



Burkina Faso

L'Institut  
français  
de recherche  
scientifique  
pour le  
développement  
en coopération

# ORGANISATION STRUCTURALE ET COMPORTEMENT PHYSIQUE DU SOL SOUS L'EFFET DE LA CULTURE ET DE LA JACHERE

## I - Evolution du profil cultural au cours de la jachère à *Andropogon spp.*

Philippe de BLIC

Novembre 1997

Laboratoire de Pédologie





*Burkina Faso*

L'Institut  
français  
de recherche  
scientifique  
pour le  
développement  
en coopération

# ORGANISATION STRUCTURALE ET COMPORTEMENT PHYSIQUE DU SOL SOUS L'EFFET DE LA CULTURE ET DE LA JACHERE

## I - Evolution du profil cultural au cours de la jachère à *Andropogon spp.*

Philippe de BLIC

Novembre 1997

Laboratoire de Pédologie

Fonds Documentaire ORSTOM  
Cote: A\*16642 Ex: 1

# SOMMAIRE

<b>RESUME</b> .....	1
<b>INTRODUCTION</b> .....	2
<b>PROBLEMATIQUE - OBJECTIFS</b> .....	2
<b>MATERIEL ET METHODES</b>	
LA ZONE D'ETUDE .....	3
LES SOLS .....	4
METHODE D'ETUDE .....	6
<b>RESULTATS</b>	
TYPOLOGIE DES JACHERES .....	7
DISTRIBUTION ET DENSITE RACINAIRE .....	8
MORPHOLOGIE DE LA STRUCTURE .....	9
RESISTANCE A LA PENETRATION .....	13
POROSITE .....	14
DISTRIBUTION DES PORES .....	15
FLUX D'INFILTRATION EN REGIME PERMANENT .....	17
SORPTIVITE EN REGIME INITIAL D'INFILTRATION .....	19
<b>DISCUSSION</b> .....	21
<b>CONCLUSION</b> .....	22
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	23
<b>ANNEXES</b>	

## RESUME

Le raccourcissement significatif des temps de jachère a entraîné sur le plateau Mossi (Burkina Faso) une détérioration importante de l'état structural des sols ferrugineux tropicaux lessivés, très caractéristiques de cette zone.

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'épipédon sous divers stades de jachère à *Andropogon spp.* fournit, par référence à l'état observé et mesuré sous culture, des éléments d'appréciation de la restauration structurale du sol.

Les résultats présentés ici mettent en évidence le rôle positif que jouent les andropogonées vivaces, dès leur apparition en touffes isolées dans les jachères de 6 à 8 ans, vis à vis de la structure, de la compacité et de la porosité de l'épipédon.

Cela confirme l'intérêt que présentent des modes de gestion de la jachère favorisant l'implantation précoce de ces andropogonées.

### Mots clés

Jachère - *Andropogon spp.* - Profil cultural - Etat structural - Porosité - Système racinaire - Distribution des pores - Infiltration

## INTRODUCTION

Le programme de recherche intitulé "**Organisation structurale et comportement physique du sol sous l'effet de la culture et de la jachère**" a été initié en 1993 par le laboratoire des Sols Cultivés de l'ORSTOM à Ouagadougou, Burkina Faso. Il se rattache à deux grands programmes :

& "Fonctionnement du peuplement végétal cultivé", dans le cadre de l'Unité de recherche MAA-35 de l'ORSTOM.

& "Etude, amélioration et gestion de la jachère en Afrique Tropicale", projet financé par la Communauté Economique Européenne (DG VIII) et initié par l'ORSTOM en partenariat avec les Organismes Nationaux de Recherche de l'Afrique de l'Ouest, dont il représente un volet de recherche d'accompagnement.

L'opération de recherche faisant l'objet du présent rapport a été conduite en étroite collaboration avec les recherches menées par N.A. Some, phyto-écologue de l'Institut d'Ecologie et Biologie Tropicale, dans le cadre d'une thèse de doctorat intitulée "Les systèmes écologiques post-cultureux de la zone soudanienne (Burkina Faso)", appuyée par le Laboratoire d'Ecologie Végétale de l'ORSTOM à Ouagadougou.

Cette collaboration a permis notamment de valoriser un certain nombre de résultats sur la jachère à travers la co-publication de deux articles scientifiques et la participation à des Ateliers scientifiques.

Le choix du terroir de Sobaka est lié à l'histoire récente de cette zone qui, classée en 1954 par l'administration coloniale, a connu depuis une vingtaine d'années un très fort déboisement et d'intenses activités agricoles et pastorales. La mise en oeuvre du Programme national d'aménagement des forêts naturelles a conduit au "déguerpissement" des populations illégalement installées et à la récupération de la zone en vue d'un aménagement forestier.

Elle présente de ce fait aujourd'hui l'aspect d'une mosaïque où sont juxtaposés des formations arborées plus ou moins denses, des groupements végétaux post-cultureux arbustifs et herbacés d'âges variés et des champs en culture appartenant à l'enclave constituée par le village de Sobaka.

C'est dans cette zone qui connaît une dynamique remarquable de la végétation que nous avons choisi de conduire notre étude commune sur le rôle de la jachère dans la restauration de la fertilité du sol.

## PROBLEMATIQUE - OBJECTIFS

La culture continue pratiquée sans restitution en exportant la quasi-totalité de la production annuelle entraîne à terme une chute de la productivité due à la dégradation des caractéristiques bio-physico-chimiques du milieu (*Piéri, 1989*). Le terrain est alors abandonné pendant une période plus ou moins longue à l'action régénératrice de la végétation post-culturelle.

Le raccourcissement de la jachère, la pression accrue de l'homme et du bétail sur les parcelles en abandon, modifient la dynamique de la végétation post-culturelle et

affectent plus ou moins gravement le processus de reconstitution du profil cultural (*Floret et al, 1993*).

Or de nombreuses études montrent que, dans les régions tropicales à saison sèche marquée, le maintien ou la restauration d'un état structural assurant l'infiltration des pluies et un bon développement des systèmes racinaires est un facteur essentiel de la productivité des sols.

En région soudanienne humide, on a montré (*Morel et Quantin, 1964*) que les stades de jachère correspondaient à différents états structuraux du sol, en relation étroite avec le mode d'enracinement de la flore des jachères. Dans les régions plus sèches, cette relation est moins bien connue. En particulier, si 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*), leur impact sur la restauration des qualités structurales du sol reste controversé.

**Objectif général** : Etudier le rôle de la jachère de plus ou moins longue durée dans l'évolution du profil cultural laissé par la culture précédente.

**Objectif spécifique** : Quelles sont les modifications de la structure et des propriétés physico-hydrauliques du sol à partir de la date d'abandon de la culture, en particulier dans l'épipédon ?

## MATERIEL ET METHODES

### LA ZONE D'ETUDE

Situé à quatre vingt kilomètres au sud de Ouagadougou, dans la province de la Sissili, le terroir du village de Sobaka, où est conduite notre étude, constitue une enclave de la forêt classée du Nazinon.

Le climat de type sud-soudanien comprend deux saisons bien contrastées. La pluviosité annuelle moyenne (1983-1992) est de 772 mm avec un coefficient de variation de 16%. La saison pluvieuse s'étend de mai à octobre avec un maximum au mois d'août.

La végétation est caractéristique de la zone nord du secteur phytogéographique soudanien méridional, district Est Mouhoun (*Guinko, 1984*). Il s'agit d'une savane boisée.

Le substratum géologique est constitué principalement de migmatites et granites indifférenciés. Le paysage correspond à un plateau ondulé d'altitude moyenne 300 m, disséqué par les tributaires du fleuve Nazinon selon un réseau hydrographique digité. Les dénivelées maximales ne dépassent pas 40 m et 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 communauté rurale installée actuellement à Sobaka a pris possession de l'espace depuis environ 80 ans. L'occupation de l'espace se fait en auréoles concentriques autour du village :

- Champs de case cultivés en maïs.
- Champs de village cultivés en sorgho rouge et sorgho blanc.
- Champs de brousse où mil et sorgho sont cultivés en association avec le niébé et en rotation avec l'arachide.

Champs de case et de village sont régulièrement fumés, les champs de brousse, qui font l'objet de notre étude, ne sont pas fumés et sont régulièrement laissés en jachère. La culture est surtout manuelle, avec introduction de la culture attelée depuis moins de 10 ans. Le temps de repos des terres est très variable. D'une façon générale, abandon et remise en culture d'une parcelle dépendent de l'apparition de plantes qui, pour le paysan, sont indicatrices de la chute ou du retour de la fertilité de la terre.

## LES SOLS

La zone d'étude (*Zombre et al, 1994*) montre une nette dominance des sols ferrugineux tropicaux lessivés (SFTL) indurés avec des profondeurs variables de l'horizon induré (carapace ferrugineuse). La texture, sableuse à sablo-limoneuse en surface, passe à argilo-sableuse en profondeur. La toposéquence type est la suivante :

Sommet d'interfluve :	Lithosols sur cuirasse plus ou moins démantelée,
Versants :	SFTL indurés dominants associés à SFTL à taches et concrétions,
Bas de pente :	SFTL à pseudogley de profondeur,
Axes de drainage :	Sols peu évolués d'apport colluvo-alluvial hydromorphes, Sols hydromorphes à pseudogley d'ensemble.

Tous les profils étudiés ici sont des sols tropicaux lessivés indurés, l'horizon induré apparaissant à une profondeur comprise entre 30 et 80 cm.

Le profil type observé sur les différentes stations montre la succession d'horizons suivante :

- Un horizon humifère A<sub>11</sub> épais de 10 à 15 cm, de couleur brun grisâtre foncé à très foncé (10YR 3/2 à 4/2) à l'état humide, de texture sableuse.
- Un horizon de pénétration humifère A<sub>12</sub>, épais de 10 à 15 cm, de couleur brun foncé (10YR 4/3) à l'état humide s'éclaircissant à la base (10YR 5/6), de texture sableuse à sableuse faiblement argileuse.
- Un horizon B<sub>1</sub> d'épaisseur variable, parfois absent, de couleur brun jaunâtre (10YR 5/4 à 5/6) à taches rougeâtres et peu contrastées, de texture sablo-argileuse.
- Un horizon B<sub>Fe</sub> induré en carapace ferro-manganifère, à plages rouges fortement indurées dominantes séparées par des plages gris clair contrastées et moins indurées. Cet horizon peut être surmonté d'un petit horizon gravillonnaire ; il passe vers le bas à un horizon bigarré non induré.

La différenciation verticale en horizons est une caractéristique intrinsèque de la couverture pédologique à l'échelle stationnelle. Elle intervient sur l'installation et le fonctionnement du peuplement végétal essentiellement par les caractères de l'horizon induré : profondeur d'apparition, degré d'induration, extension verticale, morphologie.

En ce qui concerne les macropores, on distingue à l'oeil :

- Une macroporosité fine où prédominent nettement les pores de diamètre inférieur à 500  $\mu\text{m}$ . Distribuée assez régulièrement et toujours élevée (4 à 5 pores par centimètre carré), tant sous les divers types de jachères que sous cultures, cette macroporosité peut être considérée comme une caractéristique intrinsèque du sol. Elle tend généralement à augmenter en profondeur.

- Une macroporosité grossière, où dominent les pores de diamètre supérieur à 2 mm, essentiellement constituée de chenaux biologiques (anciennes racines, galeries de la mésofaune). Distribuée très irrégulièrement, cette macroporosité biologique représente de 0 à 4 macropores par décimètre carré.

Les caractéristiques analytiques moyennes de l'épipédon sous jachère âgée et sous culture annuelle sont présentées dans le tableau suivant :

	Jachère		Culture	
	0-10cm	10-20cm	0-10cm	10-20cm
Granulométrie %				
fraction < 2 $\mu$	10.2	12.8	8.9	11.9
fraction 2-20 $\mu$	6.8	6.3	5.6	6.9
fraction 20-50 $\mu$	10.8	10.2	9.5	6.8
fraction 50-200 $\mu$	24.5	22.3	23.8	19.4
fraction 200-2000 $\mu$	47.7	49.4	52.2	55.0
Matière organique				
C orga %	0.7	0.4	0.5	0.4
N total %	0.06	0.05	0.05	0.05
Complexe d'échange (meq/100g)				
K	0.10	0.07	0.09	0.07
S	2.7	1.7	2.2	1.6
CEC	2.8	1.9	2.3	1.8
P Olsen-Dabin (ppm)	4.3	3.1	3.5	5.4
pH eau	6.4	6.0	6.5	6.1

Le rapport  $St (\%) = 100 \times (MO)\% / (A+L)\%$  montre des valeurs de 7% en moyenne sous jachère et 5.5% sous culture, dans l'horizon 0-10cm. Ces valeurs indiquent des risques élevés de déstructuration (*Piéri, 1989*). Dans ce rapport, MO est le pourcentage de matière organique de l'horizon et A+L le pourcentage cumulé des fractions < 50 $\mu$ .

Les teneurs en P assimilable sont très inférieures à la valeur de 30 ppm caractérisant le seuil de carence (*Piéri, 1989*).

Les pH sont parfois inférieurs à 6.0 (notamment sous culture continue depuis 10 ans, entre 10 et 50 cm de profondeur) en relation avec la présence d'aluminium échangeable. Les teneurs en Al échangeable restent néanmoins très en dessous du seuil de toxicité.

## METHODE D'ETUDE

### 1°) Caractérisation des faciès de végétation

La végétation du terroir de Sobaka résultant d'une action anthropique passée et actuelle montre une imbrication nette - avec une variation du recouvrement en fonction de seuils d'évolution - de trois types biologiques (herbacées, sous-ligneuses et ligneuses). A la savane type définie par Menaut (1983) comme constituée d'une strate herbacée haute, continue en période végétative, dominée par un couvert ligneux plus ou moins dense, s'associe une strate intermédiaire formée d'espèces pérennes, à tiges semi-ligneuses (les espèces sous-ligneuses).

La combinaison des trois types biologiques donne des faciès qui se succèdent dans le temps. Au niveau spatial, ils forment, à un moment donné, une mosaïque où chaque élément du puzzle reflète un stade de jachère atteint après un temps d'abandon cultural et sous diverses pressions.

La description de la composition et de la structure de chacun des faciès a été réalisée sur des parcelles où l'on a au préalable relevé les paramètres suivants (Some, 1996) :

- i) âge de la parcelle,
- ii) passé cultural,
- iii) utilisation actuelle,
- iv) importance relative des différents groupes fonctionnels et des espèces végétales apparaissant comme caractéristiques de seuils d'évolution post-culturelle.

La densité racinaire de *Andropogon spp*\_en fonction de l'âge de la jachère a été estimée sur des échantillons de terre prélevés avec une sonde de 8 cm de diamètre et 40 cm de longueur, séchés à l'étuve à 105° C et pesés ; les prélèvements ont été effectués à l'optimum du développement végétatif dans des parcelles représentatives des différents faciès de végétation post-culturelle étudiés (Somé, 1996) .

### 2°) Morphologie de la structure

Son étude est fondée sur l'analyse du profil cultural (Hénin et al., 1969 ; Manichon, 1982 ; de Blic, 1990). Une première étape a consisté à sélectionner parmi les sites d'étude des faciès végétaux un certain nombre de parcelles (stations) représentatives des stades de reconstitution de la jachère. Ces parcelles, ainsi que les stations de référence placées sous culture céréalière, sont situées dans des conditions identiques de couverture pédologique et soumises aux mêmes influences climatiques.

