

	Arg.	lim.	pH2O	pKCl	CE	Carb.	N	Pass	Mo	Ca	Mg	K	Na	CEC	S	V	Al3	sable	Acto.	H
Arg.	1,00																			
lim.	0,20	1,00																		
pH2O	-0,27	-0,28	1,00																	
pKCl	-0,30	-0,25	0,93	1,00																
CE	0,00	-0,04	-0,06	0,00	1,00															
C	0,05	0,47	-0,18	-0,09	0,19	1,00														
N _T	0,20	0,50	-0,20	-0,12	0,14	0,95	1,00													
Pass	0,07	0,27	0,02	0,02	-0,01	0,52	0,54	1,00												
Mo	0,15	0,56	-0,12	-0,05	-0,03	0,67	0,63	0,46	1,00											
Ca	0,40	0,49	0,08	0,07	-0,09	0,58	0,62	0,54	0,72	1,00										
Mg	0,52	0,40	-0,06	-0,02	-0,05	0,47	0,55	0,44	0,57	0,76	1,00									
K	0,10	0,08	-0,02	-0,05	0,08	0,14	0,20	0,13	0,13	0,15	0,16	1,00								
Na	0,15	0,07	-0,14	-0,14	-0,17	0,03	0,04	0,08	0,42	0,21	0,19	0,06	1,00							
CEC	0,52	0,53	-0,10	-0,09	-0,11	0,49	0,56	0,50	0,70	0,94	0,81	0,19	0,34	1,00						
S	0,43	0,49	0,05	0,05	-0,10	0,58	0,63	0,54	0,73	0,99	0,83	0,19	0,27	0,95	1,00					
V	-0,18	-0,13	0,45	0,45	0,02	0,08	0,04	0,08	0,04	0,10	0,05	-0,01	0,07	-0,07	0,10	1,00				
Al ³⁺	0,23	0,35	-0,61	-0,58	0,00	0,04	0,07	-0,04	0,02	-0,14	-0,12	0,05	0,16	0,01	-0,13	-0,35	1,00			
sable	-0,92	-0,56	0,33	0,35	0,02	-0,23	-0,36	-0,17	-0,34	-0,53	-0,60	-0,12	-0,16	-0,65	-0,56	0,20	-0,33	1,00		
Acto.	0,25	0,33	-0,63	-0,56	-0,03	0,04	0,06	-0,06	0,23	-0,09	-0,08	0,06	0,43	0,10	-0,06	-0,36	0,88	-0,34	1,00	
H	0,15	0,16	-0,42	-0,34	-0,07	0,03	0,02	-0,06	0,43	0,03	0,01	0,04	0,64	0,18	0,07	-0,19	0,36	-0,19	0,73	1,00

Tab. 1 d : Matrice de l'analyse corrélatoire (Traitement global)

Variables	Communality	Facteur	Valeur propre	Inertie (% relatif)	% cumulé
Arg	1	1	8,93072	44,7	
---Limon	1	2	4,24196	21,2	65,9
pH H ₂ O	0,97049	3	1,92275	9,6	75,5
pHKCl	0,96621	4	1,1996	6	81,5
CE	0,47458	5	0,92082	4,6	86,1
C	0,98844	6	0,82381	4,1	90,2
N _T	0,99028	7	0,57112	2,9	93,1
P _{ASS}	0,74923	8	0,44777	2,2	95,3
MO	0,97004	9	0,33583	1,7	97
Ca	0,99873	10	0,1884	0,9	97,9
Mg	0,97089	11	0,17159	0,9	98,8
K	0,50345	12	0,11185	0,6	99,3
Na	0,91926	13	0,08345	0,4	99,7
CEC	0,99575	14	0,02492	0,1	99,9
S	0,9988	15	0,01527	0,1	99,9
V	0,81678	16	0,00647		
Al ³⁺	0,99995	17	0,00293	0	100
Sable	1	18	0,0007	0	100
Acto	0,99998	19	1	0	100
H	0,99997	20	0,00001	0	100

Tab.2a: "Communality" des variables, valeur propre et inertie des facteurs (Horizon médian)

Variable	Communality	Facteur	Valeur propre	Inertie (% relatif)	% cumulé
Arg	1	1	7,29875	36,5	36,5
Limon	0,99998	2	4,07378	20,1	56,9
pH H ₂ O	0,9576	3	1,85284	9,3	66,1
pHKCl	0,9326	4	1,49338	7,5	73,0
CE	0,48746	5	1,02135	5,1	75,7
C	0,97682	6	0,89554	4,3	83,2
N _T	0,92063		0,783 12	3,9	87,1
P _{ASS}	0,59476	8	0,62931	3,1	90,2
MO	0,97217	9	0,51149	2,6	92,8
Ca	0,99401	10	0,46137	2,3	95,1
Mg	0,92033	11	0,32953	1,6	96,8
K	0,4778	13	0,2725	1,4	98,1
Na	0,5461	13	0,21059	1,1	99,2
CEC	0,96438	14	0,07015	0,4	99,5
S	0,99579	15	0,04655	0,2	99,8
V	0,45702	16	0,01903	0,1	99,8
Al ³⁺	0,96164	17	0,01487	0,1	99,9
			0,01336	0,1	100
Acto	0,97226	19	0,0025	0	100
Sable	0,7896	20	0	0	100

Tab.2b: "Communality" des variables, valeur propre et inertie des facteurs (Horizon profond)

	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3	Facteur 4
Arg	0,679	-0,22 1	0,107	0,317
Limon	0,855	0,027	0,760	-0,065
pH H ₂ O	-0,289	0,746	-0,397	0,190
pHKCl	-0,224	0,709	-0,463	0,210
CE	-0,118	0,128	0,111	0,762
C	0,851	0,305	0,227	-0,087
N _T	0,871	0,307	0,273	-0,076
P _{ASS}	0,663	0,318	-0,034	-0,343
MO	0,889	-0,099	-0,244	0,095
Ca	0,942	0,248	-0,025	0,041
Mg	0,330	0,176	0,031	0,004
K	0,292	-0,0 10	-0,609	-0,441
Na	0,403	-0,592	-0,589	0,045
CEC	0,370	0,02 1	-0,086	0,074
S	0,959	0,201	-0,055	0,050
V	0,260	0,656	-0,350	0,051
Al ³⁺	0,075	-0,774	0,2-i 1	-0,056
Sable	-0,868	0,148	-0,193	-0,1 97
Acto	0,271	-0,897	-0,127	0,090
H	0,340	-0,693	-0,523	0,176

Tab.3 a : Matrice factorielle (Horizon médian)

	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3	Facteur 4
Arg	0,639	-0,223	0,299	-0,276
Limon	0,869	-0,209	-0,003	0,072
pH H ₂ O	-0,184	0,873	-0,166	-0,079
pHKCl	-0,110	0,881	-0,074	-0,083
CE	-0,026	0,193	-0,013	-0,763
N _T	0,946 _{0,919}	0,007 _{0,029}	-0,149	0,104
P _{ASS}	0,680	0,164	-0,063	0,418
MO	0,732	0,01-i	0,485	0,056
Ca	0,954	0,149	0,126	0,057
Mg	0,333	0,056	0,117	0,082
K	0,162	0,295	0,435	0,598
Na	0,1%	-0,147	0,892	0,152
CEC	0,923	0,009	0,3 17	0,012
s	0,955	0,13 1	0,182	0,059
V	0,327	0,712	-0,040	0,083
Al ³⁺	-0,048	-0,770	0,269	-0,037
Sable	0,037	-0,582	0,772	-0,019
Acto	0,093	-0,237	0,914	0,001
H	-0,845	0,253	-0,2 12	0,164

Tab.3 b : Matrice factorielle après rotation (Horizon médian)

	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3	Facteur 4	Facteur 5
Arg	0,694	0.110	-0,593	-0,024	0,135
Limon	0.521	-0,386	0.335	-0,147	0,298
pH H ₂ O	-0,501	0.710	0.285	-0,031	0,169
pHKCl	-0,552	0,595	0.247	-0,049	0,175
CE	-0,074	0.030	0.044	-0,833	0,138
C	0,795	0.133	0,526	-0,052	-0,020
N _T	0,900	0.140	0.217	-0,033	0,103
P _{ASS}	0,496	0.299	0,455	0,203	-0,360
MO	0,792	0.176	0,514	-0,013	-0,050
Ca	0,701	0,590	0,081	-0,023	-0,142
Mg	0,635	0,469	-0,301	0,033	0,056
K	0,264	-0,037	-0,041	-0,435	0,303
Na	0,176	0.133	-0,032	0,670	0,515
CEC	0,855	0,347	-0,193	-0,026	-0,127
S	0,741	0,596	-0,133	0,010	-0,075
V	-0,330	0,469	0,232	0,126	0,458
Al ³⁺	0,528	-0,714	0,228	-0,024	0,129
Sable	-0,815	0,052	0,392	0,078	-0,234
Acto	0,300	-0,781	0,178	0,037	0,084
H	0,294	-0,700	-0,041	0,256	-0,031

Tab.4 a : Matrice factorielle (Horizon profond)

	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3	Facteur 4	Facteur 5
Arg	0,870	0,278	-0,071	0,124	0,080
Limon	-0,015	0,506	0,122	0,418	0,184
pH H ₂ O	-0,205	-0,896	0,062	0,029	0,131
pHKCl	-0,265	-0,816	-0,021	0,042	0,114
CE	-0,057	-0,167	-0,042	0,718	-0,413
C	0,277	0,184	0,889	0,159	0,055
N _T	0,538	0,258	0,686	0,204	0,142
P _{ASS}	0,190	-0,040	0,762	-0,296	-0,078
MO	0,301	0,154	0,893	0,104	0,053
Ca	0,776	-0,179	0,476	-0,032	-0,063
Mg	0,810	-0,087	0,210	0,012	0,107
K	0,192	0,081	0,036	0,579	-0,006
Na	0,185	0,003	0,036	-0,206	0,828
CEC	0,844	0,117	0,420	0,009	-0,063
S	0,537	-0,161	0,449	-0,018	0,009
V	-0,163	-0,600	0,024	0,115	0,454
Al ³⁺	-0,089	0,830	0,304	0,242	0,104
Sable	-0,108	0,883	0,244	0,168	0,100
Acto	-0,0x0	0,778	-0,002	-0,114	0,124
H	-0,761	-0,440	-0,102	-0,270	-0,142

Tab.4 b : Matrice factorielle après rotation (Horizon profond)

ANNEXE III

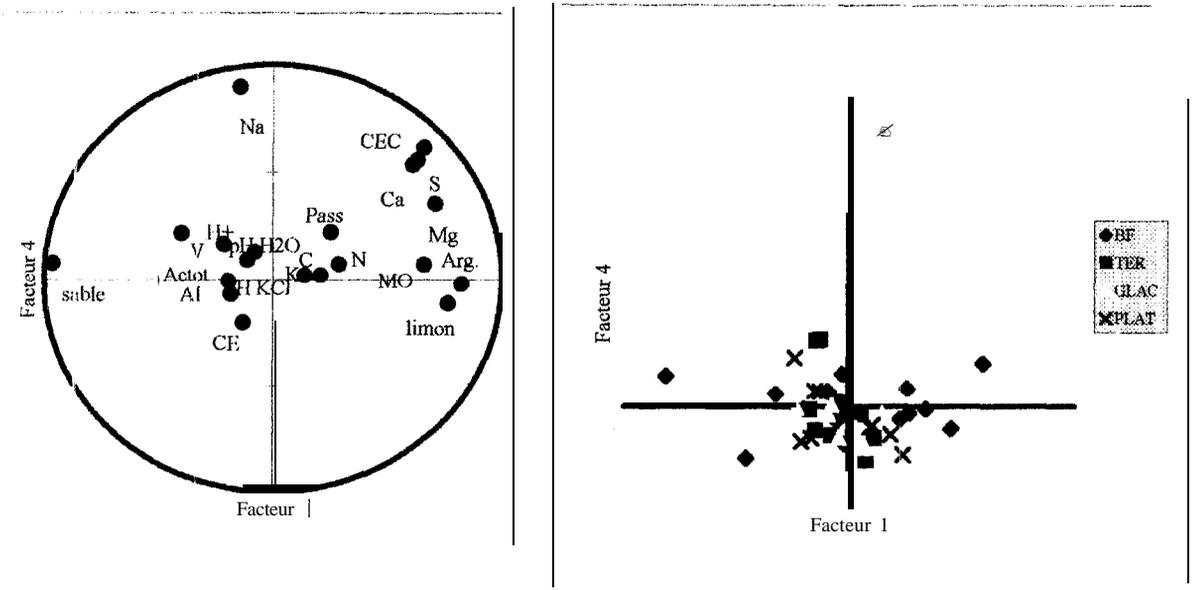


Fig. 1a : Nuage des variables et des individus dans le plan factoriel 1-4 (Horizon de surface)

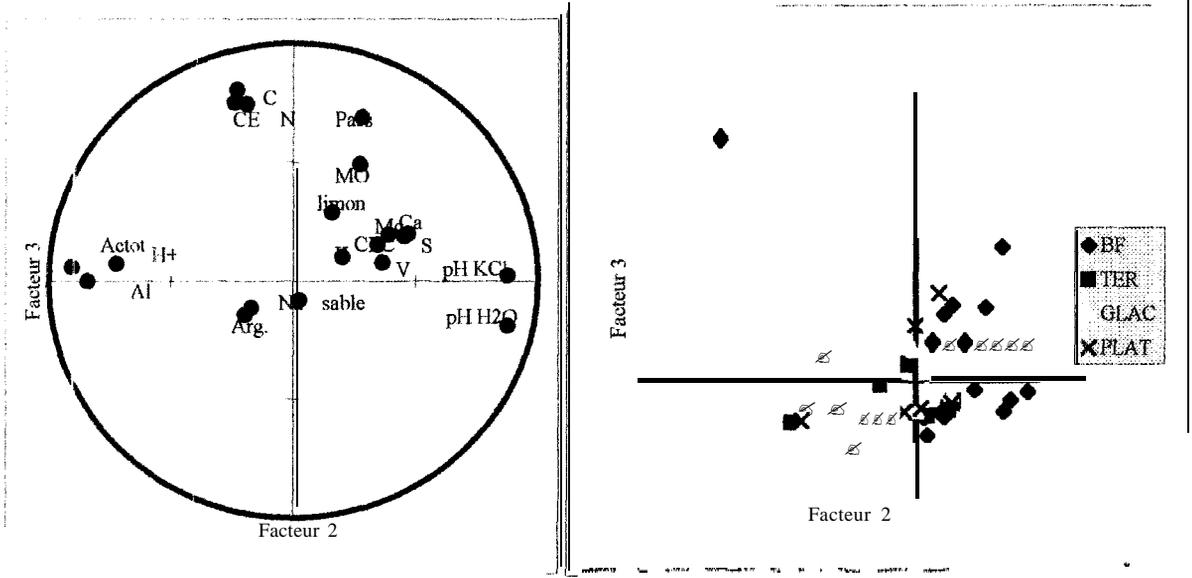


Fig. 1b : Nuage des variables et des individus dans le plan factoriel 2-3 (Horizon de surface)

