

F I C H E D'E S S A I

ETUDE DE LA COMPOSITION DE LA SOLUTION DU SOL DES TERRES DE BARRE
A L'AIDE DE CAPTEURS EN CERAMIQUE POREUSE

2ème année

Cette expérimentation, qui en est à sa deuxième année, ne fut l'an passé qu'une campagne (grande saison des pluies) de lancement et de mise au point de la méthode (SARAGONI, 1985).

Cette étude fait partie du programme conjoint IRAT/ORSTOM/DRA intitulé "Dynamique de l'eau et des éléments minéraux dans les terres de Barre du sud-Togo" et qui a vu le jour en 1983 sur la station IRAT de Davié (premières mesures concernant les propriétés physiques et hydrodynamiques de ces sols réalisées sous la conduite de l'ORSTOM : POSS, 1984).

Cette action, proposée par C. PIERI (responsable de la Division d'Agronomie de l'IRAT/CIRAD et de la MICAM - Mission Connaissance et Amélioration du Milieu - au CIRAD) en novembre 1982, a été approuvée par les directeurs de la DRA/Togo (T. AITHNARD) et de l'ORSTOM/Togo (B. HUGUENIN) lors d'une réunion qui s'est tenue à la DRA le 31 janvier 1984.

Elle est intégrée :

- pour l'ORSTOM à l'UR B 12 (Département B "Milieu et Sociétés/Unité de Recherche 12" intitulé "Processus de transformation - fonctionnement et transferts aux interfaces sol - plante - atmosphère") ;

- pour l'IRAT/CIRAD à l'ATP (Action Thématique Programmée)/Dynamique des cations de la MICAM.

L'ORSTOM prend en charge le volet hydrodynamique et l'IRAT/DRA la partie agronomique ainsi que la dynamique des éléments minéraux.

Les moyens sont essentiellement fournis :

- par l'ORSTOM : simulateur de pluie, humidimètres à neutrons, une partie des tensiomètres et des appareils météo, analyses de solution du sol...

- par l'IRAT-CIRAD : terrain et personnel de la station de Davié (responsable, observateurs, main-d'oeuvre...), capteurs de solution du sol, une partie des tensiomètres, du micro-ordinateur et des logiciels pour le traitement des données, documentation et certaines analyses foliaires et de sol réalisées dans les laboratoires de l'IRAT-CIRAD/Montpellier.

I/- BUTS

- Etude de la composition de la solution du sol, milieu dans lequel les plantes puisent les éléments minéraux qui leurs sont indispensables.

- Estimation des quantités d'éléments minéraux entraînés en profondeur (lixiviation)

- Etablissement des bilans minéraux

- Proposition quant à l'optimisation des apports d'engrais et à la restauration de la fertilité des terres de Barre dégradées.

II - MATERIEL ET METHODES

A/ - Lieu

Station IRAT de Davié

1/ - Localisation :

6°22'N et 1°13'E, 90 m d'altitude, 30 km N Lomé

2/ - Essai et traitements :

Cette étude a été installée sur l'essai NPK mené par l'IRAT depuis 1976. Les traitements N2P1K0 et N2P1K2, ainsi que les sous-traitements A et B, ont été retenus. Ces sous-traitements correspondent à une subdivision des parcelles intervenue en 1981 :

- A : maïs de grande saison des pluies (GSP) et maïs de petite saison des pluies (PSP)

- B : maïs de GSP et légumineuse (arachide ou niébé) de PSP

Ces légumineuses ont été :

- en 1981 et 1983 : arachide (61-24), 20N - 20P - 0 ou 60K
- en 1982 et 1984 : niébé (Vita 5), 0N - 20P - 0 ou 60K

B/ - Sols

L'année dernière (SARAGONI, 1985) nous donnions les principales caractéristiques physico-chimiques d'un profil de sol de ces "terres de Barre" (sols ferrallitiques). Cette année nous donnons (annexe 1) les caractéristiques moyennes du sol à l'emplacement des capteurs lors de leur implantation en 1984.

C/ - Pluviométrie

Deux tableaux (annexes 2 et 3) donnent la pluviométrie journalière de mars à décembre 1985. On constate que :

- la pluviométrie de la GSP (avril-juillet) est légèrement inférieure à la moyenne (470 contre 550 mm) ;

- les mois d'août et septembre - qui couvrent en partie la petite saison sèche (PSS) - sont particulièrement pluvieux (300 contre 150 mm en moyenne), ce qui fait que pour cette année nous sommes en présence d'une seule saison des pluies, longue de 8 mois (mi-mars à mi-novembre) ;

- la pluviométrie de la PSP (mi-septembre à mi-novembre) est comparable à la moyenne (300 - 350 mm).

D/ - Calendrier et techniques culturales

- Préparation du sol : labour à la "daba" (semaine précédant le semis) avec, depuis 1981, enfouissement des résidus de récolte (pailles de maïs et fanes de légumineuse)

- Plantes : - maïs (NH1F1)
- niébé (Vita 5)

- Densités : - maïs : 42 000 plants/ha (80 x 30 cm)
- niébé : 100 000 plants/ha (50 x 40 cm x 2)

- Calendrier : le tableau qui suit (tableau 1) donne pour chacune des deux saisons de culture, les principales dates des calendriers culturaux.

Tableau 1 .- Calendrier cultural (Davié, 1985)

Stade végétatif	GSP	PSP	
	maïs	maïs	niébé
Semis	5.4	10.9	19.9
Floraison mâle (maïs)	1.6	7.11	-
Récolte	2.8	24.12	2 - 10.12

. Engrais : le tableau 2 donne les doses et dates d'application de la fertilisation. Les formes d'engrais sont les suivantes :

- azote : urée
- phosphore : super triple
- potasse : chlorure de potasse

Tableau 2 - Dates d'application et doses d'engrais (Davié, 1985)

Saison	Culture	Trait.	S/trait.	Engrais					
				date			kg/ha		
				N	P	K	N	P	K
GSP	Maïs	K0	A + B	-	28.3	-	-	45	-
				30.4	-	-	30	-	-
				24.5	-	-	30	-	-
		K2	A + B	-	28.3	28.3	-	45	90
				30.4	-	-	30	-	-
				24.5	-	-	30	-	-
PSP	Maïs	K0	A	-	6.9	-	-	30	-
				24.9	-	-	30	-	-
				29.10	-	-	30	-	-
		K2	A	-	6.9	6.9	-	30	60
				24.9	-	-	30	-	-
				29.10	-	-	30	-	-
Niébé	K0	B	-	6.9	-	-	20	-	
			-	6.9	6.9	-	20	60	

E/ - Dispositif de mesure et prélèvements

Les capteurs de solution du sol utilisés sont du type Soil Moisture réf. 1900. Montés sur tube PVC (fabrication locale) à la colle de type "Araldite spéciale", lavés plusieurs fois à l'acide dilué et laissés dans de l'eau distillée, les 61 capteurs ont été installés de la façon suivante (tableau 3). Ils sont localisés entre les lignes de semis, à mi-distance des pieds de maïs ou de niébé.

Tableau 3 - Répartition des capteurs de solution du sol (Davié, 1985)

Profond. (cm)	K0			K2			Total
	A	B	total	A	B	total	
30	4	4	8	4	4	8	16
60	4	4	8	4	4	8	16
120	4	3	7	4	3	7	14
180	4	4	8	4	3	7	15
Total	16	15	31	16	14	30	61

Les prélèvements de solution du sol ont été réalisés le lendemain de la mise en dépression (600 mb, à l'aide d'une pompe à vélo inversée). Les volumes recueillis sont extrêmement variables - 5 à 200 ml, avec en moyenne 50 ml (tableau 4) - et n'ont parfois pas permis une analyse complète de cette solution du sol.

Tableau 4 - Volume moyen de solution du sol prélevé (ml, Davié, 1985)

Profond. (cm)	Saison			Moyennes		Extrêmes/capteur
	GSP	PSS	PSP	moy.	extrêmes	
30	48	38	35	38	12 - 76	4 - 177
60	75	59	48	59	12 - 109	5 - 201
120	51	40	48	48	16 - 106	5 - 189
180	54	37	55	52	30 - 98	6 - 200
Moy.	57	43	47	49	-	-

Le pourcentage moyen de réussite des prélèvements de solution du sol (tableau 5) est de 70% à 30 et 60 cm et de 85% à 120 et 180 cm de profondeur.

Tableau 5 - Pourcentage moyen de réussite des prélèvements de solution du sol
(Davié, 1985)

Profondeur (cm)	Saison			Moyenne
	GSP	PSS	PSP	
30	66	90	63	69
60	66	90	66	70
120	77	93	86	83
180	83	87	87	85
Moyenne	73	90	76	77

Afin d'améliorer ce pourcentage de réussite une modification de la méthode sera apportée l'an prochain : là où rien ne sera recueilli (très souvent dépression n'ayant pas tenu) une nouvelle mise en dépression sera faite immédiatement et un nouveau prélèvement effectué le jour même (environ 4 heures plus tard) ou le lendemain.

Des prélèvements systématiques ont été faits tous les 14 jours. Du fait d'une bonne répartition pluviométrique (et surtout de l'absence de petite saison sèche), 19 prélèvements (de mi-avril à fin décembre) ont pu être réalisés. Ils se répartissent ainsi :

- GSP : 8 prélèvements (19 avril ; 3, 17 et 31 mai ; 14 et 28 juin ; 12 et 26 juillet)
- PSS : 3 prélèvements (9 et 23 août ; 5 septembre)
- PSP : 8 prélèvements (20 septembre ; 4, 18 et 31 octobre ; 15 et 29 novembre ; 13 et 27 décembre)

F/ - Analyses

Tous les prélèvements ont été conservés au frigidaire. Les analyses ont été réalisées, au fur et à mesure des possibilités, au laboratoire d'analyses du Centre ORSTOM de Lomé.

Lors de la réception de ces résultats des contrôles sont demandés (moins de 10 % des analyses). Si après contrôle certains chiffres s'avèrent toujours totalement aberrants, ils sont éliminés (moins de 5 % des résultats).

III/ - RESULTATSA/ - Rendements

Le tableau 7 donne une idée des rendements moyens obtenus, en maïs de grande saison des pluies et en maïs ou niébé de petite saison des pluies, pour chacun des traitements retenus.

Tableau 7 - Rendements (Davié, 1985)

Saison	Culture	K0		K2	
		A	B	A	B
GSP	maïs (q/ha)	10,9	12,6	29,1	31,2
PSP	maïs (q/ha)	7,6	-	18,0	-
	niébé (kg/ha)	-	270	-	1 000

B/ - Coefficients de variation

L'annexe 4 donne, par élément, les coefficients de variation moyens des teneurs de la solution du sol, pour chacune des 4 profondeurs et des 4 traitements observés.

C/ - Teneurs en éléments minéraux de la solution du sol

Les annexes 5 à 21 donnent ces valeurs par traitement, profondeur et prélèvement :

- annexes 5 et 6 : pH
- annexes 7 et 8 : nitrates (NO_3^-)
- annexes 9 et 10 : calcium (Ca^{++})
- annexes 11 et 12 : magnésium (Mg^{++})
- annexes 13 et 14 : potassium (K^+)
- annexes 15 et 16 : sodium (Na^+)
- annexes 17 et 18 : chlore (Cl^-)
- annexes 19 et 20 : bicarbonate (HCO_3^-)
- annexes 21 : teneurs moyennes

D/ - Recherche des autres éléments minéraux

La recherche d'ammonium (NH_4^+), de phosphore (PO_4^{---}) et de sulfate (SO_4^{--}) a été faite sur quelques prélèvements (tableau 8).

Tableau 8 - Recherche de quelques éléments minéraux complémentaires (Davié, 1985)

Elément	Profondeur (cm)	Analyse	
		nombre	moyenne (mé/l)
N(NH ₄ ⁺)	30	6	0,11
	60	5	0,08
	120	10	0,08
	180	8	0,06
P(PO ₄ ⁻⁻⁻)	30	10	0,011
	60	9	0,007
	120	7	0,005
	180	8	0,003
S(SO ₄ ⁻⁻⁻)	30	10	0,54
	60	15	0,18
	120	14	0,06
	180	11	0,05

E/ - Teneurs en éléments minéraux des eaux de pluie

Le tableau 9 donne les résultats de ces analyses pour quelques pluies.

Tableau 9 - Analyse des eaux de pluie (Davié, 1985, mé/l)

Elément	Dates pluie						Moyenne
	10 juil.	20 juil.	17 août	5 sept.	20 sept.	29 sept.	
pH	6,30	5,82	6,68	6,13	6,12	6,13	6,20
K ⁺	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Ca ⁺⁺	-	-	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
Mg ⁺⁺	-	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Na ⁺	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
N(NO ₃ ⁻)	0,03	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
Cl ⁻	-	-	0,24	0,024	0,36	0,10	0,24
HCO ₃ ⁻	-	-	0,12	0,08	0,06	0,07	0,08

F/ - Relations entre différents paramètres analysés de la solution du sol

- Les annexes 22 et 23 donnent l'ensemble de ces relations
- Le tableau 10 résume les meilleures d'entre elles.

Tableau 10 - Meilleures relations ($r \approx 80$, $n \approx 70$, $S \ 1\%$) entre les différents paramètres analysés de la solution du sol (tous traitements, Davié, 1985)

Paramètres		Profondeur (cm)	Nombre couples (n)	Coefficient corrélation (r)	Equation de ré- gression
X	Y				
NO ₃ ⁻	Ca ⁺⁺	30	70	0,85	Y = 0,34 + 0,55 X
		60	71	0,89	Y = 0,45 + 0,45 X
NO ₃ ⁻	Mg ⁺⁺	30	70	0,84	Y = 0,21 + 0,29 X
		60	71	0,85	Y = 0,44 + 0,39 X
Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	30	70	0,96	Y = -0,01 + 1,79 X
		60	71	0,91	Y = 0,09 + 0,99 X
		120	71	0,85	Y = 0,36 + 0,88 X
		180	75	0,84	Y = 0,54 + 1,11 X

G/ - Evaluation des pertes minérales par lixiviation

- Tout d'abord, l'annexe 24 donne deux tableaux simplifiés de conversion rapide des teneurs en éléments minéraux
- Ensuite, les annexes 25 et 26 donnent les concentrations (en ppm et à 180 cm de profondeur) en azote et cations de la solution du sol aux périodes de drainage (drainage calculé par R. POSS, pédologue au Centre ORSTOM de Lomé).
- Enfin,
 - les annexes 27 et 28 donnent l'évaluation des pertes minérales par lixiviation
 - le tableau 11 résume les quantités totales d'éléments lixiviés par saison et traitement.

