

DÉGRADATION DU SOL ET TOXICITÉ MANGANIQUE

P. PREVOT

DOCTEUR ÈS-SCIENCES
AGRÉGÉ DE L'UNIVERSITÉ DE LIÈGE
CHEF DU SERVICE AGRONOMIQUE
DE L'I.R.H.O.

M. OLLAGNIER

INGÉNIEUR AGRONOME
A L'I.R.H.O.

G. AUBERT

CHEF DU SERVICE DES SOLS
DE L'O.R.S.T.O.M.

J.M. BRUGIÈRE

MAÎTRE DE RECHERCHES
A L'O.R.S.T.O.M.

INTRODUCTION

H. JULIA (1953) a décrit l'effet défavorable de la dénudation du sol sur le maintien de sa fertilité dans la vallée du Niari (Moyen-Congo).

Rappelons que dans le Niari, l'arachide constitue la principale culture qui se fait sur deux cycles annuels :

— le premier va de Novembre à Février et donne, dans de bonnes conditions, des rendements très élevés, de l'ordre de 1.500 à 2.000 kg. de gousses à l'hectare;

— le second va de Mars à Juin et donne des rendements environ deux fois plus faibles qu'au premier cycle.

Dans cette note, nous exposons l'évolution simultanée des rendements et des teneurs des feuilles en N, P, K, Ca, Mg, Mn dans deux essais d'épuisement du sol et dans une expérience de fumure minérale (voir PREVOT et OLLAGNIER 1954, pour le diagnostic foliaire de l'arachide).

Ces études ont été exécutées à la Station de Recherches Agronomiques Lyon-Caen (LOUDIMA) et à la Société Industrielle et Agricole du Niari (S.I.A.N.) par MM. GALLAND et COLLE (I.R.H.O.) que nous remercions ici.

On trouvera une excellente mise au point des rapports entre le manganèse du sol et de la plante dans l'article de MULDER et GERRETSEN (1952) publié dans *Advances in Agronomy*.

A. — Essais d'épuisement du sol à Loudima.

Ces essais étudient l'évolution des rendements et de la fertilité des sols défrichés portant sur chaque cycle et pendant plusieurs années, soit toujours la même plante (arachide ou tournesol) soit l'alternance de cultures (arachide, tournesol, arachide...).

Le tournesol, introduit dans la vallée du Niari dès 1949, a été par la suite abandonné, mais on en a continué la culture dans ces essais afin de pouvoir comparer l'évolution de sols ayant reçu un assolement

assurant une bonne couverture (arachide) à celle de sols relativement mal couverts par la plante (tournesol).

Le premier essai (Station Agronomique-parcelle 101) a été entrepris en 1950, le second en 1951 (parcelle B 5 de l'UC 2). Les parcelles de ces essais couvrent des surfaces de l'ordre de 1 ha.

On trouvera dans le tableau I les résultats de ces essais.

On constate sur toutes les parcelles une diminution plus ou moins rapide des rendements dès la 2^e année.

Sur une bande A de la parcelle B 5, laissée en jachère nue pendant 2 cycles après défrichement, la perte de fertilité a été particulièrement importante (récolte de 782 kg/ha d'arachide au lieu de 1.680 sur la parcelle cultivée en arachide sur chaque cycle, soit une diminution de rendement de l'ordre de 50%, du seul fait de la dénudation du sol pendant la saison des pluies).

La nutrition minérale des arachides dans ces essais est suivie par le diagnostic foliaire depuis le 2^e cycle 51.

Sur les bases établies pour le Sénégal (voir Rapport annuel I.R.H.O. 1953, p. 59 et suivantes) le diagnostic foliaire ne révèle pas de carence grave, même après 7 cultures successives d'arachide. La comparaison des résultats de ces essais avec ceux d'un essai de fumure minérale montre (voir tableau II) que les différences de rendement ne *sont pas* en rapport avec les teneurs des feuilles en N, P, K, Ca ou Mg.

Ceci explique en partie l'absence de réponse aux engrais minéraux observée dans divers essais (voir Rapport Annuel I.R.H.O. 1953, p. 83).

