
Etat structural d'horizons superficiels sableux sous culture ou jachère herbacée en Afrique de l'Ouest (Burkina Faso)

Ph. de Blic₍₁₎ et N. A. Some₍₂₎

(1) ORSTOM B.P. 182 Ouagadougou Burkina Faso

(2) Institut de Recherche en Biologie et Ecologie tropicale B.P. 7047 Ouagadougou Burkina Faso

RÉSUMÉ

Le raccourcissement significatif des temps de jachère a entraîné, notamment en Afrique de l'Ouest, une détérioration importante de l'état structural des sols ferrugineux tropicaux lessivés, très caractéristiques de cette région. La restauration de cet état est déterminante pour le retour de meilleures conditions édaphiques et apparaît étroitement liée aux stades de reconstitution de la jachère définis en particulier par l'apparition et la succession de *Andropogon* spp. La caractérisation de l'état structural de l'horizon superficiel sous divers stades de jachère à *Andropogon* spp. fournit, par référence à l'état observé sous culture, des éléments d'appréciation de la restauration de meilleures conditions culturales. Les résultats suggèrent que les andropogonées vivaces jouent, dès leur apparition en touffes isolées dans les jachères de 6 à 8 ans, un rôle positif vis-à-vis de la structure et de la porosité de l'horizon superficiel. Cela confirme l'intérêt que présentent des modes de gestion favorisant l'implantation précoce de ces andropogonées.

Mots clés

Jachère - *Andropogon* spp. - profil cultural - état structural - porosité - système racinaire - distribution des pores

SUMMARY

IMPACT OF ANDROPOGON FALLOWING ON THE PHYSICAL RESTORATION OF A CULTIVATED LEACHED FERRUGINOUS SOIL (BURKINA FASO)

With fallow shortening, conservation or restoration of suitable structure in the surface horizon of tropical soils is becoming increasingly hazardous. Searching for a necessary adaptation of cropping systems, a feasible strategy may consist in quickening soil structure restoration by means of suitable fallow management.

A preliminary study in the plateau Mossi (Burkina Faso) aimed to appraise soil structure restoration in relation to *Andropogon* fallowing system : it consisted of soil structure characterization runs which were carried out in different stages of fallow regeneration process and compared to some reference cropping situations.

Typical soils are sandy ferruginous soils with low organo-chemical fertility (table 1) and restricted depth owing to indurated horizon. Three major stages of *Andropogon* fallow were selected for this study, i) recent fallow with *A. pseudapricus*, ii) 6 years fallow with *A. gyanus* and iii) 25 years fallow with *A. ascinioides*.

Spatial distribution of perennial *Andropogon* tufts fastens the distribution of root systems, as it appears from profile descriptions and root density measurements.

Blocky soil structures are largely prevailing under perennial *Andropogon* grasslands, while massive structures are slightly dominant under crops and specially well expressed under recent fallows with annual grasses (figures 1 & 2).

Soil penetration measurements emphasize important increase in compaction as early as fallowing (table 2). In the same way, *A. pseudapricus* recent fallows exhibit lower soil porosity values than other situations (table 3).

We expressed pore size distribution according to total porosity (figure 3). Fine porosity (< 50 μm) exhibits some increase in the early stage of fallowing. Pore space organization is then quasi invariable for all the fallowing duration and may be considered as a typical feature of the upper soil horizon when subjected to natural grazed fallowing. It follows from dynamic balance between lightening factors (roots, mesofauna) and compaction factors (grazing, sealing) . This equilibrium may be temporarily modified owing to soil tillage.

Key-words

Fallow - *Andropogon* - cultural profile - soil structure - soil porosity - root system - pore size distribution

RESUMEN

ESTADO ESTRUCTURAL DE HORIZONTES SUPERFICIALES ARENOSOS BAJO CULTIVO O BARBECHO EN ÁFRICA DEL OESTE (BURKINA FASO)

La reducción significativa del tiempo de barbecho llevó en África del oeste, una deterioración importante del estado estructural de los suelos ferruginosos tropicales lixiviados, muy característicos de esta región. La restauración de este estado está determinante para el retorno de mejores condiciones edáficas y aparece estrechamente ligada a las etapas de reconstitución del barbecho definidas en particular por la aparición y la sucesión de *Andropogon* spp. La caracterización del estado estructural del horizonte superficial bajo diversas etapas de barbecho a *Andropogon* spp. da, por referencia al estado observado bajo cultivo, elementos de apreciación de la restauración de mejores condiciones de cultivo. Los resultados sugieren que las andropogonales vivaces juegan, desde su aparición en manchones aislados en los barbechos de 6 o 8 años, un papel positivo para la estructura y la porosidad del horizonte superficial. Eso confirma el interés que presentan los modos de gestión que favorece la implantación precoz de estas andropogonales.

