

1981 (97) 2



REPUBLIQUE DU SENEGAL

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

SECRETARIAT A LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE

CN0100737

P352

CIS

NOTE SUCCINCTE SUR L'ACIDIFICATION DES SOLS SABLEUX
EXONDES DU SENEGAL: PROCESSUS ET CORRECTION

par

L. CISSE
Ingénieur de Recherche/ISRA

Septembre 1991

Centre National de Recherches Agronomiques
de Bambey

INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES
(I. S. R. A.)

I. L'ACIDIFICATION DES SOLS SABLEUX EXONDÉS

11 - Processus

L'intensification de l'agriculture sénégalaise amorcée pour atteindre l'autosuffisance alimentaire et accroître le niveau de vie du paysan a suscité deux problèmes importants

- la chute du statut organique
- l'acidification des sols.

Ces deux phénomènes résultent du bouleversement de l'équilibre physico-chimique et biologique par rapport au système traditionnel ou extensif. L'augmentation des rendements, l'utilisation continue du sol sans sole de régénération, le non application de la restitution des résidus de récoltes, l'insuffisance de l'apport d'engrais minéraux par rapport aux besoins et aux exportations minérales des cultures ont abouti à la chute des réserves minérales des sols en particulier en Ca, Mg et K. Le lessivage devenu plus important a accéléré la chute du taux de calcium et de magnésium du complexe d'échange. La lixiviation en profondeur des cations divalents et les exportations minérales des récoltes non compensées par des apports sont les causes principales de l'acidification des sols sableux exondés. Et cette tendance à l'acidification est d'autant plus facilitée que ces sols sont très peu tamponnés car pauvres en matières organiques et en éléments fins capables d'adsorber les ions. A cela s'ajoutent les effets acidifiants de certains engrais minéraux (Urée).

Dans les tableaux ci-dessous sont consignées les pertes en CaO et MgO de certains types de succession de cultures et celles dues à la lixiviation en profondeur. Suivant les caractéristiques de l'hivernage et donc le volume d'eau drainé, les pertes par lessivage en CaO et MgO peuvent atteindre respectivement 40 et 10 kg/ha sous arachide, 50 et 20 kg/ha sous mil. Or les formules de fertilisation minérale vulgarisées, à l'exception de la 6-20-10 (10% de CaO) ne contiennent ni calcium ni magnésium, d'où la nécessité de chauler pour au moins compenser ces différentes pertes.

12 - Extension

En 1972-1973 (1) une cartographie des zones acides a été effectuée. De cette étude il résultait que 430.000 hectares des surfaces cultivées au Sénégal nécessitaient un chaulage immédiat. Les régions les plus affectées étant celles du Thiès-Diourbel (25% des surfaces cultivées) et de la Casamance continentale (50% des surfaces cultivées).

Le phénomène s'est, sans doute, accentué depuis lors et les surfaces dont la correction de l'acidité s'impose sont actuellement plus importantes.