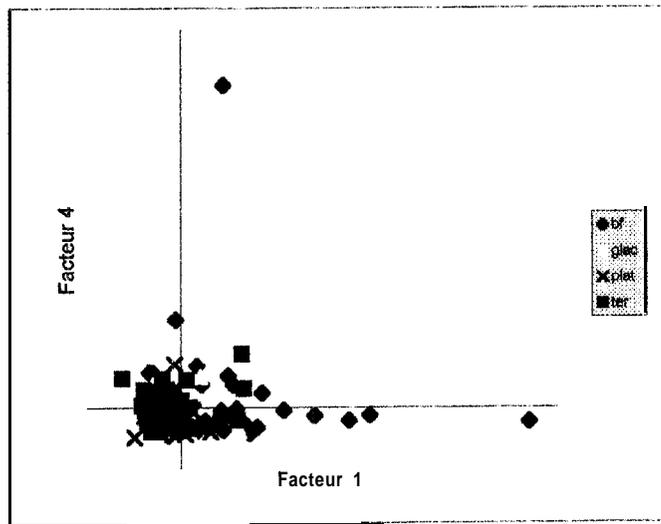
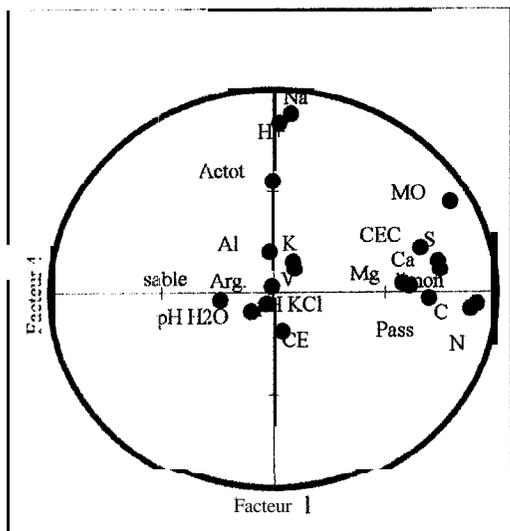


Fig.2a : Nuages des variables et des individus sur le plan factoriel 1-4 (Traitement global)

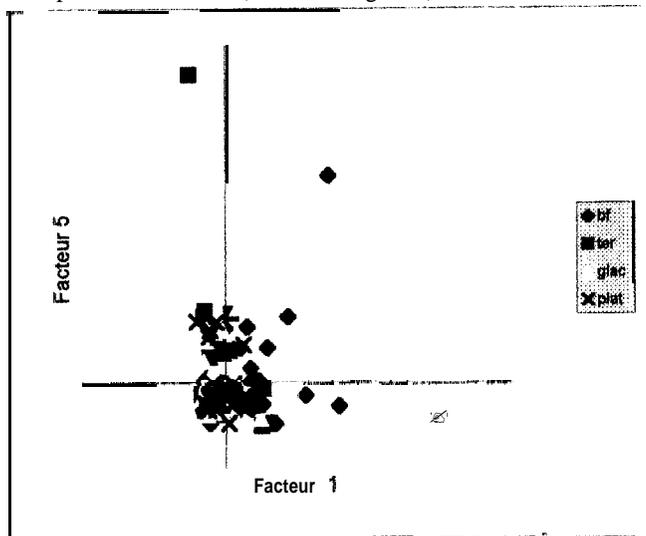
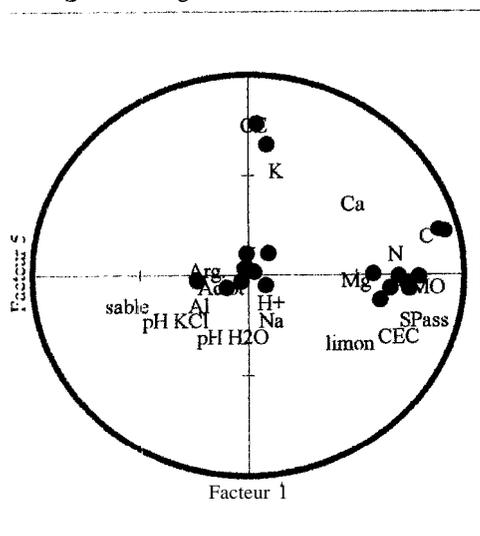


Fig.2b : Nuages des variables et des individus dans le plan factoriel 1-5 (Traitement global)

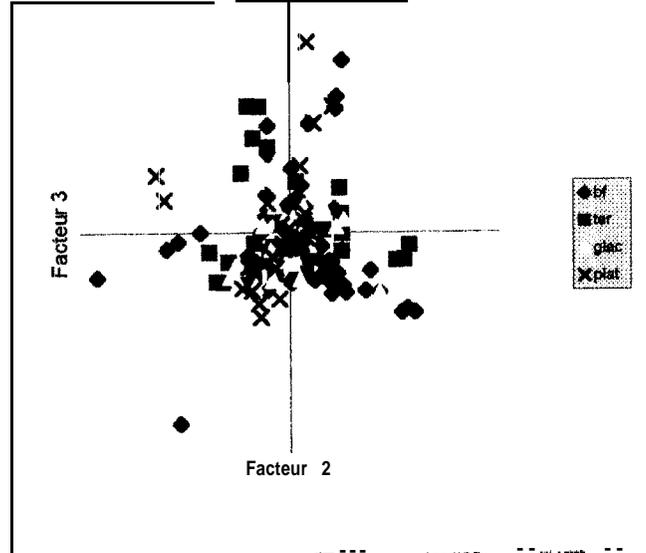
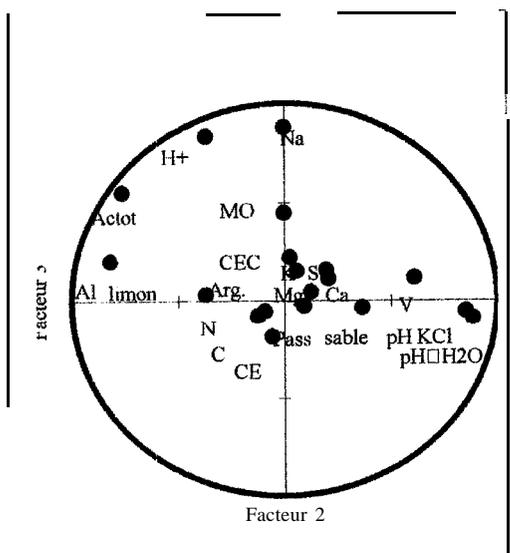


Fig.2c : Nuages des variables et des individus dans le plan factoriel 2-3 (Traitement global)

DESCRIPTION PEDOLOGIQUE

TiPi :ième transect, ième profil

T1P1

Date d'observation : Août 08
Localisation : bas-fond
Pente : faible
Occupation de l'espace : zone de parcours
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol hydromorphe

Description

O-22cm A : (horizon colluvionnaire) : gris orange (7,5YR 6/2), sableux, structure massive. très peu cohésif, peu compact (0,75kg/cm²), peu de racines, activité biologique faible, très peu de gravillons, pas de taches ;

Passage progressif à

22-52cm AB: (horizon à pseudogley), gris très sombre (10YR 3/1), argile limoneux, structure polyédrique subangulaire, peu cohésif, peu compact (2,5kg/cm²), racelles abondantes, activité biologique moyenne, pas de taches, peu de gravillons rouges ;

52cm-+ présence de nappe phréatique.

T1P2

Date d'observation : Août 98
Localisation : terrasse
Pente : faible
Occupation de l'espace : culture pluviale
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol ferrugineux tropical faiblement lessivé

Description

O-22cm A₁ : gris sombre (7,5YR 3/2), sable, structure massive, peu cohésif, beaucoup de radicles. activité biologique moyenne, compacité faible (1 kg/ cm²), pas de taches, très peu de gravillons ;
Passage progressif à

22-53cm A₂: rouge jaunâtre (5YR 4/4), sable limoneux, structure massive, porosité faible, assez de radicles, peu compact (1,5kg/ cm²), pas de taches, très peu de gravillons ;

Passage progressif à

53-200cm AB : brun prononcé (7,5, YR 5/6), sable argileux, structure massive. compacité moyenne (2,5kg/ cm²), assez de radicles, pas de taches, peu de gravillons rouges.

T1P3

Date d'observation : Août 98
Localisation : glaciis
Pente : assez accusée
Occupation de l'espace : zone de parcours
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol ferrugineux tropical faiblement lessivé

Description

0-31cm : A1 : brun jaunâtre sombre (10YR 4/4), sable. structure massive, beaucoup de radicelles, activité biologique moyenne, compacité moyenne ($2,5\text{kg/cm}^3$), pas de taches, très peu de gravillons ;
passage progressif à

31-51cm : A2 : brun (7,5YR 5/4), sable limoneux, structure massive, beaucoup de radicelles, très activité biologique moyenne, compacité moyenne (2kg/cm^3), pas de taches, très peu de gravillons ;
Passage progressif à

51-200cm : AB : rouge (2,5YR 5/6), sable argileux, structure massive, peu de radicelles, activité biologique très faible, compacité moyenne ($2,5\text{kg/cm}^3$), pas de taches, très peu de gravillons.

T1P4

Date d'observation : Août 98
Localisation : plateau
Pente : très faible
Occupation de l'espace : parcours
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol ferrugineux tropical faiblement lessivé

Description

0-33cm : Ap : brun sombre (10YR 3/3), sable, structure massive, beaucoup de radicelles, faible activité biologique, compacité moyenne ($1,8\text{kg/cm}^3$), pas de taches. très peu de gravillons ;
Passage progressif à

33-60cm : A : rouge jaunâtre (5YR 4/6), sable limoneux, structure massive. assez de radicelles, compacité moyenne ($1,8-2,5\text{kg/cm}^3$), pas de taches, très peu de gravillons ;
passage progressif à

60-200cm : AB : rouge jaunâtre (5YR 5/8), sable argileux, structure massive subangulaire, assez de radicelles, horizon assez compact à compact ($2,5-3,0-3,2\text{kg/cm}^3$), pas de taches. très peu de gravillons.

T2P1

Date d'observation : Août 98
Localisation : bas-fond
Pente: faible
Occupation de l'espace : verger
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol peu évolué d'apport alluvial

Description

0-70cm A, (horizon colluvionnaire) : brun gris sombre (10YR 3/2), sable, structure massive, beaucoup de radicelles, activité biologique moyenne, peu compacité ($1,5 \text{ kg/cm}^2$), quelques taches grises (5YR 5/1), très peu de gravillons ;
Passage progressif à

70-118cm A₂: brun sombre (10YR 3/3), sable limoneux, structure massive, peu cohésif, beaucoup de radicelles, activité biologique moyenne, compacité moyenne ($2,5 \text{ kg/cm}^2$), quelques taches gris sombres (5YR 4/1), très peu de gravillons ;
Passage progressif

118-165cm AC : gris clair (10YR 6/1), sable, structure massive, très peu cohésif, très peu de radicelles, compacité faible ($<1,0 \text{ kg/cm}^2$), quelques taches rouge jaunâtres (5YR 4/6), très peu de gravillons, pas de calcaire ;

165cm-+ nappe phréatique affleurante

T2P2

Date d'observation : Août 98
Localisation : terrasse
Pente: assez faible
Occupation de l'espace : culture pluviale
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol ferrugineux tropical faiblement lessivé

Description :

0-24cm A, : gris orange sombre (7,5YR 6/2), sable, structure massive, beaucoup de radicelles, faible activité biologique, compacité faible ($1,5 \text{ kg/cm}^2$), pas de taches, très peu de gravillons ;
Passage progressif à

24-107cm : Ap : brun foncé (7,5YR 5/6), sable, structure massive, peu cohésif, peu de radicelles, faible activité biologique, compacité: moyenne ($1,8 \text{ kg/cm}^2$), quelques taches brunes (7,5 YR 5/4), très peu de gravillons ;
Passage progressif à

107-185cm : A₂: rouge jaunâtre (5YR 4/8), sableux, structure massive, peu cohésif, très peu de radicelles, compacité moyenne ($2,5 \text{ kg/cm}^2$), pas de taches, très peu de gravillons ;
Passage progressif à

185-200cm : AB : jaune rougeâtre (5YR 6/6), sable argileux, structure massive, assez cohésif, très peu de radicelles, compacité moyenne ($2,0 \text{ kg/cm}^3$), très peu de taches, très peu de gravillons.

T2 P3

Date d'observation : Août 98
Localisation : *glacis*
Pente: faible
Occupation de l'espace : culture pluviale
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol ferrugineux tropical faiblement lessivé

Description :

0-26cm : A₀ (horizon colluvionnaire) : brun jaune sombre (10YR 4/4), sable, structure massive, beaucoup de radicelles, activité biologique moyenne, compacité moyenne ($2,5 \text{ kg/cm}^2$), pas de taches, très peu de gravillons ;

Passage progressif à

26-96cm : A₁ : rouge brun (2,5YR 5/4), sable limoneux, structure massive, peu cohésif, assez de radicelles, activité biologique moyenne, compacité moyenne ($2,0-2,5 \text{ kg/cm}^2$), quelques taches brunes (7,5 YR 5/4), très peu de gravillons ;

Passage progressif à

96-175cm : A₂ : rouge jaunâtre (5YR 4/8), sable argileux, structure massive, peu de radicelles, compacité moyenne ($2,0-2,5 \text{ kg/cm}^2$), pas de taches, très peu de gravillons ;

Passage progressif à

175-200cm : AB : rouge (2,5YR 5/6), sable argileux, structure massive subangulaire, assez cohésif, très peu de radicelles, très compacité ($3,0 \text{ kg/cm}^2$), pas de taches, très peu de gravillons.

T2P4

Date d'observation : Août 98
Localisation : plateau
Pente: faible
Occupation de l'espace : culture pluviale
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol ferrugineux tropical faiblement lessivé

Descriurion :

0-17cm : A₁ : brun sombre (10YR 3/4), sable, structure massive, peu cohésif, beaucoup de radicelles, faible activité biologique, peu compacité ($1,0-1,5 \text{ kg/cm}^2$), pas de taches, très peu de gravillons ;

Passage progressif à

17-70cm : A₂ : brun rougeâtre (5YR 4/4), sable, structure massive, assez cohésif, beaucoup de radicelles, activité biologique moyenne, compacité moyenne ($1,5-2,5 \text{ kg/cm}^2$), pas de taches, très peu de gravillons ;

Passage progressif à

70-200cm : AB : rouge jaunâtre (5YR 4/6), sable argileux, structure massive subangulaire, assez cohésif, peu de radicelles. peu compacité (3,0 kg/cm³), pas de taches. très peu de gravillons.