Après l'ouverture de fosses d'observation, on a identifié et cartographié sur les profils des unités morphologiques homogènes (UMH) définies par leur état structural. Celui-ci est caractérisé par une observation de la taille, de la forme et de l'assemblage des éléments structuraux. La proportion des structures identifiées a été estimée par le pourcentage des surfaces qu'elles occupent dans la tranche de sol étudiée et exprimée sous forme d'histogrammes de fréquences relatives.

La morphologie des systèmes racinaires des plantes cultivées (mil et sorgho) et de *Andropogon spp*. a été décrite dans les profils culturaux.

### 3°) Résistance à la pénétration

Les mesures de résistance à la pénétration ont été effectuées sur les mêmes profils, si possible en conditions de sol humide ou ressuyé, au moyen d'un pénétromètre de poche à cône (type Yamanaka). Huit à dix répétitions ont été réalisées dans chaque UMH sur la face d'observation des profils.

### 4°) Porosité totale

La porosité totale a été estimée à partir de mesures de la densité apparente (5 à 6 répétitions par UMH avec des cylindres de 100 cm<sup>3</sup>) et de la densité réelle (pycnomètre à eau). Dans un certain nombre de profils on a prélevé des petites mottes (20 g) pour une mesure de leur densité apparente selon la méthode au pétrole (Gras, 1988).

### 5°) Distribution dimensionnelle des pores

La distribution des pores de taille inférieure à 200 µm a été déterminée par extraction progressive d'eau sur un bac à sable à partir des mêmes échantillons de 100 cm<sup>3</sup> préalablement saturés.

La répartition dimensionnelle des pores de taille supérieure à 200 µm a été estimée *in situ* au moyen d'un infiltromètre à membrane poreuse (TRIMS) susceptible de délivrer l'eau sous des tensions négatives (succions) réglables (Reynolds et Elrick, 1991). Fonction des caractéristiques dimensionnelles de l'espace poral, les débits d'infiltration ainsi que les paramètres dérivés (sorptivité, conductivité hydraulique, rayon poral moyen) fournissent une mesure de l'état structural. On a établi à l'aide de la formule de Poiseuille les valeurs correspondantes de macroporosité (Dunn et Philipps, 1991).

Vingt cinq profils culturaux ont été étudiés en détail, dont sept sous cultures annuelles (Can) et dix huit sous jachère.

## RESULTATS

### TYOLOGIE DES JACHERES

Trois stades de jachères ont été définis en fonction de la mise en place d'espèces herbacées indicatrices de seuils d'évolution (Somé, 1996). Le premier stade (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 gayanus* (jachères de 6 à 25 ans). Le dernier stade (Jaa) est dominé par une autre andropogonée vivace, *Andropogon asciodis* (jachères de plus de 25 ans). Ces andropogonées sont associées pour chaque stade de jachère à d'autres herbacées de même type biomorphologique.

La dominance d'un type au niveau stationnel ou temporel apparaît comme une traduction des conditions particulières du milieu ou comme une adaptation qui serait alors une réponse à différents niveaux de fertilité du sol. Ainsi, les herbacées annuelles unicaules, dont l'implantation est favorisée par l'importante nudation initiale du sol, dominent physionomiquement et numériquement dans les jeunes jachères. Ce type est caractérisé par un chevelu racinaire peu dense occupant les premiers centimètres du sol ; il a de ce fait un effet structurant assez limité.

Les herbacées annuelles sont progressivement remplacées par des herbacées vivaces en touffes qui, avec leur chevelu racinaire plus développé, exploitent mieux le sol et apportent une meilleure contribution à la régénération de celui-ci (Somé, 1994).

## DISTRIBUTION ET DENSITE 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  $\phi < 0.5$  mm par  $dm^2$ ) avec de nombreuses racines latérales (5 à 10 racines fines par  $dm^2$ ) dans l'horizon superficiel travaillé. Les racines pénètrent bien l'horizon sous-jacent non travaillé (5 à 10 racines fines par  $dm^2$ ) puis sont bloquées au niveau de la carapace ferrugineuse.

Dans la jachère à *A. pseudapricus*, la végétation herbacée annuelle est implantée en petites touffes ( $\phi < 10$  cm) dont le système racinaire forme un faisceau assez dense, mais non fasciculé, de racines fines ( $\phi < 0.5$  mm) et de radicelles ( $\phi < 0.1$  mm) avec très peu de racines latérales. La densité racinaire décroît très rapidement avec la profondeur et tend vers zéro dès la base de l'horizon A12 (à 20 cm de profondeur en moyenne).

Dans les jachères à herbacées pérennes (Jag et Jaa), *A. gayanus* et *A. ascinodis* présentent un enracinement dense et fasciculé sous les touffes avec un bon développement des racines latérales dès l'horizon superficiel lorsque les touffes sont bien établies. L'abondance des racines décroît progressivement avec la profondeur du sol. Le diamètre des racines est de 1 à 3 mm chez *A. gayanus* ; il est inférieur à 1 mm chez *A. ascinodis*.

Le tableau suivant permet de comparer les valeurs de densité racinaire mesurées par carottage dans les 40 cm supérieurs du sol sous les différents faciès de végétation post-culturelle, en fonction de l'âge de la jachère (Jn = jachère ayant n ans) :

### Densité racinaire de *Andropogon spp* (g/dm<sup>3</sup>)

	<u>Sous touffes</u>	<u>Hors touffes</u>
<i>Andropogon pseudapricus</i>	0.40 (J6)	-
<i>Andropogon gayanus</i>	1.15 (J6)	0.17 (J6)
	1.35 (J14)	0.53 (J14)
<i>Andropogon ascinodis</i>	0.61 (J25)	0.34 (J25)
	1.03 (J40)	0.46 (J40)

Dans les jachères à herbacées annuelles, la densité racinaire est faible sous les touffes ; hors des touffes, les racines sont généralement absentes. Cela corrobore bien les observations réalisées dans les profils.

Dans le cas des andropogonées pérennes, les densités racinaires mesurées sous les touffes de *A. gayanus* sont relativement fortes alors que, sous les touffes de *A. ascinodis*, elles sont plus faibles. Les mesures soulignent également le bon développement des racines latérales dans les jachères âgées de 14 ans et plus.

Les observations réalisées dans les profils montrent en général une abondance de racines plus grande sous *A. ascinodis* que sous *A. gayanus*. Si la masse racinaire est néanmoins plus élevée sous *A. gayanus*, c'est en raison du diamètre plus important des racines.

## MORPHOLOGIE DE LA STRUCTURE

L'observation des profils culturaux 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).

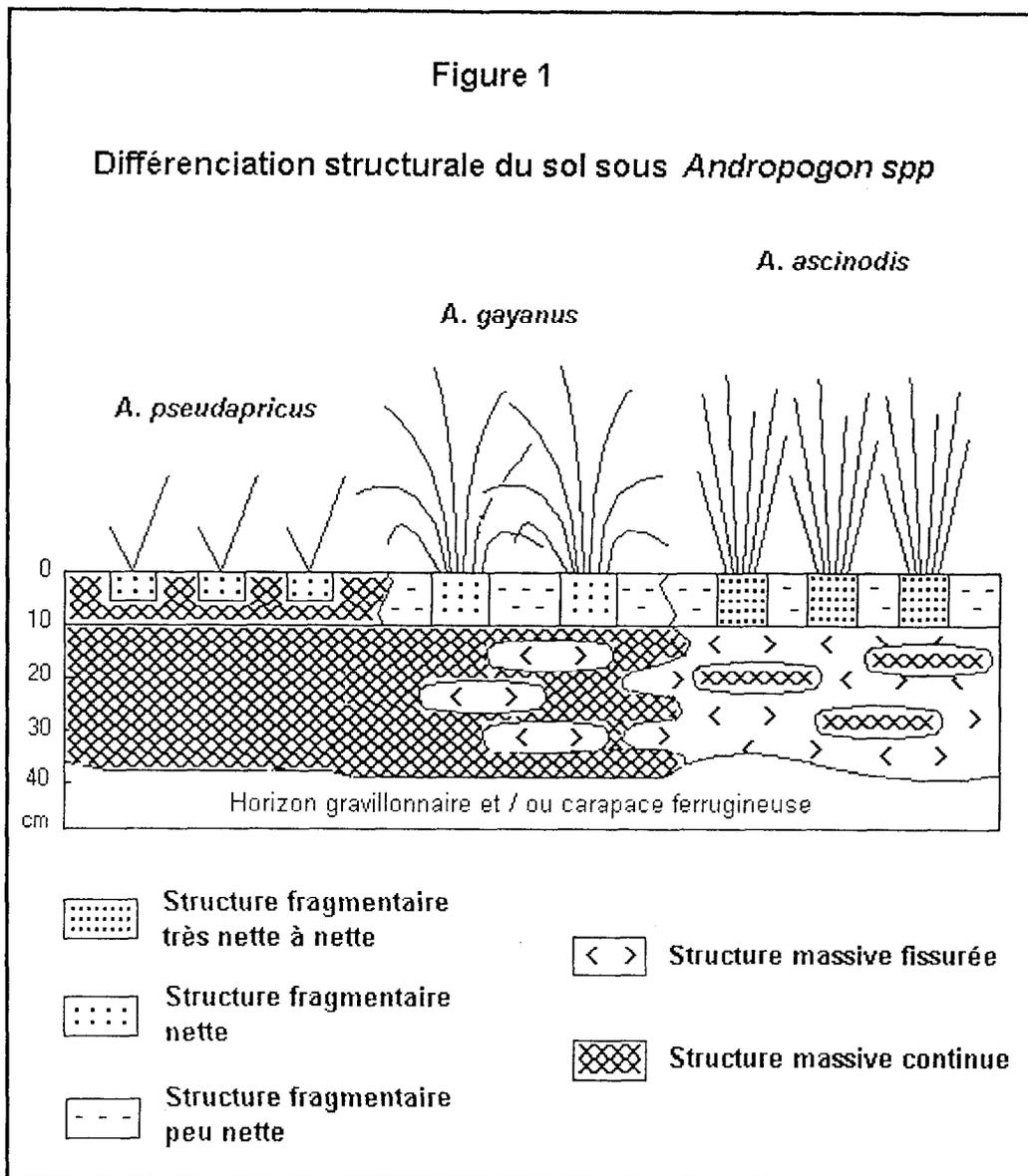
A l'échelle de la station, et plus particulièrement dans l'horizon humifère, l'organisation structurale du sol est en relation étroite avec l'architecture du couvert végétal herbacé (*figure 1*). Interviennent au premier chef la présence ou l'absence de touffes pérennes, leur surface terrière, leur distribution spatiale. Entrent aussi en jeu, à un degré moindre, des facteurs tels que l'abondance des sous-ligneux, l'activité de la mésofaune, l'intensité du pâturage.

Sous herbacées annuelles (*Andropogon pseudapricus*), les structures massives continues sont fortement dominantes au dessus de l'horizon induré, associées avec une phase fragmentaire nettement exprimée liée aux racines fines et localisée dans l'horizon humifère sous les talles.

Dans les jachères à herbacées pérennes, les structures fragmentaires prédominent très largement dans l'horizon humifère, nettement à très nettement exprimées sous les touffes, peu nettes entre les touffes, localement associées à des structures massives continues sous les passages de bétail. C'est sous les touffes d'*Andropogon ascinodis* que la structure est la mieux exprimée, en liaison avec un enracinement plus dense et plus fin que sous *Andropogon gayanus*. La structure des horizons sous-jacents associe des assemblages massifs continus et massifs fissurés ; la phase continue prédomine dans les stations à *Andropogon gayanus* tandis que la phase fissurée l'emporte sous *Andropogon ascinodis*.

Si l'on compare les schémas structuraux (histogrammes) moyens établis sous culture et dans les trois faciès post-culturels étudiés, pour l'horizon 0-10 cm, il apparaît clairement (*figure 2*) que :

- La structure massive continue est très nettement dominante (60% des assemblages) sous jeune jachère à herbacées annuelles (Jap). Elle est encore très présente (14%) sous culture (Can) et jachère à *A. gayanus* (Jag) et quasi inexistante dans le faciès à *A. ascinodis* (Jaa).



- Les schémas structuraux observés sous andropogonées pérennes sont caractérisés par une forte dominance des structures fragmentaires. Ces dernières tendent à être mieux exprimées (présence de F3) sous *A. ascinodis* que sous *A. gayanus*.

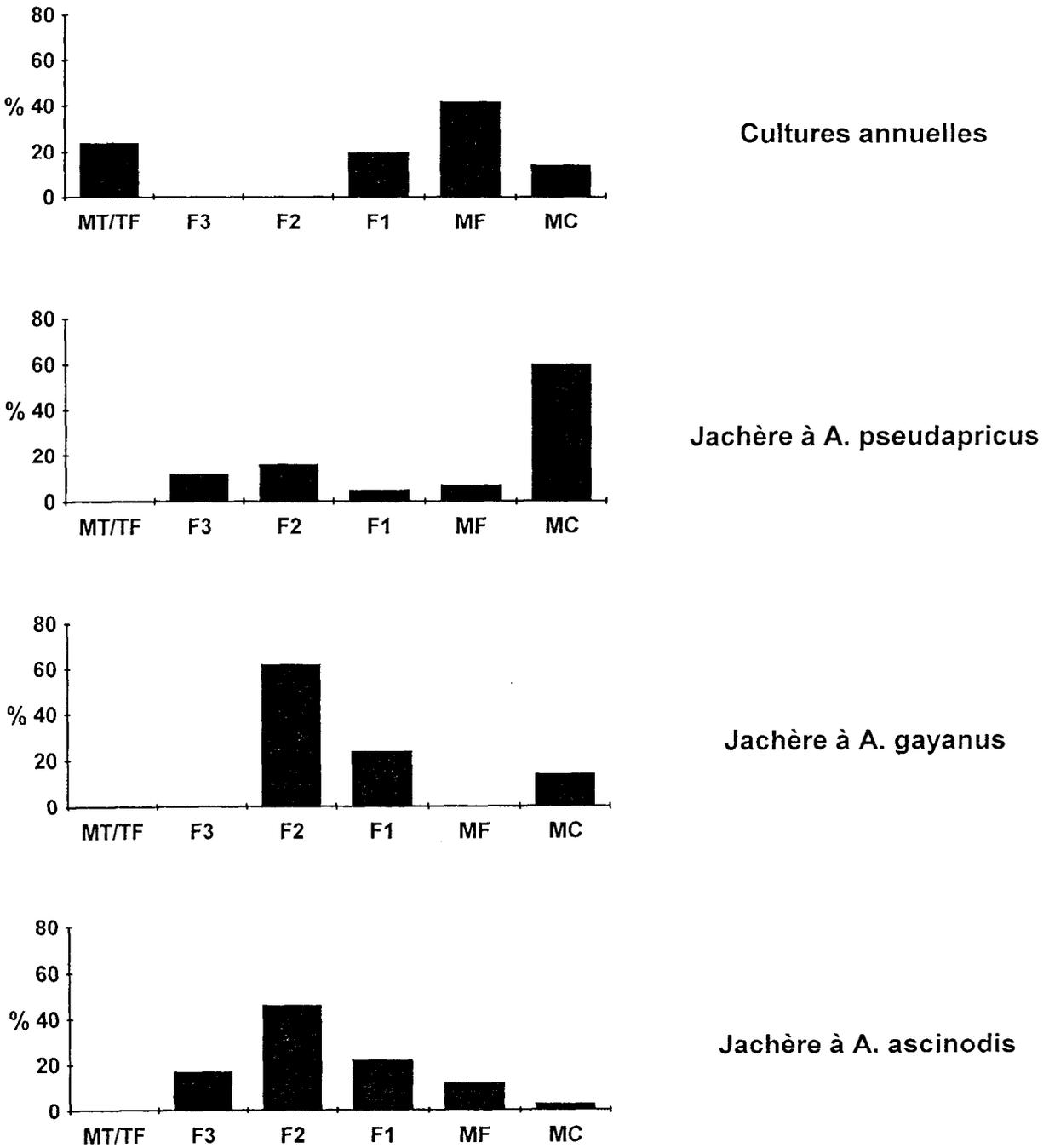
- Sous culture, les structures fragmentaires nette et très nette sont absentes. Le schéma structural est caractérisé par deux types d'assemblages assez spécifiques, l'un (MT/TF) n'existant qu'en milieu cultivé dans l'horizon de façons superficielles, et l'autre (MF) très peu représenté sous végétation post-culturale.

