

Bilan de l'évolution des sols sous culture intensive dans une station expérimentale en milieu tropical humide

Jean-Paul COINTEPAS (1), Robert MAKILO (2)

(1) *Pédologue O.R.S.T.O.M. Centre de Bangui, BP 893, Bangui, (RCA)*

(2) *Élève de l'Institut Universitaire de Technologie Agronomique et Forestière, BP 86, M'Baiki (RCA)*

RÉSUMÉ

A Grimari (République Centrafricaine), station agricole située sous un climat tropical humide (Soudano-guinéen) et cultivée depuis 45 ans, on a comparé les caractéristiques pédologiques d'un certain nombre de profils cultivés avec des profils voisins restés en végétation naturelle. On constate une baisse très sensible (30 %) de la macroporosité et une diminution de la stabilité structurale. La matière organique a évolué en quantité et en composition. Il y a diminution des composés les plus polymérisés au profit des composés à petite molécule. Le calcium et le magnésium échangeables qui, précisément, sont surtout liés aux acides humiques gris et à l'humine suivent la même évolution (perte de 40 %). Le pH a également baissé de 0,7 unité. Cependant, d'après les documents disponibles, cette évolution a dû se dérouler principalement au cours des premières années ; elle se poursuit actuellement au ralenti. La fertilité du sol reste moyenne et ses variations semblent plutôt liées aux facteurs physiques eux-mêmes en grande partie dépendant de la qualité de l'humus.

MOTS-CLÉS : Évolution des sols — Culture intensive — Matière organique (du sol) — Bases échangeables — Afrique Centrale — République Centrafricaine.

ABSTRACT

EVALUATION OF SOIL EVOLUTION UNDER INTENSIVE CULTIVATION IN AN EXPERIMENTAL STATION UNDER HUMID TROPICAL CONDITIONS

A comparison was made between the soil characteristics of a number of cultivated profiles and adjacent profiles covered with natural vegetation at the Grimari Station (Central African Republic) which is situated under humid tropical conditions (Sudano-Guinean) and has been cultivated since 45 years. One can observe a considerable decrease (30 %) in macroporosity as well as in structural stability. Organic matter has suffered an evolution in its amount and composition. The most polymerized compounds decrease in favour of the small molecule compounds. Exchangeable calcium and magnesium which are related mainly to grey humic acids and humin develop in the same way (40 % of loss). The pH has also decreased by 0,7 unit. However, according to the available information, this evolution must have occurred mainly during the first years, and nowadays, it goes on, but more slowly. Soil fertility remains mean and its variations seem to be related to the physical factors proper which are mostly dependent on the quality of humus.

KEY WORDS : Soil evolution — Intensive cultivation — Soil organic matter — Exchangeable bases — Central Africa — Central African Republic.

INTRODUCTION

Le système itinérant pratiqué traditionnellement en milieu tropical humide assure une régénération des sols en contrebalançant l'action lessivante du climat. Mais l'accroissement démographique et les besoins accrus en produits alimentaires imposent une intensification de l'agriculture et donc un changement de système cultural. La sédentarisation des cultures semble répondre à cette nécessité mais risque à long terme d'entraîner une stérilisation des sols. De nombreux auteurs ont étudié l'évolution de la fertilité des sols tropicaux par la mise en culture continue (COINTEPAS 1960, FAUCK *et al.* 1969, MOREL et QUANTIN 1972). Tous s'accordent pour souligner le changement profond des caractères de fertilité au cours des opérations de défrichement et de mise en culture. Mais très peu d'études ont été poursuivies suffisamment longtemps pour déterminer le sens de cette évolution à long terme.

En RCA plusieurs stations sont cultivées depuis de nombreuses années. Il a donc paru intéressant, pour la plus ancienne d'entre elles, de faire le point de l'évolution du sol et de comparer ces résultats avec les résultats agronomiques.

1. CADRE DE L'ÉTUDE

1.1. Localisation

La station expérimentale de Grimari est située à Ngoulinga, à 6 km au sud de la petite ville de Grimari. Elle couvre une superficie de 570 ha dont 170 ha seulement sont exploitables. Elle a été créée en 1934 par le Comité Cotonnier de l'AEF (Afrique Équatoriale Française) pour l'amélioration de la production du coton. Depuis 1952 elle est gérée par le Service de l'Agriculture et, laissant à la station voisine de Bambari l'essentiel des recherches en matière de coton, s'est orientée vers l'étude des cultures vivrières et des techniques agronomiques en général.

1.2. Climat

En se référant à la classification établie par AUBREVILLE (1949), la région de Grimari appartient au domaine des climats tropicaux semi-humides du type « soudano-guinéen », sous climat « oubanguien ». On y distingue :

— *une saison sèche* (mi-novembre - mi-mars) avec cependant quelques rares pluies orageuses et une période de sécheresse absolue ne dépassant que rarement un mois;

— *une saison des pluies*

La pluviosité moyenne annuelle relevée à la station sur 29 ans s'élève à 1 457 mm (± 350 mm). La température moyenne est de 25°4 avec un minimum de 24°4 et un maximum de 26°4 à 27°9 (en mars et avril).

1.3. La végétation

La végétation est une savane arborée dense à *Daniellia Olivieri* et *Albizzia zygia* associée à de larges galeries forestières le long des cours d'eau. Pour SILLANS (1958) la région de Grimari fait partie de la région congo-guinéenne, secteur pré-forestier.

1.4. Géologie, géomorphologie

Le modelé de la région est faiblement ondulé. D'un vieux plateau cuirassé ne subsistent que quelques buttes-témoins formant les reliefs. Le raccordement avec le réseau hydrographique lui-même peu actif se fait par des versants à faible pente, couverts de sols peu épais et souvent gravillonnaires. Une petite cuirasse de bas de pente souligne parfois le raccordement entre versant et fond de vallée.

L'ensemble de la station paraît reposer sur la même roche-mère : un gneiss à deux micas (BOYER et BUSCH, 1951). Dans les lames minces de sol on retrouve jusqu'en surface des cristaux altérés mais reconnaissables de feldspaths calcosodiques et de micas.