T3P1

Date d'observation : Août 98
Localisation : bas fond
Pente: assez faible
Occupation de l'espace : zone de parcours
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol peu évolué d'apport alluvial faiblement hydromorphe

Description

0-28cm : A₁ (horizon colluvionnaire) : gris jaunâtre (7,5YR 6/2), sable. structure en agrégat, peu cohésif, assez de radicelles, activité biologique moyenne. peu compact (1,5 kg/cm²), pas de taches, très peu de gravillons ;

Passage progressif à

28-42cm : A₂ : noire (2,5YR 2/0), sable limoneux, peu cohésif, structure en agrégat (particulaire), assez de radicelles, activité biologique moyenne, compacité moyenne (2,8 kg/cm²), pas de taches. très peu de gravillons ;

Passage progressif à

42-73cm : A₃ : brun gris sombre (10 YR 3/2), sable limoneux, structure massive, peu cohésif, assez de radicelles, activité biologique moyenne, très compacité (3,5 kg/cm²), beaucoup de taches grises (7,5YR 5/0), très peu de gravillons ;

Passage progressif à

73-118cm : AB: noir (7,5YR 2/0), sable argileux. structure polyédrique subangulaire . assez cohésif, peu de radicelles, activité biologique très faible, très compact (3,5 kg/cm²), pas de taches. très peu de gravillons ;

Passage progressif à

118-154cm : BC: gris (2,5YR 6/0), sable limoneux , structure massive à tendance polyédrique, peu cohésif, très peu de radicelles, très faible activité biologique, compacité moyenne (1,5-2,0 kg/cm²), pas de taches, très peu de gravillons ;

Passage progressif à

154-200cm : C : blanc (2,5Y 8/0°), sable, structure particulaire, non cohésif, très peu de radicelles. activité biologique très faible, non compact, pas de taches, très peu de gravillons, pas de calcaire.

T3P2

Date d'observation : Août 98
Localisation : terrasse
Pente: faible
Occupation de l'espace : culture pluviale
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol ferrugineux tropical faiblement lessivé

Description

- 0-33cm : Ap : brun rougeâtre (5YR 4/3), sable, structure massive, peu cohésif, beaucoup de radicelles, activité biologique moyenne, compacité moyenne (1,5-2,0 kg/cm³), pas de taches, très peu de gravillons ;
Passage progressif à
- 33-70cm : A₁ : brun rougeâtre (5YR 4/4), sable, structure massive, peu cohésif, beaucoup de radicelles, activité biologique moyenne, compacité moyenne (1,8-2,0 kg/cm³), pas de taches, très peu de gravillons ;
Passage progressif à
- 70-200cm : A₂ brun (7,5YR 5/6), sable, structure massive, assez cohésif, très peu de radicelles, très faible activité biologique, peu compact (<1.0 kg/cm³), pas de taches, très peu de gravillons.

T3P3

- Date d'observation : Août 98
Localisation : glacis
Pente : faible
Occupation de l'espace : culture pluviale
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol ferrugineux tropical **faiblement** lessivé

Description

- 0-15 cm : A₁ : brun jaunâtre sombre (10YR 4/4), sable, structure massive, peu cohésif, beaucoup de radicelles, activité biologique moyenne, compacité moyenne (1,8-2,0 kg/cm³), pas de taches, très peu de gravillons ;
Passage progressif à
- 15-64cm : A₂ : brun rougeâtre (5YR 4/4), sable, structure massive, peu cohésif, beaucoup de radicelles, activité biologique moyenne, compacité moyenne (1,5-2,0 kg/cm³), quelques taches brunes (7,5YR 5/2), très peu de gravillons ;
Passage progressif à
- 64-102cm : AB₁ : rouge (2,5YR 4/6), sable argileux, structure massive, peu cohésif, assez peu de radicelles, peu compacité (0,8-1,5 kg/cm³), très peu de gravillons ;
Passage progressif à
- 102-200cm : AB₂ : rouge jaunâtre (5YR 5/8), sable argileux, structure massive, assez cohésif, très peu de radicelles, moyen à très compact (2,5-3,0 kg/cm³), pas de taches, très peu de gravillons.

T3P4

- Date d'observation : Août 98
Localisation : plateau
Pente : faible
Occupation de l'espace : jachère
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol ferrugineux tropical **faiblement** lessivé

Description

0-18cm : A₁ : brun jaunâtre sombre (10YR 4/4), sable, structure massive, peu cohésif, beaucoup de radicelles. activité biologique moyenne, compacité moyenne (1,8-2,0kg/cm³), pas de taches, très peu de gravillons ;

Passage progressif à

18-62cm : A₂ : brun (7,5YR 5/4), sable, structure massive, peu cohésif. beaucoup de radicelles. faible activité biologique. peu compact (1,0-1,5kg/cm³), pas de taches. très peu de gravillons ;

Passage progressif à

62-200cm : AB : rouge (2,5YR 4/6), sable argileux, structure massive subangulaire, assez cohésif, peu de radicelles, très faible activité biologique, compacité moyenne à forte (2,5-3,0 kg/cm³), quelques taches brunes (7,5YR 5/4), très peu de gravillons.

T4P1

Date d'observation : Août 98
Localisation : Bas-fond
Pente: faible
Occupation de l'espace : zone de parcours.
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol peu évolué d'apport alluvial

Description

0-75cm : A (horizon colluvionnaire) : gris sombre (10YR 4/1), sable, structure massive, peu cohésif, activité biologique moyenne, compacité moyenne (2,5-2,8kg/cm³), quelques taches rouges (2,5YR 4/6), quelques gravillons rouge fer ;

Passage progressif à

75-126cm : AC : brun gris sombre (10YR 3/2), sable limoneux. structure massive, assez cohésif, peu de radicelles, faible activité biologique, très compact (4,0-4,5kg/cm³), quelques taches, beaucoup de gravillons rouges (2,5YR 4/6) ;

Passage progressif à

126-200cm : C : blanc (2,5Y 8/2), sable, structure massive à particulaire, très peu cohésif, très peu de radicelles, faible activité biologique, peu à très compact (1,5-3,0kg/cm³), quelques taches noires (2,5YR 4/0), très peu de gravillons, pas de calcaire.

T4P2

Date d'observation : Août 98
Localisation : terrasse
Pente: assez faible
Occupation de l'espace : culture pluviale
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol ferrugineux tropical lessivé

Description

- 0-34cm: A₁ : gris sombre (10YR4/1), sable, structure massive. peu cohésif, très peu de radicelles, faible activité biologique. peu compact ($1,0-1,5\text{kg/cm}^3$), pas de taches, très peu de gravillons ;
Passage progressif à
- 34-82cm: A₂ : brun gris (2,5Y5/2), sable. structure massive. peu cohésif, beaucoup de radicelles, activité biologique moyenne, compacité moyenne ($2,0-2,5\text{kg/cm}^3$), quelques taches brunes (10YR 5/3), très peu de gravillons ;
Passage progressif à
- 82-200cm: AB : brun rougeâtre clair (5YR 6/3), argile sableux, structure polyédrique. assez cohésif, très peu de radicelles. très compact ($3,0\text{kg/cm}^3$), quelques taches noires, très peu de gravillons.

T4P3

Date d'observation : Août 98
Localisation : glacis
Pente : assez faible
Occupation de l'espace : jachère
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol ferrugineux tropical lessivé

Description

- 0-28cm: A₁ : brun gris sombre (10YR 3/2), sable, massive. peu cohésif, beaucoup de radicelles, activité biologique moyenne, compacité moyenne ($2,5\text{kg/cm}^3$), pas de taches, quelques gravillons rouges ;
Passage progressif à
- 28-60cm: A₂ : brun jaunâtre sombre (10YR4/4), sable limoneux, structure massive, assez cohésif, beaucoup de radicelles, compacité moyenne à forte ($2,5-3,5\text{kg/cm}^3$), quelques taches brunes, quelques gravillons rouges ;
Passage progressif à
- 60-145cm : AB : brun (7,5YR 5/4), sable argileux, structure massive subangulaire, assez cohésif. peu de radicelles, très compact ($4,0-4,5\text{kg/cm}^3$), pas de taches, très peu de gravillons ;
Passage progressif à
- 145-200cm: B : beige clair (ocre)(5YR 6/3), argile sableux, structure polyédrique, assez cohésif. très peu de radicelles, très compact ($>4,5\text{kg/cm}^3$), pas de taches. très peu de gravillons.

T4P4

Date d'observation : Août 98
Localisation : plateau
Pente : assez faible
Occupation de l'espace : jachère
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol ferrugineux tropical **faiblement lessivé**

Description

- 0-22cm : A₁ : brun rougeâtre (5YR4/3), sable, structure massive, peu cohésif, beaucoup de radicelles, activité biologique moyenne, compacité moyenne (2,0kg/ cm³), pas de taches, très peu de gravillons ;
Passage progressif à
- 22-56cm : A₂ : brun sombre (7,5YR4/4), sable, structure massive, peu cohésif, beaucoup de radicelles, activité biologique moyenne, compacité moyenne (2,8kg/ cm³), pas de taches, très peu de gravillons ;
Passage progressif à
- 56-130cm : AB : rouge jaunâtre (5YR 5/6), sable argileux, structure massive, assez cohésif, assez peu de radicelles, compacité moyenne (2,5kg/ cm³), très peu de taches, très peu de gravillons ;
Passage progressif à
- 130-200cm : Bw : rouge (2,5YR 4/6), sable argileux, structure massive, assez cohésif, assez peu de radicelles, très compact (3,5kg/ cm³), pas de taches, très peu de gravillons.

T5P1

Date d'observation : Août 98
Localisation : bas-fond
Pente : assez faible
Occupation de l'espace : zone de parcours
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol peu évolué d'apport alluvial

Description

- 0-64cm : A : rouge jaunâtre (5YR 4/6), sable, structure massive, peu cohésif, beaucoup de radicelles, activité biologique moyenne, peu compact (1,0-1,5kg/ cm³), pas de taches, très peu de gravillons ;
Passage progressif à
- 64-200cm : C : gris (5Y6/1), sable, structure particulière, non cohésif, peu de radicelles, très peu compact (<0,5kg/ cm³), très peu de taches, très peu de gravillons, pas de présence de calcaire.

T5P2

Date d'observation : Août 98
Localisation : terrasse
Pente : faible
Occupation de l'espace : culture pluviale
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol ferrugineux tropical faiblement lessivé

Description

0-20cm : A₁ : gris rougeâtre (5YR 5/2), sable, structure massive, peu cohésif, peu de radicelles, faible activité biologique, très compact (3,0 kg/cm³), pas de taches, très peu de gravillons ;

Passage progressif à

20-49cm : A₂ : brun rougeâtre clair (5YR 5/3), sable, structure massive, peu cohésif, peu de radicelles, compacité moyenne (1,8-2,0 kg/cm³), quelques taches brunes, peu de gravillons rouges ;

Passage progressif à

49-122cm : B₁ : brun rougeâtre (5YR 5/3), argile sableux, structure massive, assez cohésif, très peu de radicelles, très compact (3,0 kg/cm³), pas de taches, très peu de gravillons ;

Passage progressif à

122-167cm : B₂ : brun clair (7,5YR 6/4), sable argileux, structure massive, assez cohésif, très peu de radicelles, compacité moyenne (2,8 kg/cm³), pas de taches, très peu de gravillons.

T5P3

Date d'observation : Août 98
Localisation : glacis
Pente : assez faible
Occupation de l'espace : zone de parcours
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol ferrugineux tropical lessivé à cuirasse

Description

0-26cm : A₁ : brun sombre (10YR 4/3), sable, structure massive, peu cohésif, beaucoup de radicelles, activité biologique biologique, compacité moyenne (2,0 kg/cm²), pas de taches, très peu de gravillons ;

Passage progressif à

26-68cm : A₂ : brun paie (10YR 6/3), sable, structure massive, assez cohésif, assez peu de radicelles, compacité moyenne (2,0 kg/cm²), quelques taches brunes, très peu de gravillons ;

Passage progressif à

68-110cm : B : beige (10YR 6/4), argile sableux, structure polyédrique, très compact (3,0 kg/cm²), très peu de radicelles, pas de taches, beaucoup de concrétions rouges fer ;

Passage assez net à

110cm-+ : Cuirasse.

T5P4

Date d'observation : Août 9 Y
Localisation : plateau
Pente : faible
Occupation de l'espace : culture pluviale
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol **ferrugineux** tropical lessivé à cuirasse

Description

0-32cm : Ap : rouge sombre (2,5YR 3/6), sable, massive, racelles assez abondantes, peu à moyennement compact (1,5-2,5 kg/cm²), pas de taches, très peu de gravillons ;
Passage progressif à
32-120cm : B : rouge (2,5YR 4/6), argile sableux, structure polyédrique, assez cohésif, peu de racelles, très compact (4,0 kg/cm²), pas de taches, très peu de gravillons ;
Passage assez net à
120cm-+ : Cuirasse.

T6P1

Date d'observation : Août 98
Localisation : bas-fond
Pente : faible
Occupation de l'espace : zone de parcours
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol peu évolué d'apport **alluvial** sur cuirasse

Description

0-27cm : A₁ (horizon colluvionnaire) : beige (7,5YR), sable, massive, peu cohésif, très peu de racelles, activité biologique très faible, très peu compact (<0,5 kg/cm²), pas de taches, très peu de gravillons ;
Passage progressif à :
27-107cm : A₂ : horizon marqué par une alternance de lits noirs (7,5YR 2/0) et de lits gris (5YR 6/1), sable, massive, peu cohésif, très peu de racelles, très compact (3,0-3,5 kg/cm²), quelques taches rouges fer (2,5YR 5/6), peu de gravillons ;
Passage progressif à
107-160cm : C : gris (5YR 5/1), sable, structure massive, assez cohésif, très peu de racelles, très compact (>4,5 kg/cm²), quelques taches rouges fer (2,5YR 5/6), beaucoup de gravillons, pas de calcaire ;
Passage assez net à
160cm-+ : Cuirasse.

T6P2

Date d'observation : Août 9s
Localisation : terrasse
Pente: faible
Occupation de l'espace : culture pluviale
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol peu évolué d'apport alluvial sur cuirasse

Description

0-29cm : Ap : gris sombre (10YR 4/1), sable, structure: massive, peu cohésif, beaucoup de radicelles, activité biologique moyenne, compacité moyenne ($1.5-2.0\text{kg/cm}^3$). pas de taches, très peu de gravillons ;
Passage progressif à
29-54 cm : A/C : brun rougeâtre (5YR 4/1), sable, structure massive, très peu cohésif, assez peu de radicelles. peu compact ($<1,0\text{kg/cm}^3$), pas de taches. quelques gravillons ;
Passage progressif à
54-150 cm : C : blanc (5YR 8/1), sable, structure massive, très peu cohésif, peu de radicelles. peu compact ($<1,0\text{kg/cm}^3$), pas de taches, très peu de gravillons, pas de calcaire;
150cm-+ : Cuirasse.