Palabras claves

Barbecho, perfil de cultivo, estado estructural, porosidad, sistema de raíces, distribución de los poros.

La pression démographique a entraîné en Afrique tropicale une forte augmentation des surfaces cultivées et un raccourcissement significatif des temps de jachère (Floret et al., 1993). Il s'en est suivi une baisse de la fertilité des sols, qui se manifeste tout particulièrement par une dégradation de leurs propriétés physiques (Piéri, 1989).

Les sols ferrugineux tropicaux (CPCS, 1967), fortement représentés dans les savanes soudano-sahéliennes, sont particulièrement sensibles à une dégradation physique du fait de leurs caractéristiques structurales médiocres. Cette dégradation peut entraîner un dysfonctionnement hydrique avec les conséquences qu'il implique (limitation de l'infiltration, augmentation du ruissellement, engorgement superficiel). La correction d'un tel dysfonctionnement implique nécessairement de procéder à une restauration des qualités structurales du sol (Floret et al., 1993).

En région soudanienne humide, le rôle que peut jouer la jachère a fait l'objet de travaux détaillés (Morel et Quantin, 1964 ; Peltre-Wurtz et Steck, 1979) alors que dans les régions plus sèches ce rôle est moins bien connu. Le rôle des jachères de courte durée sur la reconstitution ou le maintien de la fertilité du sol a souvent retenu l'attention (Gillier, 1960 ; Charreau et Nicou, 1971 ; Feller et al., 1993 ; Hien et al., 1993 ; Roose, 1993 ; Some, 1994), mais leur impact sur la restauration des qualités structurales du sol reste controversé.

L'objectif de l'étude réalisée en région soudano-sahélienne dans un contexte d'agriculture traditionnelle sans utilisation d'intrants est de comparer les caractéristiques physiques d'horizons superficiels en relation avec différents stades de jachère, pour en déduire une éventuelle évolution de la structure en fonction du développement d'une végétation herbacée pérenne.

MATERIEL ET METHODES

La zone d'étude

Situé à quatre vingt kilomètres au sud de Ouagadougou (Burkina Faso), dans la province de la Sissili, le terroir du village de Sobaka constitue une enclave de la forêt classée du Nazinon. Le climat de type nord-soudanien comprend deux saisons bien contrastées. La pluviosité annuelle moyenne est de 772 mm (1983-1992) avec un coefficient de variation de 16%. La saison pluvieuse s'étend d'avril à octobre avec un maximum au mois d'août. La végétation est constituée de savanes arborées plus ou moins denses (Menaut, 1983).

Le substratum géologique est formé de migmatites et granites indifférenciés (Précambrien inférieur). Le paysage est constitué d'un plateau ondulé, situé à une altitude moyenne de 300 m, disséqué par les tributaires du fleuve Nazinon (anciennement Volta Rouge) selon un réseau hydrographique digité. Les pentes sont généralement inférieures à 2%. Une cuirasse ferrugineuse conglomératique souvent démantelée en gros blocs est présente sur les sommets des ondulations. Elle a été rattachée au Moyen Glacis Cuirassé développé au Quaternaire et observé dans toute l'Afrique de l'Ouest (Kaloga, 1987).

La zone d'étude (Zombre et al., 1994) montre une nette prédominance des sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés (CPCS, 1967). La texture, sableuse à sablo-limoneuse vers la surface du sol, devient sablo-argileuse à partir de 30 centimètres de profondeur. Une carapace ferrugineuse apparaît entre 50 et 120 cm de profondeur. Les caractéristiques analytiques de l'horizon superficiel sous culture et sous jachère de 30 ans sont présentées dans le tableau 1.