Le passage à l'horizon 10-20 cm se traduit (*figure 3*) par :

- La quasi disparition de la structure MT/TF.
- Une diminution sensible des structures fragmentaires.
- Une généralisation de la structure massive continue qui représente 40% des assemblages sous jachère à andropogonées pérennes et plus de 70% sous culture et sous jachère à *A. pseudapricus*.

Figure 2

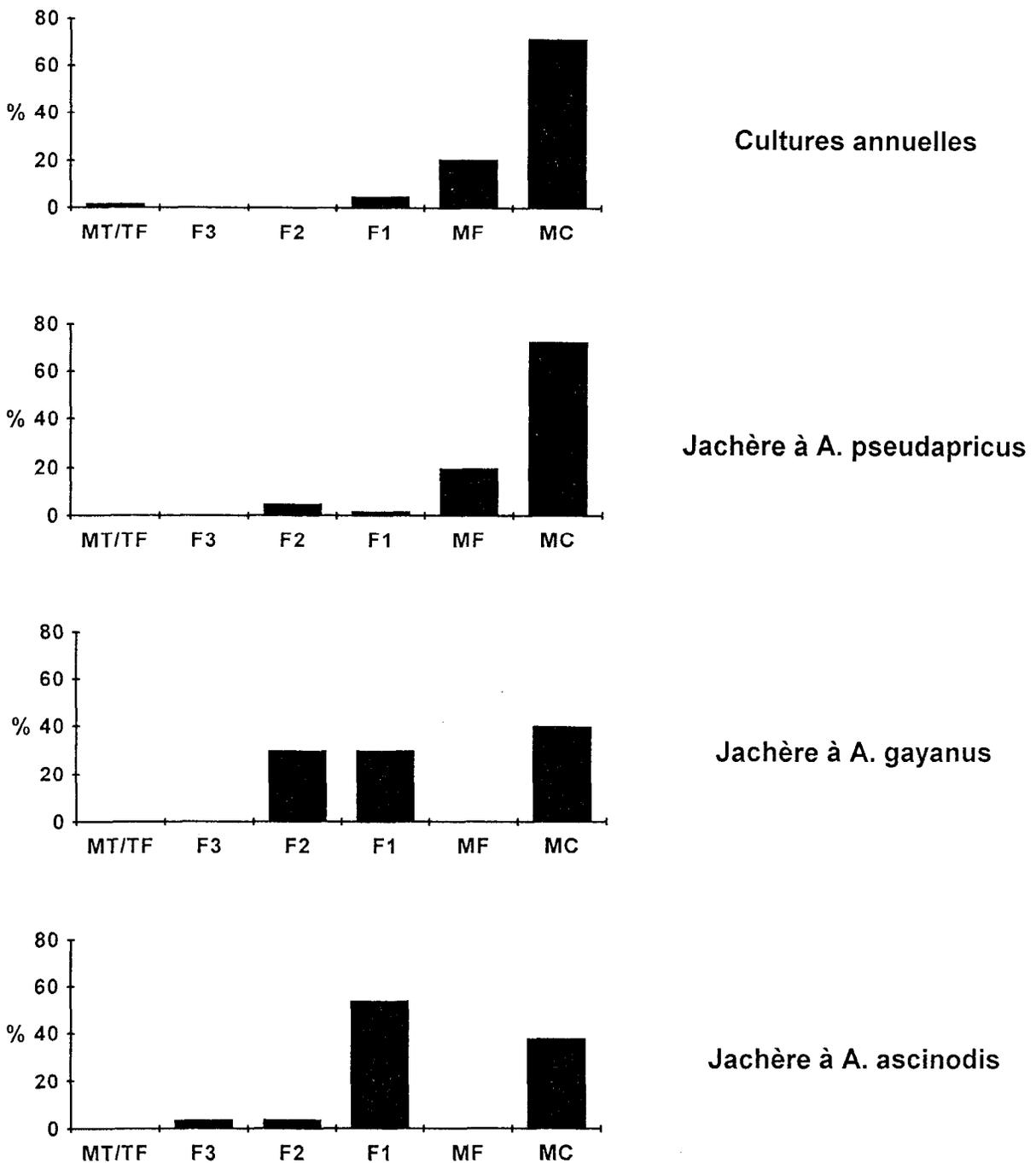
## Etat structural de l'horizon 0-10 cm sous culture et sous jachère



MT/TF : mélange de mottes et de terre fine  
 F3 : structure fragmentaire très nette  
 F2 : structure fragmentaire nette  
 F1 : structure fragmentaire peu nette  
 MF : structure massive fissurée  
 MC : structure massive continue

Figure 3

## Etat structural de l'horizon 10-20 cm sous culture et sous jachère



MT/TF : mélange de mottes et de terre fine  
 F3 : structure fragmentaire très nette  
 F2 : structure fragmentaire nette  
 F1 : structure fragmentaire peu nette  
 MF : structure massive fissurée  
 MC : structure massive continue

## RESISTANCE A LA PENETRATION

La résistance à la pénétration d'une pointe métallique est une mesure de l'état de compacité du sol et donc de l'état structural ; elle renseigne en particulier sur les possibilités de passage des racines. Seuls ont été retenus ici les profils culturaux décrits et caractérisés dans des conditions d'humidité jugées identiques : sols humides à très humides.

Le tableau suivant présente les valeurs moyennes de résistance à la pénétration mesurées sous culture et sous jachère. Des regroupements de valeurs ont pu être effectués compte tenu du fait que l'on n'a pas noté de différences significatives, i) sous culture, d'une part, selon le modelé cultural ; ii) sous andropogonées pérennes, d'autre part, selon l'espèce herbacée dominante.

### Résistance à la pénétration (Kg/cm<sup>2</sup>) sous culture et sous jachère

	<u>0-10 cm</u>	<u>10-20 cm</u>
Can .....	3.4	2.9
Jap .....	4.0	3.8
Jag, Jaa, sous touffe .....	2.4	3.8
Jag, Jaa, hors touffe, non piétiné .....	3.6	3.8
Jag, Jaa, hors touffe, piétiné .....	6.2	8.8

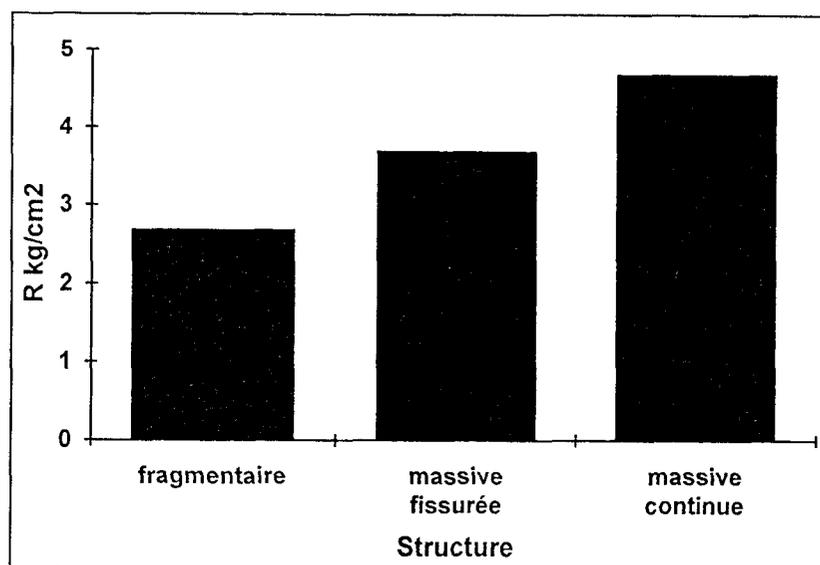
Pour l'horizon 0-10 cm, en situations non piétinées, les valeurs les plus élevées ont été mesurées sous jeune jachère à herbacées annuelles (Jap), les plus faibles sous les touffes d'andropogonées pérennes. Sous culture, la résistance moyenne est du même ordre de grandeur que dans les jachères à andropogonées pérennes en position hors touffe.

Entre 10 et 20 cm de profondeur, les valeurs les plus faibles ont été mesurées sous culture. Sous jachère, toutes les valeurs ont pu être regroupées sans distinction du type de jachère ni de la position par rapport aux touffes ; la moyenne générale sous jachère ressort à 3.8.

Les mesures "hors touffe, piétiné" ont été effectuées sous des cheminements préférentiels du bétail ; elles mettent en évidence une augmentation considérable de la compacité dans les 20 cm supérieurs du sol par rapport aux situations non piétinées.

Si l'on essaie de relier la résistance à la pénétration à la structure (*figure 4*), les populations de valeurs correspondant aux trois grands types de structures (F, MF, MC) sont affectées respectivement des écarts-types 0.8, 0.5 et 1.3. Les structures fragmentaires se distinguent donc nettement des structures massives. Au sein de ces dernières, le degré de fissuration tend à diminuer les valeurs de résistance à la pénétration.

Figure 4 : Structure et Résistance à la pénétration  
(horizon 0-10 cm)



## POROSITE

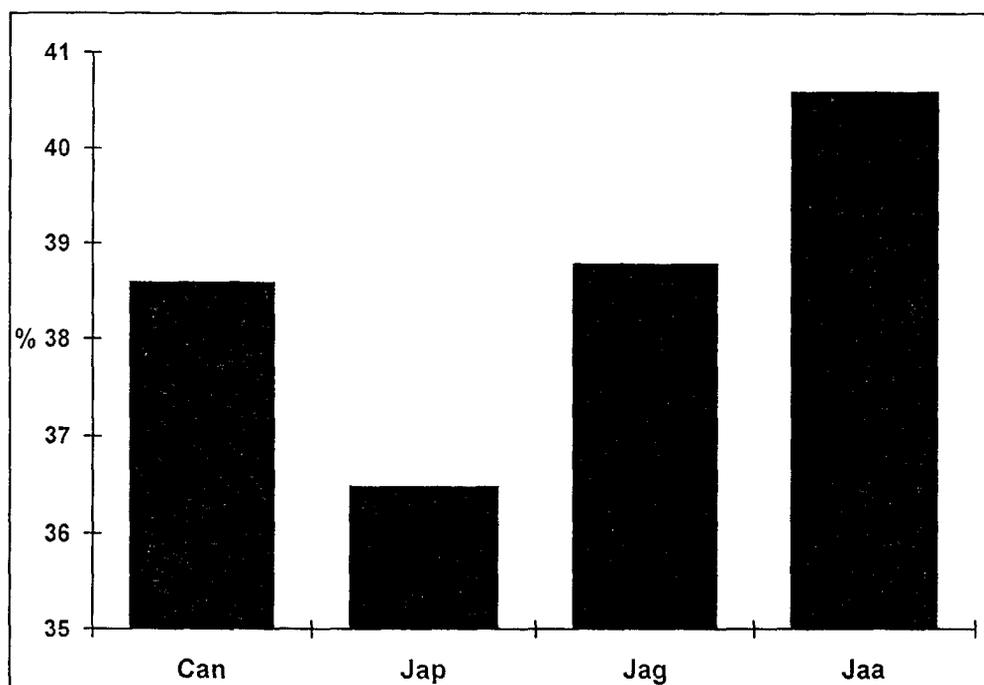
Sous culture (Can), la porosité de l'horizon superficiel (0-10 cm) estimée par la méthode du cylindre est de 38.5% (figure 5). Sous jachère à *A. pseudapricus* (Jap), elle est de 36.5%. Sous jachère à *A. gayanus* (Jag), elle est de 39%. Enfin, sous jachère à *A. ascinodis*, la porosité est de 40.5%.

Dans les jachères à andropogonées pérennes, l'effet "touffe" est beaucoup moins marqué sur la porosité de l'horizon superficiel que vis-à-vis de la résistance à la pénétration : la porosité est en moyenne plus élevée de deux points seulement sous touffe que hors touffe.

La porosité mesurée au cylindre dans l'horizon 10-20 cm ne présente pas de variation significative avec le type d'occupation du sol (culture ou jachère) ni avec la structure de la végétation (sous touffe ou hors touffe). Sa valeur moyenne est de 38.5%, c'est à dire très proche des valeurs relevées dans les 10 centimètres supérieurs.

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 au cylindre ("porosité totale"), on peut évaluer une "porosité structurale" qui, pour l'horizon 0-10 cm, est de : 3.5% sous culture, 1.5% sous jachère à *A. pseudapricus*, 4% sous jachère à *A. gayanus* et 5.5% sous jachère à *A. ascinodis*.

**Figure 5 : Porosité sous culture et sous jachère à *Andropogon spp***  
(Horizon 0-10 cm)



## DISTRIBUTION DES PORES

Les volumes poraux correspondant aux différentes classes de taille sont exprimés en pourcentages de la porosité totale. Chacun des matériaux étudiés est alors caractérisé par un "spectre poral" qui se présente sous forme d'un histogramme de répartition relative de la porosité selon les classes de taille. Nous présentons ici (*figure 6*) les histogrammes moyens établis par la méthode du bac à sable et caractérisant chacune des situations étudiées.