1.5. Les sols

Du fait de sa situation climatique, la station est constituée de sols ferrallitiques moyennement désaturés, les uns à profils typiques, les autres profondément remaniés (classification AUBERT et SEGALIN, 1966) avec parfois hydromorphie en profondeur pour les sols en bas de pente.

1.6. La mise en valeur

Le défrichement a été effectué à la main avec brulis sur place des débris végétaux. La préparation des terres, par contre, est mécanisée : labour à 15-20 cm suivi de deux pulvérisages croisés. Les travaux d'entretien des cultures sont en grande partie manuels à l'exception du buttage qui est réalisé soit au tracteur soit avec un attelage. Dans l'ensemble le bouleversement du sol par la mise en valeur est relativement modéré et n'affecte que les vingt premiers centimètres.

Une fumure minérale est appliquée en tête d'assement sur le coton (150 kg/ha NSPKBore) et parfois sur le riz (NP). Les cultures vivrières succédant au coton bénéficient de l'arrière action de la fumure coton.

La fumure organique est épisodique et consisterait en un épandage de 20 à 25 t/ha de fumier de ferme. Par ailleurs les parcelles cultivées bénéficient d'une période de jachère de quatre ans en théorie mais très variable en pratique, les plans d'assolement ayant, semble-t-il, été fréquemment modifiés au cours des 45 années d'existence de la station.

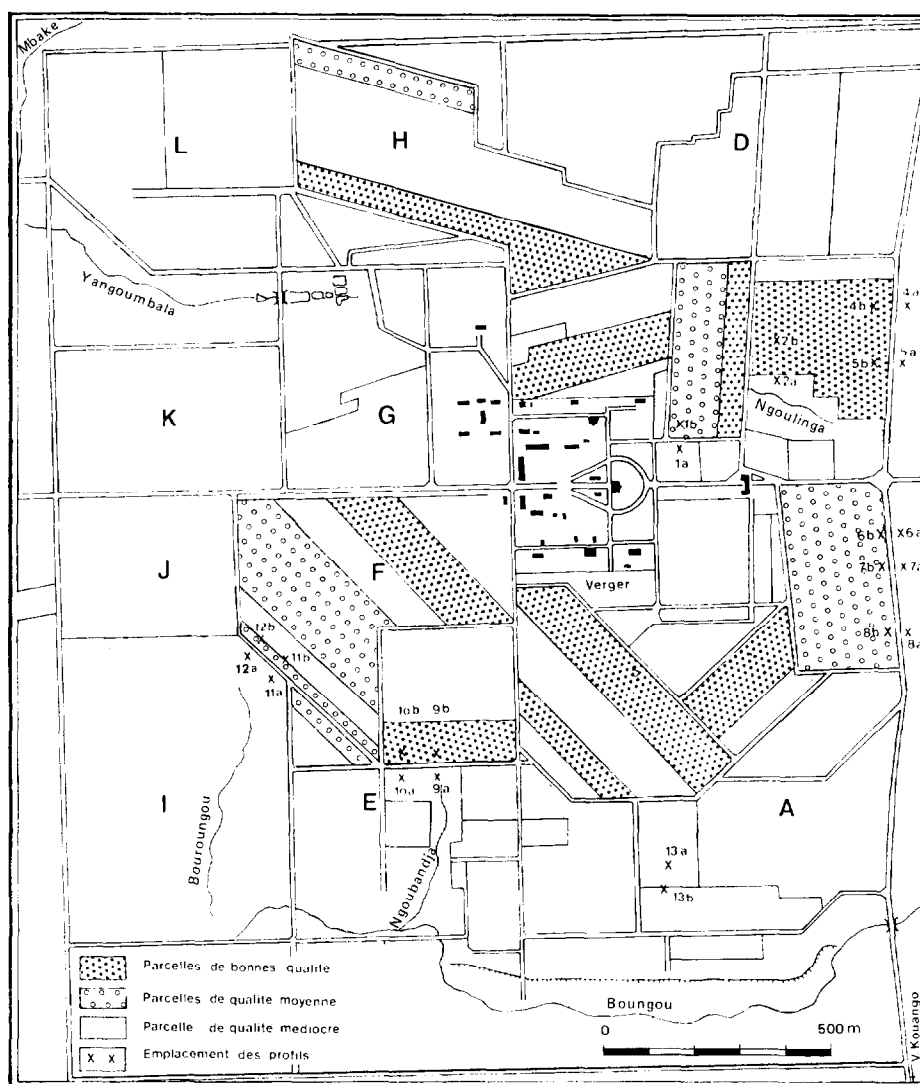
Les productions sont celles de la région : coton, arachide, riz, maïs, sésame. Le manioc, considéré comme plante épuisante, a été relégué dans quelques parcelles.

2. MÉTHODE D'ÉTUDE

L'objet de l'étude était de faire le point de l'évo-

lution du sol après 45 années de culture. Le manque d'informations sur les études précédentes (MOREL et QUANTIN, 1972), leur localisation, ne permettait pas de suivre cette évolution de manière continue. On en a donc été réduit à comparer la situation des sols à l'heure actuelle avec des sols identiques restés sous végétation naturelle.

Pour réaliser cette comparaison on a prélevé systématiquement des couples de profils l'un sous végétation naturelle (VN), l'autre sous culture (C). Le choix des emplacements de prélèvement n'a pas été fait au hasard. On a cherché à les situer dans les zones de fertilité variées. Disposant des rendements parcellaires pour la période 1954-1976, nous avons



CARTE SCHÉMATIQUE. — Station expérimentale de Grimari. Carte schématique de l'implantation des blocs de cultures et des profils pédologiques étudiés

calculé pour chaque année, le rendement de chaque parcelle en pourcentage du rendement moyen de la station. Lorsque les rendements relatifs sont systématiquement supérieurs à la moyenne de la station, on considère que la fertilité de la parcelle est bonne et inversement. On espère ainsi avoir éliminé l'effet climatologique de l'année.

