

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° 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

A — A : culture d'arachide sur chaque cycle.
A — T : arachide au 1^{er} cycle, tournesol au 2^e.
T — A : tournesol au 1^{er} et arachide au 2^e cycle.

TABLEAU II

	Rendements Kg/Ha	N	P	K	Ca	Mg
1^{er} cycle 1953-54						
Essai de fumure minérale.....	2.770	3,73	0,217	1,84	2,83	0,574
Parcelle 101.....	875	4,01	0,239	2,20	2,19	0,507
Parcelle U.C.2 -A-A	1.390	3,75	0,216	2,15	2,19	0,473
Parcelle U.C.2 -A-T	1.210	3,72	0,208	2,07	2,49	0,376
2^e cycle 1953-54						
Essai de fumure minérale.....	1.020	3,54	0,203	1,20	2,73	0,522
Parcelle 101.....	836	3,54	0,208	1,50	2,96	0,444
Parcelle U.C.2 -A-A	715	2,78	0,194	1,39	3,08	0,507
Parcelle U.C.2 -T-A	795	3,39	0,219	2,19	3,37	0,413

Dans certains cas, la teneur des feuilles en manganèse peut être extrêmement élevée.

Au 1^{er} cycle 1953-1954, des prélèvements pour diagnostic foliaire ont été réalisés sur la parcelle A. 7 de l'U.C.I. à la Station Lyon-Caen. Cette parcelle montrait de nombreuses et vastes plages de pieds plus ou moins mal venus.

Ces prélèvements ont porté sur des pieds présentant des symptômes visuels analogues à ceux décrits pour le coton par NEAL et LOVETT (1938) dans le cas de toxicité manganique ; il y avait notamment présence de nombreuses feuilles cloquées ainsi que de nombreuses taches noires. Ces résultats sont donnés dans le tableau III.

TABLEAU III
Teneurs de la parcelle A.7.

Symptômes visuels	N	P	K	Ca	Mg	Mn
fortement accentués	4,07	0,221	3,50	0,692	0,187	5,830
accentués.....	3,96	0,224	3,45	0,758	0,185	5,270
moins accentués ...	3,82	0,240	3,31	1,14	0,243	4,020

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.

L'application d'engrais sulfatés souvent acidifiants est par contre à déconseiller, puisque la diminution du pH augmentera l'assimilabilité du manganèse.

Par contre, on peut essayer d'oxyder le manganèse libre et le rendre ainsi inassimilable. Dans ce but, des essais de sous-solage seront particulièrement importants. Ils seront d'autant plus utiles que l'on empêchera ainsi l'engorgement par l'eau qui, en créant des conditions d'anaérobiose, favorise la réduction du manganique en manganoux, et augmente donc l'assimilabilité de cet élément.

En résumé, cette étude met en évidence un phénomène de toxicité manganique pour l'arachide dans la vallée du Niari. Cette toxicité résulte vraisemblablement

de la destruction des complexes organiques du sol. Les recherches sur le maintien du taux de substances organiques dans le sol sont donc d'une importance et d'une urgence considérables. Divers moyens sont proposés pour contrecarrer l'apparition de la toxicité manganique. L'étude met en outre en évidence dans un cas, une corrélation négative entre teneurs en manganèse et teneurs en potasse, ainsi qu'entre teneur en manganèse et teneur en magnésium. Dans un autre cas, l'accumulation de manganèse a fortement réduit les teneurs en calcium et surtout en magnésium.

Une note ultérieure exposera les conclusions fournies par l'analyse du sol.