L'occupation humaine, qui date de 80 ans environ, s'est faite en auréoles concentriques autour du village de Sobaka. Les champs qui font l'objet de la présente étude sont éloignés du village. Ils sont cultivés en mil et sorgho sans aucune fumure. La pratique culturale est traditionnellement manuelle ; la culture attelée est pratiquée depuis moins de 10 ans par une proportion croissante d'agriculteurs. L'abandon en jachère ou au contraire la remise en culture d'une terre

Tableau 1 - Caractéristiques analytiques moyennes de l'horizon 0-10 cm. (Exemples sous culture annuelle et jachère à *A. ascinodis*)

Table 1 - Analytical characteristics of the 0-10 cm horizon

	Jaa	Can
Granulométrie %		
fraction < 2 μ	12,1	9,2
fraction 2-20 μ	7,7	6,4
fraction 20-200 μ	31,2	32,4
fraction 200-2000 μ	49,0	52,0
Matière organique		
C orga %	0,74	0,44
N total %	0,65	0,48
C/N	11,6	9,5
Complexe d'échange (meq/100g)		
K	0,10	0,08
S	2,47	1,97
CEC	2,59	2,00
P Olsen ppm	4,59	3,30
pH eau	6,3	6,6

Can : champ sous culture annuelle

Jaa : jachère à *Andropogon ascinodis*

dépendent de l'apparition de plantes qui, pour le paysan, indiquent une chute ou un retour de la fertilité.

Observations et mesures réalisées

Les observations et mesures effectuées au cours de la période active de la végétation (saison humide) ont concerné l'horizon superficiel (0-10 cm de profondeur). Différents sites de culture annuelle et de jachère ont été sélectionnés en considérant que la couverture pédologique y est semblable (carapace ferrugineuse à moins de 80 cm de profondeur). Les jachères ont été distinguées en fonction de leur passé cultural et du développement d'espèces herbacées considérées comme caractéristiques de seuils d'évolution post-culturale (en particulier, *Andropogon* spp.). La morphologie des systèmes racinaires des plantes cultivées (mil et sorgho) et de *Andropogon* spp. a été décrite dans des fosses d'observation. La densité racinaire de *Andropogon* spp. en fonction de l'âge de la jachère a été estimée sur des échantillons de terre prélevés dans les horizons superficiels, séchés à l'étuve à 105°C, puis pesés (Böhm, 1979). Des unités morphologiques homogènes (UMH) définies par leur état structural (Hénin et al., 1969 ; Manichon, 1982 ; de Blic, 1990) ont été cartographiées sur les profils pédologiques. La proportion des structures identifiées a été estimée (pourcentage de surface). Des mesures de résistance à la pénétration ont été effectuées sur les mêmes profils, dans les mêmes conditions hydriques, c'est-à-dire moins de 24 heures après une pluie, au moyen d'un pénétromètre de poche à cône (type Yamanaka). Huit à dix répétitions par UMH ont été réalisées dans chacun des profils. La porosité a été estimée à partir de mesures de la densité apparente (5 à 6 répétitions avec des cylindres de 100 cm³) et de la densité réelle (pycnomètre à eau). En outre, des mottes (20 g) ont été prélevées pour une mesure de leur densité apparente selon la méthode au pétrole (Gras, 1988). La distribution dimensionnelle des pores a été déterminée par extraction progressive d'eau sur un bac à sable à partir des mêmes échantillons de 100 cm³ préalablement saturés (Stackman et al., 1969).

RESULTATS

Vingt quatre profils culturaux ont été étudiés, dont sept sous culture annuelle (Can) et dix-sept sous jachère.

Typologie des jachères

Trois types de jachère ont été définis en fonction du développement d'espèces herbacées. Le premier type (Jap), qui correspond à des jachères de moins de 6 ans, est marqué par la présence d'une herbacée annuelle, *Andropogon pseudapricus*. Le second (Jag) est caractérisé par le remplacement progressif de *Andropogon pseudapricus* par *Andropogon gayana*

(jachères de 6 à 25 ans). Le dernier type (Jaa) est dominé par une autre andropogonée vivace, *Andropogon ascinosus* (jachères de plus de 25 ans).

Distribution et densité racinaire

L'observation des profils culturaux montre que le système racinaire des plantes cultivées forme un faisceau dense à très dense sous les talles (plus de 10 racines fines de $\varnothing < 0,5$ mm par dm²) avec de nombreuses racines latérales (5 à 10 racines fines par dm²) dans l'horizon superficiel.

Dans la jachère à *A. pseudapricus*, la végétation herbacée annuelle est implantée en petites touffes ($\varnothing < 10$ cm) dont le système racinaire forme un faisceau assez dense, mais non fasciculé, de racines fines ($\varnothing < 0,5$ mm) et de radicelles ($\varnothing < 0,1$ mm), avec très peu de racines latérales. Sous les touffes, la densité racinaire est faible. Les sondages effectués dans une jachère de 5 ans indiquent une valeur de 0,37 g/dm³. Hors des touffes, les racines sont généralement absentes.