Douze emplacements ont été choisis sur lesquels on a implanté douze couples de profils. Après description les profils ont été échantillonnés et on a procédé aux analyses physiques et chimiques classiques. L'analyse statistique a utilisé la méthode des appariements. Les épaisseurs des horizons n'étant pas constantes d'un profil à l'autre, on a dû substituer à la comparaison des horizons homologues, une comparaison des données à des niveaux de profondeur déterminés. Huit niveaux ont été retenus : 5 cm, 10 cm, 16 cm, 24 cm, 36 cm, 48 cm, 70 cm, 92 cm.

3. L'ÉVOLUTION DES SOLS : LES DIFFÉRENTS BILANS

Il est apparu très rapidement au cours de cette étude que la mise en culture n'affectait qu'une faible tranche de sol : entre 0 et 20 cm en moyenne, le reste du profil n'étant pas sensiblement modifié par les opérations culturales.

Le tableau I résume les principales caractéristiques physico-chimiques des sols sous végétation naturelle. Le tableau II présente les résultats comparés de ces mêmes caractéristiques sous végétation naturelle et sous culture dans les horizons superficiels, les seuls qui ont été modifiés.

3.1. L'évolution morphologique

Les sols de la station de Grimari sont des sols

TABLEAU I

Caractéristiques moyennes des sols de Grimari sous végétation naturelle

	à 5 cm	à 10 cm	à 16 cm	à 24 cm	à 36 cm	à 48 cm	à 70 cm	à 92 cm
<i>Texture</i>								
Argile %.....	20,9	21,7	26,1	30,5	37,1	37,4	40,6	40,0
Limon fin.....	6,3	6,1	5,4	5,1	4,9	4,9	5,0	5,1
Limon grossier.....	8,1	8,0	7,6	6,9	6,7	6,9	6,7	6,5
Sables fins.....	44,3	43,9	41,7	38,1	34,9	33,8	31,6	31,0
Sables grossier.....	17,5	17,5	17,0	17,0	16,6	16,4	16,0	17,2
<i>Structure</i>								
Is.....	0,42	0,47	0,98	1,34	1,97	2,03	2,00	1,72
log 10 K.....	1,34	1,30	1,19	1,18	1,18	1,19	1,74	1,34
<i>Porosité.....</i>								
Macroporosité %.....	33,6	32,4	20,1	19,4	14,9	15,5	13,1	11,6
porosité fine.....	9,0	8,8	8,9	8,4	7,6	7,3	6,9	7,6
porosité ultrafine.....	11,0	12,5	13,2	12,1	15,4	14,4	13,7	13,9
<i>Matières organiques</i>								
Carbone total %.....	16,7	15,7	9,3	7,5	6,3			
Azote total.....	1,24	1,17	0,75	0,62				
C des acides fulviques.....	1,86	1,84	—	1,75				
C des acides humiques.....	2,51	2,51	—	0,96				
C de l'humine.....	9,3	9,3	—	4,5				
<i>Éléments échangeables</i>								
Ca mé %.....	4,75	4,52	2,13	1,66	1,19	1,16	1,26	
Mg.....	2,40	2,25	1,41	1,29	1,02	1,01	0,95	
K.....	0,55	0,52	0,30	0,24	0,19	0,19	0,13	
V %.....	70	68	49	48	34	34	34	
pH eau.....	6,8	6,7	6,4	6,2	5,8	5,8	5,9	6,0
P ₂ O ₅ ppm.....	0,123	0,122	0,102	0,100				

TABLEAU II
Évolution des caractéristiques physicochimiques du sol à Grimari

	Profondeur	Végétation naturelle	Culture	Variation	Signification
<i>Couleur</i>	0-10 cm	Brun noir à Brun noir rougeâtre	Brun foncé à Brun rougeâtre foncé		
	10-24 cm	Brun rougeâtre à Brun rougeâtre foncé	Brun rougeâtre foncé		
<i>Texture</i>					
Argile.....	à 5 cm	20,9 %	23,9 %	+ 14 %	NS
	à 10 cm	21,7	24,3	+ 12	
	à 16 cm	26,1	29,4	+ 13	
<i>Structure</i>					
Is.....	à 5 cm	0,42	1,43		HS
	à 10 cm	0,47	1,50		HS
	à 16 cm	0,98	1,54		S
log 10 K.....	à 5 cm	1,34	1,20	— 10	S
	à 10 cm	1,30	1,20	— 8	S
	à 16 cm	1,19	1,11	— 7	NS
<i>Porosité</i>					
Macroporosité.....	à 5 cm	33,6 %	23,4 %	— 30	S
	à 10 cm	32,4	23,0	— 29	S
	à 16 cm	20,1	15,6	— 22	S
Porosité fine.....	à 5 cm	9,0	7,6	— 15	NS
	à 10 cm	8,8	7,6	— 14	NS
	à 16 cm	8,9	8,3	— 7	NS
Porosité ultra-fine.....	à 5 cm	11,0	11,8	+ 7	NS
	à 10 cm	11,5	12,1	+ 5	NS
	à 16 cm	13,2	13,9	+ 11	NS
<i>Matières organiques</i>					
C total.....	à 5 cm	16,7 ‰	13,6 ‰	— 19	S
	à 10 cm	15,7	12,9	— 18	S
	à 16 cm	9,3	11,0	— 18	NS
N total.....	à 5 cm	1,24	1,05	— 15	NS
	à 10 cm	1,17	1,00	— 15	NS
	à 16 cm	0,75	0,84	+ 12	NS
C des acides fulviques.....	à 5 cm	1,86	2,15	+ 16	NS
	à 10 cm	1,84	2,15	+ 16	NS
	à 16 cm	—	1,99		
C des acides humiques.....	à 5 cm	1,75	1,98	+ 13	NS
	à 10 cm	2,51	1,97	— 22	NS
	à 16 cm	—	1,44		
C de l'humine.....	à 24 cm	0,96	0,65	— 32	NS
	à 5 cm	9,3	6,4	— 31	S
	à 10 cm	9,3	6,4	— 31	S
	à 16 cm	—	5,25		
	à 24 cm	4,5	3,4	— 24	NS