Tableau 11 .- Quantités totales d'éléments lixiviés (Davié, 1985, cote 180 cm)

Saison	Période	Drain.* (mm)	Trait.	S/trait.	Lixiviation (Kg/ha)				
					N	CaO	MgO	Na2O	K2O
GSP	avril à juil.	55	K0	A	22,2	18,6	9,2	2,8	0,8
				B	26,5	21,1	9,2	3,7	0,8
			K2	A	12,2	14,4	6,6	5,3	1,7
				B	28,4	26,9	10,5	6,2	1,3
PSS	août à mi-sept.	10	K0	A	4,1	4,0	1,9	0,8	0,2
				B	4,6	4,5	2,1	0,8	0,1
			K2	A	1,9	2,4	0,8	0,9	0,2
				B	4,0	4,5	1,5	0,9	0,2
PSP	mi-sept. à déc.	174	K0	A	54,6	75,4	35,3	11,7	1,8
				B	65,6	85,4	39,2	11,7	1,8
			K2	A	25,0	55,5	16,2	15,4	1,9
				B	37,1	68,5	24,6	15,5	1,8
Total	avril à déc.	239	K0	A	80,9	98,0	46,4	15,3	2,8
				B	96,7	111,0	50,5	16,2	2,7
			K2	A	39,1	72,3	23,6	21,6	3,8
				B	69,5	99,9	36,6	22,6	3,3
			Moyenne		71,6	95,3	39,3	18,9	3,9

* calcul du drainage : ORSTOM/lomé (R. POSS)

IV - DISCUSSION

1. La pluviométrie de cette année 1985 à Davié fut normale et à peu près bien répartie (malgré un creux en juin, mois crucial puisque celui de la floraison du maïs de GSP et la fin des pluies - normale - vers la mi-novembre lors de la floraison du maïs de PSP) en grande saison des pluies (500 mm) ainsi qu'en petite saison des pluies (300 mm). Par contre elle fut nettement excédentaire en petite saison sèche (300 mm).

2. Du fait de la disparition de la petite saison sèche, ce qui a entraîné une seule saison des pluies de 8 mois (mi-mars à mi-novembre) avec près de 1100 mm en 75 jours, il a pu être effectué sans interruption (à raison d'une mesure tous les 14 jours) 19 prélèvements de solution du sol

3. En dixième année de cet essai NPK - et après 5 ans (1976-1980) de deux cycles de maïs/an sans restitution des résidus de récolte et 5 ans (1981-1985) de subdivision maïs-maïs ou maïs-légumineuse/an avec restitution des résidus de récolte dans les deux cas - les rendements sont moyens mais essentiellement fonction (quand azote et phosphore sont apportés en quantités suffisantes) de la fertilisation potassique :

- +150 % sur maïs de GSP (30 q/ha avec 90 K2O et 12q/ha sans potasse)
- +125 % sur maïs de PSP (18 q/ha avec 60 K2O et 8 q/ha sans potasse)
- +270 % sur niébé de PSP (1 000 kg/ha avec 60 K2O contre 270 q/ha sans potasse).

Les différences de rendements entre maïs de GSP et de PSP (+70 % avec potasse et +50 % sans potasse) peuvent s'expliquer par la différence de pluviométrie totale (500 contre 300 mm) mais aussi par celle de la période critique du maïs, soit 20 jours avant le début de la floraison mâle à 20 jours après celui-ci (SARAGONI, 1985 et 1986), qui fut de 160 mm en GSP et de 90 mm en PSP.

4. Avec, par profondeur (30, 60, 120 et 180 cm), 4 capteurs/sous-traitement (A et B) et par conséquent 8 capteurs/traitement (K0 et K2), les coefficients de variation des teneurs de la solution du sol sont :

- très faibles pour le pH (4 % en moyenne)
- moyens pour Na^+ (20 %), Cl^- (25 %) et HCO_3^- (30 %)

- élevés dans les horizons de surface et plus faibles dans ceux de profondeur pour :

- K^+ : * 30 % (K0) et 40 % (K2) à 30 cm
- * 25 % à 60 et 120 cm
- * 20 % à 180 cm

• NO_3^- , Ca^{++} et Mg^{++} :

- * 40-45 % à 30 et 60 cm
- * 35 % à 120 cm
- * 20-25 % à 180 cm

Ces chiffres sont comparables à ceux trouvés par d'autres chercheurs (PIERI, 1979...) et même inférieurs pour le niveau 180 cm.

5. Les quelques analyses réalisées sur les eaux de pluie montrent que le pH y est en moyenne de 6,2 et les éléments minéraux toujours en très faibles quantité (en moyenne 0,02 mé/l, à l'exception de HCO_3^- et Cl^- : respectivement 0,10 et 0,25 mé/l). Le calcul des éléments minéraux apportés par les eaux de pluie en 1985 (1 094 mm) donne : N (5 kg/ha), CaO (9 kg/ha), MgO (2 kg/ha), K₂O (5 kg/ha), Na₂O (3 kg/ha), HCO_3^- (53 kg/ha) et Cl (93 kg/ha).

6. La recherche, sur une dizaine de prélèvements de solution du sol, du phosphore susceptible d'être absorbé par la céramique des capteurs et de l'ammonium a toujours donné des résultats pratiquement négatifs : respectivement - en moyenne - 0,007 et 0,08 mé/l. Par contre le dosage des sulfates va de 0,05 (180 cm) à 0,50 (30 cm) mé/l.

7. L'évolution des teneurs en éléments minéraux de la solution du sol s'établit ainsi :

a) - pH

- va de 5,7 à 7,1 (graphique 1), varie assez peu d'un traitement à l'autre pour une même profondeur (annexe 21) et diminue avec celle-ci : en moyenne 6,8 (30 cm), 6,6 (60 cm) et 6,3 (120 et 180 cm) ;

- aurait tendance (graphiques 1, 2, 4 et 5), surtout pour les niveaux supérieurs, à varier en sens inverse des teneurs en NO_3^- , Ca^{++} et Mg^{++} (surtout en GSP et début de PSP).

b) - HCO₃⁻

. va de 0,10 à 0,50 mé/l (graphique 9) et diminue avec la profondeur (annexe 21 et graphique 9) : en moyenne 0,30 mé/l (30 et 60 cm) et 0,20 mé/l (120 et 180 cm) ;

. aurait tendance à augmenter avec l'apport d'une fertilisation potassique (0,20 mé/l pour KO et 0,40 mé/l pour K2 à 30 cm).

c) - Cl⁻

. varie assez peu, quelle que soit la profondeur (annexe 21), en l'absence de chlorure de potasse (en moyenne 0,40 - 0,50 mé/l) ;

. se retrouve très rapidement, après apport de KCL, à 60 cm de profondeur (2,80 mé/l deux semaines après cet apport en GSP) et continue, tout aussi vite, à être lessivé en profondeur pour s'accumuler surtout à 120 cm - en moyenne 2,30 mé/l (graphique 8) - alors qu'il n'est, toujours en moyenne, que de 1,00 mé/l à 60 et 180 cm (annexe 21).

d) - Na⁺

. varie de 0,10 à 0,30 mé/l, va en augmentant de 30 cm (0,15 mé/l) à 180 cm (0,25 mé/l) et aurait tendance à suivre l'évolution dans le temps - surtout à 30 et 60 cm, mais de façon moins prononcée - de NO₃⁻, Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺ ;

. comme pour Cl⁻, dans le cas du traitement K2, aurait tendance à s'accumuler à 120 cm mais aussi à 180 cm : en moyenne 0,30 contre 0,20 mé/l (graphique 7).

e) - K⁺

. est toujours très faible et essentiellement fonction de l'apport d'engrais potassique : en moyenne (annexe 21), toutes profondeurs confondues, 0,03 mé/l (KO) et 0,05 mé/l (K2) ;

. cet enrichissement en potassium est surtout perceptible en surface (30 cm) et uniquement pendant deux mois après l'apport d'engrais potassique (graphique 6). Ainsi, pendant que la teneur moyenne pour KO est de 0,03 mé/l, celles pour K2 évoluent de la façon suivante :

Jours après apport de potasse	Teneurs solution du sol (30 cm) (mé/l)	
	GSP (90 K)	PSP (60 K)
15	0,17	0,09
30	0,16	0,08
45	0,09	0,06
60	0,05	0,05

f) - NO₃⁻, Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺

• les teneurs en ces trois éléments évoluent dans le même sens (voir paragraphe suivant sur les relations liant ces éléments) ;

• cette évolution a l'aspect d'une sinusoïde à trois sommets (surtout observables à 30 cm) : début GSP, fin GSP - début PSS et environ un mois après début PSP (graphiques 2, 4 et 5) ;

• les teneurs en ces éléments ont tendance à augmenter avec la profondeur. Tous traitements confondus, elles passent, respectivement pour 30-60 cm et 120-180 cm : de 1,10 à 1,90 mé/l (NO₃⁻), de 0,90 à 1,30 mé/l (Ca⁺⁺) et de 0,70 à 0,90 mé/l (Mg⁺⁺) ;

• les teneurs, surtout pour NO₃⁻ et pour 120 et 180 cm (graphique 3), sont toujours très nettement supérieures pour le traitement KO : en moyenne 2,40 mé/l (KO) contre 0,80 mé/l (K2) pour NO₃ à 120 cm ;

• les teneurs - pour ces trois éléments, à toutes les profondeurs et uniquement pour le traitement K2 (graphiques 2, 4 et 5) - sont toujours très nettement supérieures pour le sous-traitement B (légumineuse de petite saison des pluies). Elles passent ainsi, en moyenne pour les niveaux 30-60 cm et 120-180 cm :

- * de 0,70 (A) à 1,20 (B) et de 0,80 (A) à 1,80 (B) mé/l pour NO₃⁻
- * de 0,70 (A) à 1,30 (B) et de 1,10 (A) à 1,50 (B) mé/l pour Ca⁺⁺
- * de 0,60 (A) à 0,90 (B) et de 0,70 (A) à 1,10 (B) mé/l pour Mg⁺⁺.

8. Les teneurs en Ca^{++} et Mg^{++} de la solution du sol, qui sont étroitement liées (graphique 10), sont essentiellement fonction de celles en NO_3^- (tableau et graphique 10). Il semble donc bien que "l'activité nitrificatrice du sol soit l'une des causes essentielles de la mise en solution des cations échangeables du sol, et par conséquent du calcium et du magnésium" (PIERI, 1979).

9. Les principaux effets des traitements agronomiques sur la composition de la solution du sol peuvent se résumer ainsi :

- un apport d'engrais potassique amène, en surface, une augmentation très nette de la concentration en potassium de la solution du sol pendant deux mois après son épandage ;

- il reste à vérifier (1986) :

* que les apports d'azote (urée) n'entraînent pas systématiquement d'augmentation rapide de la teneur en nitrates de la solution du sol ;

* que les apports de potasse, en augmentant les rendements (mais aussi les exportations minérales), auraient tendance à diminuer (surtout en profondeur) les teneurs en nitrates de la solution du sol ;

* que la culture sans azote d'une légumineuse (arachide ou niébé) en petite saison des pluies, mais uniquement lorsqu'elle est accompagnée d'une fertilisation potassique, entraîne une augmentation de la concentration de la solution du sol en nitrates, calcium et magnésium à toutes les profondeurs, aussi bien pendant cette culture que pendant celle du maïs de grande saison des pluies qui la suit.

10. Les fortes précipitations de cette année (surtout en PSP) ont entraîné un drainage total, d'avril à décembre (deux saisons de culture), de près de 240 mm : 55 en PSP, 10 en PSS et 175 en PSP (POSS, 1986).

Les déterminations des concentrations de la solution du sol à 180 cm de profondeur (enracinement maximum du maïs = 150 cm, SARAGONI, 1985 et 1986) ont permis de calculer les pertes par lixiviation. Elles varient, en fonction des traitements, de :

- * 40 à 100 kg/ha pour N
- * 70 à 110 kg/ha pour CaO
- * 20 à 50 kg/ha pour MgO
- * 15 à 20 kg/ha pour Na_2O
- * 3 à 4 kg/ha pour K_2O .

Ces pertes minérales sont très importantes (surtout en azote, calcium et magnésium) et, pour ces trois éléments, maximales pour le traitement KO-B et minimale pour celui K2 - A. Bien que ceci reste à vérifier en 1986 (surtout les teneurs en azote - et à un moindre degré celles en calcium et magnésium - à 180 cm pour K2 - A) on constate déjà qu'en année pluvieuse ces pertes sont, en moyenne, de l'ordre de 70 kg/ha N, 100 kg/ha CaO, 40 kg/ha MgO, 20 kg/ha Na₂O et moins de 5 kg/ha K₂O.

Une étude du drainage simulé sur 50 ans (avec simulation des semis au 1er avril pour la GSP et au 1er septembre pour la PSP) est actuellement en cours, en collaboration avec la DEVE - Division Etude et Valorisation de l'Eau - de l'IRAT-CIRAD/Montpellier, au Centre ORSTOM de Lomé (R. POSS). Elle devrait permettre de situer ces résultats (et ceux de 1986) par rapport à la moyenne. D'ores et déjà il semble bien que le drainage total annuel moyen soit de l'ordre de 80 - 100 mm, avec près de 80 % de celui-ci en PSP (pluies violentes et importantes du début de cette saison des pluies). Ceci tendrait à montrer que, pour ce qui concerne cette année, le drainage - et par conséquent la lixiviation - fut :

- deux à trois fois plus élevé qu'en année moyenne ;
- comme en année moyenne surtout important en petite saison des pluies (trois fois plus élevé qu'en GSP).

11. Les quelques valeurs actuellement disponibles quant aux analyses de sol ne nous permettent pas encore d'étudier l'équilibre sol - solution. Ceci devrait être fait en 1987 avec :

- les résultats des analyses de sol qui seront réalisées (ORSTOM/Lomé) à partir des prélèvements de terre effectués en avril 1986 lors de la réimplantation des capteurs ;
- la rédaction d'une fiche où seront regroupées les analyses déjà réalisées sur les terres de Barre et plus particulièrement sur la station de Davié.

Cette étude est d'autant plus importante que, à l'exception de l'enrichissement par fertilisation, les phénomènes d'échange sol - solution sont primordiaux dans la composition de la solution du sol. En effet, celle-ci est essentiellement fonction de celui-là dans la mesure où la composition des eaux de pluie (en moyenne 35 fois moins concentrée que la solution du sol pour la somme des cations : 0,06 contre 2,10 mé/l) n'a que peu de répercussion sur celle de la solution du sol.

V/ - CONCLUSIONS

- Cette expérimentation sera poursuivie et étoffée en 1986. Elle sera toujours réalisée en grande et petite saison des pluies. Sur l'essai NPK le nombre de capteurs passera à 64 (répartition complétée aux profondeurs 120 et 180 cm) et l'engrais potassique sera fractionné en deux demi-doses de 45 K20 (juste avant semis et 30 jours plus tard). De plus 32 capteurs Soil Moisture - 2 traitements (KO et K2) x 4 profondeurs (30, 60, 120 et 180 cm) x 4 répétitions - seront installés sur sol nu. Ils devraient apporter certaines précisions quant à la lixiviation des éléments minéraux et à la fixation éventuelle du potassium (statut de ce cation sur "terres de Barre"), en l'absence d'absorption par les racines de maïs et de niébé. Enfin, six capteurs Nardeux (fabrication française) seront comparés - à 180 cm : 3 pour KO et 3 pour K2) aux capteurs Soil Moisture (fabrication américaine).

- D'ores et déjà un certain nombre de résultats semblent acquis. Ils devront pourtant être confirmés en 1986. D'autres (effets des traitements agronomiques...) demandent à être vérifiés. Enfin, l'étude de l'équilibre sol-solution, la simulation du drainage sur 50 ans, l'approche des bilans minéraux (calcul des mobilisations minérales du maïs...) et la formulation de quelques propositions en matière d'optimisation des apports d'engrais et de restauration de la fertilité des terres de Barres dégradées, seront abordées - toujours en 1986 (dernière année de mesure) - et surtout dans la synthèse de cette étude qui en sera faite en 1987/88.