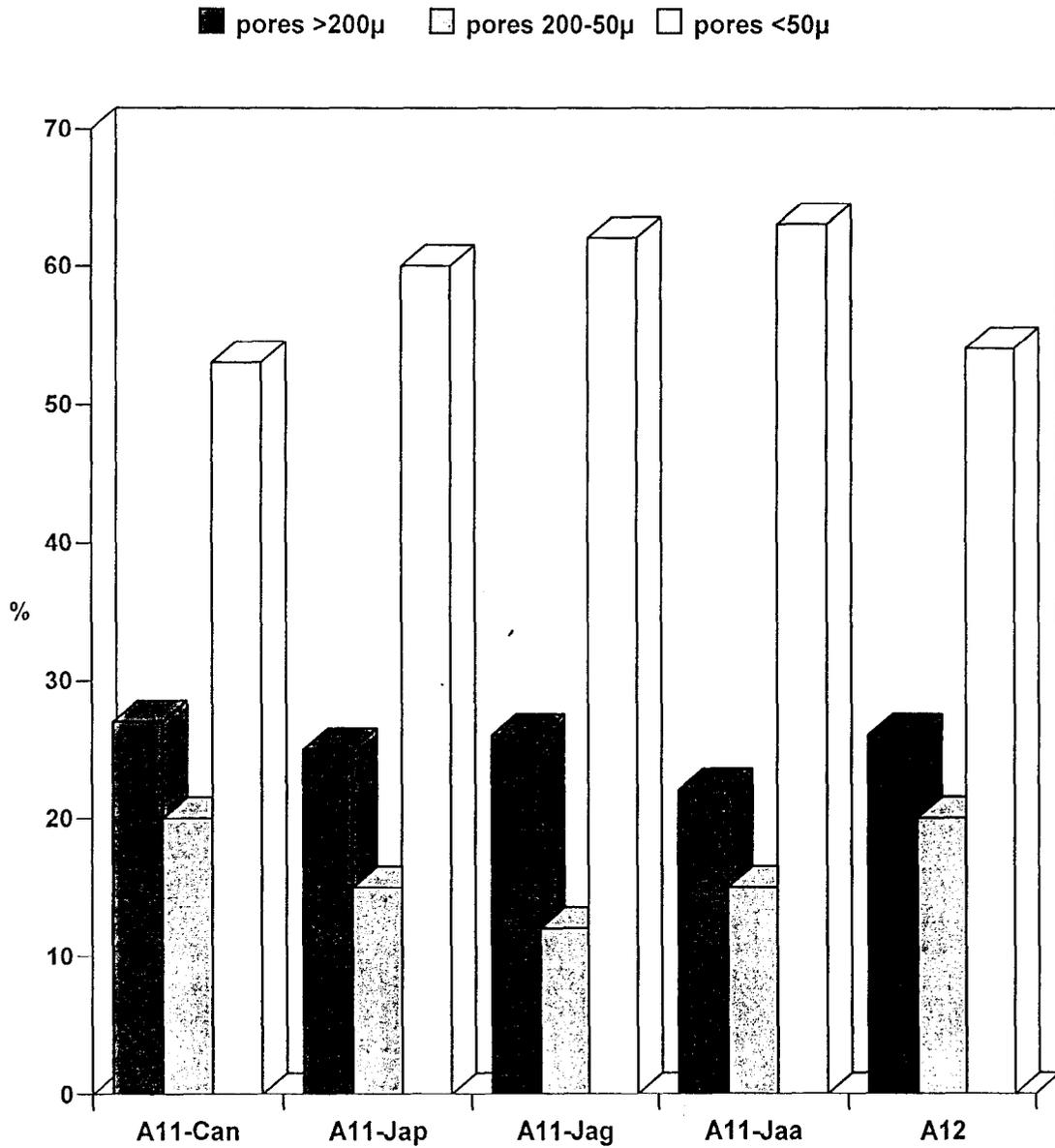
Les histogrammes caractérisant les trois faciès de végétation post-culturale sont très semblables pour l'horizon superficiel 0-10 cm. Le pourcentage relatif de porosité fine (inférieure à 50  $\mu\text{m}$ ) augmente légèrement au cours de la jachère, passant de 60% sous *A. pseudapricus* à 63% sous *A. ascinodis*.

Le spectre poral moyen établi sous culture montre, par rapport aux situations de jachère, et dans les dix centimètres supérieurs du sol :

- i) une diminution relative importante (moins 10 points par rapport à Jaa) de la porosité inférieure à 50  $\mu\text{m}$ ,
- ii) une augmentation relative de toutes les autres fractions, surtout marquée entre 50  $\mu\text{m}$  et 200  $\mu\text{m}$ .

La distribution des pores de l'horizon 10-20 cm est identique dans les quatre situations étudiées. Le spectre poral moyen est très comparable à celui de l'horizon superficiel sous culture.

Figure 6 : Distribution dimensionnelle des pores  
Horizons A11 (0-10 cm) et A12 (10-20 cm)



## FLUX D'INFILTRATION EN REGIME PERMANENT

Rappelons (*annexe*) qu'à une tension donnée d'entrée de l'eau (réglage de l'infiltromètre) correspond un diamètre maximum des pores susceptibles de transmettre l'eau infiltrée. En effectuant en un même site une série de mesures à différentes tensions, on peut estimer la contribution des pores de différents diamètres au processus d'infiltration.

Nous présentons ici (*figure 7*) l'exemple des stations 02 et 06 où ont été étudiées plusieurs situations de culture et de jachère. Dans cet exemple, la situation "croûte" regroupe toutes les mesures effectuées sur croûte de battance, quel que soit le mode d'occupation du sol (culture ou jachère). Les autres mesures présentées ont toutes été réalisées après décapage du centimètre supérieur du sol. Deux tensions ont été utilisées, 10 mm et 40 mm, permettant de mesurer l'infiltration dans les pores de diamètres respectivement inférieurs à 3 mm et 0.75 mm.

Dans les situations assez tassées (*Mil-HB, Jaa-HT, Déf nue*), les flux d'infiltration sont toujours faibles, en présence ou non d'une croûte de battance. L'élimination de la croûte permet parfois une meilleure expression de la porosité fonctionnelle comprise entre 0.75 et 3 mm (*Jaa-HT et Déf nue*).

Dans les autres situations étudiées (*Mil-B, Jaa-T et Déf bio*), les flux d'infiltration dans les pores de diamètre inférieur à 0.75 mm sont un peu supérieurs aux précédents. C'est cependant la porosité fonctionnelle comprise entre 0.75 et 3 mm qui apporte la contribution la plus importante au processus d'infiltration.

En zone récemment défrichée, notamment, la présence de paquets d'herbe déracinée (*Déf bio*) stimule l'activité des termites, conduisant à une augmentation considérable de la porosité fonctionnelle, surtout dans la gamme 0.75 - 3 mm, par rapport aux surfaces nues de la même défriche (*Déf nue*).

Le tableau suivant compare, pour les différentes situations étudiées, les valeurs du rayon poral caractéristique moyen  $\lambda_m$  et de la macroporosité fonctionnelle  $\varepsilon_m$  calculés pour le couple de tensions 10-40 mm :

Situation	$\lambda_m$ ( $\mu\text{m}$ )	$\varepsilon_m$ (%)
Croûte	130	0.0014
Mil-HB	160	0.0017
Jaa-HT	180	0.0024
Déf nue	230	0.0030
Mil-B	260	0.0085
Jaa-T	250	0.0080
Déf bio	270	0.0130

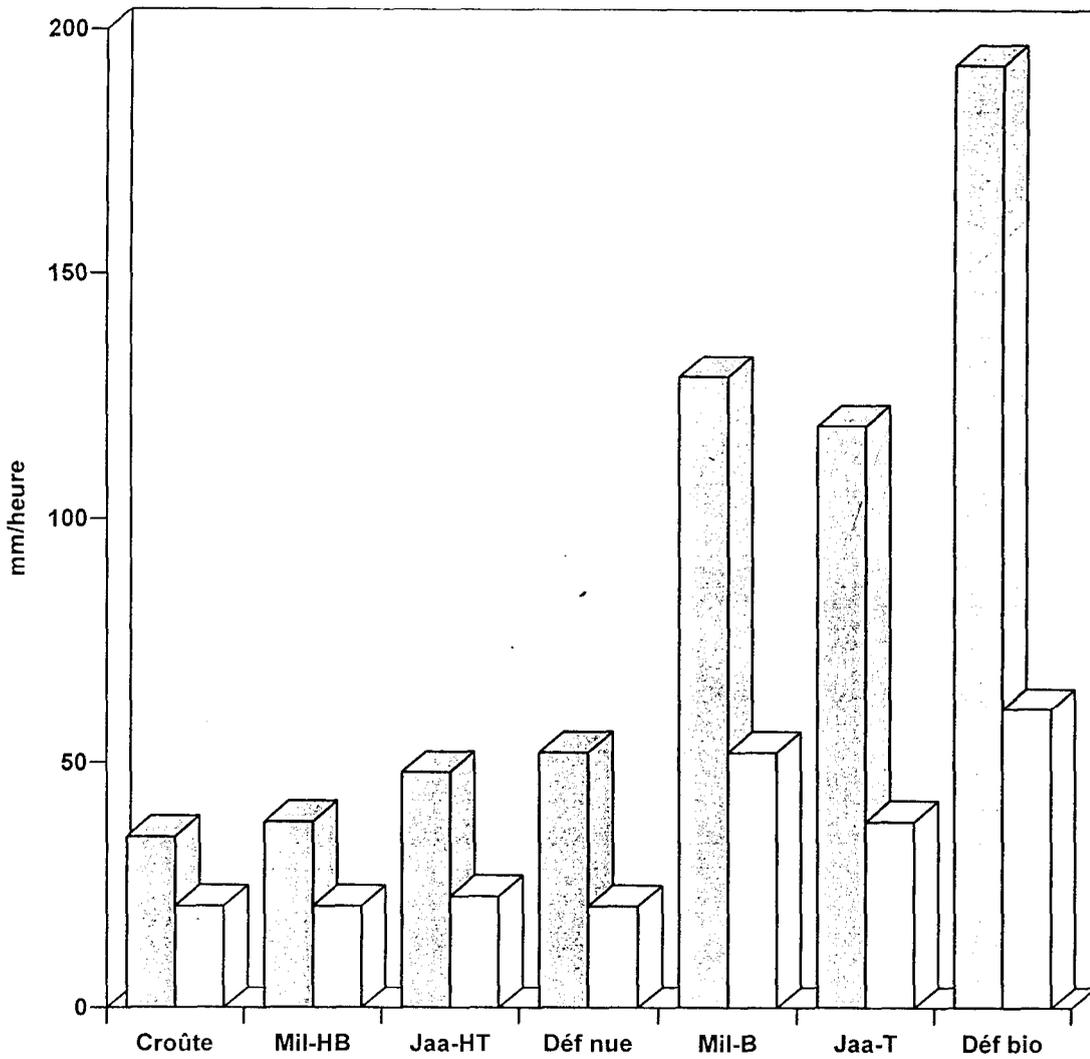
Quand on passe de *Croûte* à *Déf bio*,  $\lambda_m$  ne varie que dans un rapport de 1 à 2, alors que la macroporosité fonctionnelle  $\varepsilon_m$  est, dans le même temps, multipliée par 10. Les variations de porosité seraient donc liées plus à l'abondance des pores qu'à leur diamètre.

**Figure 7 : Flux d'infiltration mesurés sur les stations 02 et 06**

Tension 10 mm : pores fonctionnels de diamètre < 3 mm

Tension 40 mm : pores fonctionnels de diamètre < 0.75 mm

□ Tension 10 mm □ Tension 40 mm



Croûte : Toutes situations de culture et de jachère  
 Mil-HB : Champ de mil, interbillon  
 Mil-B : Champ de mil, billon  
 Déf nue : Défriche, zone préparée pour la culture  
 Déf bio : Défriche, sous paquet d'herbe déracinée  
 Jaa-HT : Jachère à *A. ascinodis*, hors touffe  
 Jaa-T : Jachère à *A. ascinodis*, contre touffe

## SORPTIVITE EN REGIME INITIAL D'INFILTRATION

Rappelons (*annexe*) que l'estimation de la sorptivité capillaire fait appel au premier stade de l'infiltration. Chaque mesure ne dure que trois à quatre minutes et il est donc aisé d'effectuer de nombreuses répétitions pour chaque valeur de tension.

A partir de la mesure de la sorptivité, on peut ensuite (*White et Perroux, 1987, 1989*) obtenir une estimation d'autres paramètres hydriques du sol. Il faut pour cela faire l'hypothèse que les forces capillaires régissant l'entrée de l'eau dans le sol sont les mêmes après établissement du régime permanent qu'au début du processus d'infiltration.

Nous présentons ici (*figure 8*) l'exemple des stations 09 et 10 où les mesures de sorptivité ont été réalisées à trois valeurs de tension d'entrée d'eau (10 mm, 30 mm et 60 mm). Chaque valeur est la moyenne de 10 mesures au moins.

Si l'on désigne par  $S_{10}$ ,  $S_{30}$  et  $S_{60}$  les valeurs moyennes de sorptivité mesurées aux tensions 10, 30 et 60 mm, on peut avancer que :

- La différence  $S_{10} - S_{30}$  mesure le rôle des macropores fonctionnels de diamètres compris entre 1 et 3 mm.
- De même, la différence  $S_{30} - S_{60}$  se rapporte aux pores de diamètres compris entre 0.5 et 1 mm.
- $S_{60}$ , enfin, mesure la macroporosité fonctionnelle inférieure à 0.5 mm.

Sous culture (*Mil-HB* et *Mil-B*), les pores grossiers (1-3 mm) jouent un rôle prédominant dans l'infiltration. On remarque aussi que le modelé cultural (billon, interbillon) ne modifie pas la porosité inférieure à 0.5 mm.

Il en va de même, à un moindre degré, sous jachère à *A. ascinodis* où l'effet "touffe" apparaît peu marqué.

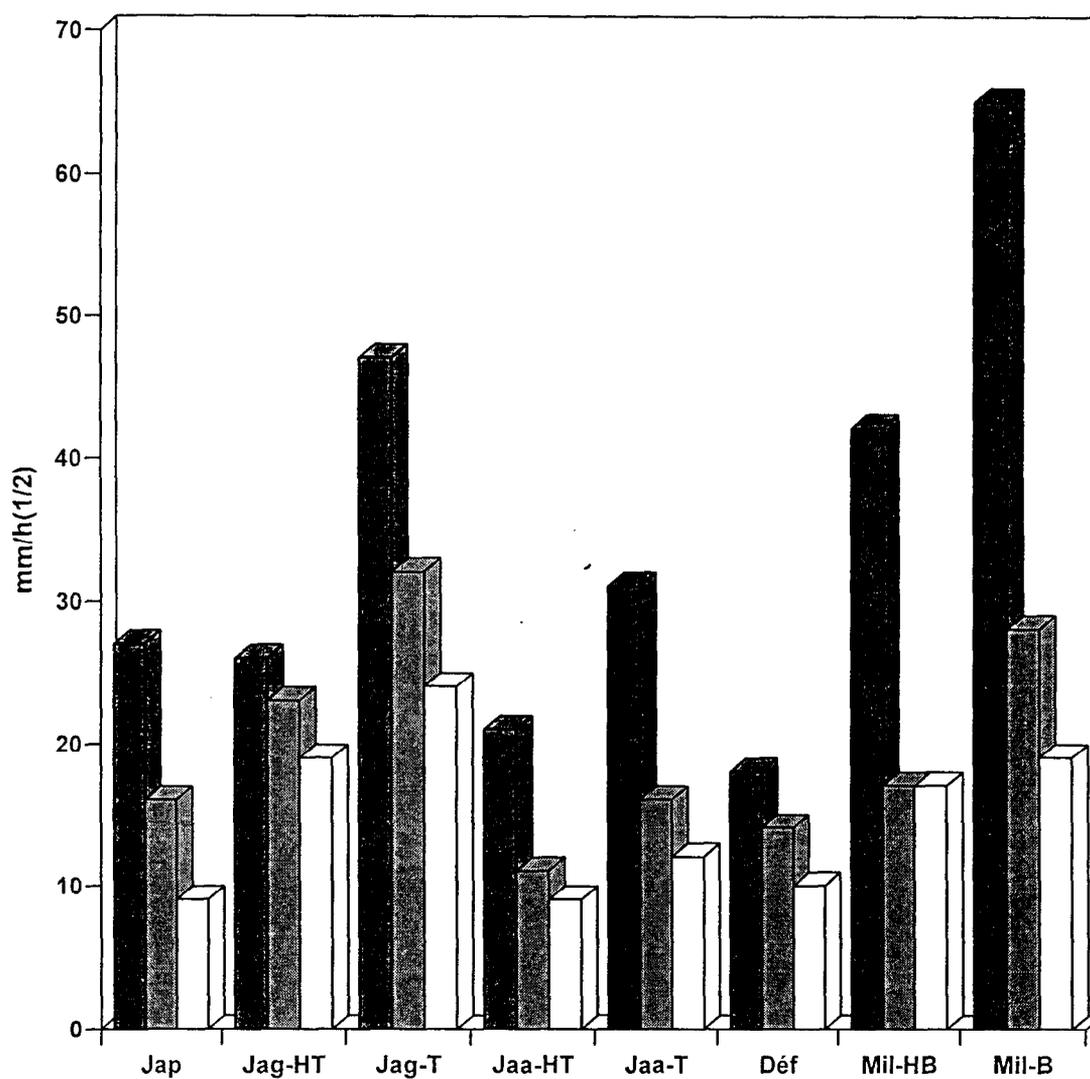
Sous jachère à *A. gayanus*, le rôle de la macroporosité fine (< 0.5 mm) prédomine nettement hors touffe (*Jag-HT*) et reste très important en position touffe (*Jag-T*). L'effet "touffe", bien marqué, concerne essentiellement les pores de diamètre supérieur à 0.5 mm.