Dans les jachères à herbacées pérennes (Jag et Jaa), *A. gayanus* et *A. ascinosus* présentent un enracinement dense et fasciculé sous les touffes. Les densités racinaires mesurées sous les touffes de *A. gayanus* sont relativement fortes (1,05 et 1,77 g/dm³ pour des jachères de 6 et 14 ans respectivement) alors que, sous les touffes de *A. ascinosus*, elles sont nettement plus faibles (0,41 et 0,61 g/dm³ pour des jachères de 25 et 40 ans respectivement). Hors des touffes, les densités racinaires sont respectivement : 0,18 et 0,23 g/dm³ pour des jachères à *A. gayanus* de 6 et 14 ans ; 0,17 et 0,29 g/dm³ pour des jachères à *A. ascinosus* de 25 et 40 ans

Morphologie de la structure

L'observation des profils a permis d'identifier les types de structure suivants : structure massive continue (MC), structure massive fissurée (MF), structure fragmentaire peu nette (F1), structure fragmentaire nette (F2), structure fragmentaire très nette (F3), mélange de mottes et de terre fine (MT/TF). Un exemple de profil décrit dans une jachère de 30 ans caractérisée par une strate herbacée à *A. ascinosus* montre que la différenciation latérale de la structure n'affecte que l'horizon superficiel (figure 1).

Sous culture, les structures MT/TF et MF sont fortement représentées, tandis que les structures fragmentaires F2 et F3 sont absentes (figure 2). Sous jachère à *A. pseudapricus* (Jap), la structure massive MC est très nettement dominante. Dans les jachères à andropogonées pérennes (Jag et Jaa), les structures fragmentaires prédominent alors que les structures massives sont quasiment absentes. Les structures fragmentaires sont d'ailleurs mieux exprimées sous jachère à *A. ascinosus* que sous jachère à *A. gayanus*.

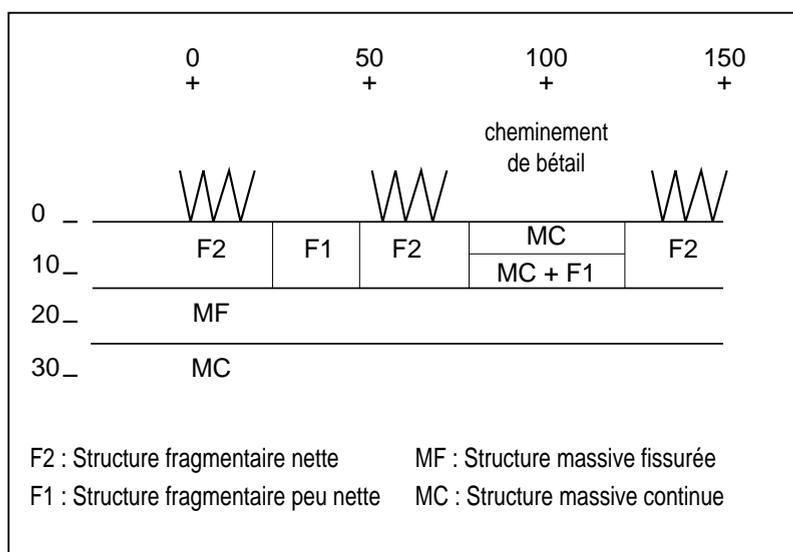
Résistance à la pénétration

Sous culture, la résistance à la pénétration est de

3,4 kg/cm² (tableau 2). Des valeurs plus élevées ont été relevées sous jachère à *A. pseudapricus* (4 kg/cm²) et de plus faibles sous des touffes d'andropogonées pérennes (1,9 et 2,5 kg/cm² pour *A. gayanus* et *A. ascinodis* respectivement). Hors des touffes, dans les jachères Jag et Jaa, la résistance à la pénétration est la même que dans les jachères à *A. pseudapricus*.

Figure 1 - Variations de structures dans un profil - Exemple d'une jachère de 30 ans à *Andropogon ascinodis*

Figure 1 - Soil structure variation in pedological profile



Porosité

Sous culture, la porosité de l'horizon superficiel estimée par la méthode du cylindre est de 38% (tableau 3). Sous jachère à *A. pseudapricus*, elle est de 37%. Sous jachère à *A. gayanus*, elle est de 39%. Enfin, sous jachère à *A. ascinodis*, la porosité est de 41%. La porosité estimée sur des mottes par la méthode au pétrole est d'environ 35%. Elle varie très faiblement avec le type d'occupation du sol (culture ou jachère) et peut être considérée comme une caractéristique intrinsèque de l'horizon considéré. Par différence avec la porosité mesurée par la méthode au cylindre («porosité totale»), on peut évaluer une «porosité structurale» qui est de : 4% sous culture, 2% sous jachère à *A. pseudapricus*, 4% sous jachère à *A. gayanus* et 6% sous jachère à *A. ascinodis*.