T6P3

Date d'observation : Août 98
Localisation : glacis
Pente : faible
Occupation de l'espace : culture pluviale
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol ferrugineux tropical lessivé à cuirasse

Description

0-20 cm : Ap : brun sombre(10 YR 4/2), sable, structure massive, assez cohésif, peu de radicelles, faible activité biologique, très à moyennement compact ($2,5-3,0\text{kg/cm}^3$), pas de taches, très peu de gravillons ;
Passage progressif à
20- 52 cm : AB : jaune brunâtre (10YR 5/3), sable argileux, structure massive subangulaire, cohésif, peu de radicelles, faible activité biologique, très compact ($3,0\text{kg/cm}^3$), pas de taches, quelques gravillons ;
Passage progressif à
52- 120 cm : Bt (horizon à pseudogley) : brun clair (7,5 YR 6/4), argile sableux. structure polyédrique, cohésif, très peu de radicelles, très compact ($>4,5\text{kg/cm}^3$), pas de taches, quelques gravillons ;
Passage progressif à
120-183 cm: Bs : brun clair (7,5 YR 6/4), argile sableux, structure polyédrique. cohésif, très peu de radicelles, très compact ($>4,5\text{kg/cm}^3$), beaucoup de taches rouges (2,5YR 4/8), quelques gravillons ;
183cm-+ : Cuirasse.

T6P4

Date d'observation : Août 98
Localisation : plateau
Pente: très faible
Occupation de l'espace : culture pluviale
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol ferrugineux tropical lessivé à cuirasse

Description

0-24 cm : Ap : brun gris (10YR 4/2), sable. structure massive. peu cohésif, peu de radicelles. faible activité biologique. compacité moyenne ($2,5 \text{ kg/cm}^3$), pas de taches, très peu de gravillons ;

Passage progressif à

24-61 cm : AB : brun (10YR 5/3), sable argileux, structure massive, assez cohésif. peu de radicelles, faible activité biologique, très à moyennement compact ($2,5-3,0 \text{ kg/cm}^3$). pas de taches, quelques gravillons,

Passage progressif à

Cil-117 cm : Bt : beige (5YR 5/3), argile sableux, structure polyédrique subangulaire, très peu de radicelles, très faible activité biologique, compacité moyenne forte ($2,8-3,0 \text{ kg/cm}^3$). pas de taches, très peu de gravillons ;

Passage progressif à

117-130 cm : Bs : beige ocre (7,50YR 6/4), argile sableux, structure polyédrique subangulaire, très peu de radicelles, très faible activité biologique, compacité moyenne ($2,0-2,5 \text{ kg/cm}^3$). quelques taches rouges. beaucoup de gravillons ;

Passage assez net à

130cm-+ Cuirasse.

T7P1

Date d'observation : Septembre 98
Localisation : bas-fond
Pente : faible
Occupation de l'espace : zone de parcours
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol peu évolué d'apport alluvial, **faiblement** hydromorphe

Description

0-40cm : A₁ : brun gris (10YR 5/2), sable argileux, structure (particulièrement) peu cohésif, assez de radicelles, activité biologique moyenne, peu compact ($1,0-1,5 \text{ kg/cm}^3$), pas de taches, très peu de gravillons ;

Passage progressif à

40-72cm : A₂ : brun gris (10YR 5/2), sable argileux, structure massive, peu cohésif, peu de radicelles, activité biologique moyenne, peu compact ($1,25-1 \text{ kg/cm}^3$), beaucoup de taches grises (10YR 5/1), quelques taches noires (Mn);

Passage progressif à

72-102cm : A/C : blanc (2.5Y 8/0), sable argileux, structure massive, peu cohésif, très peu de radicelles, compacité faible (1.0-1,25-1,5 kg/cm³), beaucoup de taches brun jaunâtres (IOYR 5/8), pas de calcaire.

T7P1'

Date d'observation : Septembre 98
Localisation : bas-fond
Pente : faible
Occupation de l'espace : zone de parcours
Matériau originel : Continental terminal
Classification : soi peu évolué d'apport alluvial, faiblement hydromorphe

Description

0-67cm : A₀ : brun gris sombre (10 YR 3/2), sable argileux, structure en agrégat, assez cohésif, assez de radicelles, activité biologique moyenne, compacité faible (1,25- 1,5 kg cm³), pas de taches, très peu de gravillons, ;

Passage progressif à

67-137cm : A₁ : gris (10 YR 5/1), argile limoneuse, structure en agrégat, peu cohésif, peu de radicelles, faible activité biologique, peu compact (0,5- 1,0-1,5 kg/cm³), beaucoup de taches rouges (1 OR 4/6), très peu de gravillons ;

Passage progressif à

137-200cm : A₂ : brun (IOYR 5/3), sable argileux, structure massive, peu cohésif, très peu de radicelles, compacité moyenne (2,0-2,5-2,75 kg/cm³), pas de taches, très peu de gravillons.

T7P1''

Date d'observation : Septembre 98
Localisation : bas-fond
Pente : très faible
Occupation de l'espace : zone de parcours
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol peu évolué d'apport alluvial, faiblement hydromorphe

Description

0-69cm : A₀ : noir (5YR 2/1), sable argileux, structure en agrégat, peu cohésif, beaucoup de radicelles, activité biologique moyenne, peu compact (1,0- 1,25-1,5 kg/cm³), pas de taches, très peu de gravillons ;

Passage progressif à

69-127cm : A₁ : gris sombre (5YR 4/1), argile sableux, structure polyédrique subanguleuse, assez de radicelles, activité biologique moyenne, peu compact (2,25-1,75 kg/cm³), pas de taches, très peu de gravillons ;

Passage progressif à

127-200cm : A₂ : gris rougeâtre (5YR 5/2), argile sableux, structure polyédrique subanguleuse, cohésif, très peu de radicelles, activité biologique très faible, très compact (>4,5 kg/cm³), pas de taches, très peu de gravillons ;

T8P1

Date d'observation : Septembre 98
Localisation : bas-fond
Pente : très faible
Occupation de l'espace : zone de parcours
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol peu évolué d'apport alluvial

Description

0-59cm : A (horizon colluvionnaire) : gris orange (7,5YR 6/2), sable, structure massive, peu cohésif, peu de radicelles, activité biologique moyenne, très peu compact ($<0,25 \text{ kg/cm}^2$), pas de taches, très peu de gravillons ;
Passage progressif à
59-130cm : AC : brun gris sombre (10YR 3/2), sable, structure massive, peu cohésif, peu de radicelles, faible activité biologique, peu compact ($0,25-0,5-1,0 \text{ kg/cm}^2$), pas de taches, très peu de gravillons ;
Passage progressif à
130-200cm : C : gris clair (7,5YR 7/0), sable, structure particulière, très peu de radicelles, très peu compact ($<0,25 \text{ kg/cm}^2$), pas de taches, très peu de gravillons, pas de calcaire.

T8P2

Date d'observation : Septembre 98
Localisation : glacis
Pente : faible
Occupation de l'espace : culture pluviale
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol ferrugineux lessivé à cuirasse

Description

0-37cm : Ap : gris sombre (5YR 4/1), sable, structure massive, peu cohésif, beaucoup de radicelles, activité biologique moyenne, compacité moyenne ($2,0-2,5 \text{ kg/cm}^2$), pas de taches, très peu de gravillons ;
Passage progressif à
37-94cm : AB : brun rougeâtre clair (5YR 6/3), sable argileux, structure massive, peu cohésif, assez de radicelles, activité biologique moyenne, peu compact ($1,25-1,5-0,5 \text{ kg/cm}^2$), quelques taches gris sombres (5YR 4/1), peu de gravillons ;
Passage progressif à
94-150cm : Bt : jaune rougeâtre (7,5YR 6/6), argile sableux, structure polyédrique subangulaire, assez cohésif, peu de radicelles, activité biologique très faible, compacité moyenne ($2,0-2,5 \text{ kg/cm}^2$), quelques taches vers le bas de l'horizon, assez de gravillons ;
Passage progressif à
150-196cm : Bs (horizon à sesquioxydes de fer) : gris jaunâtre (7,5YR 7/2), argile sableux, structure polyédrique subangulaire, cohésif, très peu de radicelles, compacité moyenne ($2,0-2,25-2,5 \text{ kg/cm}^2$), beaucoup de taches rouges (1 OR 4/6), beaucoup de gravillons ;
196cm-+ : Cuirasse.

T8P3

Date d'observation : Septembre 98
Localisation : plateau
Pente : faible
Occupation de l'espace : zone de parcours
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol ferrugineux tropical lessivé à cuirasse

Description

0-25cm : A₁ : gris rougeâtre (5YR 5/2), sable, structure massive, peu cohésif, assez de radicelles, activité biologique moyenne, peu compact (1,0-1,5 kg/cm²), pas de taches, très peu de gravillons ;
Passage progressif à
25-60cm : A₂ : brun jaunâtre clair (10YR 6/4), sable, structure massive, peu de radicelles, peu compact (0,25-0,5-1,0 kg/cm²), pas de taches, peu de gravillons ;
Passage assez net à
60cm-+ : Cuirasse.

T9P1

Date d'observation : Septembre 98
Localisation : lit majeur
Pente : faible
Occupation de l'espace : zone de parcours
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol hydromorphe sur alluvions récentes

Description

0-51cm : A₁ (horizon colluvionnaire, caractérisé par une alternance de lits brun rougeâtres (5YR structure massive, peu cohésif, assez de radicelles, activité biologique moyenne, compacité moyenne dans l'ensemble (1,5-1,75 kg/cm²), pas de taches, quelques gravillons de couleur rouges (2,5YR4/6);
Passage progressif à
51-89cm A₂ : noir (2,5YR 2/0), sable, structure en agrégat, peu cohésif, peu compact (1,25-1,5 kg/cm²), assez peu de radicelles, activité biologique moyenne, beaucoup de taches rouges fer, très peu de gravillons ;
Passage progressif à
89- 146cm : Bgs₁ : gris sombre (2,5YR 4/0), argile sableux, structure polyédrique peu de radicelles, activité biologique très faible, très peu à peu compact (0,5-1,25-1,5 kg/cm²), beaucoup de taches rouge clair (1 OR 5/2) et de concrétions ;
Passage progressif à
146-200cm : Bgs₂ : gris très sombre (7,5YR 3/0), argile sableux, structure polyédrique, cohésif, très peu de radicelles, peu compact (0,5-1,0-1,75 kg/cm²), beaucoup de taches brun rougeâtre (gley) (2,5YR 3/4) et de concrétions, assez de gravillons.

T9P2

Date d'observation : Septembre 98
Localisation : versant
Pente: faible
Occupation de l'espace : culture pluviale
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol ferrugineux tropical faiblement lessivé

Description

0-20cm : A₀ : brun sombre (7,5YR 3/2), sable, structure massive. peu cohésif. beaucoup de radicelles, faible activité biologique, compacité faible (0,5-1,0 kg/cm²), pas de taches. très peu de gravillons ;
Passage progressif à

20-66cm : A₂ : brun (7,5YR 5,4), sable argileux structure massive. peu cohésif, assez de radicelles. activité biologique moyenne. peu compact (0,5-1,0-1,5 kg/cm²), quelques taches brunes, très peu de gravillons ;
Passage progressif à

66-133cm : A₃ : rouge (5YR 4/8), sable argileux, structure massive, peu de radicelles. faible activité biologique, peu compact (0,5-1,0 kg/cm²), très peu de taches. quelques gravillons rouges ;
Passage progressif à

133-200cm : AB : brun rougeâtre (5YR 4/4), sable argileux, structure massive subangulaire, peu de radicelles, faible activité biologique, compacité moyenne (1,5-1,75-2,0 kg/cm²), beaucoup de taches blanches (5YR 8/1), beaucoup de gravillons rouges.

T9P1'

Date d'observation : Septembre 98
Localisation : bas-fond
Pente: faible
Occupation de l'espace : zone de parcours
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol hydromorphe sur alluvions récentes

Description

0-40cm : A (horizon colluvionnaire) : alternance de 2 lits clairs et de 2 lits sombres :
0-18cm : gris sombre (5YR 4/1),
18-23cm : gris sombre (10YR 4/1)
23-34cm : brun gris sombre (2,5Y 3/2)
34-40cm : gris sombre (5Y 3/1)
sable argilo-limoneux, structure massive, peu cohésif, assez de radicelles, activité biologique moyenne, peu compact (0,5-0,75-1, kg/cm²), pas de taches, très peu de gravillons ;
Passage progressif à

40-85cm : Bg : gris sombre (7,5YR 2/0), argile limoneux-sableux, structure polyédrique, assez cohésif, assez peu de radicelles, faible activité biologique, très peu compact (<0,5 kg/cm²), peu de taches grises, peu de gravillons ;
Passage progressif à :

85-168cm : Bgs : gris (2,5Y 5/0), argile sableux, structure polyédrique. peu cohésif, peu de radicelles, activité biologique très faible, compacité moyenne (1,0-1,5- 1,75 kg/cm²), beaucoup de taches et de concrétions rouge jaunâtres (5YR 5/6) (pseudogley) :

Passage progressif à

168-200cm : C : blanc jaunâtre (5YR 8/2), sable. structure particulière. pas cohésif, très peu de radicelles, très peu compact (<0,5 kg/cm²), beaucoup de taches rouges, très peu de gravillons , pas de calcaire.

T9P4

Date d'observation : Septembre 98
Localisation : glacis
Pente : faible
Occupation de l'espace : zone de parcours
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol ferrugineux tropical lessivé à cuirasse

Description

0-39cm : Ap : gris (5YR 5/1), sable argileux, structure massive, peu cohésif, beaucoup de radicelles, activité biologique moyenne, peu compact (0,5-1,0- 1,5 kg/cm²), pas de taches, quelques gravillons rouges ;

Passage progressif à

39-71cm : AB : gris rougeâtre (5YR 5/2), argile sableux. structure polyédrique subangulaire. assez cohésif, peu de radicelles, faible activité biologique, peu compact (0,25-0,5 kg/cm²), pas de taches, assez de gravillons ;

Passage progressif

71-140cm : Bs : beige (10YR 6/4), argile sableux, structure polyédrique subangulaire. assez cohésif, très peu de radicelles, peu à moyennement compact (1,25-1,5-2,0 kg/cm²), beaucoup de taches blanches (10YR 8/1) et de taches rouge clair (10R 6/6) ;

Passage assez net à

140cm-+ : Cuirasse.

T10P1

Date d'observation : Septembre 98
Localisation : bas-fond
Pente : faible
Occupation de l'espace : zone de parcours
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol peu évolué d'apport

Description

0-24cm : A₁ (horizon colluvionnaire) : gris sombre (5YR 4/1), sable, structure massive. peu cohésif, assez de radicelles, activité biologique moyenne, compacité moyenne (1,5-1,75 kg/cm²), pas de taches, très peu de gravillons ;

Passage progressif à

24-45cm : A₂ : gris (5YR 6/1), sable, structure massive, très peu cohésif. peu de radicelles. faible activité biologique, très peu compact (<0,5 kg/cm²), pas de taches. très peu de gravillons ;

Passage progressif à

45-100cm: AC : gris (5YR 5/1), sable, structure massive, peu cohésif. peu de radicelles, peu compact (1,0-1,5 kg/cm³), pas de taches, très peu de gravillons;
Passage progressif à

100-200cm: C : blanc (2,5Y 8/1), sable, structure massive, très peu de radicelles. très compact (3,0 kg/cm³), pas de taches. très peu de gravillons

T10P2

Date d'observation : Septembre 98
Localisation : terrasse
Pente : faible
Occupation de l'espace : ZONE 32 parcours
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol ferrugineux tropical faiblement lessivé

Description

0-42cm: A₁: gris rougeâtre sombre (5YR 4/2), sable. structure en agrégat, peu cohésif. beaucoup de radicelles, activité biologique moyenne, peu compact (0,75-1,0 kg/cm³). pas de taches. très peu de gravillons ;
Passage progressif à

42-78cm: A₂ : brun (7,5YR 5/6), sable, structure massive. peu cohésif, assez de radicelles. activité biologique moyenne, très peu à peu compact (0,25-0,5-1,5 kg/cm³), pas de taches, très peu de gravillons ;
Passage progressif à

78-156cm: AB : rouge jaunâtre (5YR 5/6), sable argileux, structure massive subangulaire, assez cohésif, peu de radicelles, compacité moyenne (1,5-2,0 kg/cm²), pas de taches, très peu de gravillons ;
Passage progressif à

156-200cm: B: rouge jaunâtre (5YR 5/8), sable argileux, structure massive. assez cohésif, très peu de radicelles, compacité moyenne (1,5-1,75-2,0 kg/cm³), pas de taches, peu de gravillons.