Cette chute de rendement s'accompagne cependant d'une augmentation importante des teneurs en manganèse qui atteignent 956 p.p.m. au 2^e cycle 1953-1954.

Les résultats de la bande A, laissée en jachère nue avant culture, montrent des teneurs en Mn encore plus fortes : 1.170 p.p.m. contre 532, les rendements étant de 782 kg. contre 1.680 kg. dans le cas d'une culture continue d'arachide. La brusque augmentation en Mn s'accompagne ici d'une teneur particulièrement basse en phosphore : 0,071% : *il y a plus de manganèse que de phosphore.*

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n^o 14285

11 AOUT 1970

TABLEAU I
Essai d'épuisement du sol à Loudima.

	Années	Cycle de culture	kg/Ha	% sur poids sec					Mn p. p. m. sur poids sec
				N	P	K	Ca	Mg	
Parcelle 101..... A - A	1950	1 ^{er}							
		2 ^e	1.472						
	1951	1 ^{er}	2.400						
		2 ^e	650	3,54	0,209	1,90	1,81	0,436	
	1952	1 ^{er}	1.600	3,77	0,226	2,20	2,13	0,407	454
		2 ^e	500	3,35	0,205	2,45	2,00	0,486	
	1953	1 ^{er}	875	4,01	0,239	2,20	2,19	0,507	627
		2 ^e	836	3,54	0,208	1,50	2,96	0,444	636
Parcelle U.C.2. A - A	1951	1 ^{er}	2.000						
		2 ^e	—	4,04	0,288	2,28	1,58	0,491	
	1952	1 ^{er}	1.680	3,78	0,212	2,28	2,13	0,452	532
		2 ^e	445	—	—	—	—	—	
	1953	1 ^{er}	1.390	3,75	0,216	2,15	2,19	0,473	645
		2 ^e	715	2,78	0,194	1,39	3,08	0,507	694
Parcelle U.C.2. A - T	1951	1 ^{er}	2.000	—	—	—	—	—	
	1952	1 ^{er}	1.270	4,11	0,195	2,48	2,31	0,352	580
	1953	1 ^{er}	1.210	3,72	0,208	2,07	2,49	0,376	956
Parcelle U.C.2. T - A	1951	2 ^e		4,46	0,294	2,83	1,46	0,498	
	1952	2 ^e	500	—	—	—	—	—	
	1953	2 ^e	795	3,39	0,219	2,19	3,37	0,413	652
Bande A. Jachère nue avant culture.	1952	1 ^{er}	782	3,55	0,071	2,95	2,01	0,256	1.170

Les teneurs en Mn sont anormalement élevées. Le taux de 5.830 p.p.m. (0,583% par gramme de matière sèche) atteint ou dépasse celui de certains éléments majeurs ; nous sommes ici en présence d'un phénomène accentué de toxicité manganique. Dans ce cas, les teneurs en calcium et magnésium sont très basses et l'accumulation de manganèse a très probablement provoqué, comme effet secondaire, une carence calcique et magnésienne.

Ces analyses portent sur des objets sans répétition ; il est donc difficile d'interpréter les relations entre l'accumulation du manganèse et celle des autres éléments minéraux.

L'étude des résultats d'un essai réalisé à la Société Industrielle et Agricole du Niari (S.I.A.N.) nous apportera des précisions à cet égard.

B. — Essai de fumure minérale N. P. Mg

Essai factoriel de type 3³ avec confounding : 27 parcelles réparties en 3 sous-blocs de 9 parcelles, permettent l'étude des effets principaux et des interactions entre les 3 éléments N, P, Mg à 3 niveaux.

Doses	N Sulf. ammon. kg/Ha	P Super simple kg/Ha	Mg Sulf. magnésie kg/Ha
0	0	0	0
1	37,5	75	37,5
2	75	150	75

Cet essai a été réalisé sur des terres où les cultures antérieures mal réussies avaient laissé le sol plus ou moins découvert (voir JULIA 1953).

Les semis ont été effectués fin Octobre début Novembre à l'écartement 40 × 15 cm. (167.000 poquets/ha) avec une variété sélectionnée : Improved Spanish 270 M à 1 graine par poquet, désinfectée au Biormone. Apport des engrais en side dressing 8 jours après le semis ; prélèvement de feuilles pour diagnostic foliaire 28 à 32 jours après le semis.