Suite du tableau page suivante

<i>Éléments échangeables</i>						
Ca.....	à 5 cm	4,75 mé %	2,73 mé %	— 43	S	
	à 10 cm	4,52	2,50	— 45	S	
	à 16 cm	2,13	2,11	— 9	NS	
Mg.....	à 5 cm	2,40	1,38	— 43	S	
	à 10 cm	2,25	1,35	— 40	S	
	à 16 cm	1,41	1,10	— 22	S	
	à 24 cm	1,29	1,01	— 22	S	
K.....	à 5 cm	0,55	0,49	— 11	NS	
	à 10 cm	0,52	0,46	— 12	NS	
	à 16 cm	0,30	0,24	— 20	NS	
<i>Taux de saturation</i>						
V.....	à 5 cm	69,8 %	49,2 %	— 30	S	
	à 10 cm	68,2	47,8	— 30	S	
	à 16 cm	48,6	44,6	— 8	NS	
pH.....	à 5 cm	6,8	6,1	— 10	S	
	à 10 cm	6,7	6,0	— 10	S	
	à 16 cm	6,4	6,0	— 6	NS	
	à 24 cm	6,2	5,9	— 5	NS	

ferrallitiques moyennement désaturés typiques ou remaniés de couleur rouge (5 YR à 2,5 YR). Ils sont caractérisés à l'état original par :

— un horizon humifère très foncé et un horizon sous-jacent de teinte variant du brun rougeâtre au rouge;

— une texture sablo-argileuse à argilo-sableuse dans l'horizon supérieur devenant argileuse à la base du profil;

— une structure fragmentaire nette polyédrique ou polyédrique subanguleuse moyenne et fine et parfois grumeleuse dans la partie supérieure du profil, devenant polyédrique moyenne à la partie inférieure;

— des horizons supérieurs humifères très poreux, demeurant poreux en profondeur;

— une activité biologique forte en surface, faible en profondeur et nulle à partir de 1 mètre;

— un système racinaire très développé dans les horizons supérieurs. Les racines sont abondantes jusqu'à 50-60 cm; au-delà et jusqu'à la base du profil on relève la présence de quelques racines très fines;

— une transition diffuse entre l'horizon organique et l'horizon sous-jacent.

De nombreux profils contiennent des gravillons ferrugineux en teneur variable et pouvant remonter jusqu'en surface.

La mise en culture de ces sols a conduit aux changements suivants :

— l'horizon supérieur s'est éclairci (cf. tabl. I et II);

— la texture de surface semble un peu plus argileuse par suite de la remontée par le labour de l'horizon B;

— la structure tend à devenir polyédrique moyenne ou grossière et parfois massive;

— les grosses et moyennes racines semblent avoir disparu pour ne laisser que des racines très fines en surface. En profondeur l'enracinement est quasi nul;

— la transition entre l'horizon organique et l'horizon sous-jacent est nette ou distincte et présente parfois un tracé ondulé dû au passage des charrues-disques.

3.2. L'évolution des propriétés physiques

3.2.1. LA TEXTURE

On n'observe pas de changement important entre les deux séries de profils. Il y a, en surface, légère augmentation de la teneur en argile sous culture. Par contre limon grossier et sables fins sont un peu moins abondants. Les teneurs en sables grossiers sont équivalentes. Aucune de ces différences n'est significative.

3.2.2. LA STABILITÉ STRUCTURALE

Elle est estimée à l'aide de l'indice d'instabilité structurale de HENIN. On observe une augmentation très forte de cet indice sous culture. La variation affecte surtout les agrégats stables à l'eau et au benzène et très peu les agrégats stables à l'alcool. Cette évolution est significative jusqu'à 16 cm de profondeur. Elle est sensible mais non significative à 24 cm. Sur ces mêmes sols, MOREL et QUANTIN (1964) indiquaient des valeurs respectives de 0,4 sous végétation naturelle et 1,5 à 1,9 sous culture. Ils précisaient qu'au-dessus de $I_s = 2$ la dégradation