H. SARAGONI

(octobre 1986)

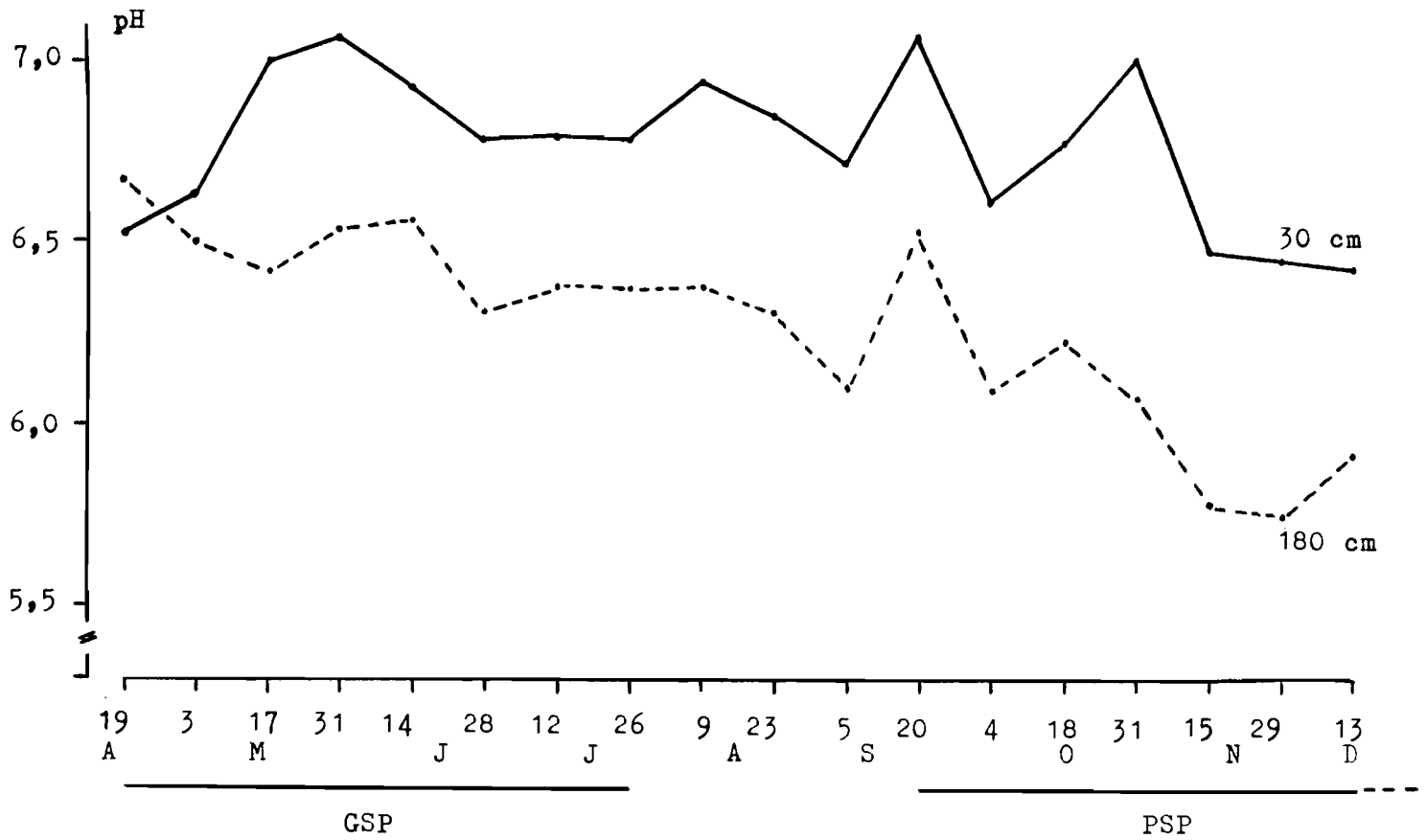
Remerciements

Nous tenons à préciser à nouveau que ce travail est une collaboration IRAT/ORSTOM/DRA. Et à remercier pour leur participation à cette étude :

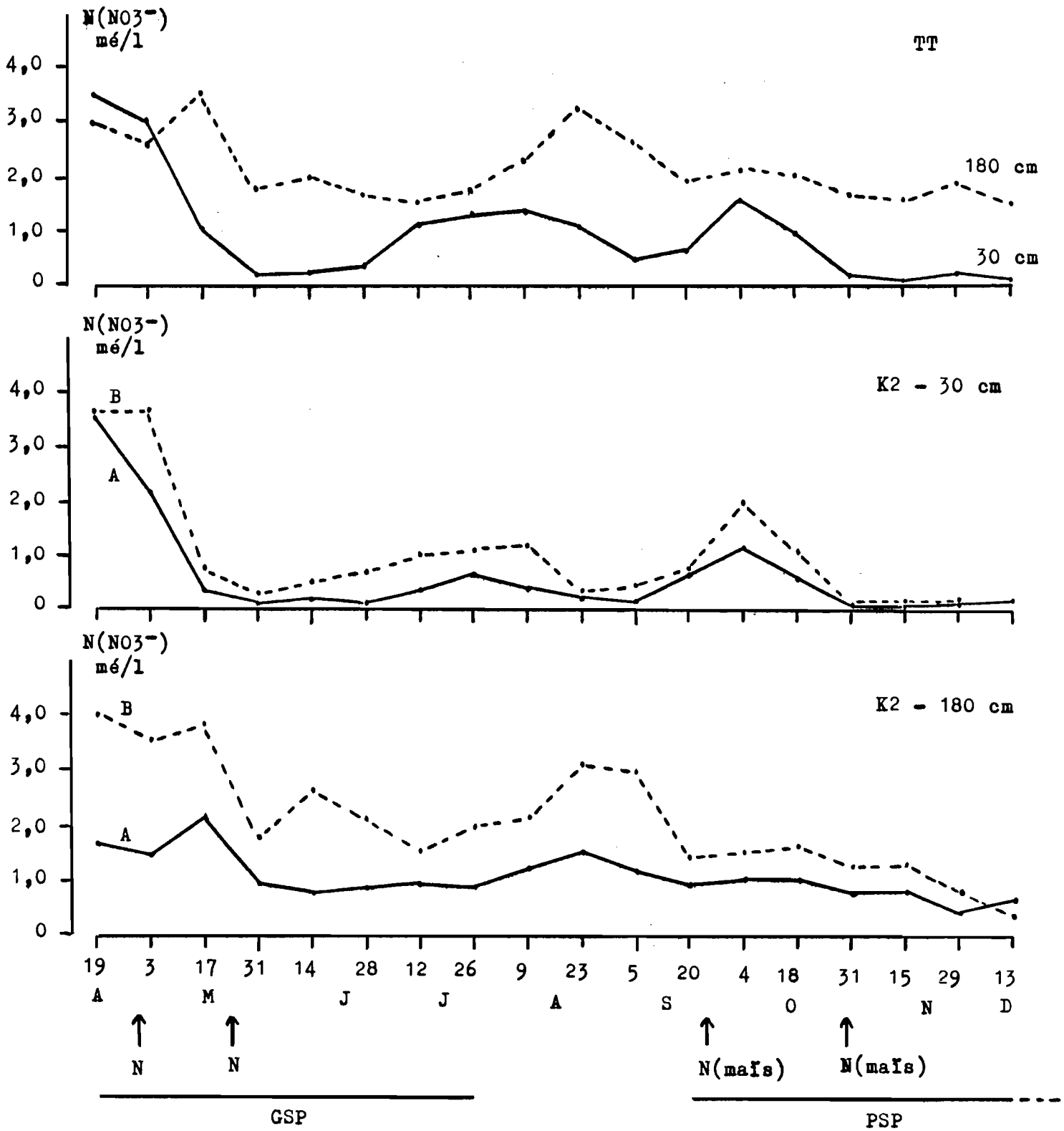
- R. POSS et A. FORGET (pédologue et assistant au centre ORSTOM de Lomé)
- J. LARVY-DELARIVIERE (responsable du laboratoire d'analyses du Centre ORSTOM de Lomé)
- A. ISSIFOU (responsable de la station IRAT de Davié).

BIBLIOGRAPHIE

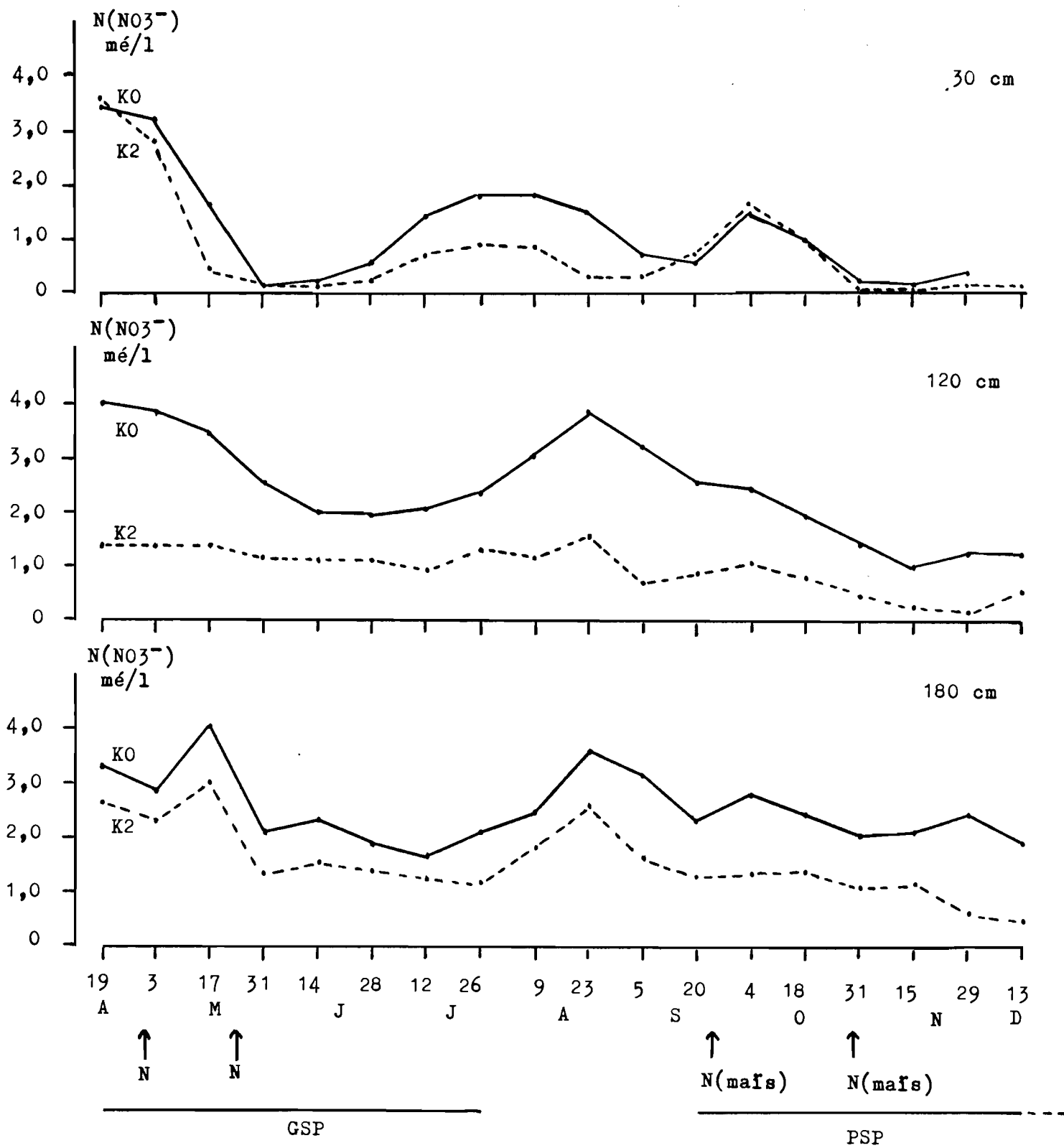
- PIERI (C.), 1979 - Etude de la composition de la solution d'un sol sableux cultivé au Sénégal à l'aide de capteurs en céramique poreuse. L'Agron. Trop., 34 (1) : 2 - 23.
- POSS (R.), FORGET (A.), SARAGONI (H.), 1984 - Quelques propriétés physiques et hydrodynamiques des terres de Barre - Etude des sols de la station agronomique de Davié - ORSTOM/Lomé, février 1984, 32 p.
- POSS (R.), SARAGONI (H.), FORGET (A.), 1985 - Etude des conductivités hydrauliques dans les terres de Barre - ORSTOM/Lomé, novembre 1985, 35 P.
- POSS (R.), 1986 - Documents manuscrits, en cours de publication, sur le drainage, la dynamique de l'eau... dans les terres de Barre (station IRAT de Davié).
- SARAGONI (H.), 1985 - Etude de la composition de la solution du sol des terres de Barre à l'aide de capteurs en céramique poreuse - DRA/TOGO - Fertilisation - DAV/1/1984 - 16 p.
- SARAGONI (H.), 1985 - Croissance et développement d'une culture de maïs 1ère année DRA/Togo - Physiologie - 1/1984 - 19 p.
- SARAGONI (H.), 1986 - Croissance et développement d'une culture de maïs 2ème année - DRA/Togo - Agrophysiologie - DAV/ATI/1/1985 - 28 p + an.