Les volumes poraux correspondant aux différentes classes de taille sont exprimés en pourcentages de la porosité totale (figure 3). Sous culture, la classe de pores < 50 µm représente 50% de la porosité totale et les classes 50-100, 100-200 et > 200 µm ont des valeurs moyennes de 12%, 10% et 28% respectivement. Pour les trois types de

Tableau 2 - Résistance à la pénétration sous culture annuelle et sous jachère à *Andropogon* spp. (horizon 0-10 cm)

Table 2 - Soil penetration measurements in cropping and *Andropogon* fallowing situations (0-10 cm horizon)

			nombre de mesures	valeur moyenne (kg/cm ²)
Champ sous	culture annuelle		7	3,4
Jachère à	<i>A. pseudapricus</i>		2	4,0
Jachère à	<i>A. gayanus</i>	hors touffe	3	4,0
Jachère à	<i>A. gayanus</i>	sous touffe	3	1,9
Jachère à	<i>A. ascinodis</i>	hors touffe	4	4,0
Jachère à	<i>A. ascinodis</i>	sous touffe	5	2,5

Tableau 3 - Porosité (%) sous culture annuelle et sous jachère à *Andropogon* spp. (horizon 0-10 cm)

Table 3 - Soil porosity (%) under annual crops and *Andropogon* fallows (0-10 cm horizon)

	nombre de profils étudiés	valeur moyenne
Champ sous culture annuelle	7	38,4
Jachère à <i>A. pseudapricus</i>	5	36,6
Jachère à <i>A. gayanus</i>	5	39,0
Jachère à <i>A. ascinodis</i>	10	41,0

Figure 2 - Structure de l'horizon 0-10 cm sous culture et sous jachère à *Andropogon* spp.
 Figure 2 - Soil structure under annual crops and *Andropogon* fallow (0-10 cm horizon)