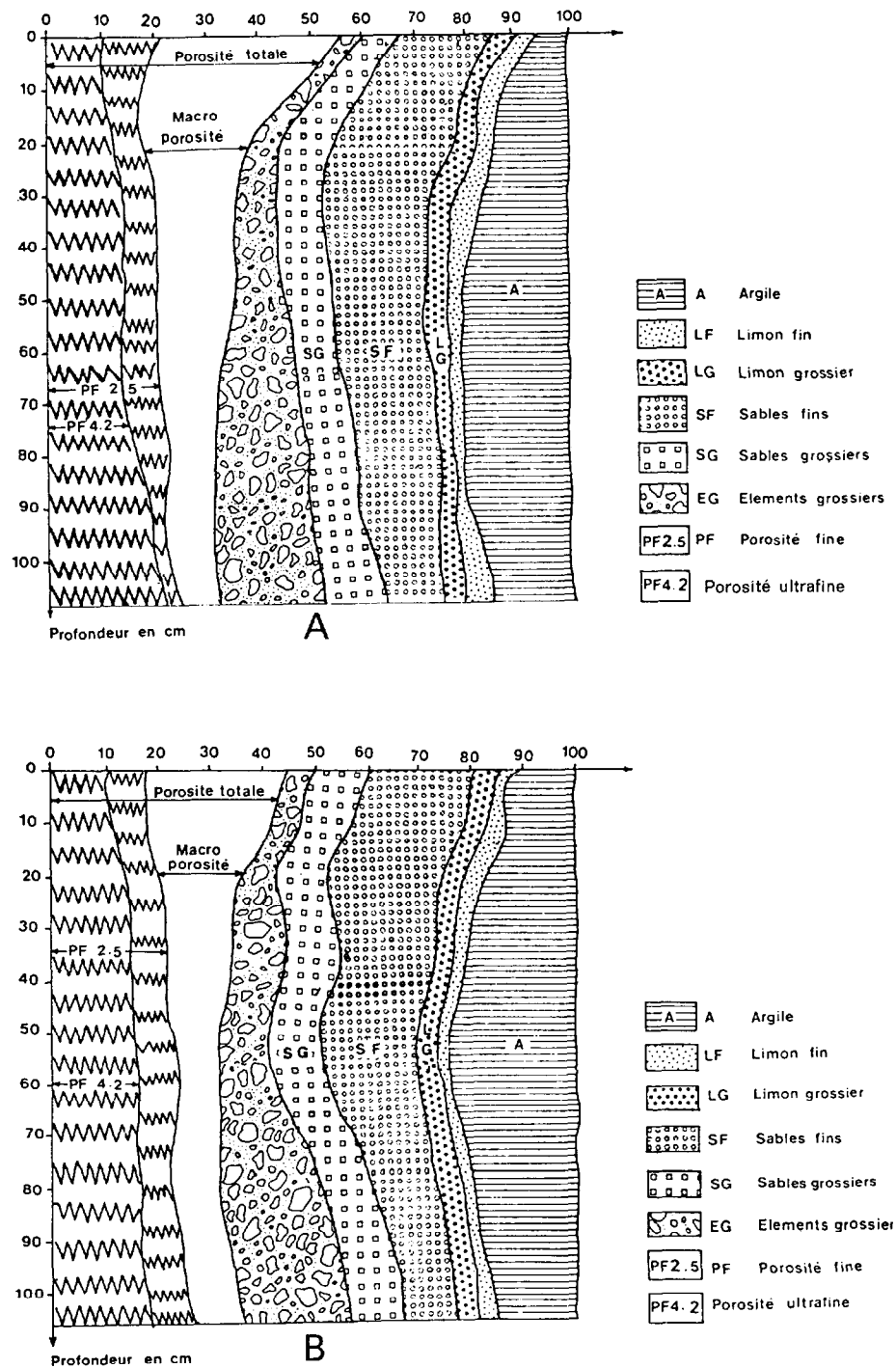


Fig. 1. — A : Diagramme volumique sous végétation naturelle. B : Diagramme volumique sous culture

du sol est si profonde que la jachère reprend difficilement.

Une comparaison avec nos résultats est délicate, les opérateurs étant différents. Il semble cependant que la situation ne se soit pas tellement aggravée depuis 1964.

Le test de perméabilité de HENIN indique, comme on pouvait le prévoir, une dégradation de la structure. Le phénomène est cependant limité et n'affecte que les dix premiers centimètres.

3.2.3. LA POROSITÉ ET LES PROPRIÉTÉS HYDRIQUES

Nous avons défini trois types de porosité :

— une porosité ultra fine qui correspond aux pores remplis d'eau à pF 4,2;

— une porosité fine qui retient l'eau facilement utilisable par les plantes;

— une macroporosité représentant l'espace où circulent l'air et l'eau libre.

Les diagrammes volumiques de la figure 1 donnent une vue d'ensemble de la répartition de la porosité et des éléments minéraux sur des profils moyens. L'examen des résultats (tabl. II) des porosités de surface montre que les porosités fines et ultra fines varient très peu. Les caractéristiques hydriques à pF 4,2 et 2,5 sont peu modifiées par la mise en culture. Tout au plus observe-t-on une légère augmentation de la porosité ultra fine liée à l'augmentation elle-même très faible des teneurs en argile. Par contre la macroporosité subit une diminution importante (près d'un tiers de sa valeur initiale). Les conséquences de cette perte de porosité sur la perméabilité, l'aération du sol, sa sensibilité à l'érosion sont évidentes.

Pour vérifier ces résultats, nous avons effectué quelques examens de lames minces de sol après imprégnation avec une résine. Trois horizons ont été prélevés : 0-10 cm, 12-22 cm, 24-34 cm. Les différences entre ces trois prélèvements sont assez nettes. Dans les deux premiers, on note une porosité élevée. Les vides sont constitués de cavités plus ou moins ramifiées (certaines mesurant plusieurs millimètres) et de chenaux de toutes dimensions, sinueux et anastomosés. Les parois de ces vides sont rugueuses en surface mais deviennent plus régulières dans le second horizon. Des grains de quartz et des débris de plasma encombrant parfois la lumière du pore. En général le plasma est brun foncé. Son abondance varie suivant la texture. Son organisation n'est pas toujours visible (insépique ou mosépique peu net) en surface. Elle devient bien apparente dans le second horizon (squelmosépique). On n'observe pas, par contre de différence entre profils sous végétation naturelle ou cultivés.

Le troisième horizon est sensiblement différent des précédents. Les macrovides disparaissent. Cavi-

tés et chenaux sont de type méso ou micro. Les chenaux sont encore relativement sinueux mais ils sont plus courts et peu anastomosés. Dans l'ensemble les parois des vides sont nettes et lisses. On note la présence de quelques cutans revêtant une partie ou plus rarement la totalité du pore. Le plasma est abondant et orienté (fabrique squel-mosépique avec quelques plages à fabrique masépique). Sur certaines lames on peut même observer des zones plus colorées, plus nettement délimitées qui pourraient être l'amorce d'une nodulation. Ces caractères font penser à ceux d'un vieux matériau fortement marqué par le lessivage (ancien horizon B) qui est repris dans une pédogenèse plus récente, moins intense.

Quelques comptages ont été effectués au compteur de points pour les pores plus grands que 20μ :

	V N	G
1 ^{er} prélèvement.....	24,3 %	14,7 %
2 ^e prélèvement.....	16,5	14,1
3 ^e prélèvement.....	7,2	16,1

Toutefois l'hétérogénéité très forte à l'échelle microscopique rend la comparaison peu significative.

Notons que dans les sols à gravillons ferrugineux, la porosité du fond matriciel augmente considérablement, compensant ainsi la perte de porosité due à la présence des gravillons bien que ceux-ci ne soient pas dépourvus de vides (2 à 40 %).