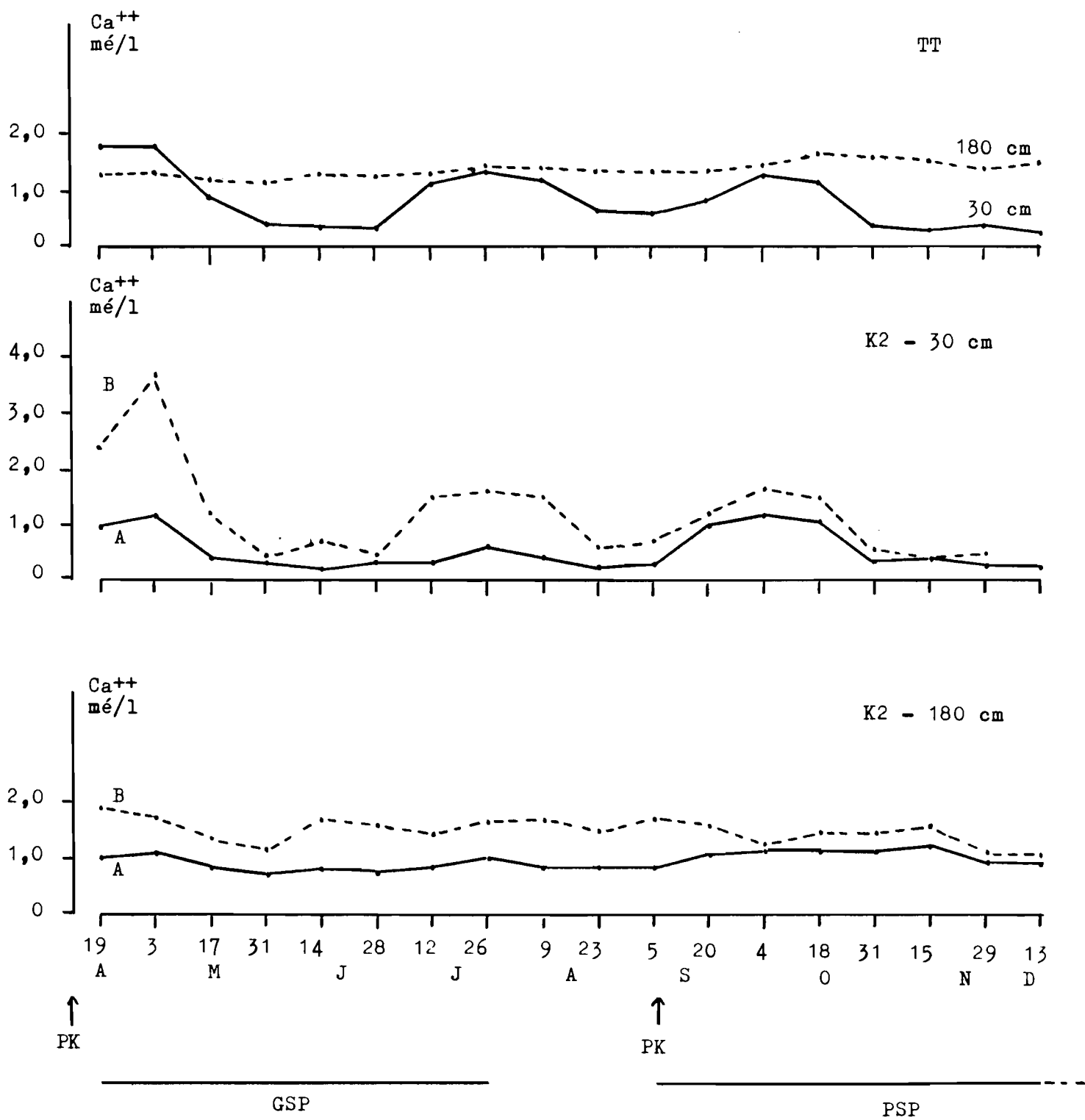
Graphique 1 - Variation du pH de la solution du sol prélevée à deux niveaux (30 et 180 cm) au cours de deux cycles de culture (GSP et PSP) et de la petite saison sèche (moyennes tous traitements, Davié, 1985)



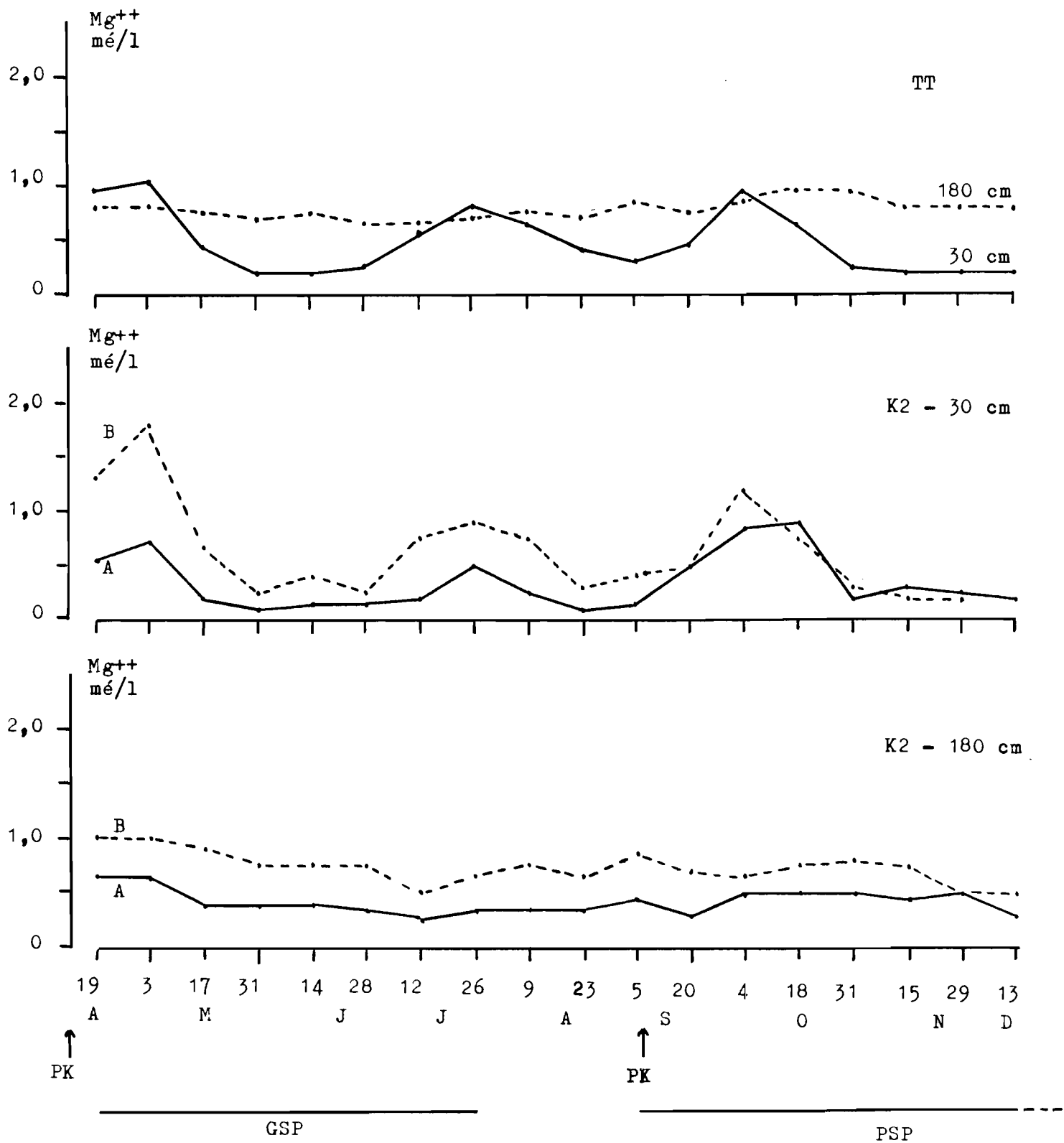
Graphique 2 - Variation des teneurs en $N(NO_3^-)$ de la solution du sol prélevée à deux niveaux (30 et 180 cm) au cours de deux cycles de culture (GSP et PSP) et de la petite saison sèche (moyennes tous traitements - TT - et K2/A - B, Davié, 1985)



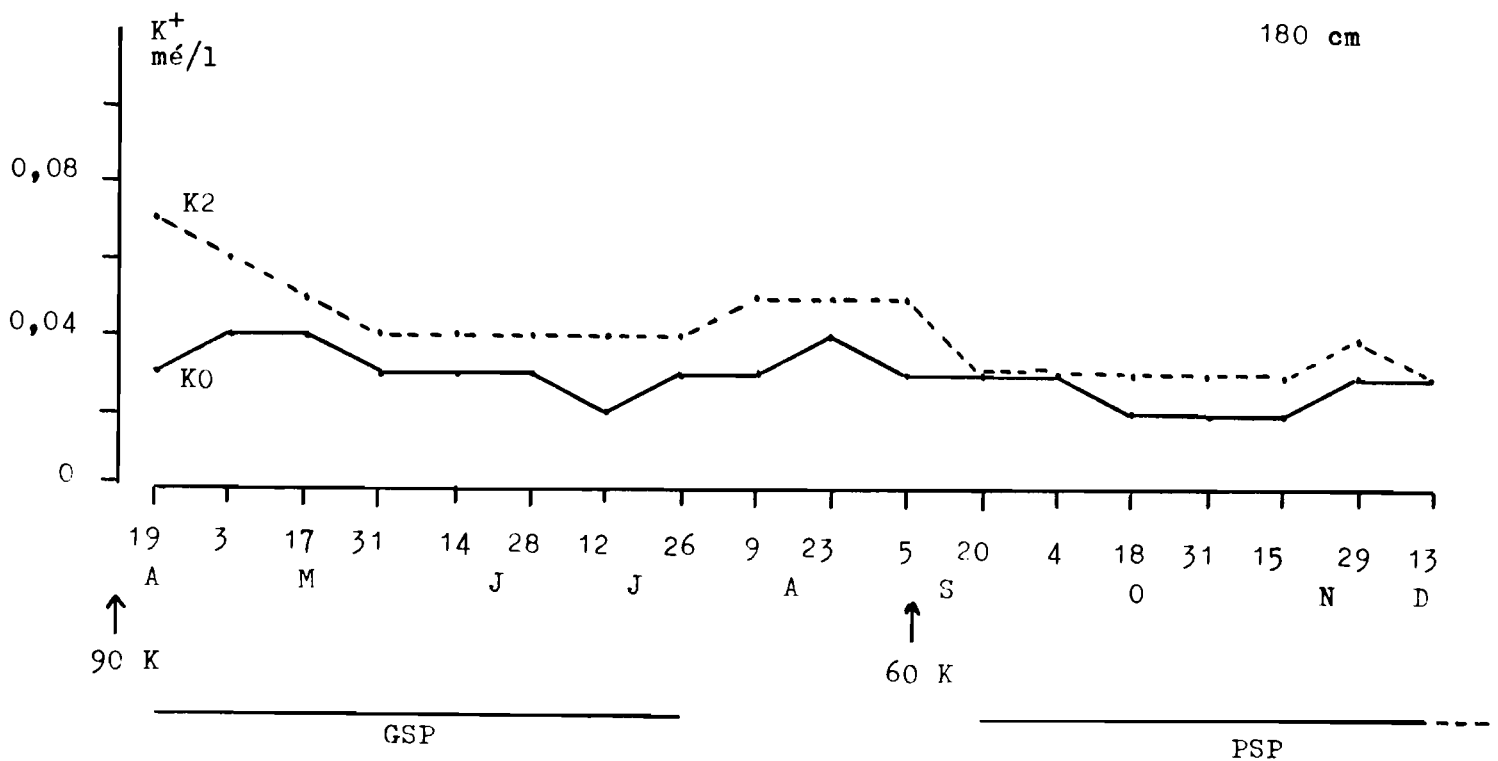
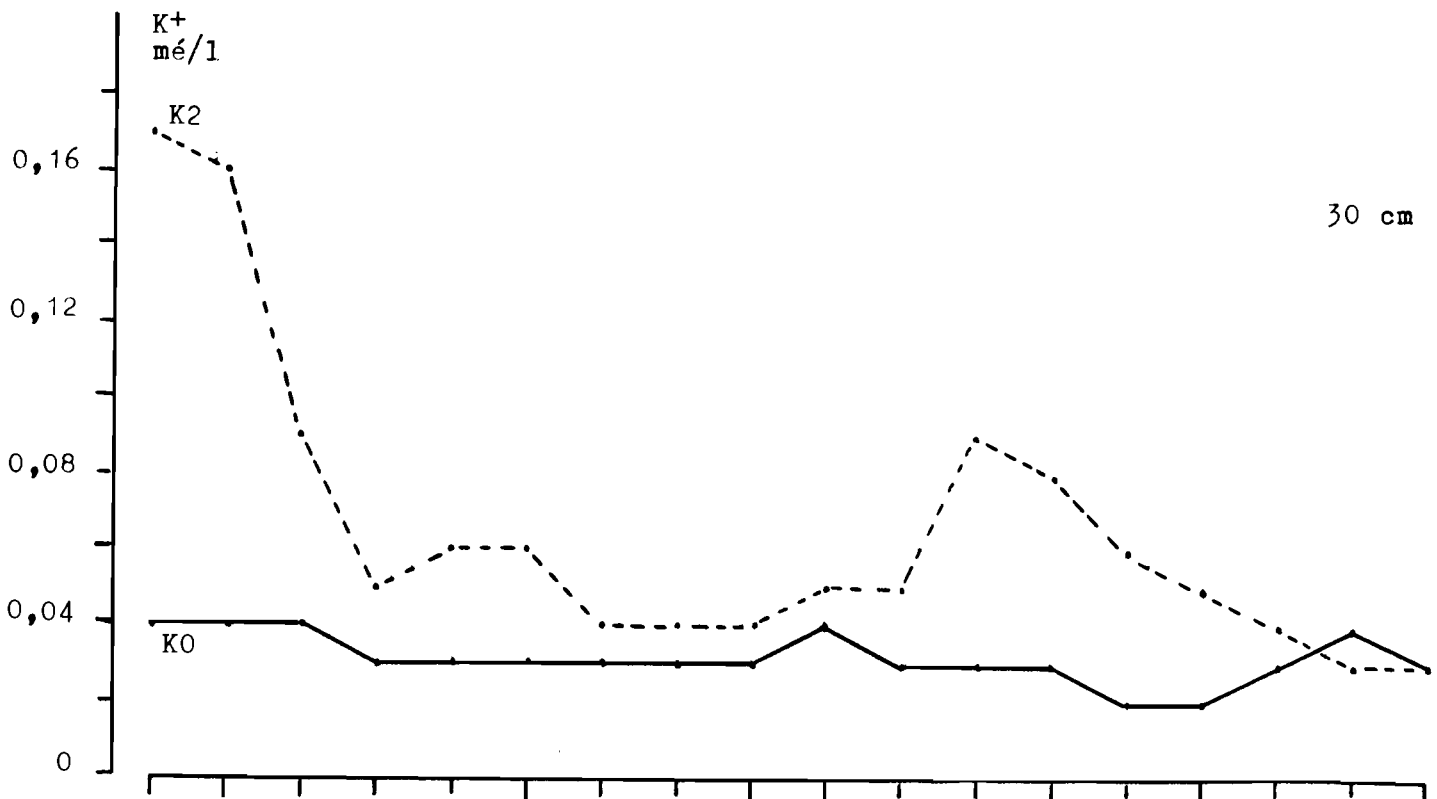
Graphique 3 - Variation des teneurs en $N(NO_3^-)$ de la solution de sol prélevée à trois niveaux (30, 120 et 180 cm) au cours de deux cycles de culture (GSP et PSP) et de la petite saison sèche (traitements K0 et K2, Davié, 1985)