Sous jachère à *A. pseudapricus* (*Jap*) et sous défriche (*Déf*), les valeurs de sorptivité mettent en évidence une infiltration bien répartie dans les différentes classes dimensionnelles de macropores.

**Figure 8 : Valeurs de Sorptivité mesurées sur les stations 09 et 10**

Tension 10 mm : pores fonctionnels de diamètre < 3 mm  
 Tension 30 mm : pores fonctionnels de diamètre < 1 mm  
 Tension 60 mm : pores fonctionnels de diamètre < 0.5 mm

■ tension 10 mm    ▒ tension 30 mm    □ tension 60 mm



Jap : Jachère à *A. pseudapricus*  
 Jag-HT : Jachère à *A. gyanus*, hors touffe  
 Jag-T : Jachère à *A. gyanus*, contre touffe  
 Jaa-HT : Jachère à *A. ascinodis*, hors touffe  
 Jaa-T : Jachère à *A. ascinodis*, contre touffe  
 Déf : Culture de niébé sur défriche de jachère  
 Mil-HB : Champ de mil, interbillon  
 Mil-B : Champ de mil, billon

## DISCUSSION

Sous culture, l'horizon superficiel A11 est caractérisé par la dominance de structures massives, fissurées ou continues. Le travail du sol engendre, par division plus ou moins poussée de ces structures, des mélanges de terre fine et de mottes. L'espace poral, constitué pour moitié de pores inférieurs à 50  $\mu\text{m}$  et pour près de 30% de macropores supérieurs à 200  $\mu\text{m}$ , offre d'assez bonnes conditions de circulation et de rétention de l'eau. Sous les lignes de culture billonnées, en particulier, les mesures d'infiltration mettent en évidence un rôle important des macropores fonctionnels de diamètre supérieur à 500  $\mu\text{m}$ .

Globalement, ainsi que le confirment les valeurs de résistance à la pénétration et de porosité totale, l'état structural de l'horizon superficiel sous culture est moyennement favorable à l'enracinement des plantes cultivées et ne présente aucune contrainte physique majeure. C'est bien ce que met en évidence l'observation des systèmes racinaires du mil et du sorgho dans les profils culturaux.

L'effet "travail du sol" est temporaire et, après abandon de la culture, la reprise en masse de l'horizon A11 se traduit par une forte dominance des structures massives ce qui, joint à la dénudation du sol, crée un milieu favorable à l'implantation d'espèces herbacées annuelles peu exigeantes.

L'horizon superficiel de la jachère à *A. pseudapricus* est caractérisé par une forte dominance des structures massives. Les structures fragmentaires, peu représentées, sont associées aux racines fines des herbacées annuelles dont la masse par unité de volume est faible. Elles ne concourent que faiblement à améliorer l'état structural de l'horizon superficiel, ainsi que le confirment des indicateurs structuraux tels que la résistance à la pénétration, la porosité totale et les paramètres hydriques caractérisant l'infiltration.

Les espèces herbacées vivaces apparaissent ensuite, débutant par des touffes isolées d'*A. gayanus* dans le tapis d'annuelles, puis éliminant progressivement ces dernières. Les structures fragmentaires sont largement dominantes, en relation avec une densité plus élevée et une meilleure répartition des racines que sous herbacées annuelles. Les densités racinaires pondérales relativement faibles mesurées sous les touffes de *A. ascinodis* s'expliquent en partie par la plus grande finesse des racines ; la mesure des longueurs racinaires serait sans doute plus pertinente pour l'analyse des relations racine-structure.

Lorsque les peuplements d'andropogonées vivaces sont bien installés (jachères de 10 ans et plus), les systèmes racinaires occupent tous les espaces hors touffe et les structures massives continues, fragmentées par les racines, sont absentes.

Cette évolution structurale de l'horizon superficiel apparaît nettement quand on examine les variations de la porosité totale. Après une baisse consécutive à l'abandon de la culture et à l'installation d'herbacées annuelles telles que *A. pseudapricus*, la porosité totale augmente régulièrement au cours de l'installation et de la succession des espèces vivaces, *A. gayanus* puis *A. ascinodis*. Cela est confirmé par l'augmentation de la porosité dite structurale de 1.5% à 5.5% entre les jachères successives.

La disposition spatiale des touffes de *A. gayanus* et *A. ascinodis* guide la différenciation latérale de l'horizon superficiel. Les valeurs de résistance à la pénétration

La disposition spatiale des touffes de *A. gayanus* et *A. ascinodis* guide la différenciation latérale de l'horizon superficiel. Les valeurs de résistance à la pénétration sont significativement plus faibles sous touffe que hors touffe, en relation avec des densités racinaires plus élevées sous touffe. L'examen des profils culturaux montre une faible différenciation structurale liée aux touffes (dominance de F2 sous touffes et de F1 hors touffes) qui n'est pas en mesure d'induire une variation marquée dans la porosité structurale. Ces observations sont confirmées par les valeurs de porosité totale qui ne présentent pas de différence significative en relation avec les touffes.

Par contre, les mesures d'infiltration mettent en évidence une augmentation notable des macropores de diamètre supérieur à 500  $\mu\text{m}$  quand on se rapproche des touffes. Ces résultats suggèrent que l'effet "touffe" est caractérisé par une modification de la répartition dimensionnelle des macropores d'origine biologique et ce essentiellement dans la gamme des pores de diamètre supérieur à 200  $\mu\text{m}$ .

Le spectre poral déterminé par la méthode du bac à sable montre dans les jachères, dès le stade à *A. pseudapricus*, une porosité fine (inférieure à 50 $\mu\text{m}$ ) plus élevée que sous culture et une porosité grossière plus faible. La distribution de la taille des pores est peu différente selon les types de jachère, les gains de porosité se répartissant également dans toutes les fractions.

Le spectre poral pourrait donc être considéré comme une caractéristique assez constante de l'horizon A1 (0-20cm) sous jachère naturelle pâturée, 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). Cet équilibre est modifié de façon temporaire dans les dix centimètres supérieurs du sol par la mise en culture et notamment par le travail du sol.

## CONCLUSION

En milieu cultivé, les techniques culturales maintiennent un état physique que l'on peut considérer comme assez satisfaisant dans l'horizon superficiel quelle que soit, pour les sites étudiés, l'ancienneté de la mise en culture (1 à 10 ans).

Le premier stade de jachère, marqué par la dominance des herbacées annuelles (*Andropogon pseudapricus*), est caractérisé par un développement considérable des structures massives dans l'horizon superficiel. La présence d'une phase fragmentaire discontinue liée à l'enracinement herbacé fin concourt vraisemblablement à favoriser l'installation des andropogonées vivaces à port en touffes.

Dans un second stade de jachère, l'horizon superficiel présente une structure fragmentaire généralisée en relation avec le développement des andropogonées vivaces (*Andropogon gayanus*, puis *Andropogon ascinodis* à partir de 25 ans). La résistance à la pénétration est plus faible, la porosité et l'infiltrabilité plus élevées que dans l'horizon superficiel des jachères jeunes.

Ainsi les andropogonées vivaces, en particulier *Andropogon gayanus*, semblent jouer un rôle important dans la restauration structurale du sol. Cela souligne l'intérêt de mettre en oeuvre des modes de gestion de la jachère favorisant leur implantation précoce.

## REMERCIEMENTS

Ils vont à ZONNE Tignandé, technicien pédologue expérimenté, dont le dévouement et la compétence, tant au champ qu'à la paillasse, ont grandement contribué à la réalisation de ce programme.

## 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. IBSRAM Proceedings n°10, Bangkok, 385-399.*

de Blic P., Some N.A., 1997 - Etat structural d'horizons superficiels sableux sous culture ou jachère herbacée en Afrique de l'Ouest (Burkina Faso). *Etude et Gestion des Sols, 4, 1, 17-24.*

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.*

Dunn G.H. et Phillips R.E., 1991 - Macroporosity of a well-drained soil under no-till and conventional tillage. *Soil Sci. Soc. Am. J., 55, 817-823.*

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.*

Guinko S., 1984 - Végétation de la Haute-Volta. *Thèse Doct. ès Sc. Nat., Univ. Bordeaux III, 318 p.*

Hénin S., Gras R. et Monnier G., 1969 - Le profil cultural. L'état structural du sol et ses conséquences agronomiques. *2<sup>e</sup> 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.

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.

Reynolds W.D. et Elrick D.E., 1991 - Determination of hydraulic conductivity using a tension infiltrometer. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 55, 633-639.

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.

Some N.A., 1996 - Les systèmes écologiques post-cultureux de la zone soudanienne (Burkina Faso). *Thèse Doct. ès Sc. Nat., Univ. ParisVI*, 212 p.

Some N.A., de Blic P., Alexandre D.Y., 1997 - Dynamique post-culturelle et différenciation structurale du sol en zone soudanienne du Burkina Faso.

White I. et Perroux K.M., 1987 - Use of sorptivity to determine field soil hydraulic properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 51, 1093-1101.

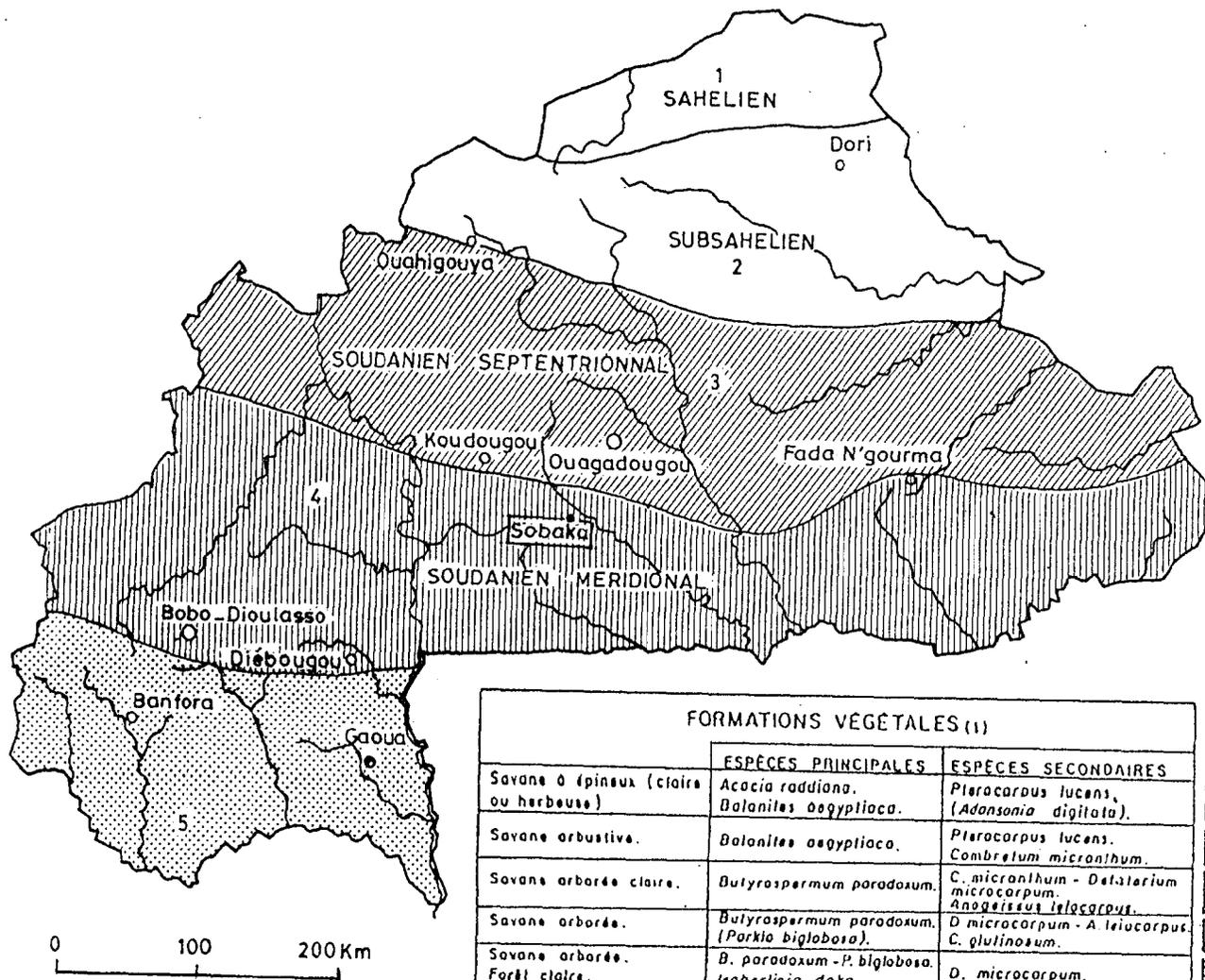
White I. et Perroux K.M., 1989 - Estimation of unsaturated hydraulic conductivity from field sorptivity measurements. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 53, 324-329.

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.

## ANNEXES

- & - Localisation géographique
- & - La description du profil cultural
- & - Une méthode de mesure de l'état structural des sols *in situ* au moyen d'un infiltromètre à membrane poreuse.
- & - Horizon 0-10 cm - Données de porosité.
- & - Distribution dimensionnelle des pores (courbes de pF).
- & - Stations 02 et 06 - Infiltrations en régime permanent.
- & - Sept fiches descriptives de profils culturaux.

# CARTE AGRO-PHYTO-CLIMATIQUE



	1	2	3	4	5
PETIT MIL	▽	▬	▨	▩	▪
ARACHIDE		▬	▨	▩	▪
NIEBE		▬	▨	▩	▪
SORGHO			▨	▩	▪
PATATE			▨	▩	▪
SÉSAME			▨	▩	▪
COTON			▨	▩	▪
MAIS			▨	▩	▪
RIZ PLUVIAL				▩	▪
MANIOC				▩	▪
SOJA				▩	▪
IGNAME				▩	▪

	ESPÈCES PRINCIPALES	ESPÈCES SECONDAIRES	
Savane à épineux (claire ou herbeuse)	<i>Acacia raddiana</i> , <i>Balanites aegyptiaca</i> .	<i>Pterocarpus lucens</i> , ( <i>Adansonia digitata</i> ).	1
Savane arbustive.	<i>Balanites aegyptiaca</i> .	<i>Pterocarpus lucens</i> , <i>Combretum micranthum</i> .	2
Savane arborée claire.	<i>Butyraspermum paradoxum</i> .	<i>C. micranthum</i> - <i>Distarium microcarpum</i> , <i>Anogeissus leiocarpus</i> .	3
Savane arborée.	<i>Butyraspermum paradoxum</i> , ( <i>Parkia biglobosa</i> ).	<i>D. microcarpum</i> - <i>A. leiocarpus</i> , <i>C. glutinosum</i> .	4
Savane arborée. Forêt claire.	<i>B. paradoxum</i> - <i>P. biglobosa</i> , <i>Isabérinia daka</i>	<i>D. microcarpum</i> .	5

Pluies	Température moyenne	Longueur(2) de la saison des pluies	ETP/jour moyenne (Juil. Août Sept)
500 à 600 mm	29 °C	< 70 jours	> 6 mm / jour
600 à 700 mm	29 à 28 °C	70 à 105 jours	6 à 5,4 mm/jour
700 à 950 mm	28 °C	105 à 130 jours	5,4 à 5,2 mm/jour
950 à 1100 mm	28 à 27 °C	130 à 150 jours	5,2 à 4,2 mm/jour
1100 à 1400 mm	27 à 26 °C	150 à 180 jours	4,8 à 4,5 mm/jour

(1) D'après M. TERRIBLE P.B. : Végétation de la Haute-Volta au 1/1000000.