T10P3

Date d'observation : Septembre 98
Localisation : glaciaire :
Pente : faible
Occupation de l'espace : zone de parcours
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol ferrugineux tropical faiblement lessivé

Description

0-20cm: A₁ : gris rougeâtre sombre (5YR 4/2), sable, structure massive. peu cohésif, beaucoup de radicelles. activité biologique moyenne, peu compact (1,25-1,55 kg/cm³), pas de taches, très peu de gravillons ;
Passage progressif à

20-67cm: A₂ : rouge jaunâtre (5YR 4/8), sable. structure massive. peu cohésif, assez de radicelles, activité biologique moyenne, peu compact (0,5-0,75-1,0 kg/cm³), pas de taches, très peu de gravillons ;
Passage progressif à

67-129cm : AB : rouge jaunâtre (2,5YR 4/6), sable argileux, structure massive. peu cohésif, peu de radicelles, faible activité biologique, peu compact (0,5-1,0-1,5 kg/cm²), pas de taches, très peu de gravillons :

Passage progressif à

129-200cm : B : rouge jaunâtre (2,5YR 5/6), sable argileux. structure massive. peu cohésif. peu de radicelles. faible activité biologique. peu compact (0,5-1,0-1,5 kg/cm²), pas de taches. très peu de gravillons.

T10P4

Date d'observation : Septembre 98
Localisation : plateau
Pente: faible
Occupation de l'espace : zone de parcours;
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol ferrugineux tropical faiblement lessivé

Description

0-28cm : A₁ : rouge clair (2,5YR 4/2), sable, structure massive, peu cohésif, beaucoup de radicelles, activité biologique moyenne, compacité moyenne (0,75-1,25-1,5 kg/cm²). pas de taches, peu de gravillons ;

Passage progressif à

28-80cm : A₂ : rouge jaunâtre (5YR 4/6), sable, structure massive. peu cohésif, assez peu de radicelles, activité biologique moyenne, peu compact (0,5-1,0 kg/cm²), pas de taches, très peu de gravillons ;

Passage progressif à

80-200cm : AB : rouge jaunâtre (2,5YR 4/6), sable argileux, structure massive. peu cohésif, très peu de radicelles, faible activité biologique, peu compact (0,5-1,0-1,25 kg/cm²), pas de taches, peu de gravillons.

T11P1

Date d'observation : Septembre 98
Localisation : bas-fond
Pente: faible
Occupation de l'espace : zone de parcours
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol peu évolué d'apport alluvial, Faiblement hydromorphe

Description

0-32cm : A₁ (horizon colluvionnaire) : rouge sombre (2,5 YR 3/2), sable, structure massive. peu cohésif, beaucoup de radicelles, activité biologique moyenne, peu compact (0,5-1,0-1,25 kg/cm²), quelques taches brun sombre (10YR 4/3), quelques gravillons brun rougeâtres(2,5YR 3/4);

Passage progressif à

32-69 cm : A₂ (horizon colluvionnaire) : brun gris sombre (10YR 3/2), sable, structure massive. peu cohésif, beaucoup de radicelles, activité biologique moyenne, peu compact (0,5-1,25 kg/cm²), pas de taches , quelques gravillons brun rougeâtres(2,5YR 3/4);

Passage progressif à

69-108 cm : A₃: gris (10YR 5/1), sable, structure massive, peu cohésif, peu de radicelles, activité biologique moyenne: très peu compact (0,25-0,25 kg/cm³), quelques taches rouge jaunâtres (5YR 4/8), très peu de gravillons :

Passage progressif à

108-153 cm : AC :gris clair (10YR 7/2), sable, massive. peu cohésif, très peu de radicelles, très faible activité biologique, peu compact (1,0-1,25 kg/cm²), quelques taches rouge jaunâtres (5YR 4/8), très peu de gravillons :

Passage progressif à

153-200 cm : C : gris (7,5YR 5/0), sable argileux, structure massive à particulaire, peu cohésif, très peu de radicelles, activité biologique très faible, très peu compact (0,25-0,25 kg/cm³). très peu de taches, très peu de gravillons.

T11P2

Date d'observation : Septembre 98

Localisation : terrasse

Topographie : pente faible

Occupation de l'espace : zone de parcours

Matériau originel : Continental terminal

Classification : sol ferrugineux tropical lessivé à cuirasse

Description

O-18 cm : Ap : brun gris sombre (10YR 4/2), sable, structure massive, peu cohésif, beaucoup de radicelles, activité biologique moyenne, compacité moyenne (1,8-2,2 kg/cm³), pas de taches, très peu de gravillons ;

Passage progressif à :

18-47cm : AB : brun (7,5YR 5/2), sable argileux, structure massive subangulaire, assez de radicelles, activité biologique moyenne, peu compact (1,0-1,5), pas de taches, quelques gravillons rouge sombres(2,5 YR 3/6 kg/cm³) ;

Passage progressif à

47-73 : B : brun (7,5YR 5/4), argile sableux structure massive, assez cohésif, peu de radicelles. activité biologique très faible, très peu à peu compact (0,25-1,0 kg/cm³), pas de taches, très peu de gravillons ;

Passage progressif à

73-78cm : Bs : horizon gravillonnaire à matrice brun gris sombre(10YR 4/2), à gravillons rouge clairs (10R 6/8), argile sableux, structure massive, assez cohésif, très peu de radicelles, activité biologique très faible, très peu compact (0,25-0,25 kg/cm²), très peu de taches, beaucoup de gravillons de type pisolithique (50%) ;

Passage assez net à

78cm-+ : Cuirasse.

T11P3

Date d'observation : Septembre 98
Localisation : glacis
Topographie : pente faible
Occupation de l'espace : zone de parcours
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol ferrugineux tropical lessivé à cuirasse

Description

0-25cm : A_p : gris sombre (10YR 4/1), sable argilo-limoneux, structure en agrégat, assez cohésif, assez de radicelles, activité biologique moyenne, très peu à peu compact (0,25-0,5-0,75 kg/cm²), pas de taches, peu de gravillons ;
Passage progressif à
25-41cm : AB : brun gris sombre (10YR 4/2), sable argileux, structure massive. assez cohésif. peu de radicelles, activité biologique faible, très peu à peu compact (0,25-0,5-1,0)très peu de taches, très peu de gravillons ;
Passage progressif à
41-100cm : B : gris brun clair (10YR 6/2), argileuse, structure polyédrique subangulaire. assez cohésif, très peu de radicelles, activité biologique très faible, compacité moyenne (1,5-1,5 kg/cm²), quelques concrétions, très peu de gravillons ;
Passage progressif à
100-123cm : Bs : gris jaunâtre (7,5YR 7/2), argileux, structure ferrugineux tropical lessivé, cohésif, très peu de radicelles, activité biologique très faible, compacité moyenne (2,0-2,25 kg/cm²), beaucoup de concrétions, beaucoup de gravillons ;
Passage assez net à
123cm-+ : présence de cuirasse.

T11P4

Date d'observation : Septembre 98
Localisation : plateau
Topographie : pente faible
Occupation de l'espace : zone de parcours
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol ferrugineux **tropical** lessivé à cuirasse

Description

0-27cm : A₁ : gris sombre (5YR 4/1), sable, structure massive, peu cohésif, assez de radicelles, activité biologique moyenne, peu compact (0,5-0,75 kg/cm²), pas de taches, très peu de gravillons ;
Passage progressif à
27-80cm : A₂ : gris rougeâtre (5YR 5/2), sable argileux, structure massive, peu cohésif, peu de radicelles, activité biologique très faible, peu compact (0,25-0,75-1,0 kg/cm²), très peu de taches, peu de gravillons ;
Passage progressif à
80-180cm : Bs : brun clair (7,5YR 6/4), argileux, structure polyédrique subanguleuse, assez cohésif, très peu de radicelles, activité biologique très faible. compacité moyenne (1,25-2,0-2,25 kg/cm²), beaucoup de concrétions rouges de type carapace ;
Passage assez net à

180cm-+ : Cuirasse.

T12P1

Date d'observation : Septembre 98
Localisation : bas-fond
Pente : faible
Occupation de l'espace : verger
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol **hydromorphe** sur alluvions récentes

Description

0-24cm : A₁ : gris sombre (5YR 4/1), sable limoneux, structure massive, peu cohésif, assez de radicelles. activité biologique moyenne, peu à moyennement compact (1,5-1,75-2,5 kg/cm³), très peu de taches, quelques gravillons ;

Passage progressif à

24-37cm : A₂ : brun gris sombre (10YR 3/2), sable limoneux, structure massive, peu cohésif, peu de radicelles, faible activité biologique, compacité moyenne (1,0- 1,25 kg/cm³). quelques taches rouge fer, quelques gravillons ;

Passage progressif à

37-70cm : AB₁ : brun gris sombre (1 OYR 4/2), limon sableux, structure massive, très peu cohésif, peu de radicelles, très faible activité biologique, peu compact (0,25-0,5 kg/cm³), beaucoup de taches brun rouges (2,5YR 4/4), quelques gravillons ;

Passage progressif à

70-90cm : AB₂ : gris clair (10YR 7/2), sable argilo-limoneux, structure massive, très peu cohésif, très peu de radicelles, activité biologique très faible, très peu compact (<0,25 kg/cm³), beaucoup de taches rouges (2,5YR 4/6), quelques gravillons rouges ;

90cm-+ : présence de nappe phréatique.

T12P2

Date d'observation : Septembre 98
Localisation : terrasse
Topographie : pente faible
Occupation de l'espace : zone de parcours
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol minéral brut

Description

0-16cm : A₁ : rouge clair (2,5YR 4/2), sable , structure massive, peu cohésif, beaucoup de radicelles, activité biologique moyenne, peu à moyennement compact (1,25-1,5-2,5 kg/cm³), pas de taches, quelques gravillons rouges (2,5YR 5/6) ;

Passage progressif à

16-33cm : A₂ : rouge jaunâtre (5YR 4/8), sable argileux, structure massive, peu cohésif, assez de radicelles, activité biologique moyenne, peu compact (0,25-0,50-1,00kg/cm³), pas de taches, beaucoup de gravillons rouges (2,5YR 4/6) ;

33cm-+ : Cuirasse.

T12P3

Date d'observation : Septembre 98
Localisation : glacis
Topographie : pente faible
Occupation de l'espace : zone de parcours
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol minéral brut

Description

0-32cm : Ap : rouge clair (2,5YR 4/2), sable, structure massive, peu cohésif, assez de radicelles, activité biologique moyenne, peu compact ($1,25-1,50 \text{ kg/cm}^3$), très peu de taches, quelques gravillons rouges (2,5YR 5/6);

Passage progressif à

32-58cm : AB : rouge jaunâtre (5YR 4/8), sable, structure massive, assez peu de radicelles, activité biologique moyenne, très peu à peu compact ($0,25-0,50, -1,00 \text{ kg/cm}^3$), très peu de taches, beaucoup de gravillons rouges (2,5YR 4/6);

Passage assez net à

58cm-+ : cuirasse.

T12P4

Date d'observation : Septembre 98
Localisation : plateau
Topographie : pente faible
Occupation de l'espace : culture pluviale
Matériau originel : Continental terminal
Classification : sol minéral brut

Description

0-12cm : A : gris rougeâtre (5YR 5/2), sable, structure massive, assez cohésif, beaucoup de radicelles, activité biologique moyenne, très compact ($4,0-4,5 \text{ kg/cm}^3$), très peu de taches, très peu de gravillons ;

Passage progressif à

12-47cm : AB : rouge jaunâtre (5YR 4/8), argile sableux, structure massive subangulaire, assez cohésif, assez de radicelles, activité biologique moyenne, peu à moyennement compact ($0,75-1,75 \text{ kg/cm}^2$), très peu de taches, assez de gravillons rouge jaunâtre (5YR 4/8).

Passage assez net à

47cm-+ : Cuirasse.