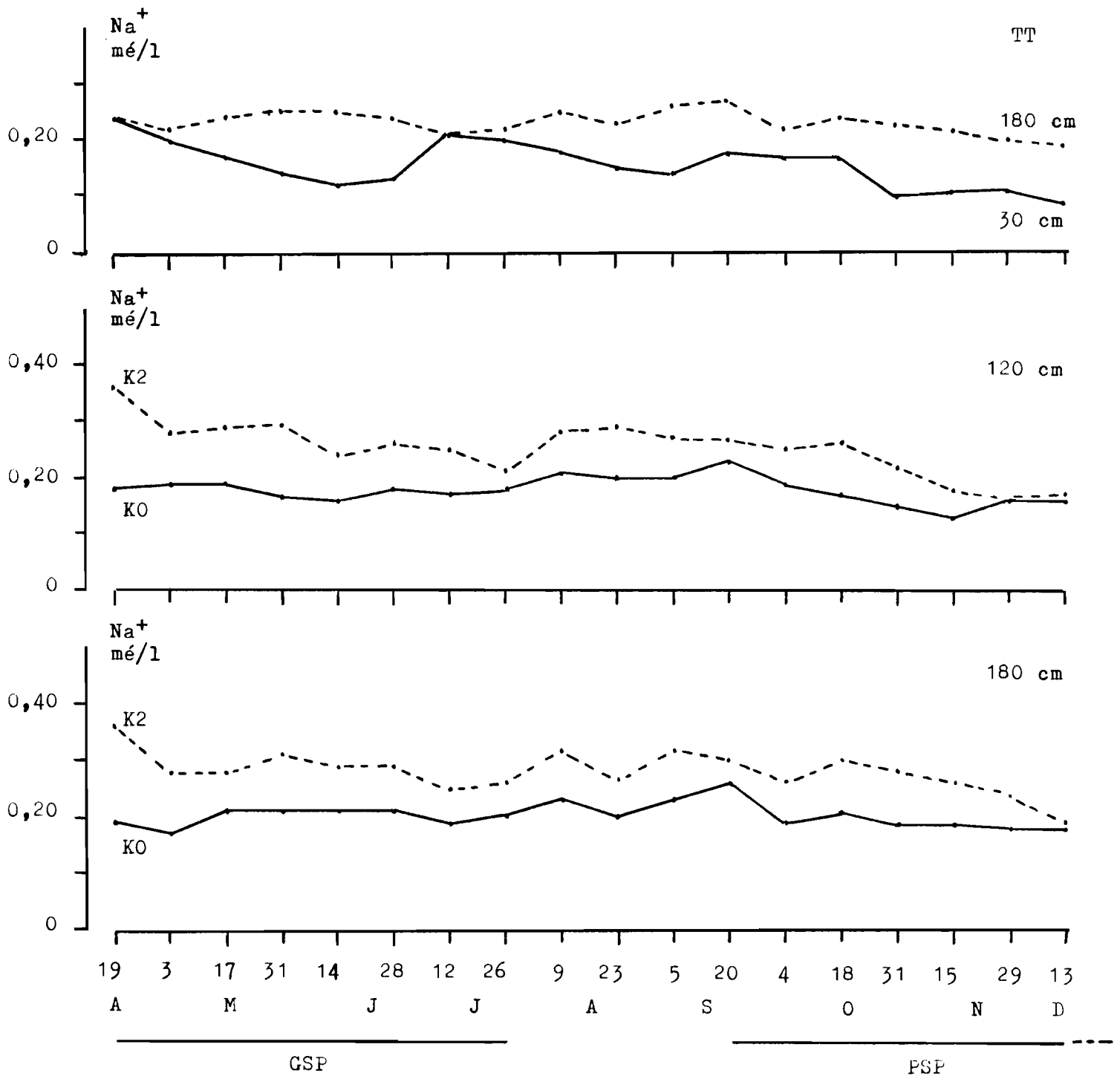
Graphique 4 - Variation des teneurs en Ca⁺⁺ de la solution du sol prélevée à deux niveaux (30 et 180 cm) au cours de deux cycles de culture (GSP et PSP) et de la petite saison sèche (moyennes tous traitements - TT - et K2/A-B, Davié, 1985)



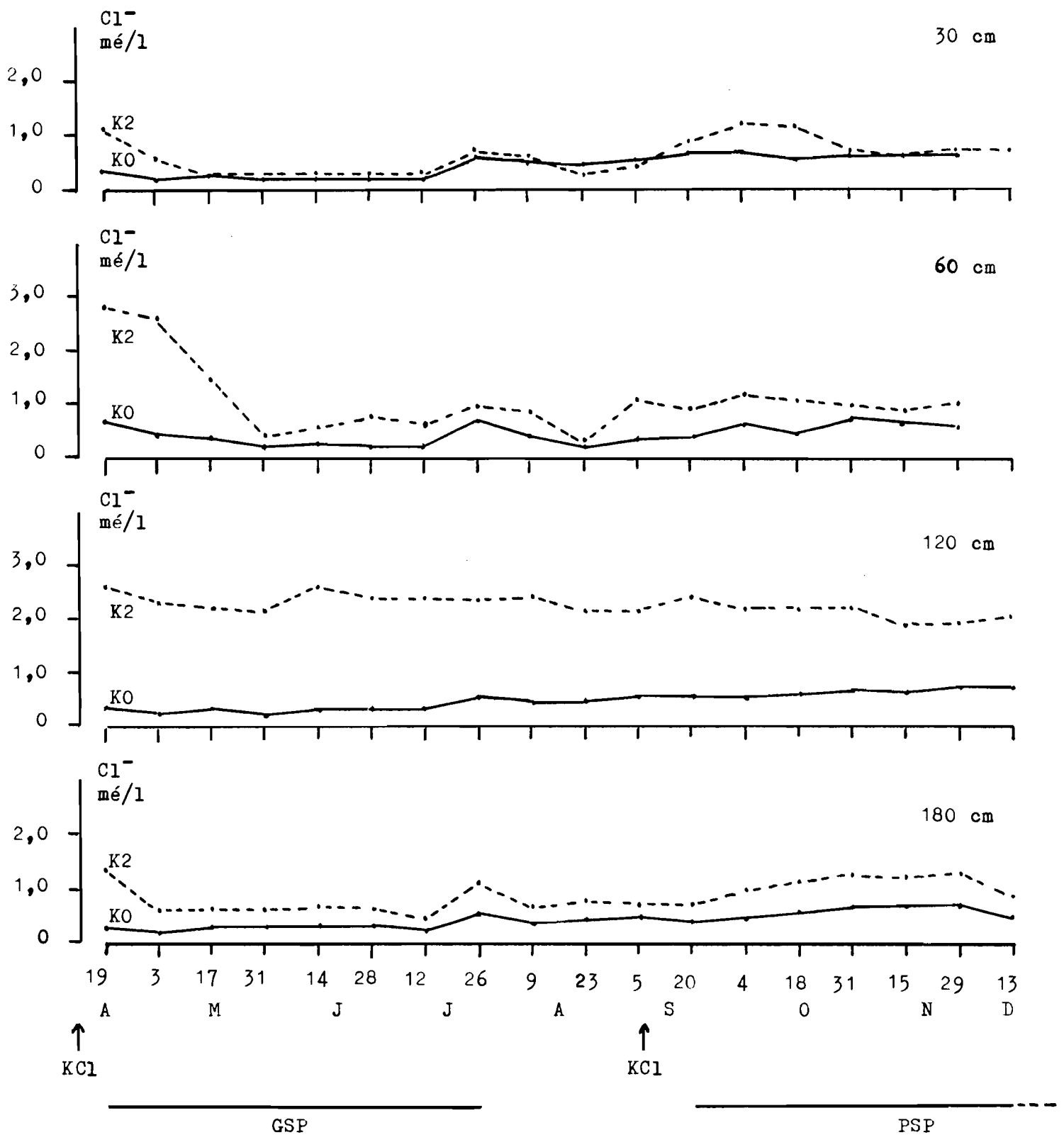
Graphique 5 - Variation des teneurs en Mg^{++} de la solution du sol prélevée à deux niveaux (30 et 180 cm) au cours de deux cycles de culture (GSP et PSP) et de la petite saison sèche (moyennes tous traitements - TT - et K2/A - B, Davié, 1985)



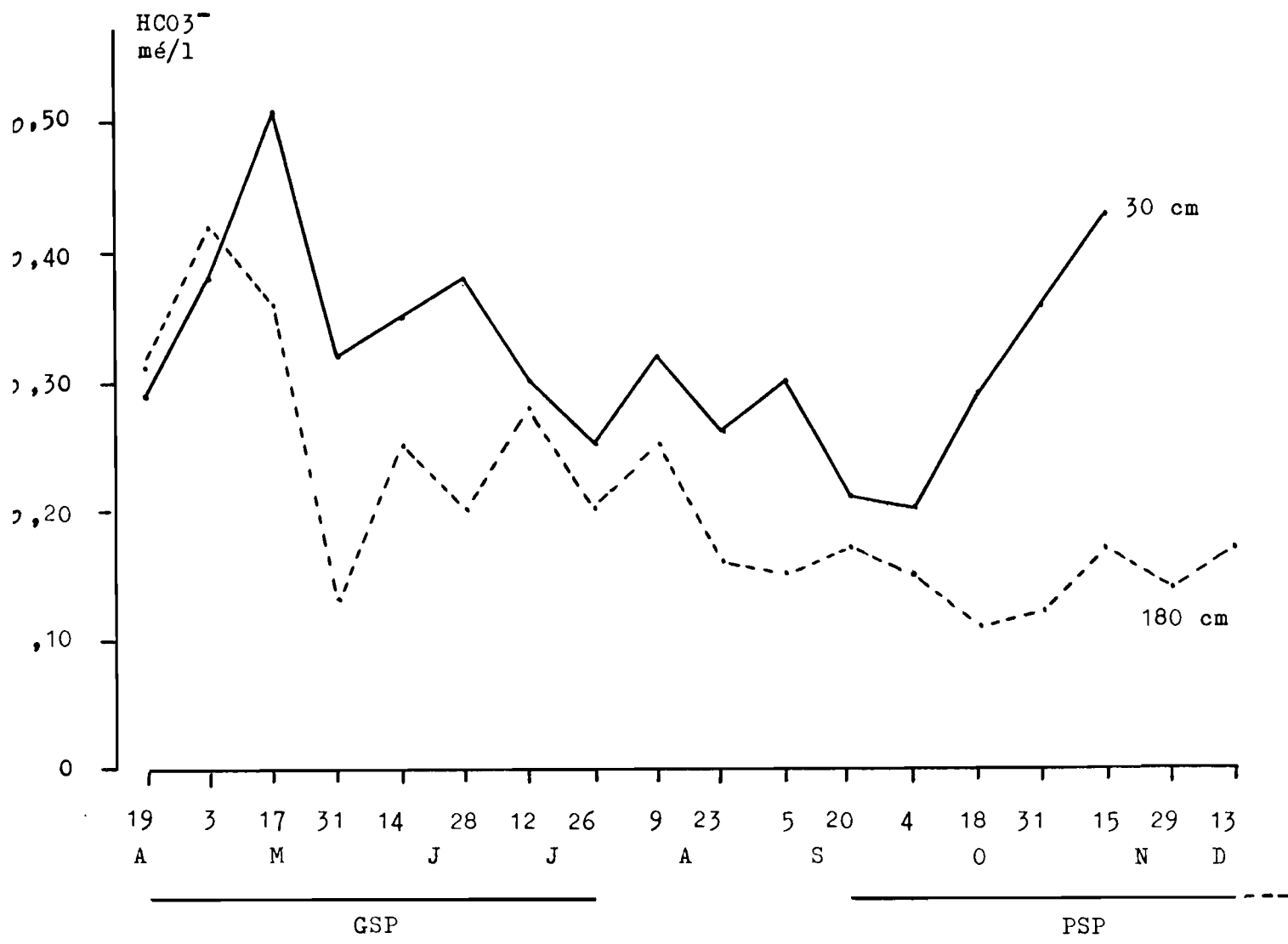
Graphique 6 - Variation des teneurs en K^+ de la solution du sol prélevée à deux niveaux (30 et 180 cm) au cours de deux cycles de culture (GSP et-PSP) et de la petite saison sèche (traitements K0 et K2, Davié, 1985)



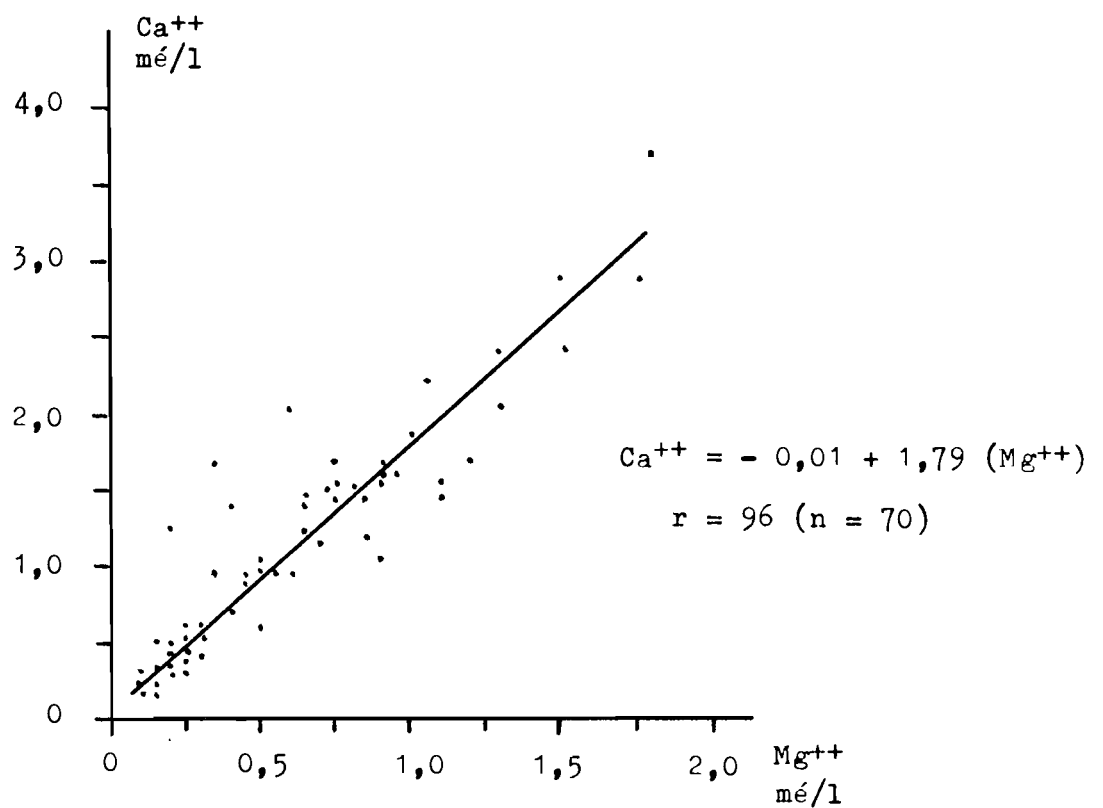
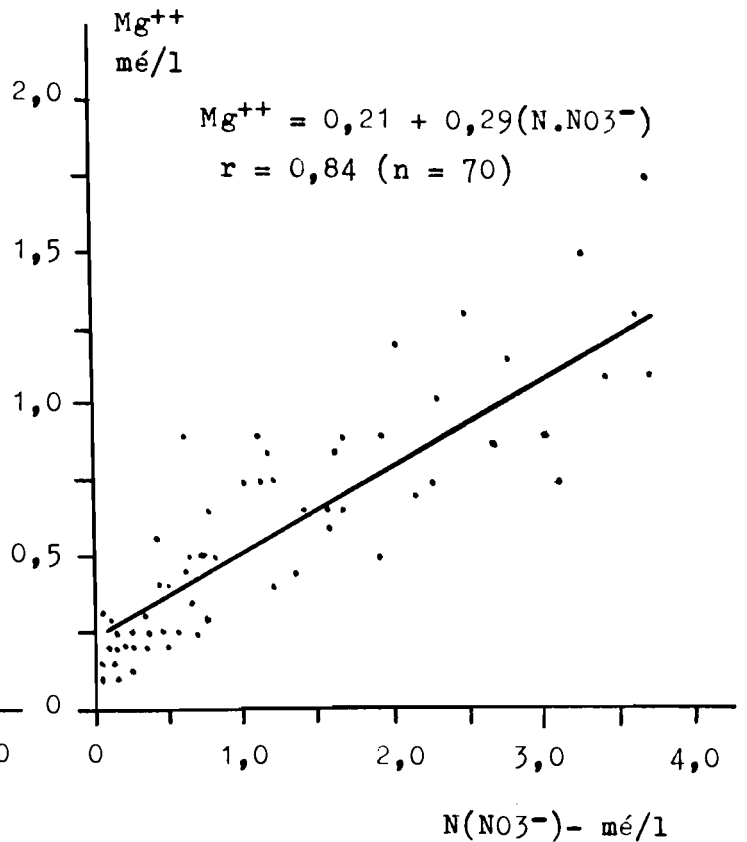
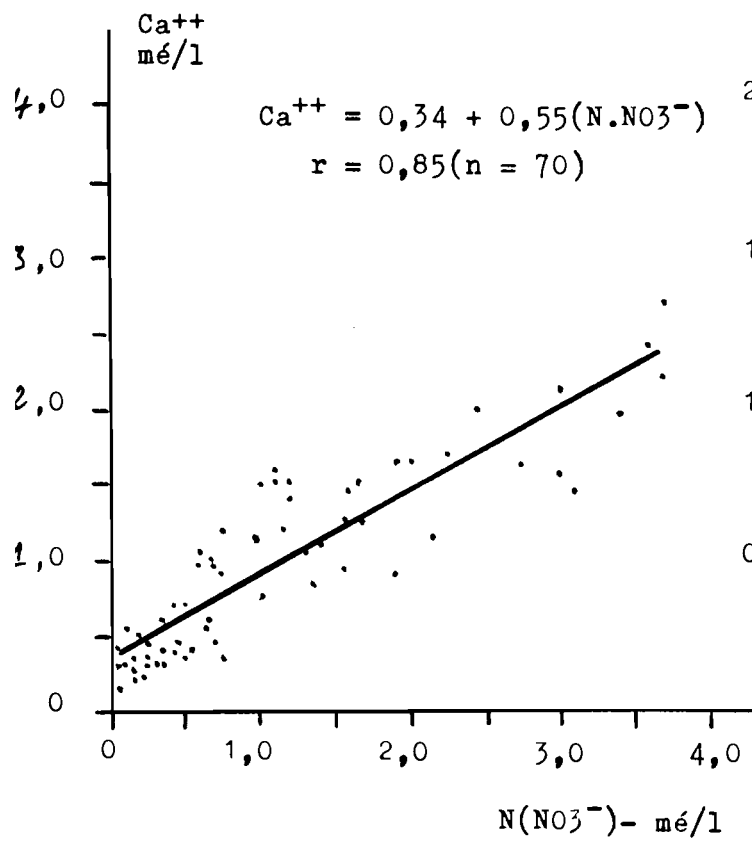
Graphique 7 - Variation des teneurs en Na⁺ de la solution du sol prélevée à trois niveaux (30, 120 et 180 cm) au cours de deux cycles de culture (GSP et PSP) et de la petite saison sèche (moyennes tous traitements - TT - et KO - K2, Davié, 1985)