3.3. L'évolution des propriétés chimiques

Notre étude confirme les résultats obtenus par d'autres auteurs (COINTEPAS, 1960, FAUCK *et al.*, 1969, MOREL et QUANTIN, 1972).

3.3.1. LA MATIÈRE ORGANIQUE

(a) Le carbone total

Le dosage a été effectué par la méthode Walkley et Black. En surface, la différence entre végétation naturelle et culture est importante (fig. 2). A 15 cm, les valeurs sont identiques. Au-dessous, la diminution de carbone semble plus progressive sous culture que sous végétation naturelle. Mais les différences ne sont pas significatives.

(b) L'azote total

Les profils de l'azote total ressemblent aux profils du carbone total. Mais contrairement au carbone, l'évolution n'est pas significative.

Si nous comparons nos résultats avec les valeurs fournies par MOREL et QUANTIN (1972), on constate (tabl. III) que les taux de carbone et d'azote total ont peu varié depuis 1964. La matière organique a atteint un niveau d'équilibre stable depuis la mise en culture.

TABLEAU III

Comparaison des teneurs en C et N en 1964 et en 1978 (en ‰)

		Carbone		Azote	
		V N	C	V N	C
0-15 cm	1964.....	16,1	11,3	1,02	0,79
	1978.....	13,9	12,5	1,05	0,96*
15-30 cm	1964.....	11,0	9,1	0,74	0,63
	1978.....	7,7	9,0	0,68	0,76*

(*) de 15 à 26 cm seulement.

TABLEAU IV

Formes d'humus dans l'horizon 0-10 cm (en C ‰ de sol sec)

	V N	C	Variation
Matières organiques			
légères.....	0,46	0,39	— 17 % NS
Acides fulviques			
— extrait PO_4H_3	0,64	0,79	+ 23 % HS
— extrait Pyro.....	0,47	0,72	+ 53 % S
— extrait NaOH.....	0,75	0,66	— 12 % NS
Acides humiques			
— extrait Pyro.....	1,43	1,25	— 13 % NS
— extrait NaOH.....	1,08	0,68	— 38 % S
Humine.....	0,3	6,4	— 31 % S

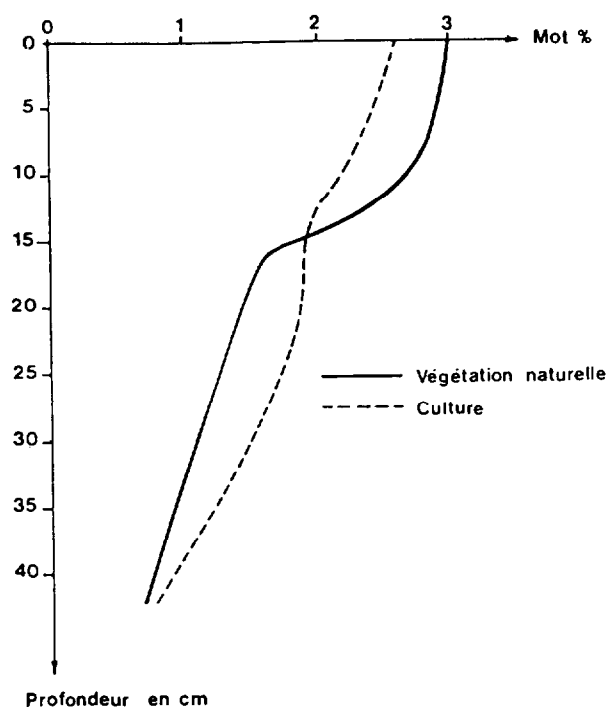


FIG. 2. — Répartition de la matière organique totale en fonction de la profondeur

(c) L'humus

Une extraction par épauvements successifs (DABIN, 1971) a fourni sept produits humiques de poids moléculaires croissants. Leur évolution après mise en culture apparaît clairement à l'examen du tabl. IV. Cette évolution paraît profonde. Non contente de diminuer les apports de matière fraîche, la mise en

culture provoque une évolution chimique de l'humus. Les composés les plus polymérisés diminuent au profit des acides à petite molécule (acides fulviques extraits par PO_4H_3 et par le pyrophosphate). Quelques analyses par électrophorèse confirment les analyses chimiques. Les acides humiques gris diminuent légèrement (de 71 à 69 % des acides humiques totaux) par rapport aux acides humiques intermédiaires et aux acides humiques bruns dont les teneurs augmentent faiblement (respectivement de 8 à 9 % et de 20 à 23 %).

Cette évolution a des conséquences importantes. Les calculs de corrélation montrent que les bases échangeables et particulièrement le calcium sont surtout fixés sur les acides humiques et l'humine. En sols cultivés, non seulement ces composés diminuent en quantité, mais encore leur capacité de fixation des bases est également diminuée. On s'explique ainsi la perte importante du stock d'éléments échangeables au moment de la mise en culture (cf. § 3.3.3). L'humine est également la fraction qui a l'effet améliorant le plus important sur la stabilité structurale. Cet effet est considérablement réduit par la mise en culture (1).

Ces résultats ont pu être vérifiés dans la couche superficielle du sol (0-10 cm). Ils sont beaucoup moins nets au-dessous, l'hétérogénéité des analyses ôtant toute signification aux moyennes. Il est probable qu'à ce niveau de transition les enrichissements par lessivage des fractions mobiles compensent des appauvrissements par remontée des horizons profonds au moment du labour.

(1) Corrélation hautement significative entre les agrégats stables à l'eau et au benzène et humine ainsi qu'entre agrégats stables à l'eau et acides humiques.

(d) *Relation matière organique-argile*

Comme en d'autres lieux, on a pu mettre en évidence une corrélation assez étroite entre matière organique et teneur en argile. Les coefficients sont voisins sous végétation naturelle ($r = 0,56$) et sous culture ($r = 0,61$). Ce résultat invite à envisager une même forme de liaison dans les deux cas.

3.3.2. LE pH

Comme cela a été maintes fois vérifié, le pH du sol a baissé. Le pH eau (rapport sol/eau = 1/2,5) a significativement diminué de 0,7 unité dans la couche 0-10 cm. Entre 10 et 24 cm la baisse est variable (0,3 unité) et non significative. Plus profondément, il n'y a pas de variations de pH (cf. fig. 3).