Succession des cultures	Cultures	Eléments du bilan	Eléments fertilisants (kg/ha)					
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	
(Centre : Million paysan)	ARACHIDE - MIL	Apports	150 kg/ha 6-20-10	9.00	30.00	15.00	15.00	0.00
		Mobilisations	Gousses (1000 kg/ha)	30.56	5.31	3.45	1.04	1.99
			Fanes (1500 ")	23.10	6.00	24.60	28.65	13.20
			Total	53.66	11.31	34.05	30.49	15.19
		Apports	150 kg/ha 14-7-7	21.00	10.50	10.50	3.37	0.00
	Ni 1 Souna III	Mobilisations	Grains (700 kg/ha)	11.76	5.16	3.54	1.63	1.24
			Pailles (2000 ")	2.40	4.00	40.00	10.60	10.00
			Rachis (240 ")	2.40	1.03	3.86	0.19	0.36
		Total	23.56	10.19	43.20	12.42	11.60	
	Bilan	Apports - Exportations p.m.	20.68	-41.86	-20.94	-23.37		
(Centre : Dnabey)	ARACHIDE - MIL	Apports	150 kg/ha 8-18-27	12	27	40.50	0.00	0.00
		Mobilisations	Gousses (1200 kg/ha)	45.84	7.97	14.17	2.75	2.98
			Fanes (2000 ")	30.80	8.00	32.80	33.20	17.60
			Total	76.64	15.97	46.97	40.95	20.58
		Apports	150 kg/ha 10-21-21 150 " " Urée	104	31.50	31.50	1.50	0.00
	Mil Souna III	Mobilisations	Grains (1500 kg/ha)	25.20	11.06	7.59	3.49	2.66
			Pailles (4200 ")	19.74	6.40	85.68	22.26	21.00
			Rachis (300 ")	3.00	1.29	4.83	0.24	0.45
		Total	47.94	20.75	98.10	25.99	24.11	
	Bilan	Apports-Exportations, p.m.	+2501	-42.9	59.40	-37.54		
(Sine-Saloum : UE/TKS)	MIL - ARACHIDE - COTONNIER	Apports	150 " " Urée	84	31.5	31.5	1.5	0.0
		Mobilisations	Grains (1000 kg/ha)	16.00	7.38	5.06	2.32	1.77
			Pailles (4000 ")	24.00	8.15	89.60	19.00	21.00
			Rachis (300 ")	0.30	1.30	4.84	0.25	0.45
		Total	40.30	16.83	99.50	22.45	23.22	
	Arachide 24-206	Apports	150 kg/ha -18-27	12	27	40.5	0.0	0.2
		Mobilisations	Gousses (1000 kg/ha)	38.20	6.60	11.00	2.20	2.49
			Fanes (2400 ")	48.96	7.58	25.16	25.53	21.00
			Total	57.16	14.18	36.96	27.73	23.57
	Cotonnier BJA 592	Apports	150 kg/ha -8-18-27 50 " " Urée	35	27	40.5	0.0	0.0
Mobilisations		Tiges (1000 kg/ha)	5.57	1.44	12.40	5.89	2.85	
		Coton-graine 700 ")	17.15	5.19	7.39	1.20	2.55	
		Total	22.72	6.63	19.79	7.27	5.33	
Bilan	Apports-Exportations p.m.	+5347	-1058	-4047	-5217			

MAIS COTONNIER - HTL (Sino-Salomon Vietn)	Païs (BDS)	Apports	200 kg/ha 8-10-27	100	36	54	0.00	0.00
			200 " Urée					
		Mobilisa-	Grains (2500kg/ha)	33.01	9.99	11.30	0.03	3.72
		tions	Pailles (3500 ")	26.36	4.05	49.03	25.39	19.14
			Total	61.02	15.15	65.25	25.60	23.41
	Cotonnier BJA	Apports	150 kg/ha 8-10-27	35	27	40.5	0.00	0.00
			50 " Urée					
		Mobilisa-	Tiges (1000 kg/ha)	5.57	1.44	12.40	5.99	2.83
		tions	Coton-graine 700kg/ha	17.15	5.19	7.39	1.20	2.55
			Total	22.72	6.63	19.79	7.27	5.38
	Riz (Souma III)	Apports	150 kg/ha 10-21-21	104	31.50	31.50	1.50	0.00
			150 " Urée					
		Mobilisa-	Grains (1500kg/ha)	25.20	11.06	7.59	3.49	2.66
		tions	Pailles (4200 ")	19.74	8.40	85.60	22.24	21.00
			Rachis (300 ")	3.00	1.29	4.83	.24	.45
			Total	47.94	20.75	98.10	25.99	24.11
MAIS - ARACHIDE (Sasamance : Séfa)	Arachide 20-206	Apports	150 kg/ha 8-10-27	12	27	40.50	0.00	0.00
		Mobilisa-	Gousses (1000kg/ha)	38.20	6.60	11.80	2.20	2.49
		Lions	Fanes (2400 ")	48.96	7.58	25.16	25.53	21.00
			Total	87.16	14.18	36.96	27.73	23.57
		Bilan		p.m.	+69.74	-5.47	-69.07	-62.76
	Païs (BDS)	Apports	200 kg/ha 8-10-27	100	36	54	0.00	0.00
			200 " Urée					
		Mobilisa-	Grains (2500kg/ha)	33.01	9.99	11.30	.03	3.72
		tions	Pailles (3500 ")	26.36	4.05	49.03	25.39	19.41
			Rachis (500 ")	1.65	31	4.04	.10	.20
			Total	61.02	15.15	65.25	25.60	23.41
	Arachide 69-101	Apports	150 kg/ha 8-10-27	12	27	40.5	0.00	0.00
		Mobilisa-	Gousses (1000 kg/ha)	38.20	6.60	11.80	2.20	2.49
		tions	Fanes (2400 ")	48.96	7.58	25.16	25.53	21.00
			Total	87.16	14.18	36.96	27.73	23.57
	Riz plu- vial SE 302 G	Apports	200 kg/ha 8-10-27	105	36	54	0.00	0.00
			150 " Urée					
		Mobilisa-	Grains (2000 kg/ha)	30.60	8.60	7.20	5.00	3.20
		tions	Pailles (3500 ")	20.60	3.00	50.40	9.00	12.40
			Total	51.20	11.60	65.60	14.00	15.60
		Bilan		p.m.	+60.69	-1.35	-50.1	-56.02