Graphique 8 - Variation des teneurs en Cl^- de la solution du sol prélevée à quatre niveaux (30, 60, 120 et 180 cm) au cours de deux cycles de culture (GSP et PSP) et de la petite saison sèche (traitements K0 et K2, Davié, 1985)



Graphique 9 - Variation des teneurs en HCO₃⁻ de la solution du sol prélevée à deux niveaux (30 et 180 cm) au cours de deux cycles de culture (GSP et PSP) et de la petite saison sèche (moyennes tous traitements, Davié, 1985)



Graphique 10 - Relations entre les teneurs en calcium, magnésium et nitrates de la solution du sol (tous traitements, 30 cm, Lavié, 1985)

INDEX

Annexe 1 - Caractéristiques moyennes du sol à l'emplacement des capteurs (Davié, avril 1984)

		30 cm				60 cm				120 cm			
		K0		K2		K0		K2		K0		K2	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Argile	%	16,2	13,3	20,9	17,6	27,2	22,7	31,6	31,1	41,1	44,9	44,5	43,2
Limons fins	%	2,9	3,1	2,9	3,3	3,7	3,6	3,2	3,4	3,4	2,9	2,8	2,1
Limons grossiers	%	4,2	4,4	4,7	5,0	3,9	4,3	3,9	3,9	3,2	3,2	3,4	3,1
Sables fins	%	23,4	25,7	24,5	27,5	20,2	23,6	19,0	19,9	15,6	14,8	16,1	14,8
Sables grossiers	%	53,2	53,0	46,3	45,6	45,8	45,9	43,1	42,3	36,0	34,1	33,5	35,2
Ca éch.	mé/100g	1,81	1,81	2,08	2,28	1,97	1,89	1,45	1,78	1,63	1,73	1,69	1,95
Mg éch.	mé/100g	0,70	0,61	0,99	0,67	1,23	0,86	1,34	1,00	1,31	1,18	1,20	1,39
K éch.	mé/100g	0,10	0,08	0,08	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06	0,08
Na éch.	mé/100g	0,06	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05
Sommes bases éch.	mé/100g	2,67	2,54	3,19	3,06	3,30	2,84	2,89	2,88	3,04	3,00	2,99	3,47
CEC	mé/100g	2,73	1,94	2,27	2,89	2,53	3,11	2,57	2,44	3,58	3,45	3,49	3,62
Taux saturation	%	96	131	141	106	130	91	112	118	85	87	86	96
pH eau		6,0	5,9	6,8	6,1	6,2	6,0	5,6	5,4	5,8	5,3	5,4	5,5
pH KCl		4,9	4,9	5,5	5,0	4,9	4,8	4,7	4,2	4,4	4,3	4,2	4,3

Annexe 2 - Pluviométrie journalière (Davié, mars - juillet 1985)

Mois	1985			Moyenne mensuelle 50 ans (mm)
	Jour	Pluie (mm)	Total mois (mm)	
Mars	15	5,1	86,4	100
	24	34,0		
	25	47,3		
Avril	3	47,0	168,0	120
	5	45,8		
	9	33,0		
	19	1,6		
	27	14,1		
	30	26,5		
Mai	1	27,9	124,4	145
	6	0,7		
	12	25,5		
	17	17,0		
	20	10,3		
	21	2,9		
	24	22,2		
	27	12,5		
	28	3,5		
31	1,9			
Juin	1	22,3	75,7	185
	3	7,0		
	6	4,6		
	12	16,6		
	15	12,8		
	19	1,5		
	28	10,9		
Juillet	2	2,7	101,6	85
	3	3,8		
	4	0,8		
	7	8,5		
	10	33,3		
	13	4,2		
	15	3,8		
	19	7,0		
	20	30,0		
31	7,5			

Annexe 3 - Pluviométrie journalière (Davié, août - décembre 1985)

Mois	1985			Moyenne mensuelle 50 ans (mm)
	Jour	Pluie (mm)	Total mois (mm)	
Août	2	4,0	94,4	45
	5	0,5		
	6	17,5		
	7	4,0		
	15	3,0		
	16	15,0		
	17	21,0		
	18	8,0		
	19	2,4		
	31	19,0		
Septembre	1	5,4	208,1	105
	2	0,9		
	5	55,0		
	6	0,8		
	8	15,9		
	9	1,7		
	13	8,0		
	14	2,5		
	18	10,0		
	20	42,9		
	29	65,0		
Octobre	1	0,9	153,8	130
	3	15,0		
	5	2,2		
	12	20,1		
	14	22,3		
	16	53,5		
	19	0,9		
	22	7,0		
	25	8,2		
	26	7,2		
	27	6,5		
28	10,0			
Novembre	3	24,0	54,9	65
	5	1,8		
	6	4,5		
	7	13,0		
	9	3,2		
	13	5,5		
17	2,9			
Décembre	-	0,0	0,0	25

Annexe 4 - Coefficients de variation moyens des teneurs de la solution du sol (% , Davić, 1985)

Elément	Profond. (cm)	K0			K2			Moy.
		A	B	moy.	A	B	moy.	
pH	30	2,5	3,3	3,3	2,1	2,8	2,6	3,2
	60	2,9	3,2	3,6	2,7	3,3	3,3	3,8
	120	2,7	4,0	3,7	3,0	4,7	4,2	3,7
	180	3,1	4,0	4,0	3,6	3,3	4,3	4,5
K ⁺	30	29,3	24,2	31,7	48,8	41,1	42,6	54,7
	60	21,7	20,8	26,5	20,7	26,6	28,0	34,4
	120	23,4	20,1	26,5	22,6	19,4	23,0	34,0
	180	15,4	22,4	21,9	10,5	14,5	18,2	28,4
Ca ⁺⁺	30	32,4	25,2	36,1	23,1	31,2	46,6	45,4
	60	42,8	20,5	37,1	33,4	32,3	45,9	43,6
	120	31,3	40,7	36,1	31,3	26,5	34,9	37,2
	180	13,4	15,1	16,5	28,4	14,2	32,7	26,4
Mg ⁺⁺	30	22,7	23,9	30,0	22,8	26,6	38,7	37,5
	60	26,6	20,4	38,1	25,2	34,4	35,7	41,0
	120	36,3	30,6	36,1	21,1	30,2	32,7	38,7
	180	25,1	21,3	24,5	14,1	19,5	20,4	36,1
Na ⁺	30	17,1	16,2	20,9	15,3	14,6	25,5	28,0
	60	21,0	17,8	22,8	15,7	21,1	19,8	25,2
	120	20,7	14,4	22,7	16,2	15,6	18,8	27,0
	180	8,1	20,2	17,7	8,3	14,0	14,6	23,8
N(NO ₃ ⁻)	30	34,9	24,5	36,0	23,5	52,0	50,8	56,0
	60	36,2	27,5	36,2	27,9	43,9	46,3	55,6
	120	30,6	38,2	33,4	43,8	33,8	51,9	59,3
	180	11,9	18,3	18,2	19,1	23,9	40,0	34,0
Cl ⁻	30	19,5	21,3	24,0	26,5	21,2	32,6	38,9
	60	23,1	23,8	27,1	29,6	22,5	30,7	54,6
	120	13,6	16,9	20,4	21,3	32,1	27,0	80,7
	180	23,7	18,5	30,7	19,3	13,9	19,3	48,3
HCO ₃ ⁻	30	29,1	24,3	23,9	21,4	18,4	25,1	37,8
	60	26,3	24,8	29,9	24,2	25,4	29,4	33,4
	120	22,4	24,3	28,7	25,7	29,2	27,9	30,9
	180	22,3	27,7	32,2	22,4	31,4	36,1	34,7

Annexe 5 - pH de la solution du sol
(Davié, 1985, 30 et 60 cm)

Prof. (cm)	Sais.	N° prél.	Date	K0			K2			Moy.
				A	B	moy.	A	B	moy.	
30	GSP	1	19.4	6,65	6,50	6,55	6,62	6,45	6,51	6,53
		2	3.5	6,65	6,61	6,62	6,72	6,58	6,65	6,63
		3	17.5	6,72	7,04	6,93	7,15	6,87	7,04	7,00
		4	31.5	7,00	7,04	7,02	6,90	7,24	7,16	7,07
		5	14.6	7,00	6,95	6,96	6,99	6,82	6,90	6,93
		6	28.6	6,90	6,56	6,65	6,96	6,99	6,97	6,78
		7	12.7	6,63	6,73	6,71	6,84	6,88	6,86	6,79
		8	26.7	6,66	6,67	6,66	6,80	6,88	6,86	6,78
	PSS	9	9.8	6,55	6,95	6,81	6,97	7,13	7,06	6,94
		10	23.8	6,45	6,82	6,70	6,97	6,98	6,98	6,85
		11	5.9	6,50	6,76	6,67	6,75	6,72	6,74	6,71
	PSP	12	20.9	7,09	7,11	7,10	7,05	7,02	7,03	7,07
		13	4.10	6,50	6,83	6,72	6,50	6,53	6,51	6,61
		14	18.10	6,70	6,76	6,73	6,65	6,90	6,81	6,77
		15	31.10	6,78	6,87	6,83	6,88	7,04	6,99	6,90
		16	15.11	6,50	6,40	6,42	6,55	6,51	6,53	6,48
		17	29.11	6,40	6,58	6,45	6,47	6,40	6,46	6,45
		18	13.12	6,60	-	6,60	6,37	-	6,37	6,43
		19	27.12	-	-	-	6,50	-	6,50	6,50
60	GSP	1	19.4	6,49	6,01	6,33	6,63	6,31	6,52	6,42
		2	3.5	6,54	6,38	6,46	6,64	6,35	6,47	6,46
		3	17.5	6,65	6,49	6,57	6,91	6,29	6,54	6,55
		4	31.5	6,67	6,67	6,67	6,73	6,81	6,76	6,71
		5	14.6	6,77	6,86	6,82	6,93	6,93	6,93	6,87
		6	28.6	6,85	6,74	6,78	6,68	-	6,68	6,75
		7	12.7	6,65	6,55	6,59	6,72	-	6,72	6,64
		8	26.7	6,65	6,40	6,54	6,53	6,64	6,57	6,55
	PSS	9	9.8	6,74	6,56	6,66	6,88	6,67	6,79	6,72
		10	23.8	6,58	6,27	6,44	6,67	6,49	6,57	6,50
		11	5.9	6,66	6,44	6,53	6,55	6,38	6,47	6,50
	PSP	12	20.9	6,87	6,88	6,88	7,05	6,95	6,99	6,94
		13	4.10	6,50	6,39	6,45	6,25	6,31	6,28	6,36
		14	18.10	6,86	6,45	6,68	6,65	6,64	6,64	6,66
		15	31.10	6,82	6,62	6,72	6,83	7,13	6,98	6,85
		16	15.11	6,30	6,15	6,19	6,51	6,35	6,44	6,35
		17	29.11	6,28	6,26	6,27	6,36	6,38	6,37	6,31
		18	13.12	6,30	-	6,30	6,30	-	6,30	6,30
		19	27.12	6,08	6,50	6,29	6,90	-	6,90	6,41

* calcul

Annexe 6 - pH de la solution du sol
(Davié, 1985, 120 et 180 cm)