BIBLIOGRAPHIE

- G. BERTRAND et L. SILBERSTEIN, 1952. — Nouvelles recherches sur la teneur en manganèse des phanérogames (C.R. Acad. Sc. 23 : 1458-60).
- I.F. FERGUS, 1954. — Manganese toxicity in an acid soil (Queensland Journal of Agricultural Science 14 (1) : 15-27).
- H. JULIA, 1953. — Observations concernant l'incidence de la couverture du sol sur le maintien de la fertilité des terres cultivées dans la Vallée du Niari (Oléagineux, 8 (7) : 489-492).
- M.P. LÖHNIS, 1951. — Manganese toxicity in field and market garden crops (Plant and Soil - III (3) : 193-222).
- H. D. MORRIS et W.H. PIERRE, 1949. — Minimum concentrations of manganese necessary for injury to various legumes in culture solutions (Agronomy Journal 41 (3) : 107-112).
- E.G. MULDER et F.C. GERRETSEN, 1952. — Soil manganese in relation to plant growth (Advances in Agronomy IV : 221-277).
- D.C. NEAL et H.C. LOVETT, 1938. — Further studies of crinkled leaf a disorder of cotton plants prevalent in Lintonia and olivier silt loam soils of Louisiana (Phytopathology XXVIII - 8 : 582-587).
- P. PREVOT et M. OLLAGNIER, 1954. — Peanut and Oil Palm foliar diagnosis-Interrelations of N, P, K, Ca, Mg - (Plant Physiology Vol. 29 n^o 1 - p. 26-34).

La science agronomique

Lutte anti-acridienne.

La recherche des essaims de sauterelles par radar paraît devoir entrer dans les mœurs écrit *Nature*. La première observation a eu lieu, fortuitement semble-t-il, par un navire britannique dans le Golfe Persique, le 22 Mars 1954. Ce genre d'observation sera précieux, puisqu'il permettra de contrôler le déplacement du fléau pendant la nuit et sur mer. On sait déjà distinguer l'écho par radar d'un essaim de sauterelles d'une chute de pluie, l'insecte, dont chaque individu contient environ 1 cm³ d'eau, donnant en vol compact une image plus chargée que celle des plus fortes précipitations.

Des représentants des gouvernements français et espagnol se sont réunis à Madrid, au mois de Janvier, afin d'élaborer une formule d'action commune de lutte contre le criquet-pèlerin dans le nord-ouest africain. L'organisation de cette réunion démontre la nécessité d'étendre le front commun de lutte contre le fléau, sur 12.000 km., du Maroc à l'Inde.

Études d'outre-mer a consacré, en son numéro de Décembre dernier, plusieurs articles au criquet-migrateur africain, dont il est devenu urgent d'arrêter les dépradations : un essaim migrateur de 1.000 t. représentant environ 400 hectares consommant chaque jour son propre poids de végétation, c'est-à-dire exige autant de calories qu'une population de 100.000 âmes au minimum. La responsabilité de la France est directement engagée, car, on le sait, l'« aire grégarigène » du criquet se trouve chez nous, plus précisément dans la zone d'inondation du Niger,

couvrant environ 35.000 km² entre le treizième et le dix-septième degré de latitude nord, 2^o 30 et 6^o de longitude ouest. Les foyers sont activement combattus, mais les résultats sont encore insuffisants, semble-t-il.

Lutte anti-aviaire.

Les résultats de la lutte contre les mange-mil (au Sénégal), témoignent de destructions efficaces. Si l'attaque aux lances-flammes, si les essais de destruction des nids par explosifs n'ont pas donné de bons résultats, la destruction des « dortoirs », c'est-à-dire des arbres sur lesquels se serrent pour la nuit des milliers d'oiseaux, est possible par explosifs (nitratite et super-nitratite), avec mise à feu électrique produite par un groupe électrogène à courant continu 110-120 volts, pour un nombre de charges variant de 30 à 50. Trois dortoirs représentant une superficie de 6 hectares ont été détruits avec 900 kg. d'explosifs et l'on estime le nombre des oiseaux détruits à 15 millions, le sol était couvert d'une épaisse couche de cadavres. Il s'agissait de populations sédentaires ; il reste à déterminer l'origine des grands vols déprédateurs qui viennent de l'Est.

La lutte entreprise contre les mange-mil au Sénégal et en Mauritanie semble avoir porté ses fruits, écrit *L'Afrique française*. On estime qu'en 1953, la destruction des zones de nidification a amené la disparition de 300 millions d'oisillons. En 1954, la destruction a porté sur plus de 100 millions d'oisillons et la menace qui pesait sur les cultures de la vallée du Sénégal peut être considérée comme actuellement brisée.

OLÉAGINEUX

Revue générale des corps gras et dérivés