(Sénégal oriental : Niasséré)	SORGHO - COTONNIER - RIZ PLUVIAL		Apports	150 kg/ha 10-21-21	61	31.50	31.50	1.50	0.00
				100 " Urée					
		Sorgho	Nobilisa-	Grains (1500 kg/ha)	26.05	3.31	7.37	.45	3.44
		51.59	tions	Pailles (2600 ")	27.20	3.91	41.52	22.36	24.40
				Total	53.33	12.22	40.69	22.31	27.84
	COTONNIER - RIZ PLUVIAL		Apports	150 kg/ha 5-15-27	35	27	40.50	0.00	0.00
				50 " Urée					
		Cotonnier	Nobilisa-	Tiges (1000 kg/ha)	5.57	1.44	12.40	5.99	2.13
		BJA592	tions	Coton-graine (700 ")	17.15	4.42	7.75	1.20	2.55
				Total	22.72	6.63	19.79	7.27	5.30
	RIZ PLUVIAL		Apports	150 kg/ha 11-18-27	51	27	40.50	0.00	0.00
				100 " Urée					
		Riz Pluvial	Nobilisa-	Grains (1500 kg/ha)	22.95	6.45	5.40	3.7	2.40
		SE 319 G	Lions	Pailles (2600 ")	26.7	3.90	75.92	11.70	16.12
				Total	49.73	10.35	81.32	15.45	18.52
	Bilan				37.31	+57.60	-23.66	-36.9	-6.51

Tableau I: Bilans minéraux de quelques types de successions de cultures

Pour le calcul des exportations :

- les fanes d'arachides et les tiges de cotonnier sont totalement exportées
- les 2/3 des pailles de céréales sont exportées, le 1/3 restant restitué par brulis.

Année	Culture	Volume drainé (mm)	Pertes minérales par lixiviation kg/ha		
			CaO	MgO	K ₂ O
1974	Arachide	141.0	43	12	5
1975	Nil	97.5	2	1	6
1976	Arachide	20.3	11	2	1
1977	Nil	74.0	15	6	2
1979	Arachide	50.1	26	11	1

Tableau II: Pertes par lixiviation mesurées à Bambe

En 1977(2) une enquête sur la base de 640 parcelles dans la zone Centre a révélé que 26% des champs échantillonnés s'étaient acidifiés.

En 1979(3) une autre enquête en milieu paysan dans le Sud du Sine-Saloum révélait que l'acidification avait gagné 38% des champs en Amélioration foncière.

13- Conséquences

Les deux principales conséquences de l'acidification des sols sableux sont d'une part la perturbation de la vie microbienne, sur tout des bactéries fixatrices de l'azote atmosphérique et d'autre part la libération sous forme échangeable d'éléments phytotoxiques comme l'aluminium. Ces phénomènes se traduisent par une baisse importante des rendements en arachide et en coton-graine. Une acidification simulée en vase de végétation a provoqué une chute de 50% du rendement en arachide (4).