Prof. (cm)	Sais.	N° prél.	Date	K0			K2			Moy.
				A	B	moy.	A	B	moy.	
120	GSP	1	19.4	6,72	6,84	6,76	6,90	6,77	6,85	6,81
		2	3.5	6,39	6,50	6,45	6,58	6,25	6,42	6,43
		3	17.5	6,44	6,44	6,44	6,47	6,20	6,35	6,39
		4	31.5	6,42	6,48	6,44	6,56	6,48	6,53	6,49
		5	14.6	6,46	6,68	6,56	6,76	6,83	6,78	6,66
		6	28.6	6,43	5,85	6,28	6,20	-	6,20	6,25
		7	12.7	6,52	6,35	6,48	6,75	-	6,75	6,57
		8	26.7	6,08	6,36	6,20	6,48	6,65	6,51	6,33
	PSS	9	9.8	6,38	6,45	6,41	6,30	5,98	6,19	6,31
		10	23.8	6,14	6,17	6,15	6,21	6,20	6,20	6,18
		11	5.9	6,26	6,19	6,23	6,09	6,09	6,09	6,16
	PSP	12	20.9	6,67	6,69	6,68	6,54	6,57	6,56	6,62
		13	4.10	5,94	6,10	5,99	5,91	5,60	5,77	5,88
		14	18.10	6,15	6,47	6,29	6,36	6,47	6,42	6,35
		15	31.10	6,12	6,13	6,13	6,20	6,17	6,19	6,16
		16	15.11	6,15	6,28	6,20	6,14	6,30	6,22	6,21
		17	29.11	6,12	6,23	6,17	6,43	6,18	6,37	6,24
		18	13.12	5,95	6,25	6,07	6,10	-	6,10	6,06
		19	27.12	6,43	6,15	6,32	6,57	6,30	6,50	6,40
180	GSP	1	19.4	6,53	6,64	6,59	6,90	6,57	6,77	6,67
		2	3.5	6,55	6,55	6,55	6,51	6,31	6,43	6,50
		3	17.5	6,50	6,49	6,49	6,32	6,36	6,34	6,42
		4	31.5	6,39	6,58	6,48	6,70	6,50	6,60	6,54
		5	14.6	6,49	6,56	6,53	6,73	6,50	6,61	6,56
		6	28.6	6,18	6,44	6,31	6,46	6,08	6,31	6,31
		7	12.7	6,40	6,30	6,35	6,54	6,37	6,45	6,38
		8	26.7	6,15	6,44	6,27	6,50	6,54	6,51	6,37
	PSS	9	9.8	6,31	6,39	6,35	6,68	6,08	6,44	6,38
		10	23.8	6,25	6,14	6,19	6,67	6,22	6,49	6,31
		11	5.9	6,01	6,10	6,05	6,34	5,96	6,19	6,10
	PSP	12	20.9	6,50	6,60	6,55	6,54	6,46	6,49	6,53
		13	4.10	6,05	6,23	6,14	6,16	5,91	6,03	6,09
		14	18.10	6,09	6,43	6,26	6,15	6,23	6,19	6,23
		15	31.10	6,22	6,18	6,20	5,75	5,93	5,86	6,07
		16	15.11	5,67	6,01	5,86	5,66	5,67	5,66	5,78
		17	29.11	5,63	5,80	5,71	5,94	5,72	5,81	5,75
		18	13.12	5,83	5,71	5,77	6,43	6,00	6,21	5,92
		19	27.12	6,43	6,78	6,60	7,08	7,40	7,18	6,76

Annexe 7.- Teneurs en azote N(NO₃⁻) de la solution du sol
(Davié, 1985, 30 et 60 cm, mé/l)

Prof. (cm)	Sais.	N° prél.	Date	K0			K2			Moy.
				A	B	moy.	A	B	moy.	
30	GSP	1	19.4	3,10	3,68	3,43	3,54	3,59	3,57	3,49
		2	3.5	3,00	3,38	3,22	2,17	3,70	2,78	3,04
		3	17.5	1,90	1,36	1,63	0,33	0,74	0,44	1,03
		4	31.5	0,25	0,11	0,17	0,07	0,24	0,20	0,18
		5	14.6	0,17	0,23	0,21	0,15	0,48*	0,32	0,24
		6	28.6	0,49	0,56	0,53	0,10	0,68	0,25	0,42
		7	12.7	1,21	1,65	1,47	0,34	1,02	0,68	1,12
		8	26.7	1,67	1,91	1,79	0,66	1,11	0,92	1,32
	PSS	9	9.8	2,44	1,55	1,78	0,39	1,18	0,86	1,36
		10	23.8	2,27	0,74	1,51	0,20*	0,36	0,30	1,12
		11	5.9	1,57	0,16	0,73	0,15	0,44	0,32	0,52
	PSP	12	20.9	0,59	0,63	0,62	0,65	0,74	0,71	0,66
		13	4.10	1,60	1,42	1,49	1,15	2,02	1,65	1,58
		14	18.10	0,70	1,30	0,99	0,60	1,08	0,99	0,99
		15	31.10	0,25	0,25	0,25	0,10	0,11	0,11	0,18
		16	15.11	0,04	0,15	0,13	0,05	0,08	0,07	0,09
		17	29.11	0,37	0,43	0,40	0,11	0,20	0,14	0,24
		18	13.12	-	-	-	0,15	-	0,15	0,15
	19	27.12	-	-	-	0,15	-	0,15	0,15	
60	GSP	1	19.4	5,27	5,43	5,33	3,38	6,91	4,56	4,94
		2	3.5	3,47	4,99	4,23	3,72	3,67	3,69	3,98
		3	17.5	2,17	5,19	3,68	0,81	3,47	2,40	3,10
		4	31.5	0,96	0,81	0,88	0,05	0,65	0,35	0,67
		5	14.6	0,74	0,45	0,57	0,14	0,39	0,20	0,40
		6	28.6	0,71	0,40	0,52	0,09	0,35*	0,15	0,40
		7	12.7	0,87	0,85	0,86	0,08	0,11	0,09	0,53
		8	26.7	1,61	1,78	1,68	0,25	0,57	0,36	1,07
	PSS	9	9.8	2,16	1,88	2,04	0,52	0,80	0,64	1,34
		10	23.8	1,36	1,25	1,28	0,98	0,72	0,79	1,00
		11	5.9	0,66	0,78	0,74	0,58	0,58	0,58	0,66
	PSP	12	20.9	0,58	0,62	0,61	0,32	0,57	0,47	0,52
		13	4.10	1,32	0,93	1,09	0,53	1,31	1,00	1,04
		14	18.10	0,91	1,18	1,04	0,48	1,13	0,91	0,98
		15	31.10	0,48	0,76	0,62	0,20	0,54	0,46	0,55
		16	15.11	0,34	0,42	0,40	0,10	0,14	0,13	0,27
		17	29.11	0,24	0,22	0,23	0,11	0,15	0,12	0,18
		18	13.12	0,27	-	0,27	-	-	-	-
	19	27.12	0,60	0,20	0,40	-	-	-	-	0,40

* calcul

Annexe 8.- Teneurs en azote N'(NO₃⁻) de la solution du sol
(Davié, 1985, 120 et 180 cm, mé/l)

Prof. (cm)	Sais.	N° prél.	Date	K0			K2			Moy.
				A	B	moy.	A	B	moy.	
120	GSP	1	19.4	3,82	4,32	4,02	0,91	2,23	1,35	2,56
		2	3.5	3,88	3,82	3,85	0,69	2,01	1,35	2,85
		3	17.5	2,76	4,46	3,44	0,88	2,51	1,42	2,34
		4	31.5	2,68	2,34	2,57	0,58	1,97	1,17	1,82
		5	14.6	2,39	1,51	2,01	0,73	2,26	1,11	1,69
		6	28.6	1,94	-	1,94	0,62	2,00*	1,10	1,28
		7	12.7	1,44	2,68	2,06	0,40	1,40*	0,90	1,51
		8	26.7	2,59	2,08	2,37	0,63	2,00*	1,30	1,98
	PSS	9	9.8	3,23	2,79	3,04	0,60	1,97	1,15	2,25
		10	23.8	4,10	3,49	3,84	1,03	2,08	1,55	3,01
		11	5.9	3,24	3,10	3,21	0,53	1,48	0,72	1,97
	PSP	12	20.9	2,51	2,65	2,57	0,68	1,13	0,83	1,92
		13	4.10	2,88	2,06	2,47	0,60	1,24	1,03	1,99
		14	18.10	2,54	1,75	1,95	0,46	1,14	0,80	1,38
		15	31.10	1,49	1,32	1,41	0,36	0,57	0,47	0,98
		16	15.11	0,83	1,25	1,00	0,16	0,32	0,24	0,66
		17	29.11	1,35	1,13	1,25	0,11	0,19	0,15	1,01
		18	13.12	1,30	1,15	1,25	0,55	-	0,55	1,07
		19	27.12	1,22	1,06	1,18	0,45	-	0,45	1,03
180	GSP	1	19.4	2,94	3,57	3,30	1,63	4,01	2,58	3,00
		2	3.5	2,75	2,93	2,84	1,44	3,56	2,29	2,59
		3	17.5	3,51	4,35	4,07	2,14	3,85	3,00	3,53
		4	31.5	1,80	2,41	2,10	0,94	1,79	1,36	1,78
		5	14.6	2,14	2,46	2,30	0,82	2,65	1,55	2,01
		6	28.6	1,80	2,01	1,90	0,88	2,17	1,40	1,71
		7	12.7	1,56	1,75	1,65	0,94	1,55	1,25	1,57
		8	26.7	2,13	2,11	2,12	0,92	1,98	1,18	1,75
	PSS	9	9.8	2,31	2,60	2,46	1,24	2,15	1,85	2,29
		10	23.8	3,31	3,91	3,61	1,57	3,14	2,62	3,33
		11	5.9	3,16	3,11	3,13	1,20	3,00	1,65	2,64
	PSP	12	20.9	2,11	2,49	2,30	0,95	1,44	1,32	1,97
		13	4.10	2,32	2,98	2,70	1,06	1,53	1,34	2,13
		14	18.10	2,29	2,57	2,43	1,04	1,65	1,41	2,04
		15	31.10	2,07	2,02	2,05	0,78	1,31	1,09	1,68
		16	15.11	2,17	1,98	2,09	0,85	1,36	1,15	1,62
		17	29.11	2,41	2,08	2,26	0,44	0,87	0,66	1,91
		18	13.12	2,05	1,83	1,94	0,68	0,41	0,50	1,55
		19	27.12	1,76	1,28	1,52	0,63	-	0,63	1,42

* calcul

Annexe 9.- Teneurs en calcium (Ca^{++}) de la solution du sol
(Davié, 1985, 30 et 60 cm, mé/l)

Prof. (cm)	Sais.	N° prél.	Date	K0			K2			Moy.
				A	B	moy.	A	B	moy.	
30	GSP	1	19.4	1,44	2,17	1,85	0,95	2,38	1,66	1,78
		2	3.5	1,57	1,95	1,78	1,17	3,69	1,80	1,79
		3	17.5	0,92	0,85	0,87	0,41	1,19	0,93	0,90
		4	31.5	0,49	0,39	0,42	0,30	0,43	0,38	0,41
		5	14.6	0,35	0,33	0,33	0,20	0,70	0,37	0,35
		6	28.6	0,37	0,40	0,40	0,31	0,47	0,35	0,37
		7	12.7	1,38	1,27	1,31	0,32	1,50	1,03	1,17
		8	26.7	1,58	1,66	1,62	0,58	1,59	1,15	1,37
	PSS	9	9.8	2,03	0,97	1,43	0,42	1,48	0,95	1,21
		10	23.8	1,69	0,34	0,92	0,18	0,60	0,42	0,67
		11	5.9	1,25	0,30	0,71	0,26	0,69	0,50	0,61
	PSP	12	20.9	0,97	0,54	0,71	0,99	0,92	0,94	0,83
		13	4.10	1,45	1,11	1,28	1,20	1,65	1,38	1,32
		14	18.10	0,93	1,06	1,00	1,06	1,49	1,40	1,15
		15	31.10	0,28	0,35	0,32	0,35	0,56	0,49	0,40
		16	15.11	0,13	0,19	0,18	0,38	0,34	0,36	0,29
		17	29.11	0,29	0,43	0,38	0,30	0,50	0,40	0,39
		18	13.12	-	-	-	0,24	-	0,24	0,24
		19	27.12	-	-	-	0,23	-	0,23	0,23
60	GSP	1	19.4	1,93	2,27	2,04	1,95	4,55	2,81	2,43
		2	3.5	1,67	2,45	2,06	2,72	2,89	2,80	2,36
		3	17.5	1,18	1,84	1,51	1,18	2,94	2,06	1,73
		4	31.5	0,64	0,82	0,73	0,40	0,90	0,60	0,67
		5	14.6	0,38	0,47	0,43	0,49	0,65	0,53	0,47
		6	28.6	0,42	0,48	0,46	0,45	0,80	0,60	0,45
		7	12.7	0,67	0,76	0,72	0,74	0,70	0,74	0,73
		8	26.7	1,22	1,49	1,33	0,84	1,57	1,13	1,25
	PSS	9	9.8	1,14	1,36	1,23	0,80	1,37	1,04	1,14
		10	23.8	1,10	1,02	1,06	0,64	1,19	0,96	1,01
		11	5.9	0,80	0,87	0,82	0,73	1,23	0,98	0,92
	PSP	12	20.9	1,04	0,56	0,80	0,45	0,81	0,66	0,72
		13	4.10	1,09	0,87	0,98	0,66	1,23	0,98	0,98
		14	18.10	0,73	1,01	0,87	0,58	1,22	0,95	0,91
		15	31.10	0,57	0,83	0,70	0,48	0,91	0,66	0,68
		16	15.11	0,23	0,54	0,46	0,39	0,63	0,47	0,47
		17	29.11	0,24	0,24	0,24	0,26	0,26	0,26	0,25
		18	13.12	0,30	-	0,30	0,30	-	0,30	0,30
		19	27.12	0,66	0,34	0,55	-	-	-	0,55

Annexe 10 - Teneurs en calcium (Ca^{++}) de la solution du sol
(Davié, 1985, 120 et 180 cm, mé/l)

Prof. (cm)	Sais.	N° prél.	Date	K0			K2			Moy.
				A	B	moy.	A	B	moy.	
120	GSP	1	19.4	1,48	1,65	1,55	1,61	1,72	1,64	1,60
		2	3.5	1,53	1,73	1,63	1,15	1,65	1,48	1,58
		3	17.5	1,46	1,51	1,48	1,32	2,34	1,76	1,63
		4	31.5	1,65	1,64	1,65	1,53	2,10	1,77	1,72
		5	14.6	1,38	1,03	1,23	1,31	1,01	1,21	1,21
		6	28.6	1,35	1,80	1,46	1,39	-	1,39	1,43
		7	12.7	1,06	1,69	1,22	1,15	1,22*	1,15	1,20
		8	26.7	1,72	1,41	1,58	1,54	0,62	1,31	1,48
	PSS	9	9.8	1,63	1,44	1,55	1,48	2,52	1,68	1,61
		10	23.8	1,65	1,60	1,63	1,77	-	1,77	1,67
		11	5.9	1,39	1,75	1,51	1,15	2,15	1,58	1,55
	PSP	12	20.9	1,36	1,42	1,39	1,35	1,51	1,43	1,41
		13	4.10	1,37	1,28	1,33	1,30	1,61	1,43	1,38
		14	18.10	1,26	1,26	1,26	1,31	1,64	1,47	1,36
		15	31.10	1,14	1,11	1,12	1,24	1,30	1,27	1,19
		16	15.11	0,66	1,12	0,89	0,90	1,20	1,02	0,95
		17	29.11	0,86	0,74	0,81	0,42	0,38	0,42	0,66
		18	13.12	0,81	0,61	0,73	0,69	-	0,69	0,72
		19	27.12	1,23	0,57	1,01	0,67	0,60*	0,67	0,96
180	GSP	1	19.4	1,13	1,31	1,23	1,00	1,88	1,35	1,28
		2	3.5	1,29	1,48	1,36	1,12	1,76	1,38	1,37
		3	17.5	1,20	1,41	1,34	0,83	1,37	1,10	1,22
		4	31.5	1,20	1,55	1,38	0,72	1,16	0,89	1,16
		5	14.6	1,26	1,51	1,39	0,81	1,68	1,15	1,30
		6	28.6	1,27	1,47	1,37	0,77	1,60	1,10	1,27
		7	12.7	1,19	1,50	1,35	0,86	1,46	1,16	1,28
		8	26.7	1,51	1,61	1,56	1,00	1,65	1,31	1,46
	PSS	9	9.8	1,46	1,68	1,57	0,86	1,69	1,19	1,42
		10	23.8	1,30	1,60	1,46	0,83	1,50	1,16	1,37
		11	5.9	1,43	1,56	1,49	0,85	1,69	1,18	1,37
	PSP	12	20.9	1,24	1,50	1,36	1,10	1,60	1,35	1,36
		13	4.10	1,54	1,76	1,65	1,14	1,21	1,18	1,47
		14	18.10	1,25	1,96	1,85	1,17	1,51	1,38	1,67
		15	31.10	1,72	1,76	1,74	1,15	1,47	1,34	1,59
		16	15.11	1,76	1,77	1,76	1,23	1,60	1,38	1,57
		17	29.11	1,64	1,48	1,56	0,96	1,15	1,06	1,39
		18	13.12	1,75	1,54	1,65	0,93	1,12	1,06	1,48
		19	27.12	1,36	0,99	1,17	0,81	-	0,81	1,10