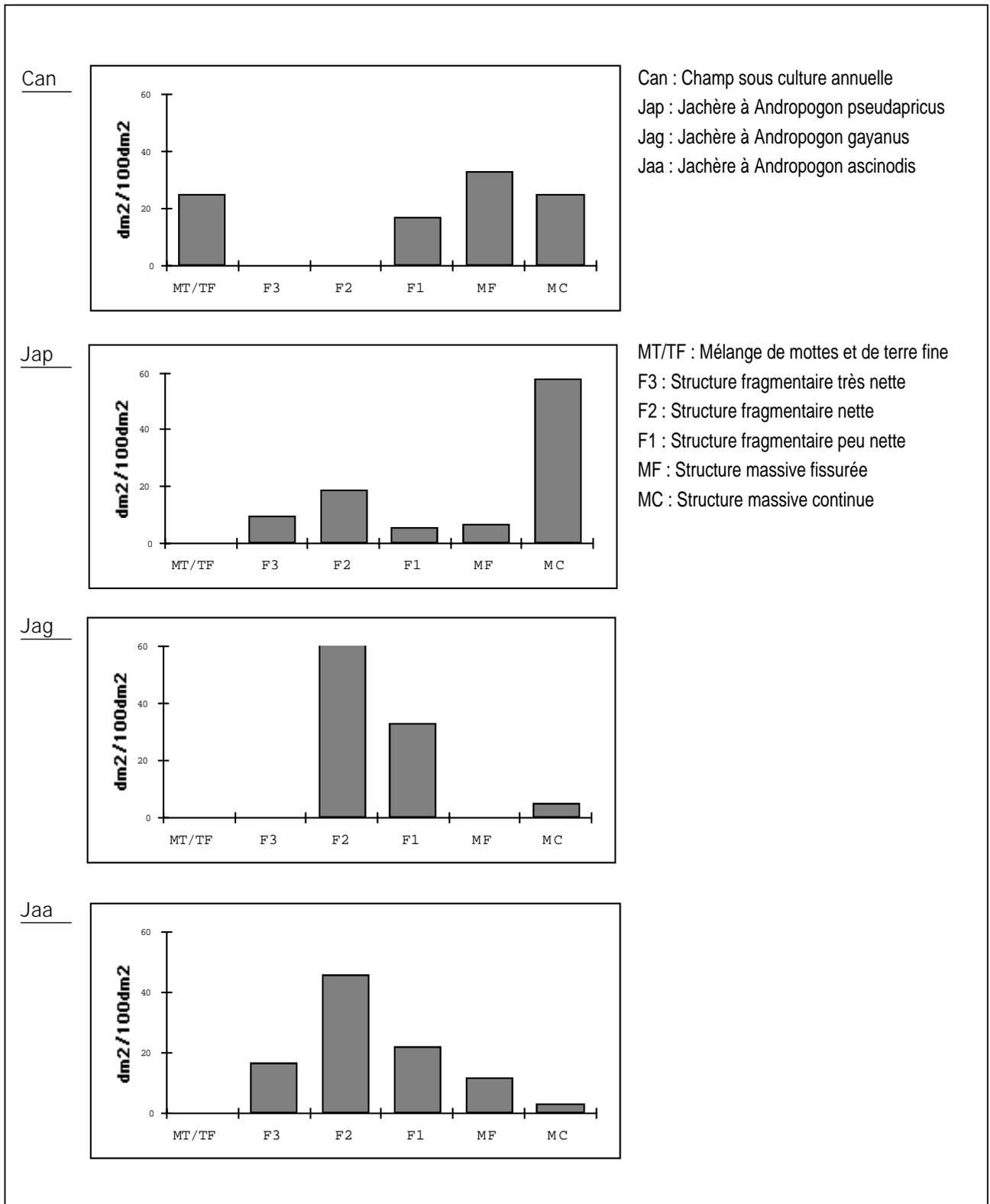
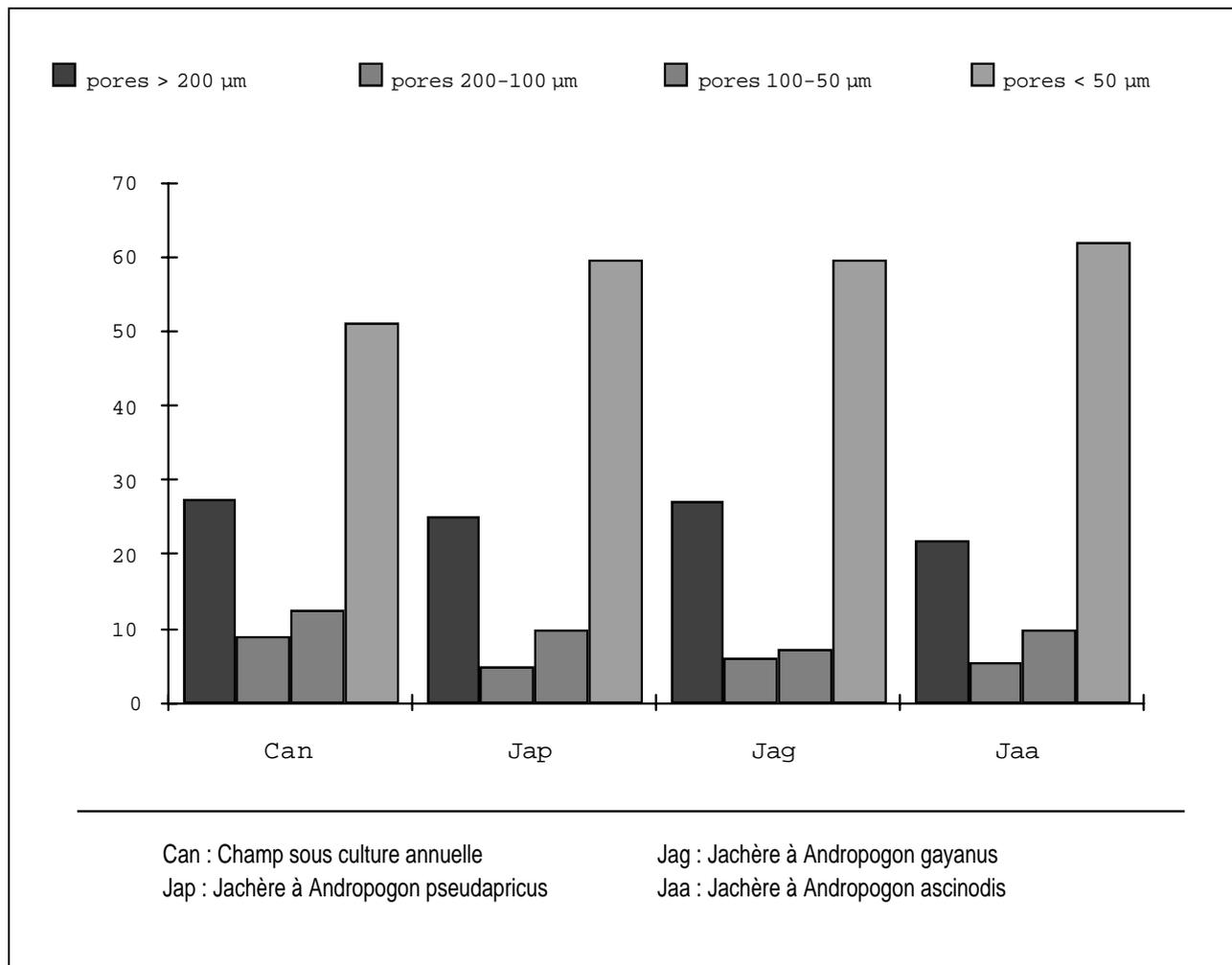