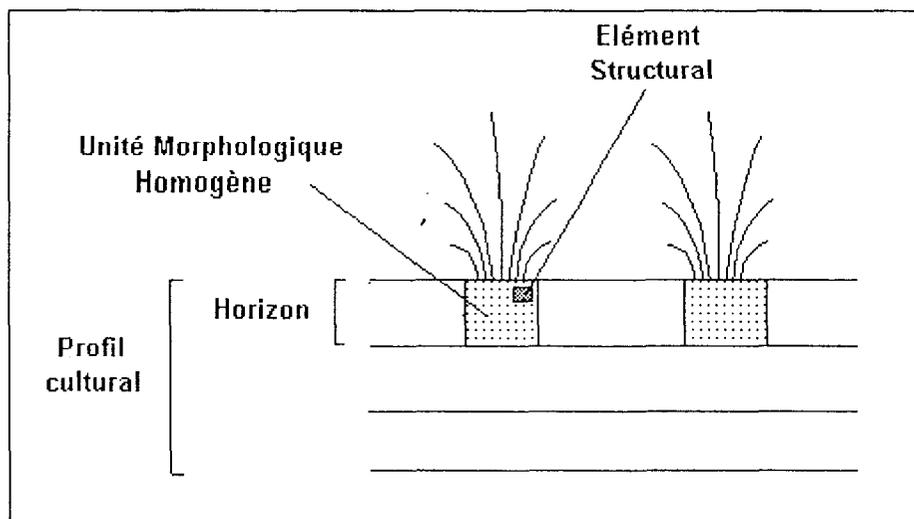
(2) Période de végétation active

# LA DESCRIPTION DU PROFIL CULTURAL

## 1°) Les niveaux d'organisation

Quatre niveaux peuvent être reconnus dans l'organisation macrostructurale du sol :

- *Profil cultural* : C'est l'ensemble constitué par la succession des couches de terre individualisées par l'intervention des instruments de culture, les racines des végétaux et les facteurs naturels réagissant à ces actions.
- *Horizon* : C'est une couche de sol parallèle à la surface et pouvant présenter une grande variabilité latérale de l'état structural.
- *Unité morphologique homogène (UMH)* : Egalement appelée "volume structural homogène". C'est un volume de sol se distinguant des volumes adjacents par son état structural, c'est à dire par la manière dont sont assemblés ses divers constituants et par les conséquences de cet assemblage (porosité, compacité).
- *Elément structural (ES)* : C'est un solide géométrique correspondant à l'organisation la plus apparente lors de l'observation du profil. Chaque ES est séparé de ses voisins par des surfaces de moindre résistance et/ou par des vides.



## 2°) Implantation et préparation du profil cultural

- *Localisation et dimensions de la fosse d'observation* : La fosse est située de préférence au centre de la station. Dans le cas d'une culture en ligne, elle est implantée perpendiculairement aux lignes. La longueur du profil doit alors englober aux moins deux lignes adjacentes ; elle sera de deux mètres au minimum de façon à prendre en compte la variabilité latérale d'échelle métrique . La largeur de la fosse doit être suffisante (60 cm) pour s'y mouvoir à l'aise. La profondeur dépend de la différenciation pédologique en horizons et de l'enracinement de la culture. Il est préférable de creuser au moins jusqu'à 60 cm de profondeur.

- *Mise en évidence des horizons* : A l'aide du couteau et du soufflet, on dégage les différents horizons en faisant apparaître des marches d'escalier successives. Pour cela, on attaque la face d'observation avec la pointe du couteau en faisant sauter les

fragments de terre de façon à faire apparaître l'état structural ; un coup de soufflet permet de bien dégager les éléments structuraux.

- *Mise en évidence des unités morphologiques homogènes* : Cette opération s'effectue horizon par horizon. A l'aide du couteau et du soufflet, on fait apparaître latéralement les différences de compacité et de structure. On s'aide autant que possible des variations latérales présentées par d'autres caractères du sol (couleur, densité racinaire ...).

### 3°) Déroulement des observations

- *Renseignements généraux concernant les horizons* : transitions entre horizons, éléments grossiers, débris végétaux, activité biologique, fentes de retrait ...

- *Description des unités morphologiques homogènes (UMH)* : Elle est effectuée de façon systématique. Les différents caractères pris en considération sont évalués au moyen d'échelles d'appréciation normalisées. On décrit en général les caractères suivants : texture, état d'humidité, couleur, structure la plus apparente sur la paroi du profil, surstructure éventuelle, porosité structurale (vides entre éléments structuraux), compacité, transitions entre UMH adjacentes.

- *Description des éléments structuraux (ES)* à l'oeil nu ou en s'aidant d'une loupe : morphologie (taille, planéité des faces, émoussé des arêtes, allongement préférentiel), propriétés mécaniques (fragilité, friabilité, plasticité), état structural interne, porosité (abondance, taille et forme des pores visibles).

- *Description du système racinaire* : On peut effectuer un relevé précis des racines sur la face d'observation du profil en s'aidant d'un grillage à maille carrée (largeur de maille égale à 2 cm par exemple) et en utilisant un système de notation normalisé. En l'absence de relevé détaillé, les caractères de l'enracinement sont décrits au niveau de chaque UMH : abondance des racines, diamètre, répartition, morphologie.

### 4°) Consignation des observations

- On effectue un croquis à l'échelle du profil cultural en identifiant les horizons et UMH par des lettres ou des numéros.

- L'utilisation de fiches de description standardisées facilite le stockage et la synthèse des observations effectuées au niveau des UMH et des ES.

Cela permet notamment d'effectuer une cartographie simultanée des états structuraux identifiés à un moment donné dans le sol et du système racinaire des plantes cultivées.

# Une méthode de mesure de l'état structural des sols *in situ* au moyen d'un infiltromètre à membrane poreuse

## L'infiltromètre à membrane poreuse

C'est un appareil conçu pour mesurer les propriétés hydriques liées à l'arrangement spatial et à la distribution des macropores dans les sols présentant des voies d'écoulement préférentiel (biopores, fissures). Il permet d'effectuer des mesures d'infiltration *in situ* à l'échelle centimétrique sous des tensions d'eau négatives préalablement fixées.

La théorie de la capillarité permet en effet d'évaluer le diamètre maximum des pores verticaux reliés à la surface du sol dans lesquels l'eau peut pénétrer sous l'action d'une tension (suction) déterminée. Plus la tension est élevée en valeur absolue, plus diminue le diamètre maximum des pores pouvant participer au processus d'infiltration.

L'infiltromètre à membrane poreuse est un appareil très simple comportant 3 éléments principaux :

1°) Un réservoir fermé à sa partie supérieure et muni d'une échelle graduée de façon à mesurer la lame d'eau infiltrée en fonction du temps.

2°) Un dispositif fonctionnant sur le principe du vase de Mariotte règle la fourniture de l'eau sous une tension réglable de 0 à -1.5 KPa, autorisant ainsi un contrôle des flux hydriques dans les macropores de diamètre supérieur à 200  $\mu\text{m}$ .

3°) Une membrane microporeuse transmet l'eau en assurant un bon contact avec le sol ; elle se présente comme un disque de diamètre variant de quelques cm jusqu'à 25 cm (nous utilisons habituellement un disque de 8 cm de diamètre).

## Les paramètres hydriques et structuraux obtenus

### 1°) Paramètres mesurés

Flux d'infiltration $q_0$ ( $\text{L T}^{-1}$ )	mesuré en régime permanent
Sorptivité capillaire $S_0$ ( $\text{L T}^{-1/2}$ )	mesurée aux premiers stades de l'infiltration, dépend de la texture et de la structure

### 2°) Quelques paramètres calculés

Conductivité hydraulique $K_0$ ( $\text{L T}^{-1}$ )
Rayon poral caractéristique moyen $\lambda_m$ (L)
Macroporosité fonctionnelle $\varepsilon_m$ ( $\text{L}^3 \text{L}^{-3}$ )

## Méthode de mesure en régime permanent

La surface du sol est débarrassée soigneusement de tous les débris végétaux. On dispose éventuellement, pour assurer un bon contact sol-membrane, une mince couche de sable fin.

En un même site de mesure, il est possible de réaliser plusieurs processus d'infiltration successifs, chacun correspondant à une valeur de tension (suction) imposée.

On note les quantités d'eau infiltrées en fonction du temps, jusqu'à obtention d'un régime permanent, marqué par un palier horizontal sur la courbe Infiltration cumulée en fonction de  $\log(t)$ . On trace, en fonction du temps, le flux d'infiltration cumulé :

$$I_{cum} = \text{volume cumulé} / \pi r^2$$

où  $r$  est le rayon du disque poreux

La courbe obtenue devient linéaire au bout d'un certain temps (obtention du régime permanent). Le flux d'infiltration  $q_0$  correspond à la pente de la droite  $I_{cum}(t)$ . Sa valeur peut être obtenue par un calcul de régression pour cette partie linéaire de la courbe.

### **Méthode de mesure en régime d'infiltration initiale**

La surface du sol est préparée comme précédemment.

La sorptivité capillaire  $S_0$  correspondant au potentiel de tension  $h_0$  est obtenue à partir du tracé de la hauteur d'infiltration cumulée  $I_{cum}$  en fonction de la racine carrée du temps.  $S_0$  correspond à la pente de la droite  $I_{cum}(t^{1/2})$  pour les premiers stades de l'infiltration (habituellement entre 30" et 180"). Sa valeur peut être obtenue à partir d'un calcul de régression.

La valeur  $S_0$  ainsi déterminée est, pour un potentiel de tension donné, très dépendante des états d'humidité initial et final du sol. Elle exprime la capacité plus ou moins grande que possède le sol à absorber l'eau par capillarité et dépend étroitement de la configuration porale, c'est à dire de l'état structural du sol.

A la fin du processus d'infiltration, et juste après avoir retiré l'infiltromètre, on prélève un échantillon de sol superficiel pour déterminer l'humidité volumique  $w_0$  correspondant au potentiel de tension  $h_0$ . On prélève aussi, au voisinage, des échantillons pour déterminer l'humidité initiale  $w_n$ .

La mesure étant destructrice, on ne peut effectuer en un site de mesure qu'un processus d'infiltration correspondant à un potentiel de tension donné.

## Horizon 0-10 cm - Données de porosité

N° Profil	densité réelle	densité apparente cylindre	porosité cylindre	densité apparente mottes	porosité mottes
-----------	----------------	----------------------------	-------------------	--------------------------	-----------------

### Andropogon ascinodis

063	2.57	1.51	41.2		
213 touffe	2.58	1.49	42.2		
213 h touffe	2.60	1.52	41.5		
301 touffe	2.54	1.48	41.7	1.64	35.4
301 h touffe	2.58	1.54	40.3	1.64	36.4
101	2.55	1.50	41.1	1.66	34.9
201	2.56	1.52	40.6		
605 touffe	2.58	1.49	42.2	1.65	36.0
605 h touffe	2.57	1.61	37.3	1.75	31.9
901	2.58	1.59	38.3	1.75	32.1
<b>Moyenne</b>		<b>1.53</b>	<b>40.6</b>		

### Andropogon gyanus

062	2.62	1.57	40.0		
211 touffe	2.58	1.63	36.8		
211 h touffe	2.59	1.67	35.5		
231 touffe	2.60	1.51	41.9		
231 h touffe	2.60	1.54	40.7		
1001 touffe	2.55	1.60	39.4		
1001 h touffe	2.55	1.55	37.2	1.72	32.5
<b>Moyenne</b>		<b>1.58</b>	<b>38.8</b>		

### Andropogon pseudapricus

061	2.64	1.69	36.0		
214	2.59	1.65	36.3		
232/2	2.63	1.65	37.2		
401	2.58	1.65	36.0	1.66	35.6
902	2.58	1.61	37.6	1.73	32.9
1101	2.55	1.63	36.1	1.75	31.3
<b>Moyenne</b>		<b>1.65</b>	<b>36.5</b>		

### Cultures annuelles

102 billon	2.58	1.64	36.4	1.70	34.2
103 billon	2.55	1.57	38.4	1.65	35.3
202 billon	2.58	1.58	38.7		
202 h billon	2.57	1.69	34.2		
604	2.57	1.55	39.7	1.67	35.0
903	2.58	1.50	41.8	1.64	36.4
064	2.58	1.55	39.9		
P 13/96		1.54	38.9	1.68	33.5
P 12/96		1.50	39.3	1.66	33.3
<b>Moyenne</b>		<b>1.57</b>	<b>38.6</b>		