ANNEXE I-V

RESULTAT DES ANALYSES

ECHANTILLONS	ANALYSE GÉOMORPHOLOGIQUE			texture	ANALYSE CHIMIQUE								
	arg	limon	sabl. tot.		pH _{H2O}	pH _{KCl}	CE	carbone	azote total	C/N	P total	P assimilable	MO
soils de bas-fond			(%)				(dS/m)	(g kg ⁻¹)			(g kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)	(g kg ⁻¹)
T1P1 (0-20 cm)	6,1	3,0	90,6	sable	5,92	4,82	0,02	2,64	0,17	16	0,083	10,57	4,5
T2P1 (70-118 cm)	14,1	6,6	79,3	limon très sableux	4,86	3,72	0,09	4,04	0,27	15	0,172	5,03	6,9
T2P1 (118-165 cm)	3,3	1,7	95,0	sable	6,4	4,85	0,02	0,61	0,05	13	0,051	traces	1,0
T4P1 (0-75 cm)	6,9	3,2	89,8	sable	6,19	4,73	0,01	1,9	0,21	9	0,250	36,43	3,3
T4P1 (75-126 cm)	16,0	4,5	79,6	limon très sableux	5,75	4,31	0,02	2,73	0,36	8	0,080	71,3	4,7
T4P1 (126-200 cm)	1,5	0,3	98,2	sable	6,65	5,51	0,02	0,43	0,05	9	0,200	13,53	0,7
T6P1 (0-27 cm)	0,8	0,5	98,6	sable	6,55	5,31	0,01	1	0,06	18	0,150	12,21	1,5
T6P1 (27-105 cm)	2,6	2,6	94,9	sable	6,39	5,35	0,01	1,29	0,11	12		21,88	9,6
T6P1 (105-164 cm)	4,1	2,3	93,6	sable	6,42	5,15	0,01	0,86	0,11	8	0,080	60,56	3,4
T7P1 (0-20 cm)	9,2	4,0	86,8	sable limoneux	5,71	4,59	0,02	2,32	0,27	9	0,110	7,63	4,0
T7P1 (40-72 cm)	10,4	2,3	87,2	sable limoneux	5,22	4,1	0,03	1,11	0,14	8	0,220	4,58	1,9
T7P1 (72-102 cm)	13,4	2,8	83,8	sable limoneux	5,55	3,98	0,01	0,93	0,11	8		6,11	1,6
T7P1 (102-67 cm)	10,1	3,3	84,6	sable limoneux	5,5	4,8	0,04	3,11	0,24	13	0,400	44,27	5,3
T7P1 (67-137 cm)	19,5	10,2	70,3	limon très sableux	5,4	4,14	0,02	2,25	0,27	8	0,340	11,2	3,9
T7P1 (137-230 cm)	11,0	2,8	86,2	sable limoneux	5,48	4,19	0,01	1	0,13	8		11,71	1,7
T8P1 (0-64 cm)	3,4	4,0	92,5	sable	7	5,93	0,02	1,8	0,17	11	0,200	15,61	3,1
T8P1 (64-200 cm)	1,3	1,0	97,7	sable	7,03	6,11	0,01	0,48	0,05	10	0,080	20,82	0,8
T9P1 (0-69 cm)	8,6	4,4	87,0	sable limoneux	5,94	5,17	0,02	4,07	0,31	13	0,380	58,52	7,0
T9P1 (69-127 cm)	20,7	1,5	71,8	limon argilo-sableux	5,68	4,57	0,02	2,64	0,31	9		107,38	4,5
T9P1 (127-200 cm)	17,1	1,8	81,0	limon très sableux	5,5	4,22	0,01	1,82	0,24	8	0,360	65,14	3,1
T8P1 (0-59 cm)	1,0	1,5	97,5	sable	6,54	5,25	0,02	0,64	0,05	13		8,14	1,1
T8P1 (59-130 cm)	5,9	6,7	87,3	sable	5,28	4,24	0,02	2,01	0,19	11	0,220	17,81	3,5
T8P1 (130-200 cm)	2,0	3,0	95,0	sable	5,88	4,76	0,01	0,68	0,05	15		5,6	1,2
T10P1 (0-24 cm)	4,5	6,3	89,2	sable	5,65	4,74	0,39	4,61	0,44	10		11,97	7,9
T10P1 (24-45 cm)	1,3	1,8	96,9	sable	6,49	5,41	0,44	0,54	0,08	8		14,05	1,1
T10P1 (45-100 cm)	3,8	3,5	92,6	sable	5,96	4,64	0,39	2	0,23	9		28,11	3,4
T10P1 (100-200 cm)	0,0	1,8	98,2	sable	7,38	6,8	0,45	0,81	0,07	12		3,64	1,4
T11P1 (0-32 cm)	4,8	5,8	89,4	sable	5,88	5,04	0,39	4,82	0,26	19		170	8,3
T11P1 (32-29 cm)	7,6	4,8	88,2	sable	6,08	5,12	0,38	4,25	0,22	19		36,4	7,3
T11P1 (29-108 cm)	7,2	6,2	86,6	sable	6,03	4,72	0,37	3,3	(28)	12		26	4,6

ECHANTILLONS	Bases échangeables							acidité	acidité	acidité
	Ca	Mg	K	Na	CEC	S	V	totale	due à Al ³⁺	due à H ⁺
	(me/100g)							(%)	(me/100g)	
soils de bas-fond										
T2P1 (0-70 cm)	1,38	0,28	0,006	0,066	2,6	1,73	66,0	0,04	-	0,01
T2P1 (70-118 cm)	1,04	0,24	0,006	0,149	3,8	1,74	46,3	1,20	0,92	0,28
T2P1 (118-165 cm)	0,42	0,13	0,002	0,120	1,1	0,67	59,7	0,01	-	0,01
T4P1 (0-75 cm)	1,21	0,254	0,021	0,092	2,1	1,58	74,2	0,13	-	0,13
T4P1 (75-126 cm)	2,67	0,614	0,044	0,354	5,3	3,68	69,5	0,27	0,2	0,07
T4P1 (126-200 cm)	0,16	0,034	0,000	0,064	0,5	0,26	51,6	0,03	-	0,03
T6P1(0-27 cm)	0,18	0,034	0,010	0,120	0,2	0,19	95,5	-	-	-
T6P1 (27-105 cm)	0,7	0,184	0,025	0,065	1,3	0,97	74,2	0,03	-	0,03
T6P1 (105-164 cm)	0,7	0,284	0,025	0,066	1,4	1,08	74,8	0,07	-	0,07
T7P1 (0-40 cm)	2,3	0,42	0,025	0,003	4,3	2,75	64,7	0,04	-	0,04
T7P1 (40-72 cm)	2,12	0,31	0,025	0,101	4,4	2,56	58,4	0,29	0,2	0,09
T7P1 (72-102 cm)	2,8	0,23	0,032	0,087	5,4	3,15	58,6	0,37	0,24	0,23
T7P1(0-67 cm)	2,67	0,59	0,025	0,018	4,9	3,30	67,8	-	-	-
T7P1(67-137 cm)	3,33	0,77	0,026	0,054	7,0	4,18	59,7	0,15	0,08	0,07
T7P1(137-200 cm)	1,93	0,5	0,013	0,023	3,8	2,47	65,8	0,11	0,04	0,07
T5P1(0-64 cm)	1,45	0,134	0,009	0,09	2,0	1,68	84,2	0,07	-	0,07
T5P1(64-200 cm)	0,45	0,034	0,004	0,035	0,8	0,52	65,4	0,07	-	0,07
T7P1(0-69 cm)	2,91	0,84	0,046	0,013	5,5	3,81	69,3	-	-	-
T7P1(69-127 cm)	4,51	0,73	0,040	0,042	8,0	5,32	66,5	-	-	-
T7P1(127-200 cm)	2,93	0,57	0,024	0,032	6,0	3,56	59,3	0,07	0,04	0,03
T8P1 (0-59 cm)	0,15	0,04	0,081	0,009	0,6	0,28	44,8	-	-	-
T8P1 (59-130 cm)	1,05	0,22	0,012	0,038	2,3	1,32	58,7	0,22	0,12	0,10
T8P1 (130-200 cm)	0,29	0,1	0,004	0,010	1,0	0,40	40,4	-	-	-
T10P1 (0-24 cm)	1,67	0,37	0,033	0,003	2,9	2,08	72,2	0,07	-	0,07
T10P1(24-45 cm)	0,4	0,12	0,009	0,008	0,6	0,54	85,9	-	-	-
T10P1(45-100 cm)	1,05	0,24	0,035	0,020	1,9	1,35	71,7	0,04	-	0,04
T10P1 (100-200 cm)	0,1	0,03	0,003	0,007	0,1	0,09	90,0	0,04	-	0,04
T11P1 (0-32 cm)	2	0,455	0,030	0,000	3,7	2,49	67,4	-	-	-
T11-P1 (32-69 cm)	2,08	0,475	0,012	0,016	3,8	2,58	67,8	0,04	-	0,04
T11P1 (69-108 cm)	1,29	0,365	0,011	0,014	2,7	1,68	62,5	-	-	-

ECHANTILLONS	Composition granulométrique				Analyse chimique								
	arg	limon	sabl. tot.	texture	pH _{mes}	pH _{calc}	CE	carbone	azote total	C/N	P total	P assimilable	MO
	(%)						(ds/m)	(g kg ⁻¹)			(g kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)	(g kg ⁻¹)
T11P1 (108-153 cm)	9,3	5,1	85,6	sable	6,03	4,76	0,40	1,54	0,20	8		19,8	7,0
T11P1 (153-200 cm)	13,1	7,2	79,7	sable limoneux	5,09	3,86	0,32	2,79	0,29	10		18,2	4,0
T3P1 (0-28 cm)	5,7	2,7	91,6	sable	5,61	5,05	0,06	5,83	0,45	13	0,300	57,38	10,0
T3P1 (28-42 cm)	13,3	17,1	69,6	limon très sableux	5,12	4,34	0,05	14,57	0,89	16	0,880	112,74	25,1
T3P1 (42-73 cm)	8,3	4,2	87,5	sable	5,96	4,81	0,01	4,96	0,29	17	0,558	69,46	8,5
T3P1 (73-118 cm)	19,7	6,5	73,8	limon très sableux	5,46	4,24	0,02	5,95	0,56	11	0,729	106,7	10,2
T3P1 (118-154 cm)	4,3	1,7	94,0	sable	5,88	4,36	0,01	0,73	0,08	9	0,166	19,63	1,3
T3P1 (154-200 cm)	1,3	0,3	98,4	sable	6,32	4,95	0,01	0,2	0,03	8	0,050	13,09	0,3
T1P1 (0-22 cm)	7,0	3,3	89,6	sable	4,24	3,85	0,69	25,2	1,50	17	0,416	62,6	6,5
T1P1 (22-52 cm)	23,8	10,9	65,3	imon argilo-sableu	4,85	4,17	0,05	2,29	0,17	14	0,185	16,25	43,3
T1P1 (52+)	7,8	3,8	88,4	sable	5,71	4,57	0,03	3,14	0,32	10	0,406	99,24	3,9
T9P1 (0-51 cm)	8,0	6,0	86,0	sable limoneux	6,32	5,24	0,03	8	0,74	11	0,685	141,55	13,8
T9P1 (51-89 cm)	7,3	4,8	87,9	sable	5,82	4,69	0,08	3,89	0,32	12	0,837	150,41	6,7
T9P1 (89-146 cm)	20,6	5,7	73,7	imon argilo-sableu	6,1	4,8	0,02	4,21	0,46	9		43,72	7,2
T9P1 (146-200 cm)	27,6	7,5	64,8	imon argilo-sableu	6,31	4,89	0,03	3,25	0,41	8		72,86	5,6
T9P1' (0-40 cm)	10,7	7,9	81,3	sable limoneux	6,04	4,92	0,03	10,18	0,77	13		109,82	17,5
T9P1' (40-85 cm)	23,7	19,4	56,9	imon argilo-sableu	5,94	4,8	0,02	24,6	1,43	17		147,81	42,3
T9P1' (85-168 cm)	26,5	1,0	72,4	imon argilo-sableu	6,11	4,54	0,01	4,64	0,38	12		161,34	8,0
T9P1' (168-205 cm)	1,0	1,0	98,0	sable	7,23	6,46	0,01	0,46	0,05	10		27,66	0,8
T12P1 (0-24 cm)	6,8	11,7	81,5	sable limoneux	5,49	4,51	0,01	6,5	0,43	15	0,528	65,22	11,2
T12P1 (24-37 cm)	6,8	11,7	81,5	sable limoneux	5,35	4,19	0,02	6,64	0,42	16	0,540	34,85	11,4
T12P1 (37-70 cm)	3,0	28,3	68,8	limon très sableux	4,78	3,8	0,04	4,79	0,45	11		30,7	7,7
T12P1 (70-90 cm)	14,4	10,7	75,0	limon très sableux	5,8	4,24	0,01	0,39	0,07	6		31,86	0,7
T6P2 (0-29 cm)	5,4	3,0	91,6	sable	6,88	6,26	0,05	5,61	0,53	11	0,580	48,35	9,6
T6P2 (29-54 cm)	5,4	1,5	93,1	sable	7,85	6,58	0,02	2	0,20	10	0,160	14,76	3,4
T6P2 (54-150 cm)	4,0	4,3	91,7	sable	7,96	6,73	0,02	1,37	0,10	14	0,250	9,16	2,4

ECHANTILLONS	Bases échangeables						acidité	acidité	acidité	
	Ca	Mg	K	Na	ClC	S	V	totale	due à Al ³⁺	due à H ⁺
	(me/100g)						(%)	(me/100g)		
T11P1 (108-153 cm)	0,73	0,265	0,003	0,000	1,1	1,00	59,3	-	-	-
T11P1 (153-200 cm)	0,74	0,395	0,011	0,014	2,4	1,16	71,1	0,77	0,64	0,13
T3P1 (0-28 cm)	2,32	0,69	0,040	0,071	3,6	3,12	86,7	-	-	-
T3P1 (28-42 cm)	4,53	1,02	0,020	0,106	7,6	5,68	85,0	0,13	0,01	0,09
T3P1 (42-73 cm)	2,25	0,42	0,015	0,071	3,8	2,76	51,0	0,03	-	0,03
T3P1 (73-118 cm)	1,41	0,61	0,008	0,156	3,4	2,18	67,7	0,91	0,76	0,15
T3P1 (118-154 cm)	0,3	0,13	0,003	0,066	0,7	0,50	74,2	0,20	0,08	0,12
T3P1 (154-200 cm)	0,12	0,04	0,001	0,071	0,3	0,23	76,4	-	-	-
T1P1 (0-22 cm)	0,52	0,21	0,059	0,096	1,1	0,89	69,9	0,54	0,24	0,30
T1P1 (22-52 cm)	4,73	0,91	0,060	0,88	11,6	6,58	84,2	1,69	0,24	1,45
T1P1 (52 +)	0,93	0,19	0,012	0,124	1,6	1,26	50,6	0,50	0,32	0,18
T9P1 (0-51 cm)	2,75	0,72	0,186	0,013	5,1	3,67	45,8	0,04	-	0,04
T9P1 (51-89 cm)	2,12	0,32	0,064	0,314	3,9	2,82	65,4	0,04	-	0,04
T9P1 (89-146 cm)	4,65	1,05	0,100	0,042	8,3	5,84	70,3	0,04	-	0,04
T9P1 (146-200 cm)	5,95	0,83	0,084	0,058	9,5	6,92	72,3	-	-	-
T9P1' (0-40 cm)	4,2	0,89	0,036	0,060	7,3	5,19	68,4	0,04	-	0,04
T9P1' (40-85 cm)	12,47	1,89	0,040	0,05	16,6	14,45	64,7	-	-	-
T9P1' (85-168 cm)	5,01	1,23	0,026	0,046	9,0	6,31	64,7	0,04	-	0,04
T9P1' (168-205 cm)	0,26	0,06	0,000	0,013	0,5	0,33	67,8	-	-	-
T12P1 (0-24 cm)	2,09	0,605	0,014	0,046	4,5	2,76	69,3	0,04	-	0,04
T12P1 (24-37 cm)	2,06	0,465	0,008	0,030	4,6	2,56	44,8	0,15	0,12	0,03
T12P1 (37-70 cm)	1,59	0,295	0,057	0,080	4,5	2,02	56,9	1,25	1	0,25
T12P1 (70-90 cm)	0,24	0,035	0,012	0,045	1,2	0,33	38,6	0,18	0,12	0,06
T6P2 (0-29 cm)	4,12	0,374	0,019	0,063	4,4	4,38	99,5	0,07	-	0,07
T6P2 (29-54 cm)	2,2	0,124	0,028	0,041	3,3	2,39	72,2	-	-	-
T6P2 (54-150 cm)	1,13	0,094	0,013	0,077	1,8	1,31	72,5	0,03	-	0,03