Figure 3 - Distribution dimensionnelle des pores en pourcentage de la porosité totale.

Figure 3 - Pore-size distribution.



jachère, la distribution des classes de pores est semblable. Les pores < 50 µm représentent 60% de la porosité totale et les classes 50-100, 100-200, et > 200 µm ont des valeurs moyennes de 10%, 5% et 25% respectivement.

DISCUSSION

Sous culture, l'horizon superficiel est caractérisé par la prédominance de structures massives avec un mélange de terre fine et de mottes engendré par le travail du sol. Les valeurs de résistance à la pénétration et de porosité totale n'indiquent aucune contrainte physique majeure pour l'enracinement du mil et du sorgho. Ceci est confirmé par les caractéristiques de leurs systèmes racinaires dans les profils culturaux.

L'horizon superficiel de la jachère à *Andropogon pseudapricus* est caractérisé par une prédominance de la structure massive et continue (MC) avec une structure fragmentaire peu développée, par une porosité relativement peu élevée et par une forte résistance à la pénétration. L'implantation de *Andropogon pseudapricus* se caractérise par le développement, dans les premiers centimètres du sol, d'un chevelu racinaire étroitement associé aux touffes, c'est à dire sans extension latérale. L'effet structurant est donc limité.

Dans les jachères à andropogonées pérennes (Jag et Jaa), les structures fragmentaires F1 et F2 sont largement dominantes (figure 2), en relation avec une densité plus élevée et une répartition plus homogène des racines que sous herbacées annuelles (Jap). La colonisation et le remplacement progressif par *Andropogon gayanus* puis *Andropogon ascino-*

dis dont les chevelus racinaires sont plus développés latéralement contribuent vraisemblablement à une régénération de la structure fragmentaire. La tendance est d'autant plus accentuée que les jachères sont âgées. Par ailleurs, les valeurs de résistance à la pénétration sont significativement plus faibles sous les touffes que hors des touffes (tableau 2), en relation avec des densités racinaires plus élevées sous les touffes.

La porosité est plus faible dans les jachères jeunes à *Andropogon pseudapricus* (37%) que dans les jachères à *Andropogon gayanus* et *Andropogon asciodis* (39% et 41%) ce qui suggère qu'une augmentation de la porosité se produit régulièrement lors de la colonisation par les différentes espèces. Ceci est confirmé par l'augmentation de la porosité dite structurale de 2 à 6% entre les jachères successives.

Le spectre poral montre que, dans les jachères, la porosité fine (inférieure à 50 μm) est plus élevée que sous culture. La distribution de la taille des pores est peu différente selon les types de jachère, la variation de porosité se répartissant dans toutes les fractions. Le spectre poral pourrait donc être considéré comme une caractéristique assez constante de l'horizon superficiel sous jachère, résultant d'un équilibre dynamique entre des facteurs d'allègement (action des racines et de la faune du sol) et des facteurs de compaction (piétinement du bétail et battance des pluies).

CONCLUSION

Dans les jachères, immédiatement après un abandon culturel, l'horizon superficiel présente un état structural massif. Le premier stade de jachère, marqué par la dominance de *Andropogon pseudapricus*, est associé à une structure fragmentaire discontinue. Dans un second stade de jachère, le développement des andropogonées vivaces (*Andropogon gayanus*, puis *Andropogon asciodis*) est associé à la présence d'une structure fragmentaire dans l'horizon superficiel. La résistance à la pénétration est plus faible et la porosité plus élevée que dans l'horizon superficiel des jachères à *Andropogon pseudapricus*. Ainsi, les andropogonées vivaces, en particulier *Andropogon gayanus*, semblent jouer un rôle important dans la restauration structurale du sol.