moyenne générale mottes  
écartype

**1.68**  
**0.04**      **33.9**  
**1.7**

## Distribution dimensionnelle des pores (courbes de pF)

	poro totale %	poro >200 $\mu$ %	poro 200-50 $\mu$ %	poro <50 $\mu$ %	Porosité en % de la porosité totale		
					poro >200 $\mu$ %	poro 200-50 $\mu$ %	poro <50 $\mu$ %
<b>A. pseudapricus</b>							
SOB 061 (0-10cm)	36.0	10.5	6.1	19.4	29.2	16.9	53.9
SOB 214 (2-12cm)	36.3	8.1	4.4	23.8	22.3	12.1	65.6
SOB 232 (5-10cm)	37.2	12.3	5.7	19.2	33.1	15.3	51.6
SOB 401 (2-12cm)	36.0	7.1	3.0	25.9	19.7	8.3	71.9
SOB 902 (0-10cm)	37.6	7.7	9.0	20.9	20.5	23.9	55.6
SOB 1101 (0-10cm)	36.1	7.8	3.4	24.9	21.3	7.8	70.9
<b>moyenne</b>	<b>36.5</b>	<b>8.9</b>	<b>5.3</b>	<b>22.4</b>	<b>24.3</b>	<b>15.3</b>	<b>59.7</b>
<i>écartype</i>	0.7	2.0	2.2	2.9	5.5	5.8	8.7
<b>A. gyanus</b>							
SOB 062 (0-10cm)	40.0	11.4	8.4	20.2	28.5	21.0	50.5
SOB 211 (0-10cm t)	36.8	9.2	4.4	23.2	25.0	12.0	63.0
SOB 211 (0-10cm ht)	35.5	7.1	5.2	23.2	20.0	14.6	65.4
SOB 231 (0-10cm t)	41.9	13.4	4.2	24.3	32.0	10.0	58.0
SOB 231 (0-10cm ht)	40.8	12.4	3.6	24.8	30.4	8.8	60.8
SOB 1001 (0-10cm t)	39.4	8.8	4.8	25.8	22.3	8.7	69.0
SOB 1001 (0-10cm ht)	37.2	8.6	3.4	25.2	23.1	7.1	69.8
<b>moyenne</b>	<b>38.8</b>	<b>10.1</b>	<b>4.9</b>	<b>23.8</b>	<b>25.9</b>	<b>11.8</b>	<b>62.4</b>
<i>écartype</i>	2.3	2.3	1.7	1.9	4.5	4.8	6.7
<b>A. ascinodis</b>							
SOB 063 (0-10cm)	41.2	12.2	7.6	21.4	29.6	18.4	51.9
SOB 213 (0-10cm t)	42.2	8.1	4.9	29.2	19.2	11.6	69.2
SOB 213 (0-10cm ht)	41.5	7.8	3.9	29.8	18.8	9.4	71.8
SOB 301 (0-12cm t)	41.8	8.6	3.9	29.3	20.6	9.3	70.1
SOB 301 (0-12cm ht)	40.3	7.4	4.3	28.6	18.4	10.7	71.0
SOB 101 (0-10cm)	41.1	8.1	6.2	26.8	19.7	15.1	65.2
SOB 201 (0-10cm)	40.6	9.0	5.7	25.9	22.2	14.0	63.8
SOB 605 (0-10cm t)	42.1	11.7	9.0	21.4	27.8	21.4	50.8
SOB 605 (0-10cm ht)	37.2	9.4	8.5	19.3	25.3	22.8	51.9
SOB 901 (0-10cm)	38.3	8.9	8.5	20.9	23.2	22.2	54.6
P 14/96 (0-10cm t)	38.9	8.9	5.5	24.5	22.9	14.1	63.0
P 14/96 (0-10cm ht)	37.8	9.8	4.9	23.1	25.9	13.0	61.1
<b>moyenne</b>	<b>40.3</b>	<b>9.2</b>	<b>6.1</b>	<b>25.0</b>	<b>22.8</b>	<b>15.2</b>	<b>62.0</b>
<i>écartype</i>	1.8	1.5	1.9	3.8	3.7	4.9	7.9
<b>Cultures annuelles</b>							
SOB 202 (0-12cm b)	38.8	10.2	6.8	21.8	26.3	17.5	56.2
SOB 202 (0-12cm ib)	34.2	7.3	6.3	20.6	21.3	18.4	60.2
SOB 103 (0-15cm b)	38.4	9.3	7.8	21.3	24.2	20.3	55.5
SOB 102 (0-12cm b)	36.4	10.0	7.3	19.1	27.5	20.1	52.5
SOB 604 (0-10cm)	39.6	9.2	13.3	17.1	23.2	33.6	43.2
SOB 903 (5-15cm)	41.8	15.3	7.9	18.6	36.6	18.9	44.5
SOB 064 (0-10cm)	39.9	13.4	8.4	18.1	33.6	21.1	45.4
P 13/96 (0-10cm)	40.8	11.3	6.6	22.9	27.7	16.2	56.1
P 12/96 (0-10cm)	40.5	11.3	6.0	23.2	27.9	14.8	57.3
<b>moyenne</b>	<b>38.9</b>	<b>10.8</b>	<b>7.8</b>	<b>20.3</b>	<b>27.6</b>	<b>20.1</b>	<b>52.3</b>
<i>écartype</i>	2.4	2.4	2.2	2.2	4.9	5.4	6.3

b : billon

t : adjacent touffe

ib : interbillon

ht : hors touffe

## STATIONS 02 & 06

q10 mm/h	q40 mm/h	Rm µm	Poro% x10 <sup>4</sup>	q10/ q40
-------------	-------------	----------	---------------------------	-------------

### Jaa HT sous croûte

Station 06	34	20	139	15	1.7
	58	30	162	27	1.9
Station 02	41	15	244	25	2.7
	57	27	182	30	2.1
<b>moyenne</b>	<b>48</b>	<b>23</b>	<b>182</b>	<b>24</b>	<b>2.1</b>
<i>écartype</i>	12	7	45	7	0.4

### Défriche nue sous croûte

Station 02	50	15	293	34	3.3
	74	28	240	45	2.6
	48	24	173	24	2.0
	37	17	196	20	2.2
<b>moyenne</b>	<b>52</b>	<b>21</b>	<b>226</b>	<b>31</b>	<b>2.5</b>
<i>écartype</i>	16	6	53	11	0.6

### Défriche bio

Station 02	31	14	192	17	2.2
	171	32	410	137	5.3
	366	80	375	282	4.6
	379	151	226	224	2.5
	106	42	228	63	2.5
	102	48	188	54	2.1
<b>moyenne</b>	<b>193</b>	<b>61</b>	<b>270</b>	<b>130</b>	<b>3.2</b>
<i>écartype</i>	146	49	97	105	1.4

### Mil billon sous croûte

Station 02	213	38	422	172	5.6
	156	45	306	110	3.5
	69	33	179	35	2.1
Station 06	216	117	276	144	1.8
	104	48	204	58	2.2
	94	42	192	50	2.2
	88	51	323	63	1.7
	88	40	194	48	2.2
<b>moyenne</b>	<b>129</b>	<b>52</b>	<b>262</b>	<b>85</b>	<b>2.7</b>
<i>écartype</i>	59	27	86	51	1.3

### Mil interbillon sous croûte

Station 02	38	17	191	20	2.2
	47	30	109	16	1.6
	32	13	226	19	2.5
	35	22	112	12	1.6
<b>moyenne</b>	<b>38</b>	<b>21</b>	<b>160</b>	<b>17</b>	<b>2.0</b>
<i>écartype</i>	6	7	58	4	0.5

## Infiltrations en régime permanent

q10 mm/h	q40 mm/h	Rm µm	Poro% x10 <sup>4</sup>	q10/ q40
-------------	-------------	----------	---------------------------	-------------

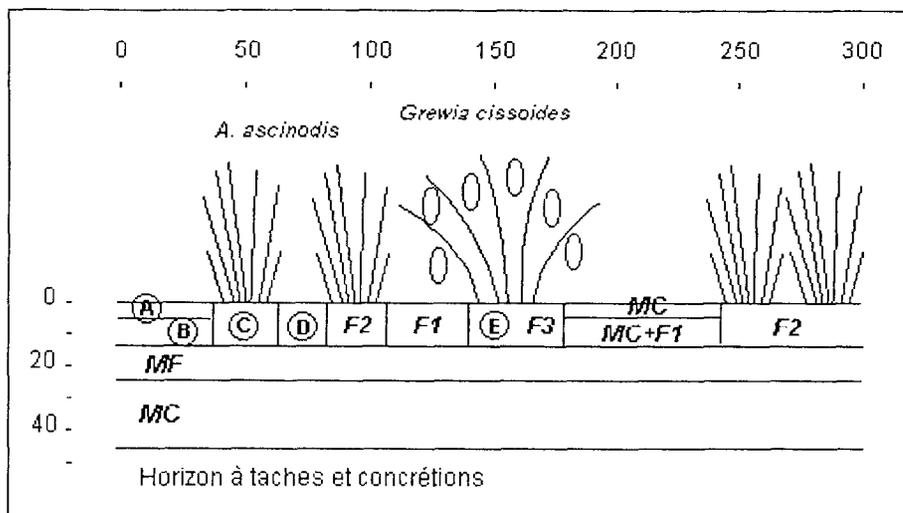
### Jaa T sous croûte

Station 06	186	62	271	123	3.0	
	101	31	292	69	3.3	
	94	37	233	57	2.5	
	77	41	154	36	1.9	
	53	18	264	34	2.9	
	163	53	279	109	3.1	
	97	30	289	66	3.2	
	107	35	278	71	3.1	
	Station 02	133	73	149	60	1.8
		31	15	180	16	2.1
74		27	248	46	2.7	
391		56	478	330	7.0	
	39	18	185	20	2.2	
<b>moyenne</b>	<b>119</b>	<b>38</b>	<b>254</b>	<b>80</b>	<b>3.0</b>	
<i>écartype</i>	93	18	85	81	1.3	

### Croûte, toutes situations

Station 02 (billon)	24	16	102	8	1.5
	60	35	127	24	1.7
Station 02 (interbillon)	29	19	105	10	1.5
	39	30	62	8	1.3
Station 02 (déf. nue)	45	24	160	21	1.9
	36	22	126	14	1.6
	40	24	126	16	1.7
	38	21	140	16	1.8
Station 02 (Jaa HT)	24	15	115	9	1.6
	41	23	142	18	1.8
Station 02 (Jaa T)	15	10	109	5	1.5
	30	15	177	15	2.0
Station 06 (HT)	28	15	156	13	1.9
	44	21	175	22	2.1
<b>moyenne</b>	<b>35</b>	<b>21</b>	<b>130</b>	<b>14</b>	<b>1.7</b>
<i>écartype</i>	11	7	31	6	0.2

q10 : Flux à la tension 10 mm  
 q40 : Flux à la tension 40 mm  
 Rm : Rayon poral caractéristique moyen  
 Poro% : Macroporosité fonctionnelle



Jachère de 30 ans environ. Strate herbacée : *Andropogon ascinodis*. Strate sous-ligneuse : *Cochlospermum planchoni*, *Grewia cissoïdes*. Strate ligneuse : *Detarium microcarpum*, *Terminalia avicennoides*, *Piliostigma*. Début de destruction des touffes d'*A. ascinodis*.

**0-5cm A** - Volume tassé par le piétinement du bétail. Humide, 10YR3/2, *structure massive continue*. 1 pore fin/cm<sup>2</sup> en moyenne, macroporosité très faible. Résistance à la pénétration, 4.8 kg/cm<sup>2</sup>. Bon enracinement fin d'*Andropogon* (10 à 20 racines/dm<sup>2</sup>). Limite inférieure nette.

**5-12cm B** - Humide, 10YR4/2, *structure massive continue dominante associée à polyédrique peu nette* liée aux racines herbacées. 2 à 3 pores fins/cm<sup>2</sup>, macroporosité très faible. Résistance à la pénétration, 7.5 kg/cm<sup>2</sup>. Moins de 10 racines/dm<sup>2</sup>,  $\phi < 1\text{mm}$ , distribution groupée.

**0-12cm C** - Sous touffe d'*Andropogon*. Humide, 10YR3/2, *structure polyédrique nette* en éléments structuraux anguleux de 5 à 20 mm. 3 à 5 pores fins/cm<sup>2</sup>, macroporosité un peu plus élevée que A et B. Résistance à la pénétration, 7.6 kg/cm<sup>2</sup>. Enracinement fasciculé très dense.

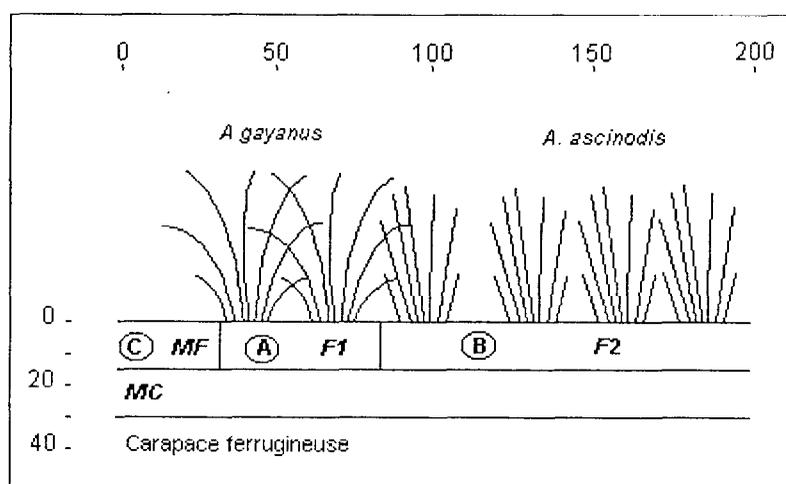
**0-12cm D** - Entre touffes sans piétinement. Humide, 10YR3/2, *structure polyédrique peu nette* en éléments structuraux anguleux de taille > 10 mm. Résistance à la pénétration, 8.5 kg/cm<sup>2</sup>. 10 à 15 racines/dm<sup>2</sup>, bien réparties.

**0-12cm E** - Touffe de sous-ligneuse. Humide, 10YR3/2, *structure polyédrique très nette* en éléments structuraux subanguleux de 10 à 20 mm. Activité biologique élevée. Enracinement fasciculé dense à racines lignifiées de diamètres variés.

**12-25 cm** - Moins humide, 10YR4/3, *structure massive fissurée*. 3 pores fins/cm<sup>2</sup>, macroporosité faible. Moins de 10 racines herbacées/dm<sup>2</sup>, bien réparties, quelques racines de ligneux.

**25-45cm** - Même humidité, 10YR5/3, *structure massive continue*. 5 à 10 pores fins/cm<sup>2</sup>, macroporosité plus élevée que l'horizon précédent. Moins de 5 racines/dm<sup>2</sup>, bien réparties.

**45cm et plus** - Horizon à taches et concrétions ferrugineuses bien pénétré par les racines fines.



Jachère de 15 ans venant après 7 à 10 ans de culture de mil. Profil implanté dans une zone de transition à *Andropogon gayanus* et *Andropogon asciodis* en grosses touffes disjointes.

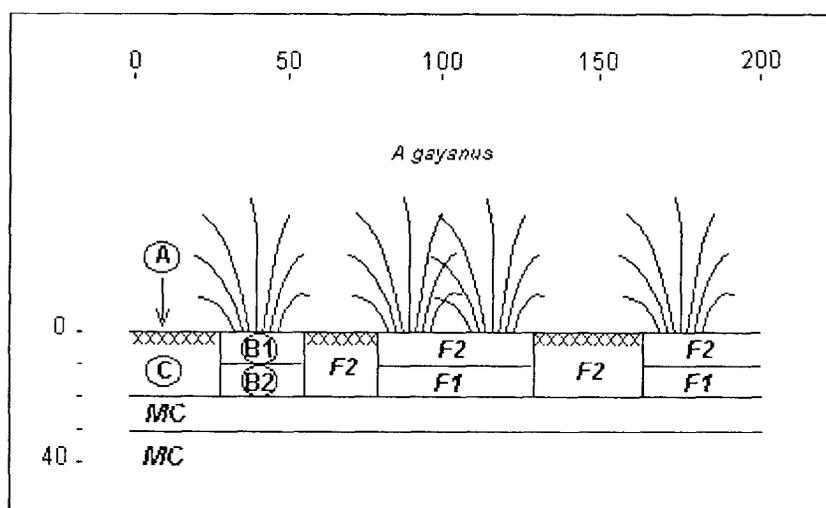
**0-15cm A** - Sous touffe de *A. gayanus*. Très humide, 10YR4/2, *structure polyédrique peu nette* à éléments structuraux anguleux de taille dominante 20 mm. 2 à 3 pores/cm<sup>2</sup>,  $\phi < 0.5$  mm, distribution régulière, quelques pores  $\phi > 1$  mm, distribution irrégulière. Résistance à la pénétration, 1.5 kg/cm<sup>2</sup>. Racines de 0.5 à 1.5 mm de  $\phi$ , exploitant intensément le volume de sol mais bien séparées. transition inférieure rapide.

**0-15cm B** - Sous touffe de *A. asciodis*. Très humide, même couleur, *structure polyédrique nette*, d'abord en éléments structuraux de 5 à 10 mm, à arêtes émoussées, puis s'élargissant en profondeur. Porosité identique à A. Résistance à la pénétration, 1.5 kg/cm<sup>2</sup>. Enracinement dense et régulier, racines  $\phi < 0.5$  mm avec nombreuses radicelles.