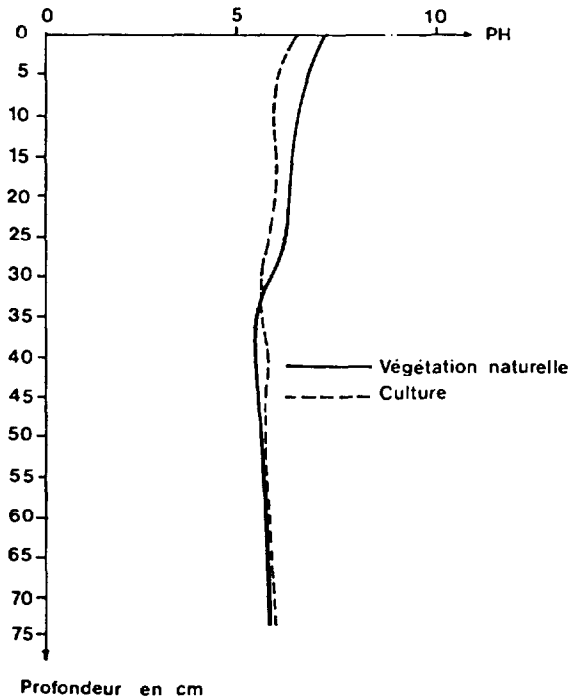


FIG. 3. — Évolution du pH en fonction de la profondeur

QUANTIN et MOREL (1972) ont observé une baisse moyenne de 0,5 unité pH entre savane et culture. Nos résultats montrent que l'acidification s'est légèrement accentuée pendant ces quinze années sans cependant atteindre des valeurs inquiétantes.

Le pH KCl N est plus faible que le pH eau mais sa diminution n'est pas significativement différente sous végétation naturelle et sous culture.

3.3.3. LES BASES ÉCHANGEABLES

L'évolution des bases échangeables apparaît plus

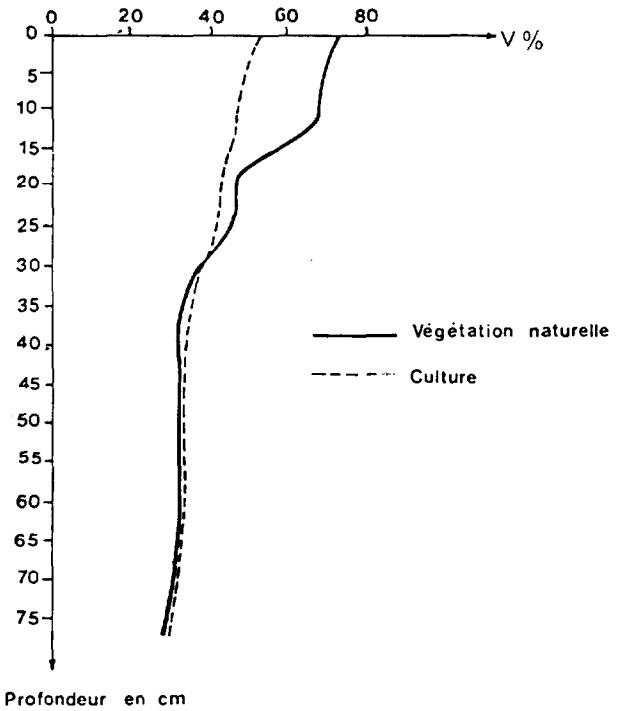


FIG. 4. — Évolution du taux de saturation en fonction de la profondeur

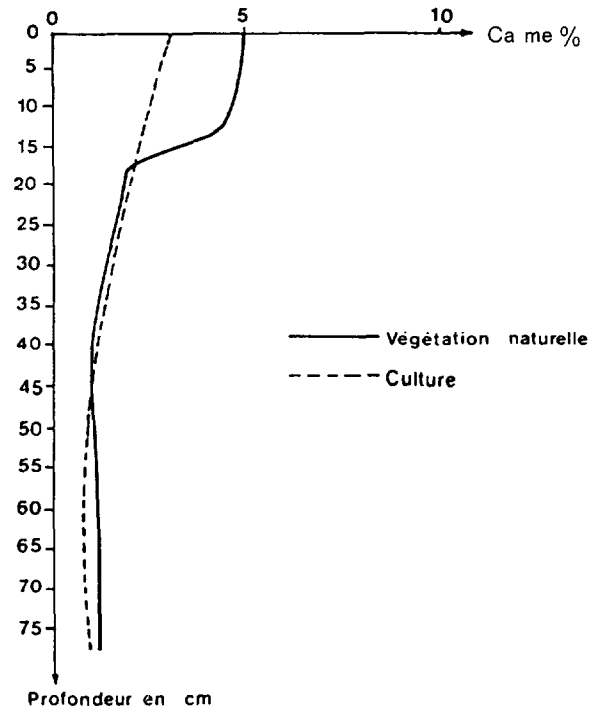


FIG. 5. — Évolution du Ca⁺⁺ échangeable en fonction de la profondeur

préoccupante (cf. fig. 4 et 5). Ca et Mg ont, sous culture, un taux de 40 % inférieur à celui de la savane. Ces pertes affectent les 10 premiers centimètres. Elles semblent se poursuivre en profondeur

TABLEAU V

Évolution des teneurs en Ca et Mg échangeables de 1964 à 1978 (en me ‰₁₀₀)

		Ca		Mg	
		V N	C	V N	C
0-15 cm	1958-63....	5,11	2,42	1,52	1,09
	1978.....	3,8	2,44	2,02	1,28
15-30 cm	1958-63....	2,10	1,75	1,10	1,10
	1978.....	1,66	1,70	1,24	1,00

pour le magnésium. Cependant cette évolution pourrait se situer principalement en début de mise en culture. MOREL et QUANTIN (1972) en effet notent déjà une forte diminution de Ca et Mg (cf. tableau V) de 1958 à 1963 mais leurs résultats sous culture sont peu différents des nôtres. Ainsi donc l'emploi, à vrai dire limité, d'engrais contenant du calcium (phosphate bicalcique 25 à 75 kg/ha) n'a pas amélioré les teneurs en Ca et Mg du sol. Tout au plus en a-t-il freiné les pertes.