Analyse granulométrique					Analyse chimique								
ECHANTILLONS	arg	limon	sabl. tot.	texture	pH _{H2O}	pH _{KCl}	CE	carbone	azote total	C/N	P total	P assimilable	N/O
	(%)						(ds/m)	(g kg ⁻¹)			(g kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)	(g kg ⁻¹)
sols rouges													
T1P2 (0-22 cm)	5,3	5,1	89,6	sable	5,71	4,57	0,03	3,14	0,32	10	0,406	99,24	5,4
T1P2 (22-53 cm)	7,8	3,8	88,3	sable	5,39	4,33	0,03	2,89	0,22	13	0,279	77,87	5,0
T1P2(53-200 cm)	11,9	5,8	82,3	sable limoneux	5,69	4,72	0,03	1,29	0,18	7	0,211	6,11	2,2
T1P3 (0-31 cm)	5,5	2,8	91,6	sable	5,37	4,33	0,03	3	0,22	14	0,159	6,62	5,2
T1P3 (31-51 cm)	7,5	3,5	89,0	sable	5,5	4,36	0,01	1,79	0,17	11	0,182	4,08	3,1
T1P3(51-200 cm)	12,3	5,8	81,8	sable limoneux	5,68	4,91	0,01	1,21	0,18	7	0,186	6,62	2,1
T1P4 (0-33 cm)	7,1	3,3	89,6	sable	5,4	4,27	0,02	2,71	0,22	12	0,168	8,66	4,7
T1P4 (33-60 cm)	8,0	4,0	88,0	sable	5,55	4,38	0,01	1,57	0,15	10	0,166	9,67	2,7
T1P4 (60-200 cm)	14,9	6,8	78,3	limon très sableux	5,39	4,51	0,03	1,54	0,21	7	0,196	5,6	2,6
T2P2 (0-24 cm)	5,2	1,9	92,9	sable	5,88	4,62	0,02	3,11	0,22	14	0,167	6,04	5,3
T2P2 (24-107 cm)	5,7	1,6	92,7	sable	5,81	4,59	0,01	1,43	0,12	12	0,123	6,54	2,5
T2P2 (107-185 cm)	8,2	1,6	90,2	sable	5,18	4,31	0,02	0,96	0,09	11	0,133	3,02	1,7
T2P2 (185-200 cm)	10,5	1,6	87,9	sable limoneux	4,78	4,18	0,02	0,54	0,11	5	0,181	5,54	0,9
T2P3 (0-26 cm)	4,9	1,2	93,9	sable	5,79	4,81	0,02	2,43	0,22	11	0,193	4,03	4,2
T2P3 (26-96 cm)	9,3	2,5	88,2	sable limoneux	5,66	4,53	0,01	1,43	0,14	10	0,220	2,52	2,5
T2P3 (96-175 cm)	14,6	1,2	84,2	limon très sableux	5,84	4,82	0,02	0,86	0,14	6	0,233	7,05	1,5
T2P3 (175-200 cm)	13,3	1,5	85,2	sable limoneux	6,22	5,15	0,01	0,61	0,12	5	0,209	7,55	1,0
T2P4 (0-17cm)	4,2	4,2	91,6	sable	5,01	4,18	0,02	2,2	0,22	10	0,151	3,02	3,8
T2P4 (17-70 cm)	8,4	2,7	88,9	sable	6,07	4,89	0,01	1,16	0,12	10	0,144	6,04	2,0
T2P4 (70-200 cm)	11,6	3,2	85,2	sable limoneux	5,94	4,72	0,01	0,8	0,14	6	0,224	3,02	1,4
T3P2 (0-33 cm)	8,2	0,5	91,3	sable	5,33	4,24	0,01	2,38	0,20	12	0,221	3,02	4,1
T3P2 (33-70 cm)	6,5	2,0	91,4	sable	5,92	4,48	0,01	1,3	0,13	10	0,171	2,52	2,2
T3P2 (70-200 cm)	5,3	0,7	94,0	sable	5,22	4,22	0,01	0,66	0,07	9	0,153	5,54	1,1
T3P3 (0-15 cm)	7,0	1,8	91,2	sable	5,27	4,16	0,01	2,13	0,22	10	0,163	5,54	3,7
T3P3 (15-64 cm)	6,6	0,3	93,1	sable	5,6	4,34	0,01	1,13	0,13	9	0,175	3,52	1,9
T3P3 (64-162 cm)	11,6	1,0	87,4	sable limoneux	5,72	4,68	0,01	0,82	0,12	7	0,228	7,05	1,4
T3P3 (162-200 cm)	10,4	1,0	88,6	sable limoneux	5,71	4,67	0,01	0,71	0,10	7	0,189	3,52	1,2
T3P4 (0-18 cm)	6,3	2,0	91,7	sable	5,06	4,14	0,02	2,2	0,21	10	0,169	5,54	3,8
T3P4 (18-62 cm)	7,8	2,2	90,0	sable	5,37	4,21	0,02	1,38	0,16	9	0,183	6,04	2,4
T3P4 (62-200 cm)	14,3	1,5	84,2	sable limoneux	5,57	4,48	0,02	1,04	0,16	7	0,219	54,86	1,8
T4P4(0-22 cm)	4,3	2,5	93,2	sable	5,16	4,24	0,02	2,52	0,28	9	0,169	8,33	4,3
T4P4 (22-56 cm)	8,0	2,3	89,7	sable	5,54	4,3	0,01	1,82	0,23	8	0,220	9,37	3,1
T4P4(56-130 cm)	13,4	2,7	83,9	sable limoneux	5,8	4,65	0,01	1,29	0,19	7	0,224	5,73	2,2

ECHANTILLONS	Bases échangeables							acidité	acidité	acidité
	Ca	Mg	K	Na	CEC	S	V	totale	due à Al3+	due à H+
	(me/100g)							(%)	(me/100g)	
sols rouges										
T1P2 (0-22 cm)	4,48	0,91	0,027	0,407	5,7	5,82	50,2	0,11	-	0,11
T1P2 (22-53 cm)	0,57	0,19	0,038	0,047	1,8	0,85	48,3	0,54	0,16	0,38
T1P2 (53-200 cm)	0,91	0,33	0,008	0,032	2,3	1,28	56,9	0,14	-	0,14
T1P3 (0-31 cm)	0,6	0,18	0,013	0,034	1,5	0,83	55,1	0,36	0,16	0,20
T1P3 (31-51 cm)	0,71	0,24	0,011	0,06	1,9	1,02	54,5	0,22	0,04	0,18
T1P3 (51-200 cm)	0,88	0,35	0,007	0,075	2,1	1,31	61,7	0,11	-	0,11
T1P4 (0-33 cm)	0,63	0,29	0,013	0,077	1,9	1,01	53,9	0,22	0,12	0,10
T1P4 (33-60 cm)	0,78	0,28	0,007	0,102	1,9	1,17	62,3	0,14	0,08	0,06
T1P4 (60-200 cm)	1,05	0,46	0,007	0,062	2,6	1,58	60,2	0,22	0,04	0,18
T2P2 (0-24 cm)	0,78	0,23	0,042	0,055	1,9	1,11	50,0			
T2P2 (24-107 cm)	0,45	0,1	0,009	0,041	1,4	0,60	43,6	0,25	0,12	0,13
T2P2 (107-185 cm)	0,27	0,15	0,009	0,034	1,3	0,46	37,0	0,36	0,01	0,35
T2P2 (185-200 cm)	0,22	0,2	0,024	0,0002	1,3	0,44	35,5	0,58	0,36	0,22
T2P3 (0-26 cm)	0,61	0,19	0,018	0,071	1,5	0,89	59,3	0,14	0,04	0,10
T2P3 (26-96 cm)	0,7	0,15	0,007	0,046	1,6	0,90	57,8	0,22	0,2	0,02
T2P3 (96-175 cm)	0,66	0,49	0,007	0,075	2,1	1,23	59,7	0,11	-	0,14
T2P3 (175-200 cm)	68,97	0,53	0,008	0,052	1,7	1,06	02.x	0,04	-	0,04
T2P4 (0-17 cm)	0,47	0,16	0,023	0,106	1,1	0,76	71,4	0,36	0,2	0,16
T2P4 (17-70 cm)	0,5	0,24	0,011	0,054	1,x	0,81	44,4	0,07	-	0,08
T2P4 (70-200 cm)	0,81	0,33								
T3P2 (0-33 cm)	0,91	0,27	0,01	0,072	1,9	1,23	63,3	0,07		0,07
T3P2 (33-70 cm)	0,74	0,12	0,007	0,13	1,4	1,44	XI.0	0,20	0,16	0,04
T3P2 (70-200 cm)		0,09	0,005				69,4	0,07	0,01	0,03
T3P3 (0-15 cm)	0,36	0,1	0,015	0,079	0,8	0,77	46,9	0,24	0,2	0,04
T3P3 (15-61 cm)	0,46	0,1	0,08X	0,082	1,1	0,73	6X.7	0,47	0,28	0,19
T3P3 (61-162 cm)	0,72	0,23	0,006	0,065	1,4	1,02	71,0	0,10		0,10
T3P3 (162-200 cm)	0,42	0,444	0,006	0,093	1,3	0,96	77,0	0,07		0,07
T3P4 (0-18 cm)	0,45	0,154	0,011	0,082	1,0	0,68	67,7	0,47	0,28	0,19
T3P4 (18-62 cm)	0,54	0,144	0,006	0,053	1,4	0,74	54,0	0,37	0,24	0,13
T3P4 (62-200 cm)	0,67	0,344	0,011	0,117	1,6	1,14	70,3	0,24	0,04	0,20
T4P4 (0-22 cm)	0,5	0,174	0,013	0,099	1,1	0,79	69,9	0,28	0,2	0,48
T4P4 (22-56 cm)	0,72	0,144	0,008	0,086	1,1	0,96	85,2	0,24	0,24	0,00
T4P4 (56-130 cm)	0,85	0,444	0,010	0,107	1,9	1,41	75,3	0,07	0,04	0,03

ECHANTILLONS	Analyse granulométrique				Analyse chimique								
	arg	limon	sabl. tot.	texture	pH ₁₀₀	pH ₁₀	Cl ⁻	carbone	azote total	C/N	P total	P assimilable	MO
	(%)						(ds/m)	(g kg ⁻¹)			(g kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)	(g kg ⁻¹)
T1P1 (130-200 cm)	13,3	2,7	84,0	sable limoneux	6,05	4,96	0,01	0,93	0,16	6	0,210	6,77	1,6
T9P2 (0-20 cm)	7,3	4,0	88,7	sable	5,7	4,55	0,03	3,39	0,36	9		31,23	5,8
T9P2 (20-66 cm)	9,3	3,0	87,7	sable limoneux	6,22	4,94	0,02	2,22	0,19	12		12,49	3,8
T9P2 (66-133 cm)	9,1	2,8	88,1	sable	6,72	5,49	0,01	1,44	0,14	10		10,41	2,5
T9P2 (133-210 cm)	12,5	3,0	84,5	sable limoneux	6,65	5,53	0,02	1,3	0,16	8		6,25	2,2
T10P2 (0-42 cm)	7,3	3,0	89,7	sable	5,18	4,04	0,35	2,32	0,17	14		7,81	4,0
T10P2 (42-78 cm)	9,1	2,8	88,1	sable limoneux	5,75	4,42	0,40	1,67	0,20	8		7,81	2,9
T10P2 (78-156 cm)	18,3	2,8	78,9	limon très sableux	5,68	4,6	0,44	1,63	0,14	12		5,21	2,8
T10P2 (156-202 cm)	15,8	2,3	81,9	limon très sableux	6,03	4,94	0,40	1,41	0,19	7		3,64	2,4
T10P3 (0-20 cm)	4,3	3,5	92,2	sable	5,43	4,53	0,38	3,37	0,16	21	0,196	5,21	4,6
T10P (20-67 cm)	7,6	2,5	89,9	sable	5,69	4,63	0,40	1,89	0,16	12	0,206	7,81	3,3
T10P3 (67-129 cm)	12,0	2,5	85,5	sable limoneux	5,72	4,42	0,42	1,52	0,19	8		6,25	2,6
T10P3 (129-200 cm)	14,9	3,0	82,1	limon très sableux	5,43	4,48	0,39	1,41	0,16	9		3,98	2,4
T10P4 (0-28 cm)	4,9	2,6	92,6	sable	5,57	4,65	0,37	3,93	0,25	16		112,4	5,5
T10P4 (28-80 cm)	8,4	2,3	89,3	sable	5,8	4,69	0,40	1,11	0,14	8		7,47	1,9
T10P4 (80-200 cm)	10,6	2,8	86,6	sable limoneux	6,08	5,11	0,41	1,52	0,19	8		6,47	2,6
soils rouges développés sur cuirasse													
T12P2 (0-16 cm)	4,2	6,1	89,7	sable	6,42	5,62	0,08	5,57	0,49	11		33,8	9,5
T12P2 (16-33 cm)	6,4	6,4	87,3	sable	5,79	4,5	0,01	2,29	0,23	10		17,2	3,9
T12P2 (33-38 cm)	10,6	6,4	83,0	sable limoneux	5,38	4,35	0,03	1,96	0,28	7		17,7	3,4
T12P3 (0-32 cm)	5,9	5,9	88,2	sable	5,98	4,68	0,01	3	0,22	14		36,4	5,2
T12P3 (32-58 cm)	7,1	5,8	86,8	sable	6,31	5,02	0,02	1,32	0,17	8		34,3	2,3
T12P4 (0-12 cm)	2,8	4,1	92,8	sable	5,62	4,32	0,02	4,14	0,42	10		86,12	7,1
T12P4 (12-47 cm)	17,9	6,7	75,4	limon très sableux	6,13	4,86	0,02	2,39	0,30	8		8,96	4,1

ECHANTILLONS	Bases échangeables							acidité	acidité	acidité
	Ca	Mg	K	Na	ClC	S	V	totale	due à Al ³⁺	due à H ⁺
	(me/100g)							(%)	(me/100g)	
T1P1 (30-200 cm)	0,58	0,175	0,015	0,002	1,8	0,77	42,6	0,48	-	0,07
T9P2 (0-20 cm)	1,16	0,64	0,185	0,027	2,9	2,01	70,0	0,07	0,04	0,03
T9P2 (20-66 cm)	1,17	0,33	0,062	0,02	2,4	1,58	66,6	-	-	-
T9P2 (66-133 cm)	1,13	0,22	0,016	0,013	2,1	1,38	64,9	-	-	-
T9P2 (133-210 cm)	1,35	0,22	0,021	0,010	2,4	1,60	67,4	-	-	-
T10P2 (0-42 cm)	0,74	0,494	0,022	0,106	1,8	1,11	61,2	0,11	0,08	0,03
T10P2 (42-78 cm)	0,9	0,185	0,012	0,013	1,8	1,75	60,9	0,07	0,04	0,03
T10P2 (78-156 cm)	1,2	0,495	0,026	0,031	2,9	1,61	67,9	0,07	-	0,07
T10P2 (156-202 cm)	1,04	0,475	0,030	0,067	2,4	0,92	59,1	0,22	0,14	0,08
T10P3 (0-20 cm)	0,61	0,275	0,033	0,005	1,6	0,88	56,1	0,15	0,1	0,05
T10P (20-67 cm)	0,61	0,245	0,014	0,008	1,6	1,21	62,3	0,04	-	0,04
T10P3 (67-129 cm)	0,74	0,445	0,010	0,013	1,9	0,91	41,5	0,18	0,18	0,00
T10P3 (129-200 cm)	0,31	0,565	0,014	0,018	2,2	1,05	62,1	0,11	0,08	0,03
T10P4 (0-28 cm)	0,75	0,275	0,017	0,006	1,7	0,84	53,4	0,11	0,08	0,03
T10P4 (28-80 cm)	0,57	0,245	0,008	0,012	1,6	0,94	59,9	0,04	-	0,04
T10P4 (80-200 cm)	0,46	0,455	0,010	0,011	1,6	0,936	59,9			
sols rouges développés sur cuirasse										
T12P2 (0-16 cm)	2,01	0,815	0,033	0,018	4,4	2,88	65,7	-	-	-
T12P2 (16-33 cm)	0,8	0,265	0,009	0,000	1,9	1,07	57,3	0,07	0,04	0,03
T12P2 (33-38 cm)	0,83	0,195	0,008	0,023	1,9	1,06	56,3	0,15	0,12	0,03
T12P3 (0-32 cm)	1,09	0,355	0,009	0,005	2,6	1,46	55,6	0,04	-	0,04
T12P3 (32-58 cm)	0,95	0,185	0,020	0,003	2,1	1,16	54,5		-	-
T12P4 (0-12 cm)	0,55	0,165	0,019	0,001	1,5	0,74	49,0	0,18	0,08	0,10
T12P4 (12-47 cm)	1,38	0,235	0,020	0,029	2,8	1,66	60,5	-	-	-