II - LA CORRECTION DE L'ACIDITE

A partir du diagnostic fait sur l'étendue et les conséquences de l'acidification des sols exondés des essais de chaulage ont été d'abord implantés dans le réseau expérimental de l'ISRA et ensuite en milieu paysan dans le Sine-Saloum. Ce deuxième volet a dû être arrêté après une année, faute de moyens financiers,

Le chaulage doit tenir compte de deux données importantes: le pH initial du sol et la culture sur laquelle l'amendement doit se faire. En effet à partir et au-delà de pH eau égal 5,5, l'efficacité du chaulage est faible, voire nulle. Il est inutile et économiquement non rentable de le faire. On n'observe aucune augmentation significative du rendement et il n'est pas nécessaire d'élever le pH pour créer une ambiance favorable au bon développement de la plante et à l'obtention de bons rendements. Cependant un suivi de l'évolution du pH doit être mené afin de procéder au chaulage en temps opportun. Enfin, l'amendement calcique a surtout des effets positifs sur la production des non céréales (arachide, cotonnier...); le mil, le maïs, les céréales en général, peuvent supporter des niveaux d'acidité assez bas sans que cela affecte leur rendement.

Une méthode simple pour corriger l'acidité d'un sol consiste à mesurer le pH du sol (eau et KCl) et doser l'Al échangeable si le pH eau est inférieur ou égal à 5,2. La quantité de chaux à apporter pour la correction est celle nécessaire pour neutraliser l'acidité d'échange ($H^+ + Al^{3+}$). Les besoins des cultures en CaO et MgO sont déterminés par l'évaluation des mobilisations minérales.

Corriger donc l'acidité d'un sol ne pose aucune difficulté de réa-
lisation. Le problème majeur rencontre reste l'amélioration du pouvoir tam-
pon du sol et le maintien du statut organique. Les résultats positifs obtenus
dans ce domaine par l'application de fortes doses de fumier (10 t/ha tous les
deux ans) ne sont pas réalisables à l'heure actuelle en milieu rural. Des
essais au Centre-Lord (Thilmakha) et au Sénégal Oriental (Sinthiou-Balème)
sont en cours pour tester l'efficacité du cumul de faibles doses de fumier
(2 t/ha environ). Au Sine-Saloum (Nioko), une expérimentation combinant
l'apport de chaux et de fumier
démarrera en 1982 pour étudier la possibilité de stabiliser le pH d'un sol
corrige par l'effet cumulatif de l'application de très faibles doses de fu-
mier.

21- Résultats acquis en matière de chaulage

A partir de 1976 des expérimentations ont été mises en place à Bambey
et à Séfa pour déterminer la dose optimale pour la correction de l'acidité
et en même temps étudier la réponse des cultures, arachide, mil, cotonnier
et riz pluvial, à l'apport de la chaux,

A Bambey, sur quatre (4) ans de résultats, la dose de 200 kg/ha de
 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ tous les deux ans a donné une plus-value moyenne de 17% et de 6%
respectivement sur les rendements en gousses et en fanes de l'arachide. Les
rendements moyens en gousses et en fanes pendant ces quatre années s'éle-
vaient 4 1262 kg/ha et 1445 kg/ha. L'application de la chaux a donc donné
en moyenne une plus-value de rendement de 214 kg/ha de gousses et de 117 kg/
ha de fanes.

L'apport de 100 kg/ha de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ tous les ans combiné à l'enfouisse-
ment des pailles de mil a donné une plus-value de 37% et de 19% sur les ren-
dements en gousses et en fanes, soit pour les rendements moyens obtenus

une plus-value de 467 kg/ha
de gousses et 354 kg/ha de fanes par rapport au témoin non chaulé.

A Linguéval, sur cotonnier, on a obtenu des gains de rendements de
200 kg/ha de coton-graine avec 60 kg/ha de K_2O et 200 kg/ha de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ tous
les deux ans.