Le potassium échangeable est très abondant. La présence de cristaux de microcline et de mica jusque dans l'horizon de surface, crée une réserve quasi-inépuisable de potassium. Il serait intéressant de vérifier à quelle vitesse cette réserve passe dans le stock des bases échangeables. Ainsi malgré une perte de 10 % environ des teneurs initiales, les sols de Grimari se situent dans la gamme des sols bien pourvus.

A l'aide de calculs de corrélation, on montre que les bases échangeables et spécialement le calcium sont, dans les horizons sous végétation naturelle, essentiellement liées à la matière organique. Après mise en culture, le rôle de la matière organique diminue et la fixation des bases est plutôt liée au taux d'argile.

4. CARACTÉRISTIQUES DU SOL ET FERTILITÉ

Les rendements culturaux obtenus à Grimari peuvent être considérés comme moyens :

— coton : 1 180 kg/ha de moyenne en 22 ans (exceptionnellement plus de 2 000 kg/ha en 1965 et 1966);

— arachide : 1 220 kg/ha;

— riz : 1 700 kg/ha.

Si on se réfère aux échelles de fertilité proposées par DABIN (1970), on constate que les niveaux N et P sont bons. Le niveau des bases échangeables est moyen (il est élevé pour K). Les rapports Ca/Mg et Mg/K se situent au-dessus du minimum admis pour les plantes tropicales. Si on fait intervenir le rapport de la somme des bases échangeables élevée au carré au pourcentage d'argile et de limon fin (DABIN, 1970, FORESTIER, 1960), on peut considérer les sols cultivés de Grimari comme étant de fertilité moyenne. En effet, on a assez uniformément :

$$0,5 < \frac{S^2}{A + Lf} < 1$$

Des analyses multivariées prenant en compte soit les caractéristiques physiques des sols des différentes parcelles, soit leurs caractéristiques chimiques, soit l'ensemble de ces facteurs, ne nous a pas permis d'établir de relation avec l'échelle de fertilité telle que définie au § 2. Les caractéristiques chimiques sont relativement uniformes et des facteurs très localisés sont à l'origine d'importantes variations de rendements. Parmi ces facteurs, la teneur en gravillons des horizons de surface semble avoir une influence défavorable importante.

5. CONCLUSION

Notre étude, quoique sommaire, montre qu'après plus de quarante ans de culture, l'évolution des sols de la station de Grimari est modérée et les caractéristiques physico-chimiques ont peu varié. Une grande partie de cette évolution semble du reste s'être déroulée aussitôt après le défrichement. Deux problèmes semblent cependant préoccupants :

- la baisse de la stabilité structurale;
- la diminution du stock de bases échangeables et plus particulièrement du calcium.

L'un et l'autre semblent liés à une transformation de la matière organique qui a diminué et dont les constituants ont subi une dépolymérisation. C'est donc sur le maintien du stock de matière organique et l'amélioration de la qualité de l'humus que doivent porter les efforts si on veut assurer le maintien à long terme de la fertilité.

Manuscrit reçu au Service des Éditions de l'O.R.S.T.O.M.
le 28 juillet 1982.

BIBLIOGRAPHIE

- ANONYME : Grimari (Station Expérimentale Agricole de).
Rapports annuels de 1960 à 1964, 1965 à 1968, 1969
et 1970.
- AUBREVILLE (A.), 1949. — Climats, forêt et désertification de
l'Afrique Tropicale. Sociétés d'Éditions Géographiques,
maritimes et coloniales, Paris, 351 p.
- BŒUF (F.), VESSEREAU (A.), 1960. — Méthodes statistiques
en biologie et en agronomie. Nouvelle Encyclopédie
agricole, t. II, Baillière et fils, Paris, 539 p.
- BOYER (J.), BUSCH (J.), 1951. — Études pédologiques de la
station et du centre de multiplication de Grimari,
Bangui, 18 p. *multigr.*
- BOYER (J.), 1978. — Le calcium et le magnésium dans les
sols des régions tropicales humides et sub-humides.
O.R.S.T.O.M., Paris, sér. *Init. et Doc. Tech.*, n° 35.
- COINTEPAS (J.-P.), 1960. — Bilan des études chimiques et
pédologiques entreprises à la station expérimentale de
Séfa. Tunis, 110 p. *multigr.*
- DABIN (B.), 1970. — Les facteurs chimiques de la fertilité des
sols, in Techniques rurales en Afrique : pédologie et
développement, Paris O.R.S.T.O.M.-BDPA, 278 p.
- DABIN (B.), 1971. — Étude d'une méthode d'extraction de la
matière humique du sol, *Sc. du Sol*, 1971, 1 : 47-64.
- FAUCK (R.), MOUREAUX (Cl.), THOMANN (Ch.), 1969. — Bilan
de l'évolution des sols de Séfa (Casamance, Sénégal)
après quinze années de cultures continues, *Agr. Trop.*,
XXIV, 3 : 263-301.
- FORESTIER (J.), 1960. — Fertilité des sols de caféières en
République Centrafricaine. III. Étude des sols des
caféières de la Lobaye. *Agr. Trop.*, XV, 1 : 9-37.
- MOREL (R.), QUANTIN (P.), 1964. — Les jachères et la régé-
nération du sol en climat soudano-guinéen d'Afrique
Centrale. *Agr. Trop.*, XIX, 2 : 105-136.
- MOREL (R.), QUANTIN (P.), 1972. — Observations sur l'évolu-
tion à long terme de la fertilité des sols cultivés à
Grimari. *Agr. Trop.*, XXVII, 6-7 : 667-739.
- SILLANS (R.), 1958. — Les savanes de l'Afrique Centrale
Ed. Paul Lechevalier, Paris, 423 p.