BIBLIOGRAPHIE

de Blic P., 1990 - L'examen du profil cultural : un outil pour mieux comprendre le comportement du sol soumis à des travaux aratoires. Dans : Organic matter management and tillage in humid and subhumid Africa. IBS-RAM Proceedings n°10, Bangkok, 385-399.

Böhm W., 1979 - Methods of studying root systems. Springer Verlag, Berlin, 188 p.

Charreau C. et Nicou R., 1971 - L'amélioration du profil cultural dans les sols sableux et sablo-argileux de la zone tropicale sèche ouest-africaine et ses incidences agronomiques. Agron. Trop., 2, 9-11.

C.P.C.S., 1967 - Classification des sols. INRA, Paris, 87 p.

Feller C., Lavelle P., Albrecht A. et Nicolardot B., 1993 - La jachère et le fonctionnement des sols tropicaux : rôle de l'activité biologique et des matières organiques. Quelques éléments de réflexion. Dans : C. Floret et G. Serpantié (Eds), La jachère en Afrique de l'Ouest, Collection Colloques et Séminaires. ORSTOM, 15-32, Paris.

Floret C., Pontanier R. et Serpantié G., 1993 - La jachère en Afrique Tropicale. UNESCO, Paris, (Dossier MAB 16), 86 p..

Gillier P., 1960 - La reconstitution et le maintien de la fertilité des sols du Sénégal et le problème des jachères. Oléagineux, 15(8-9), 637-643 et 15(10), 699-704.

Gras R., 1988 - Physique du sol pour l'aménagement. Masson, Paris, 587 p.

Hénin S., Gras R. et Monnier G., 1969 - Le profil cultural. L'état structural du sol et ses conséquences agronomiques. 2^e édition, Masson, Paris, 332 p.

Hien V., Sedogo M.P. et Lompo F., 1993 - Etude des effets des jachères de courte durée sur la production et l'évolution des sols dans différents systèmes de culture au Burkina Faso. Dans : C. Floret et G. Serpantié (Eds), La jachère en Afrique de l'Ouest, Collection Colloques et Séminaires. ORSTOM, Paris, 221-232.

Kaloga B., 1987 - Le manteau kaolinique des plaines du Centre Sud de la Haute-Volta. Dynamique et relation avec le manteau smectitique. Collection Etudes et Thèses. ORSTOM, Paris. 344 p.

Manichon H., 1982 - L'action des outils sur le sol : appréciation de leurs effets par la méthode du profil cultural. Science du Sol, 3, 203-219.

Menaut J.C., 1983 - The vegetation of African savannas. Dans : F. Bourlière (Ed), Tropical savannas, Elsevier. Amsterdam, 109-149.

Morel R. et Quantin P., 1964 - Les jachères et la régénération du sol en climat soudano-guinéen d'Afrique Centrale. Agronomie Tropicale, 19 (2), 105-133.

Peltre-Wurtz J. et Steck B., 1979 - Influence d'une société de développement sur le milieu paysan. Coton et culture attelée dans la région de Bagoué (Nord-Côte d'Ivoire). ORSTOM, Petit-Bassam, 428 p.

Piéri C., 1989 - Fertilité des terres de savanes : bilan de trente ans de recherche et de développement agricole au Sud du Sahara. Ministère de la Coopération et du Développement et CIRAD-IRAT, Paris, 444 p.

Roose E., 1993 - Capacité des jachères à restaurer la fertilité des sols pauvres en zone soudano-sahélienne d'Afrique Occidentale. Dans : C. Floret et G. Serpantié (Eds), La jachère en Afrique de l'Ouest. Collection Colloques et Séminaires. ORSTOM, Paris, 233-244.

Some N.A., 1994 - Rôle de la jachère dans l'amélioration de la fertilité des sols en zone soudanienne : dynamique de la végétation et évolution des caractères pédologiques. Résultats préliminaires. Dans : Systèmes agraires et agriculture durable en zone sub-sahélienne. Ed. IFS, 219-235.

Stackman W.P., Valk G.A. et Horst G.G., 1969 - Determination of soil moisture retention. I Sand box apparatus, range pF 0 - pF 2,7. ICW, Wageningen.

Zombre P., Madibaye D., Some N.A. et de Blic P., 1994 - Etude pédologique du terroir de Sobaka (forêt classée du Nazinon) - Texte et carte. IRBET et ORSTOM, Ouagadougou, 50 p.