A Séfa, sur arachide, la dose de 100 kg/ha tous les deux ans a donné
sur quatre (4) années, une plus-value moyenne de 11% et de 3% sur les rende-
ments en gousses et en fanes soit 245 kg/ha de gousses et 74 kg/ha de fanes
de plus par rapport au témoin

L'apport de 100 kg/ha de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ tous les deux ans plus l'enfouissement des pailles de riz a donné respectivement sur les rendements en gousses (rendement moyen obtenu: 2500 kg/ha) et en fanes (rendement moyen obtenu: 2637 kg/ha) une plus-value moyenne de 17% et 10%; soit 379 kg/ha et 245 kg/ha de plus en gousses et en fanes.

Ces résultats montrent que l'apport de la chaux combiné à l'enfouissement des pailles de céréales donnent les meilleurs résultats. Dans un type de succession culturale: céréale-culture de rente, on peut préconiser l'application de 100 kg/ha de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ tous les deux ans sur la non-céréale plus l'enfouissement des pailles de céréales. Les gains de rendement seront de l'ordre de 450 kg/ha de gousses et 350 kg/ha de fanes dans la zone Centre; 350 kg/ha de gousse et 250 kg/ha de fanes au Sud du pays.

Sans enfouissement des pailles de céréales, comme c'est le cas actuellement en milieu paysan, il faudra appliquer 200 kg/ha de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ / 2 ans dans la zone Centre (Thiès-Diourbel) et en Haute Casamance et 100 kg/ha $\text{Ca}(\text{OH})_2$ / 2 ans en Moyenne-Casamance.

L'apport de chaux doit se faire sur les non-céréales (arachide, cotonnier) et dans un système de culture amélioré. Il ne peut y avoir d'effets significatifs du chaulage sans l'application de l'ensemble des autres thèmes cultureux préconisés.

Enfin pour un surplus de rendement de 200 kg/ha de gousses ou de coton-graine, le coût du kg de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ne doit pas dépasser 25 F, afin que le chaulage soit incitatif pour le paysan. Le rapport gain sur coût serait de 2,4 (sur la base de 60F le kilo du produit payé au paysan).

22- Poursuite des actions de recherche

Les résultats partiels obtenus dans le Sine-Saloum qui situent la dose à appliquer autour de 200 kg/ha de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ doivent être complétés pour en tirer les conclusions.

Les études sur l'efficacité des faibles doses de fumier sur l'amélioration du pouvoir tampon du sol seront poursuivies.

Après les résultats obtenus en stations et PAPEM des actions en milieu paysan doivent être entamées dès 1982 dont les objectifs seront essentiellement :

- d'évaluer les surplus de rendements en milieu paysan obtenus par l'application des doses préconisées
- de servir de tests de démonstration sur la nécessité et la rentabilité du chaulage.

Ce dernier volet nécessitera au moins deux (2) années de résultats. Des zones d'action ont été déjà choisies à cet effet: Sine-Saloun, Haute-Casamance. Il est souhaitable de pouvoir y adjoindre la moyenne ou basse Casamance et la zone Centre (Thiès-Diourbel).

CONCLUSION

Sur la base des données disponibles actuellement on peut estimer les besoins minimum du Sénégal en chaux à environ 40.000 tonnes de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ par an.

Le chaulage, dans les systèmes de culture améliorés, peut accroître significativement la production en arachide et en cotonnier des zones actuellement touchées par l'acidification et donner un gain substantiel au producteur. Le prix du kg de chaux sera fixé définitivement après les enquêtes en milieu paysan pour qu'il soit réellement incitatif pour le paysan.

B I B L I O G R A P H I E

- - W - - W - -

- 1- PIERI (C.), (1974).

L'acidification des terres de cultures exondées au Sénégal
Doc. ronéo. IRAT/Sénégal

- 2- NDIAYE (J.P.), (1977).

Enquête pli - non publiée

- 3- LISSE (L.), (1980).

Suivi des facteurs physico-chimiques de la fertilité des sols sous culture continue dans l'Unité Expérimentale de Thyssé-Kayemor-Sonkorong

- 4- PIERI (C.), (1974).

Premiers résultats expérimentaux sur la sensibilité de l'arachide à la toxicité aluminique
Ext. Agron. Trop. vol XXIX, n° 6-7.