Au 2^e cycle 1953-1954, les parcelles ont été subdivisées en 2 ; les parcelles « a » ont servi à l'étude de l'effet résiduel et les parcelles « b » à l'étude de l'effet cumulatif d'une nouvelle dose.

Aucun des traitements n'a eu d'effet significatif sur les rendements. Les rendements moyens de l'essai ont été de :

1^{er} cycle 1953-1954 : 1.310 kg/ha
 2^e cycle » » effet résiduel (a) : 876 kg/ha
 2^e cycle » » cumulatif (b) : 914 kg/ha

Il n'y a pas eu non plus d'action importante des traitements sur les teneurs des feuilles en N, P, K, Ca, Mg. Le tableau IV donne les valeurs moyennes.

TABLEAU IV

Valeurs moyennes du diagnostic foliaire de l'essai N. P. Mg.

	N	P	K	Ca	Mg	Mn p.p.m.
1 ^{er} cycle 53-54.	3,97	0,218	2,29	1,90	0,416	1.570
2 ^e » » » a	3,16	0,190	1,14	2,24	0,368	1.238
2 ^e » » » b	3,26	0,190	1,27	2,19	0,350	1.327

TABLEAU V

Coefficients de corrélation
Expérience SIAN — 2^e cycle 1953-1954

	N	P	K	Ca	Mg	Mn p.p.m.
Rendements Kg. gousses/ha	N.S.	N.S.	+0,86***	N.S.	+0,46***	-0,78***
N		+0,74***	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
P			N.S.	N.S.	+0,29*	N.S.
K				N.S.	N.S.	-0,76***
Ca					N.S.	N.S.
Mg						-0,56***

N.S. = coefficient non significatif
 * = coefficient significatif à 0,05
 *** = coefficient significatif à 0,001.

L'étude des corrélations s'est révélée plus intéressante et est résumée dans le tableau V. Elle est faite pour le 2^e cycle sur l'ensemble des parcelles a et b.

La corrélation positive N — P est très fréquente pour l'arachide, comme d'ailleurs pour le palmier à huile (voir PREVOT et OLLAGNIER — 1954). Par contre, on ne retrouve pas l'antagonisme classique entre K d'une part, Ca et Mg d'autre part. Ceci s'explique par l'antagonisme très prononcé de Mn vis-à-vis de K et Mg. L'accumulation de Mn à des doses dépassant 1.000 p.p.m. s'accompagne donc d'une perturbation profonde dans l'absorption de K et Mg.

La corrélation positive très significative des rendements avec K et Mg doit être mise en liaison avec les corrélations négatives très significatives entre Mn-K et Mn-Mg. Les teneurs des feuilles en Mn influencent les rendements en perturbant principalement le métabolisme des éléments basiques (K et Mg) mais sans modifier profondément le métabolisme des éléments protoplasmiques (N et P). Il faut signaler que, dans cette expérience, les feuilles ne présentaient pas les signes visuels caractéristiques de la toxicité manganique (cloquage des feuilles) rencontrés lorsque la teneur des feuilles atteignait 4 à 5.000 p.p.m.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

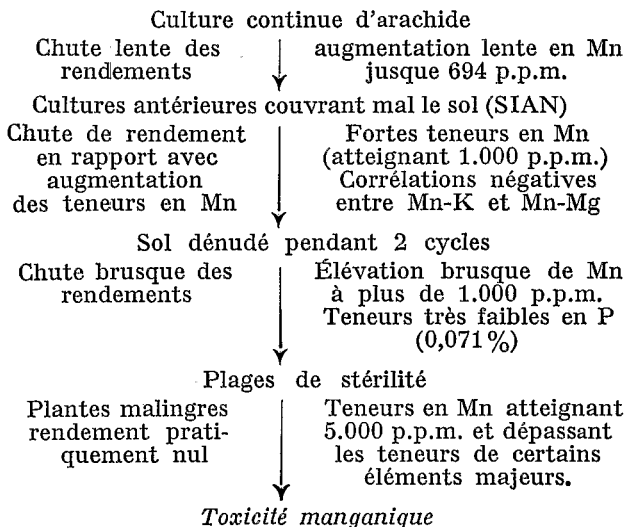
Après 7 cultures successives d'arachide sur le même terrain, les rendements sont tombés de 2.400 à 875 kg. de gousses à l'hectare. Cependant, le diagnostic foliaire ne révèle pas de nette carence en N, P, K, Ca ou Mg. Les teneurs en Mn se sont régulièrement élevées pour atteindre plus de 600 p.p.m.