**0-15cm C** - Sol nu. Très humide, même couleur, *structure massive fissurée*. Porosité identique à A et B. Résistance à la pénétration, 2.7 kg/cm<sup>2</sup>. Pénétration de racines horizontales de taille  $> 1$  mm, peu nombreuses.

**15-30cm** - Très humide, 10YR5/6 passant à 7,5YR5/4, *structure massive continue*. Résistance à la pénétration, 2.5 kg/cm<sup>2</sup>. Bonne pénétration des racines herbacées, grosses racines horizontales de ligneux. Transition très progressive.

**30cm et plus** - Carapace ferrugineuse très indurée et cohérente, non pénétrée par les racines.



Parcelle en jachère depuis 14 ans après avoir été cultivée de façon continue pendant 20 ans. Tapis plus ou moins dense et continu de *Andropogon gayanus*.

**A** - Croûte de battance d'épaisseur inférieure à 1 cm, *structure lamellaire*, limitée aux espaces hors touffe.

**0-10cm B1** - Sous touffe. Frais, 10YR3/2, *structure polyédrique nette* en éléments structuraux de 15 mm à arêtes émoussées. 4 pores/cm<sup>2</sup>, cylindriques,  $\phi < 0.5$  mm. Résistance à la pénétration, 5.5 kg/cm<sup>2</sup>. Plus de 20 racines/dm<sup>2</sup>,  $\phi$  0.5 à 2 mm, distribution régulière, pénétrant les agrégats pour les plus fines et les séparant pour les plus grosses. Transition nette.

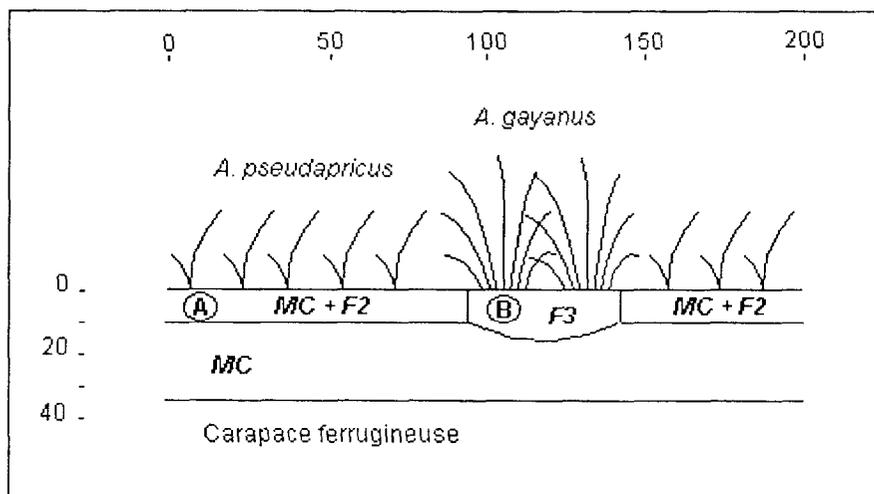
**10-20cm B2** - Sous touffe. Frais, 10YR3/2 passant à 10YR3/3, *structure polyédrique peu nette* à éléments structuraux anguleux de 20 mm. 4 pores/cm<sup>2</sup>,  $\phi > 0.5$  mm, cylindriques. Résistance à la pénétration, 6.9 kg/cm<sup>2</sup>. Environ 10 racines/dm<sup>2</sup>,  $\phi > 1$  mm, distribution irrégulière. Transition nette.

**0-20cm C** - Hors touffe. Frais, 10YR3/3, *structure polyédrique nette* en éléments structuraux anguleux de 20 à 30 mm. Plus de 6 pores/cm<sup>2</sup>, cylindriques, distribution bimodale ( $\phi < 1$  mm et  $\phi > 2$  mm). Résistance à la pénétration, 9.4 kg/cm<sup>2</sup>. Environ 10 racines/dm<sup>2</sup>,  $\phi < 1$  mm, distribution régulière, pénétrant les agrégats. Transition nette.

**20-30cm** - Frais, 10YR5/4, *structure massive continue*. 4 pores/cm<sup>2</sup>, cylindriques,  $\phi < 0.5$  mm. résistance à la pénétration, 6.2 kg/cm<sup>2</sup>. Racines surtout abondantes sous les touffes (10/dm<sup>2</sup> environ),  $\phi < 1$  mm. Transition distincte.

**30cm et plus** - Frais, 10YR5/6 à 5/8, *structure massive continue*. Plus de 6 pores/cm<sup>2</sup>, cylindriques, distribution bimodale ( $\phi < 0.5$  mm et  $\phi > 2$  mm). Résistance à la pénétration, 5.0 kg/cm<sup>2</sup>. Même enracinement qu'au dessus.

## PROFIL SOB-061 Jachère à *Andropogon pseudapricus* et *Andropogon gayanus*



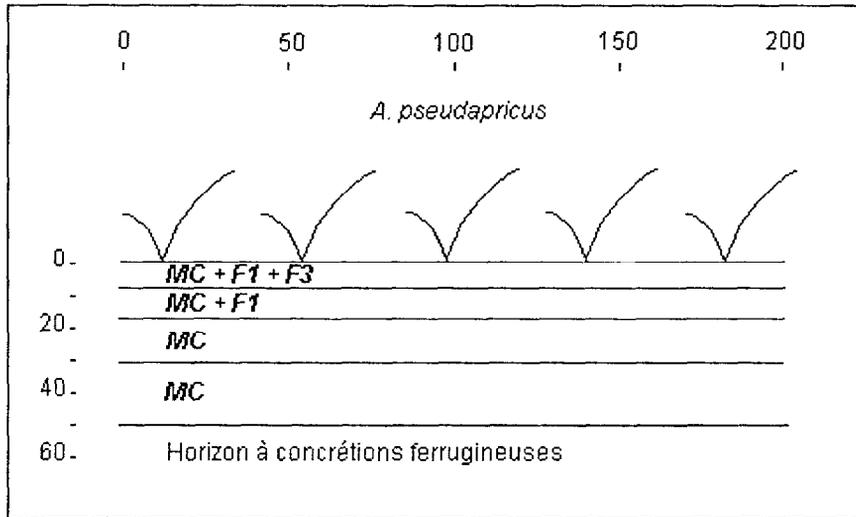
Profil implanté dans une zone à *Andropogon pseudapricus* dominant et *Loudetia* avec quelques touffes d'*Andropogon gayanus*.

**0-10cm A** - Sous *A. pseudapricus*. Humide, 10YR4/2, *structure massive continue dominante associée à polyédrique peu nette* en éléments structuraux de taille inférieure à 10 mm liés aux racines. 1 à 2 pores/cm<sup>2</sup>,  $\phi < 1$  mm, répartition irrégulière. Résistance à la pénétration, 3.7 kg/cm<sup>2</sup>. Enracinement fin dense et régulier surtout localisé dans les 5 cm supérieurs. Transition inférieure distincte.

**0-15cm B** - Sous touffe d'*A. gayanus*. Humide, même couleur, *structure polyédrique très nette* en éléments structuraux de taille inférieure à 10 mm. 1 à 2 pores/cm<sup>2</sup>,  $\phi < 0.5$  mm. Résistance à la pénétration, 2.4 kg/cm<sup>2</sup>. Enracinement très dense, fasciculé,  $\phi < 1$  mm. Transition inférieure nette.

**10/15-35cm** - Humide, 10YR5/3 passant à 7,5YR5/4, *structure massive*. Résistance à la pénétration, 3.1 kg/cm<sup>2</sup>. 5 à 10 racines de ligneux/dm<sup>2</sup>. Apparition progressive de gravillons ferrugineux. Transition très nette.

**35cm et plus** - Carapace ferrugineuse très indurée et cohérente.



Jachère de 6 ans à *Andropogon pseudapricus* formant un tapis continu, régulier ; quelques rejets et rémanents ligneux.

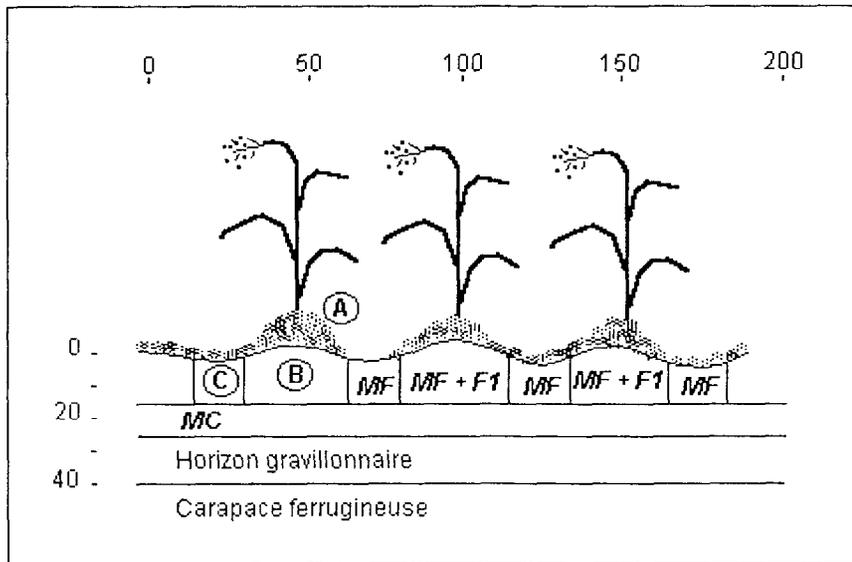
**0-7cm** - Humide, 10YR5/2, *structure massive continue associée à des mottes arrondies centimétriques et à des petits agrégats polyédriques* accrochés en chapelets aux racines. Plus de 6 pores/cm<sup>2</sup>, cylindriques,  $\phi < 0.5$  mm. Résistance à la pénétration, 4.3 kg/cm<sup>2</sup>. Densité élevée de radicelles réparties très régulièrement. Limite inférieure très nette (ancienne semelle de sarclage).

**7-16cm** - Frais, 10YR3/3, *structure massive continue dominante (75%) associée à polyédrique peu nette*. 2 à 3 pores/cm<sup>2</sup>,  $\phi$  1 mm. Résistance à la pénétration, 7.1 kg/cm<sup>2</sup>. Moins de 5 radicelles/dm<sup>2</sup>,  $\phi$  0.2 mm. Transition inférieure nette.

**16-30cm** - Frais, 10YR5/4, *structure massive continue*. 3 à 4 pores/cm<sup>2</sup>,  $\phi$  0.5 mm. Résistance à la pénétration, 5.2 kg/cm<sup>2</sup>. Quelques racines de rejets ligneux,  $\phi > 2$  mm. Transition graduelle.

**30-50cm** - frais, 10YR6/6, *structure massive continue*. 1 pore/cm<sup>2</sup>,  $\phi < 0.5$  mm. Résistance à la pénétration, 4.6 kg/cm<sup>2</sup>. Quelques racines ligneuses. Transition distincte.

**50cm et plus** - Horizon à concrétions ferrugineuses rouge brique, assz compact.



Champ de sorgho blanc en 2<sup>e</sup> année de culture après défriche de jachère. Préparation du sol à l'araire en culture attelée. Sorgho en lignes billonnées distantes de 50 cm en moyenne. Sarclages manuels. Surface du sol glacée avec épandages de sables lavés.

**A** - Horizon de sarclage récent continu, très humide, *mélange de terre fine et de mottes fragiles*, nombreuses herbes enfouies. Limite inférieure nette marquée par une pellicule de battance continue et des épandages de sables lavés.

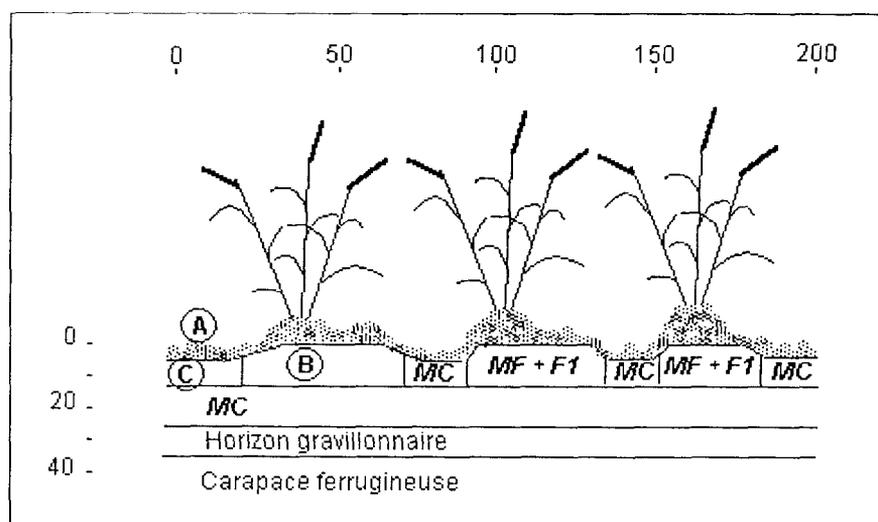
**0-15cm B** - Humide, 10YR4/2, *structure massive fissurée associée à polyédrique peu nette* en éléments structuraux de 10 à 20 mm. Plus de 4 pores fins/cm<sup>2</sup>, macroporosité biologique assez élevée distribuée irrégulièrement. Résistance à la pénétration, 2.8 kg/cm<sup>2</sup>. Très bonne exploitation des racines de sorgho. Passage rapide.

**5-15cm C** - Humide, même couleur, *structure massive fissurée*. Mêmes caractéristiques de porosité et d'enracinement que B. Résistance à la pénétration, 3.7 kg/cm<sup>2</sup>. Passage rapide.

**15-30cm** - Humide, 10YR5/2 à 5/3, *structure massive continue*. Plus de 6 pores fins/cm<sup>2</sup>, macroporosité irrégulière. Résistance à la pénétration, 2.5 kg/cm<sup>2</sup>. Racines de ligneux à tendance horizontale, moins de 5/dm<sup>2</sup>.

**30-40cm** - Horizon de transition assez gravillonnaire.

**40cm et plus** - Carapace ferrugineuse.



Champ de mil en 5<sup>e</sup> année après défriche de jachère. Préparation du sol à l'araire en culture attelée. Mil implanté en lignes billonnées distantes de 60 cm en moyenne. Sarclages manuels. Surface du sol glacée avec épandages de sables lavés.

**A** - Horizon de sarclage continu, très humide, meuble, *structure en mottes fondues juxtaposées mélangées de terre fine*, herbes enfouies.

**0-12cm B** - Humide, 10YR4/3, *structure massive fissurée dominante associée à polyédrique peu nette*. 3 à 4 pores fins/cm<sup>2</sup>, bien répartis, 3 à 6 macropores/dm<sup>2</sup> en moyenne, à répartition irrégulière. Résistance à la pénétration, 3.0 kg/cm<sup>2</sup>. Enracinement fasciculé du mil, plus de 10 racines fines/dm<sup>2</sup>. Transition graduelle.

**5-12cm C** - Humide, même couleur et même porosité que B, *structure massive continue*. Résistance à la pénétration, 4.2 kg/cm<sup>2</sup>. Moins de 5 racines/dm<sup>2</sup>, de mil.

**12-25cm** - Humide, 10YR5/3, *structure massive continue*. Plus de 6 pores fins/cm<sup>2</sup>, macroporosité identique à B et C. Résistance à la pénétration, 4.0 kg/cm<sup>2</sup>. Moins de 5 racines/dm<sup>2</sup>, de ligneux, fines et bien réparties. Transition rapide.

**25-35cm** - Horizon de transition assez gravillonnaire.

**35cm et plus** - Carapace ferrugineuse.