ECHANTILLONS	Analyse granulométrique				Analyse chimique								
	arg	limon	sabl. tot.	texture	pH _{12.5}	pH _{6.5}	CF	carbone	azote total	C/N	P total	P assimilable	MO
	(%)						(ds/m)	(g kg ⁻¹)			(g kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)	(g kg ⁻¹)
sols beiges, sans taches ni concrétions													
T4P2 (0-31 cm)	5,0	3,3	91,8	sable	6,02	5,12	0,03	2,66	0,29	9	0,196	12,49	4,6
T4P2 (34-82 cm)	8,5	2,7	88,8	sable	5,53	4,6	0,04	1,46	0,19	8	0,193	13,01	2,5
T4P2 (82-200 cm)	26,9	3,0	70,1	mon argilo-sableu	4,89	4,19	0,10	1,96	0,32	6	0,304	5,21	3,1
T4P3 (0-28 cm)	8,8	3,9	87,3	sable	6,4	5,33	0,02	4,84	0,42	12	0,278	8,85	8,3
T4P3 (28-60 cm)	9,7	2,3	88,0	sable limoneux	6,41	5,14	0,02	1,75	0,20	9	0,211	15,61	3,0
T4P3 (60-145 cm)	15,6	3,3	81,0	imon très sableux	6,56	5,3	0,03	1,5	0,22	7	0,248	4,16	2,6
T4P3 (145-200 cm)	21,8	4,0	74,2	mon argilo-sableu	6,62	5,32	0,02	1,32	0,25	5	0,108	9,37	2,3
T5P2 (0-20 cm)	6,5	3,0	90,4	sable	5,14	4,08	0,01	2,1	0,22	10	0,175	10,93	3,6
T5P2 (20-49 cm)	6,0	3,3	90,7	sable	5,89	4,79	0,06	1,25	0,17	7	0,156	14,57	1,8
T5P2 (49-122 cm)	11,0	3,3	85,7	sable limoneux	5,94	4,56	0,01	1,16	0,15	8	0,182	8,85	2,0
T5P2 (122-167 cm)	9,8	3,7	86,6	sable	5,56	4,5	0,02	1,07	0,13	8	0,152	9,89	1,8
sols beiges, à taches et concrétions sur cuirasse													
T5P3 (0-26 cm)	6,7	3,3	90,0	sable	5,87	4,4	0,03	2,82	0,33	9	0,200	32,27	4,9
T5P3 (26-68 cm)	7,6	2,8	89,6	sable	5,94	4,48	0,01	1,38	0,18	8		8,33	2,4
T5P3 (68-110 cm)	23,5	3,5	73,0	mon argilo-sableu	5,53	4,34	0,02	2,44	0,31	8		4,16	4,2
T5P4 (0-32 cm)	8,2	4,6	87,2	sable limoneux	5,86	4,88	0,04	2,88	0,38	8		25,95	5,0
T5P4 (32-125 cm)	20,6	4,0	75,4	mon argilo-sableu	5,97	4,8	0,02	2,19	0,29	8		3,56	3,8
T6P3 (0-20 cm)	9,1	4,3	86,6	sable limoneux	6,46	5,29	0,02	3,3	0,31	11		5,09	5,7
T6P3 (20-52 cm)	13,6	4,5	81,9	imon très sableux	6,28	4,96	0,02	2,43	0,23	11		2,55	4,2
T6P3 (52-120 cm)	23,9	2,5	73,6	mon argilo-sableu	5,46	4,27	0,02	2	0,28	7		5,09	3,4
T6P3 (120-187 cm)	28,3	3,8	67,9	mon argilo-sableu	5,95	4,68	0,02	1,75	0,28	6		4,58	3,0
T6P4 (0-24 cm)	8,3	5,8	85,8	sable limoneux	5,48	4,33	0,02	3,61	0,32	11		5,09	6,2
T6P4 (24-61 cm)	9,9	6,2	83,9	sable limoneux	5,54	4,3	0,01	2,57	0,25	10		5,6	4,4
T6P4 (61-117 cm)	21,0	5,3	73,7	mon argilo-sableu	4,84	3,9	0,03	2,11	0,26	8		10,69	3,6
T6P4 (117-130 cm)	24,1	7,6	68,4	mon argilo-sableu	4,5	3,84	0,05	1,71	0,22	8		4,58	2,9
T8P2 (0-37 cm)	5,0	3,8	91,2	sable	5,79	4,86	0,01	2,21	0,23	10		5,6	3,8
T8P2 (37-94 cm)	12,9	3,5	83,6	sable limoneux	5,95	4,68	0,01	1,29	0,17	8		3,56	2,2
T8P2 (94-150 cm)	30,2	3,3	66,5	mon argilo-sableu	5,07	4,3	0,03	1,32	0,26	5		21,86	2,3
T8P2 (150-196 cm)	25,4	4,5	70,1	mon argilo-sableu	5,29	4,4	0,01	1,56	0,23	7		14,57	2,7
T8P3 (0-25 cm)	6,5	4,3	89,2	sable	5,34	4,2	0,01	2,39	0,26	9		9,37	4,1
T8P3 (25-60 cm)	7,8	4,0	88,2	sable	5,23	4,08	0,01	1,74	0,13	13		10,93	3,0
T9P4 (0-39 cm)	10,6	4,4	85,0	sable limoneux	5,66	4,41	0,14	3,64	0,35	10	0,300	7,29	6,3

ECHANTILLONS	Eléments échangeables							acidité totale	acidité due à Al ³⁺	acidité due à H ⁺
	Ca	Mg	K	Na	CEC	S	V			
	(me/100g)						(%)	(me/100g)		
sols beiges, sans taches ni concrétions										
T4P2 (0-34 cm)	1,03	0,281	0,042	0,077	1,9	1,13	76,4	0,07	-	0,07
T4P2 (34-82 cm)	0,8	0,294	0,017	0,066	1,6	1,18	72,4	0,07	-	0,07
T4P2 (82-200 cm)	1,75	0,891	0,040	0,19	6,5	2,89	44,9	0,27	0,12	0,15
T4P3 (0-28 cm)	2,63	0,674	0,196	0,156	4,8	3,66	77,0	0,03	-	0,03
T4P3 (28-60 cm)	1,09	0,534	0,070	0,093	2,4	1,79	75,2	0,03	-	0,03
T4P3 (60-145 cm)	1,33	0,734	0,040	0,228	2,5	2,33	93,3	-	-	-
T4P3 (145-200 cm)	1,49	0,734	0,024	0,132	3,0	2,38	79,3	0,10	-	0,10
T5P2 (0-20 cm)	0,52	0,124	0,011	0,073	1,4	0,73	50,6	0,52	0,4	0,12
T5P2 (20-49 cm)	0,62	0,038	0,040	0,136	1,4	0,83	58,0	0,10	-	0,10
T5P2 (49-122 cm)	1,03	0,007	0,009	0,077	2,1	1,12	54,4	0,10	0,02	0,08
T5P2 (122-167 cm)	0,7	0,006	0,008	0,011	1,6	0,73	46,4	0,07	-	0,07
sols beiges, à taches et concrétions sur cuirasse										
T5P3 (0-26 cm)	0,59	0,039	0,041	0,046	1,6	0,72	45,8	0,21	0,08	0,13
T5P3 (26-68 cm)	0,73	0,026	0,028	0,052	1,4	0,84	58,2	0,14	0,08	0,06
T5P3 (68-110 cm)	1,17	0,012	0,014	0,158	3,1	1,35	43,3	0,21	0,12	0,09
T5P4 (0-32 cm)	1,02	0,504	0,022	0,049	2,4	1,60	65,4	0,10	-	0,10
T5P4 (32-125 cm)	1,11	0,694	0,014	0,044	2,9	1,86	61,8	0,10	-	0,10
T6P3 (0-20 cm)	1,75	0,524	0,013	0,063	3,4	2,35	68,4	0,03	-	0,03
T6P3 (20-52 cm)	1,31	0,494	0,009	0,063	2,8	1,88	66,7	0,07	-	0,07
T6P3 (52-120 cm)	1,43	0,574	0,016	0,178	3,4	2,20	65,1	0,15	0,08	0,07
T6P3 (120-183 cm)	1,71	0,794	0,018	0,142	3,9	2,66	68,7	-	-	-
T6P4 (0-24 cm)	1,17	0,274	0,010	0,042	2,3	1,50	64,7	0,15	-	0,15
T6P4 (24-61 cm)	1,09	0,22	0,010	0,000	2,5	1,32	52,8	0,18	0,04	0,14
T6P4 (61-117 cm)	0,91	0,23	0,016	0,008	3,5	1,16	33,3	0,85	0,64	0,21
T6P4 (117-130 cm)	0,95	0,19	0,016	0,010	3,8	1,17	31,1	0,74	0,56	0,18
T8P2 (0-37 cm)	1,08	0,24	0,013	0,019	2,4	1,35	56,9	0,04	-	0,04
T8P2 (37-94 cm)	0,94	0,34	0,016	0,005	2,4	1,30	54,8	-	-	-
T8P2 (94-150 cm)	1,23	0,89	0,010	0,060	4,3	2,19	51,5	0,29	0,16	0,13
T8P2 (150-196 cm)	1,09	0,63	0,014	0,042	3,5	1,78	50,7	0,18	0,16	0,02
T8P3 (0-25 cm)	0,5	0,16	0,010	0,006	1,8	0,68	38,6	0,40	0,24	0,16
T8P3 (25-60 cm)	0,47	0,1	0,007	0,021	1,3	0,60	47,8	0,29	0,24	0,05
T9P4 (0-39 cm)	1,70	0,19	0,007	0,001	2,9	1,99	69,1	0,07	0,04	0,03

ECHANTILLONS	Analyse granulométrique				Analyse chimique								
	arg	limon	sabl. tot.	texture	pH _{10⁻²}	pH _{KCl}	CE (d. / m)	carbone (g kg ⁻¹)	azote total	C/N	P total (g kg ⁻¹)	P assimilable (mg kg ⁻¹)	MO (g kg ⁻¹)
T0P4 (39-71 cm)	30,0	3,1	66,9	imon argilo-sableu	6,31	4,85	0,39	3,52	0,38	9	0,634	3,64	6,1
T0P4 (71-140 cm)	40,3	5,3	54,4	argile sableux	6,22	5	0,40	1,11	0,26	4		5,21	2,1
T11P2(0-18 cm)	6,8	5,8	87,5	sable	5,13	4,18	0,35	3,21	0,24	13		20,3	5,5
T11P2 (18-47 cm)	9,7	5,5	84,8	sable limoneux	5,31	4,2	0,32	2,7	0,28	10		7,47	4,6
T11P2 (47-73 cm)	18,8	5,0	76,2	limon très sableux	5,36	3,97	0,35	2,3	0,24	10		4,98	2,9
T11P2 (73-78 cm)	24,6	4,8	70,6	imon argilo-sableu	5,46	4,33	0,02	2,29	0,32	7		142,88	4,0
T11P3 (0-25 cm)	9,7	10,0	80,2	sable limoneux	5,54	4,7	0,01	6,14	0,39	16		27,1	10,3
T11P3 (25-41 cm)	12,0	8,6	79,3	sable limoneux	5,34	4,28	0,06	2,61	0,31	8		15,1	4,5
T11P3 (41-100 cm)	22,3	8,6	69,1	imon argilo-sableu	4,61	3,78	0,05	1,57	0,26	6		3,49	2,9
T11P3 (100-123 cm)	30,0	9,0	60,9	imon argilo-sableu	4,46	3,68	0,04	1,71	0,18	10		15,6	2,9
T11P4 (0-27cm)	7,2	3,5	89,3	sable	5,69	4,89	0,05	3,46	0,28	12	0,170	7,47	6,0
T11P4 (27-80 cm)	5,0	10,4	84,6	sable limoneux	6,14	5	0,05	1,43	0,19	8	0,175	4,98	2,5
T11P4 (80-180 cm)	25,4	4,1	70,5	imon argilo-sableu	6,05	4,98	0,03	1,46	0,29	5		4,98	2,5

ECHANTILLONS	Bases échangeables							acidité	acidité	acidité
	Ca	Mg	K	Na	CEC	S	V	totale	due à Al ³⁺	due à H ⁺
	(me/100g)						(%)	(me/100g)		
T9P1 (39-71 cm)	3,17	0,21	0,010	0,054	5,0	3,44	68,9	0,04	-	0,04
T9P4 (71-140 cm)	3,23	0,39	0,010	0,018	5,3	3,65	69,5	0,04	-	0,04
T11P2(0-18 cm)	0,58	0,215	0,007	0,000	1,6	0,80	51,3	0,44	0,4	0,04
T11P2 (18-47 cm)	0,57	0,205	0,005	0,000	1,6	0,78	49,9	0,37	0,28	0,09
T11P2 (47-73 cm)	0,9	0,255	0,508	0,029	3,0	1,69	56,4	0,44	0,32	0,12
T11P2 (73-78 cm)	1,18	0,475	0,040	0,029	4,0	1,72	43,1	0,33	0,24	0,09
T11P3 (0-25 cm)	2,39	0,725	0,013	0,002	5,1	3,13	61,1	0,04	-	0,04
T11P3 (25-41cm)	1,1	0,455	0,011	0,017	2,9	1,58	55,1	0,18	0,16	0,02
T11P3 (41-100 cm)	0,86	0,435	0,020	0,027	3,5	1,34	38,3	0,70	0,56	0,14
T11P3 (100-123 cm)	0,84	0,395	0,028	0,047	4,5	1,31	29,1	1,21	1	0,21
T11P4 (0-27cm)	1,52	0,605	0,010	0,013	3,4	2,15	63,6	-	-	-
T11P4 (27-80 cm)	1,24	0,385	0,007	0,008	3,0	1,64	54,7	-	-	-
T11P4 (80-180 cm)	2,06	1,255	0,020	0,029	3,3	3,36	103,5	0,07	0,04	0,03