Par contre, il a suffi de laisser le sol à nu pendant 2 cycles de culture pour en porter les teneurs en Mn à 1.170 p.p.m. Simultanément, les rendements ont été deux fois plus faibles sur cette bande antérieurement dénudée que sur la parcelle voisine laissée en culture.

A la S.I.A.N., sur un terrain où le sol avait été mal couvert (par suite de cultures non réussies) les teneurs des feuilles en Mn dépassent 1.000 p.p.m. Les rendements sont nettement diminués par l'augmentation des teneurs en Mn : l'accumulation de Mn a provoqué une chute des teneurs en K et Mg, sans modifier les teneurs en N, P ni Ca.

Enfin, sur des plages hétérogènes où les plantes présentaient un aspect malingre et des feuilles cloquées, le diagnostic foliaire a révélé des teneurs en Mn extrêmement élevées — entre 4 et 5.000 p.p.m. Il s'agit d'un cas très net de toxicité manganique. Ici, les teneurs des feuilles en N, P, K, sont élevées, les teneurs en Mg plutôt faibles.

On peut classer les résultats de la manière suivante :



Par conséquent les phénomènes de dégradation du

à teneur élevée en Mn. Ceci explique le fait qu'il faille atteindre des teneurs de l'ordre de 1.000 p.p.m. en Mn pour que l'accumulation de cet élément devienne un des facteurs limitants des rendements. H. MORRIS et PIERRE (1949) classent l'arachide parmi les plantes résistant à la toxicité manganique. Ils observent une diminution nette de la croissance lorsque le manganèse dépasse 1.000 p.p.m. dans la plante, mais sans symptôme visuel de toxicité (1).

FERGUS (1954) trouve aussi que les phénomènes de toxicité manganique commencent à se manifester sur le haricot vert lorsque le pourcentage en Mn de la plante dépasse 1.000 p.p.m. Le manganèse monte à 4.000 et 6.000 p.p.m. dans les plantes nettement intoxiquées. L'application de 5 tonnes de chaux à l'hectare fait tomber le manganèse de 5.000 à environ 200 p.p.m.

Il est très vraisemblable que le manganèse est fixé dans le sol sur un complexe organique.

Rappelons, par exemple, que la non-toxicité du cuivre, dans le cas du sulfatage des vignes qui apporte des quantités de cuivre énormes, paraît uniquement due à la fixation du cuivre sur un complexe organique.

La destruction progressive de ce complexe organique par une culture continue augmenterait les teneurs en manganèse assimilable. Dans le cas d'un sol dénudé (bande A) ou mal couvert (S.I.A.N.), ce complexe organique serait plus rapidement détruit, de fortes quantités de manganèse seraient libérées et le manganèse absorbé atteindrait des doses toxiques.

Comment peut-on empêcher cette toxicité manganique mise en évidence par le diagnostic foliaire ?

Les mesures à prendre peuvent être de deux ordres :
— empêcher la destruction du complexe organique, fixateur probable du manganèse ;

— empêcher la réduction du manganèse puisque cet élément n'est pas assimilable sous la forme oxydée.

Comme le signalait JULIA (1953), le sol ne doit jamais être laissé à découvert, puisque la dénudation du sol provoque rapidement une forte accumulation de manganèse, résultat probable de la destruction de l'humus.

Il importe aussi d'enrichir le sol en matières organiques (engrais vert, par exemple) ce qui aura peut-être un double résultat : accroître la fixation organique du manganèse et réduire la diminution du pH en le tamponnant. On sait que l'assimilabilité du manganèse augmente lorsque le pH diminue.

On peut tenter aussi d'élever le pH du sol par appli-

OLÉAGINEUX

Revue générale des corps gras et dérivés