* calcul

Annexe 11.- Teneurs en magnésium (Mg^{++}) de la solution du sol
(Davié, 1985, 30 et 60 cm, mé/l)

Prof. (cm)	Sais.	N° prél.	Date	K0			K2			Moy.
				A	B	moy.	A	B	moy.	
30	GSP	1	19.4	0,76	1,11	0,99	0,56	1,32	0,94	0,97
		2	3.5	0,90	1,12	1,05	0,70	1,78	1,06	1,05
		3	17.5	0,52	0,44	0,46	0,18	0,67	0,42	0,44
		4	31.5	0,22	0,17	0,19	0,11	0,24	0,19	0,19
		5	14.6	0,23	0,20	0,20	0,17	0,38	0,24	0,22
		6	28.6	0,20	0,25	0,24	0,17	0,26	0,20	0,23
		7	12.7	0,42	0,65	0,60	0,20	0,77	0,54	0,57
		8	26.7	0,94	0,89	0,91	0,48	0,88	0,72	0,81
	PSS	9	9.8	1,32	0,59	0,77	0,26	0,77	0,58	0,67
		10	23.8	0,77	0,33	0,44	0,11	0,28	0,21	0,38
		11	5.9	0,67	0,21	0,33	0,17	0,42	0,31	0,32
	PSP	12	20.9	0,43	0,33	0,35	0,50	0,49	0,49	0,43
		13	4.10	0,85	0,65	0,73	0,86	1,22	1,07	0,93
		14	18.10	0,52	0,62	0,58	0,90	0,75	0,78	0,66
		15	31.10	0,24	0,20	0,21	0,22	0,29	0,25	0,24
		16	15.11	0,16	0,11	0,12	0,31	0,18	0,26	0,19
		17	29.11	0,18	0,23	0,21	0,27	0,20	0,24	0,22
		18	13.12	-	-	-	0,22	-	0,22	0,22
		19	27.12	-	-	-	0,10	-	0,10	0,10
60	GSP	1	19.4	2,77	1,46	2,24	2,38	3,64	2,80	2,55
		2	3.5	2,39	1,71	2,05	2,38	2,76	2,63	2,24
		3	17.5	1,37	1,31	1,33	1,48	2,41	1,94	1,60
		4	31.5	0,82	0,47	0,65	0,40	0,65	0,57	0,58
		5	14.6	0,61	0,29	0,45	0,58	0,60	0,60	0,49
		6	28.6	0,77	0,25	0,46	0,49	0,50	0,50	0,46
		7	12.7	0,88	0,52	0,66	0,84	0,80*	0,84	0,73
		8	26.7	1,14	0,89	1,03	0,81	1,36	0,99	1,01
	PSS	9	9.8	1,20	0,89	1,07	0,88	1,20	1,02	1,04
		10	23.8	1,10	0,62	0,89	0,65	1,01	0,85	0,87
		11	5.9	1,27	0,58	0,92	0,69	1,06	0,91	0,91
	PSP	12	20.9	0,52	0,40	0,44	0,48	0,65	0,58	0,52
		13	4.10	1,41	0,53	0,88	0,64	1,09	0,89	0,89
		14	18.10	0,83	0,68	0,76	0,81	1,05	0,95	0,86
		15	31.10	0,55	0,54	0,55	0,51	0,69	0,59	0,57
		16	15.11	0,39	0,32	0,34	0,38	0,41	0,39	0,37
		17	29.11	0,28	0,25	0,27	0,27	0,18	0,24	0,26
		18	13.12	0,29	0,27*	0,29	0,28*	-	0,28	0,29
		19	27.12	0,61	0,14	0,37	-	-	-	0,37

* calcul

Annexe 12 - Teneurs en magnésium (Mg^{++}) de la solution du sol
(Davié, 1985, 120 et 180 cm, mé/l)

Prof. (cm)	Sais.	N° prél.	Date	K0			K2			Moy.
				A	B	moy.	A	B	moy.	
120	GSP	1	19.4	1,37	1,32	1,35	1,25	1,99	1,56	1,48
		2	3.5	1,97	1,42	1,64	0,90	1,90	1,40	1,53
		3	17.5	1,40	1,36	1,38	1,07	2,16	1,54	1,47
		4	31.5	1,53	1,10	1,39	0,98	1,51	1,20	1,29
		5	14.6	1,33	1,05	1,23	1,14	1,08	1,11	1,17
		6	28.6	1,32	1,37	1,33	0,94	-	0,94	1,16
		7	12.7	1,05	1,27	1,11	0,71	-	0,71	1,03
		8	26.7	1,53	1,30	1,45	1,20	-	1,20	1,39
	PSS	9	9.8	1,61	1,40	1,54	1,04	1,84	1,20	1,39
		10	23.8	1,23	1,50	1,34	1,03	1,70	1,20	1,29
		11	5.9	1,29	1,49	1,35	0,81	1,67	1,10	1,23
	PSP	12	20.9	1,34	1,06	1,23	1,08	1,19	1,13	1,19
		13	4.10	1,26	1,01	1,15	0,81	1,07	0,90	1,03
		14	18.10	1,32	1,00	1,18	1,00	1,21	1,08	1,14
		15	31.10	1,13	0,85	1,01	0,82	1,11	0,97	0,99
		16	15.11	0,58	0,80	0,69	0,57	0,66	0,60	0,65
		17	29.11	0,63	0,63	0,63	0,29	0,31	0,29	0,50
		18	13.12	0,69	0,64	0,68	0,57	-	0,57	0,64
	19	27.12	0,87	0,52	0,80	0,23	-	0,23	0,70	
180	GSP	1	19.4	0,78	0,84	0,81	0,67	1,02	0,81	0,81
		2	3.5	0,84	0,70	0,77	0,67	1,00	0,80	0,78
		3	17.5	0,83	0,92	0,89	0,42	0,88	0,60	0,76
		4	31.5	0,78	0,84	0,81	0,40	0,73	0,57	0,70
		5	14.6	0,79	0,90	0,84	0,41	0,73	0,57	0,73
		6	28.6	0,72	0,81	0,76	0,35	0,74	0,51	0,66
		7	12.7	0,75	0,81	0,78	0,26	0,52	0,39	0,65
		8	26.7	0,80	0,93	0,85	0,36	0,63	0,43	0,70
	PSS	9	9.8	0,89	0,99	0,94	0,34	0,73	0,49	0,77
		10	23.8	0,72	0,91	0,81	0,35	0,67	0,48	0,68
		11	5.9	0,97	0,98	0,97	0,44	0,85	0,60	0,83
	PSP	12	20.9	0,83	0,88	0,85	0,30	0,68	0,55	0,77
		13	4.10	0,95	1,13	1,04	0,51	0,66	0,60	0,87
		14	18.10	1,13	1,19	1,16	0,50	0,76	0,65	0,96
		15	31.10	1,13	1,08	1,10	0,50	0,78	0,67	0,94
		16	15.11	0,99	0,91	0,95	0,44	0,74	0,62	0,80
		17	29.11	1,10	0,93	1,01	0,48	0,52	0,50	0,82
		18	13.12	1,00	0,86	0,93	0,29	0,52	0,44	0,80
	19	27.12	0,79	0,64	0,73	0,27	-	0,27	0,67	

Annexe 13 - Teneurs en potassium (K⁺) de la solution du sol
(Davié, 1985, 30 et 60 cm, mé/l)

Prof. (cm)	Sais.	N° prél.	Date	K0			K2			Moy.
				A	B	moy.	A	B	moy.	
30	GSP	1	19.4	0,05	0,03	0,04	0,16	0,17	0,17	0,10
		2	3.5	0,03	0,05	0,04	0,14	0,19	0,16	0,09
		3	17.5	0,03	0,05	0,04	0,07*	0,12	0,09	0,07
		4	31.5	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,05	0,04
		5	14.6	0,03	0,03	0,03	0,03	0,07	0,06	0,04
		6	28.6	0,03*	0,03	0,03	0,06	0,05*	0,06	0,05
		7	12.7	0,03	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03
		8	26.7	0,04	0,03	0,03	0,04	0,05	0,04	0,04
	PSS	9	9.8	0,03	0,03	0,03	0,05	0,03	0,04	0,04
		10	23.8	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04
		11	5.9	0,05	0,02	0,03	0,05	0,04	0,05	0,04
	PSP	12	20.9	0,03	0,02	0,03	0,12	0,08	0,09	0,06
		13	4.10	0,03	0,03	0,08	0,08	0,08	0,08	0,05
		14	18.10	0,02	0,02	0,02	0,06	0,06	0,06	0,04
		15	31.10	0,03	0,02	0,02	0,05	0,05	0,05	0,03
		16	15.11	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
		17	29.11	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04
		18	13.12	0,03	0,04	0,03	0,03	-	0,03	0,03
		19	27.12	-	-	-	0,04	-	0,04	0,04
60	GSP	1	19.4	0,04	0,03	0,03	0,05	0,05	0,05	0,04
		2	3.5	0,03	0,03	0,03	0,05	0,05	0,05	0,04
		3	17.5	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
		4	31.5	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02
		5	14.6	0,03	0,02	0,03	0,04	0,05	0,04	0,03
		6	28.6	0,05	0,03	0,04	0,03	0,05	0,04	0,04
		7	12.7	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03*	0,03	0,02
		8	26.7	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02
	PSS	9	9.8	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03
		10	23.8	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
		11	5.9	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
	PSP	12	20.9	0,03	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04	0,03
		13	4.10	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03
		14	18.10	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02
		15	31.10	0,02	0,01	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02
		16	15.11	0,02	0,01	0,02	0,03	0,04	0,03	0,03
		17	29.11	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,04	0,04
		18	13.12	0,04	-	0,04	0,04	-	0,04	0,04
		19	27.12	0,04	0,05	0,04	0,06	-	0,06	0,05

* calcul

Annexe 14 - Teneurs en potassium (K^+) de la solution du sol
(Davié, 1985, 120 et 180 cm, mé/l)

Prof. (cm)	Sais.	N° prél.	Date	K0			K2			Moy.
				A	B	moy.	A	B	moy.	
120	GSP	1	19.4	0,03	0,03	0,03	0,06	0,08	0,07	0,05
		2	3.5	0,03	0,04	0,03	0,06	0,07	0,06	0,05
		3	17.5	0,03	0,04	0,04	0,06	0,06	0,06	0,05
		4	31.5	0,02	0,02	0,02	0,04	0,06	0,05	0,04
		5	14.6	0,04	0,02	0,03	0,04	0,06	0,05	0,04
		6	28.6	0,03	0,02	0,03	0,04	-	0,04	0,03
		7	12.7	0,03	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03
		8	26.7	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03
	PSS	9	9.8	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,04	0,04
		10	23.8	0,03	0,04	0,04	0,06	0,05	0,06	0,04
		11	5.9	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04
	PSP	12	20.9	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03
		13	4.10	0,03	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03
		14	18.10	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
		15	31.10	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02
		16	15.11	0,03	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03
		17	29.11	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04
		18	13.12	0,04	0,04	0,04	0,04	-	0,04	0,04
		19	27.12	0,08	0,06	0,07	0,09	0,11	0,09	0,08
180	GSP	1	19.4	0,03	0,03	0,03	0,08	0,05	0,07	0,05
		2	3.5	0,04	0,04	0,04	0,06	0,06	0,06	0,05
		3	17.5	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04
		4	31.5	0,02	0,03	0,03	0,05	0,04	0,04	0,03
		5	14.6	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04
		6	28.6	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03
		7	12.7	0,03	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04	0,03
		8	26.7	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,04	0,03
	PSS	9	9.8	0,03	0,03	0,03	0,06	0,04	0,05	0,04
		10	23.8	0,04	0,03	0,04	0,06	0,04	0,05	0,04
		11	5.9	0,04	0,03	0,03	0,05	0,05	0,05	0,04
	PSP	12	20.9	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
		13	4.10	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
		14	18.10	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02
		15	31.10	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,03	0,02
		16	15.11	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
		17	29.11	0,03	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03
		18	13.12	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
		19	27.12	0,05	0,03	0,04	0,05	0,06	0,06	0,04

Annexe 15. - Teneurs en sodium (Na⁺) de la solution du sol
(Davié, 1985, 30 et 60 cm, mé/l)

Prof. (cm)	Sais.	N° prél.	Date	K0			K2			Moy.
				A	B	moy.	A	B	moy.	
30	GSP	1	19.4	0,21	0,20	0,21	0,23	0,31	0,28	0,24
		2	3.5	0,17	0,20	0,19	0,16	0,33	0,23	0,20
		3	17.5	0,16	0,23	0,21	0,11	0,22	0,14	0,17
		4	31.5	0,17	0,10	0,13	0,09	0,17	0,15	0,14
		5	14.6	0,13	0,12	0,12	0,11	0,15*	0,11	0,12
		6	28.6	0,20	0,15	0,16	0,10	0,15*	0,10	0,13
		7	12.7	0,15	0,24	0,21	0,12	0,27	0,21	0,21
		8	26.7	0,19	0,20	0,19	0,12	0,25	0,20	0,20
	PSS	9	9.8	0,22	0,15	0,17	0,11	0,27	0,19	0,18
		10	23.8	0,19	0,12	0,14	0,14	0,19	0,16	0,15
		11	5.9	0,19	0,10	0,13	0,11	0,19	0,15	0,14
	PSP	12	20.9	0,14	0,17	0,16	0,18	0,23	0,21	0,18
		13	4.10	0,16	0,16	0,16	0,17	0,21	0,19	0,17
		14	18.10	0,13	0,14	0,14	0,18	0,21	0,20	0,17
		15	31.10	0,09	0,09	0,09	0,10	0,13	0,12	0,10
		16	15.11	0,09	0,09	0,09	0,13	0,12	0,12	0,11
		17	29.11	0,09	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
		18	13.12	0,08	-	0,08	0,09	-	0,09	0,09
		19	27.12	-	0,14	0,14	0,08	-	0,08	0,11
60	GSP	1	19.4	0,23	0,20	0,22	0,26	0,28	0,27	0,24
		2	3.5	0,22	0,20	0,21	0,26	0,22	0,23	0,22
		3	17.5	0,17	0,19	0,18	0,19	0,24	0,21	0,19
		4	31.5	0,14	0,10	0,12	0,13	0,12	0,13	0,12
		5	14.6	0,13	0,10	0,12	0,21	0,17	0,20	0,16
		6	28.6	0,14	0,13	0,14	0,23	0,15	0,20	0,16
		7	12.7	0,22	0,19	0,20	0,20	0,24	0,21	0,21
		8	26.7	0,22	0,19	0,21	0,21	0,19	0,21	0,21
	PSS	9	9.8	0,23	0,21	0,22	0,24	0,18	0,21	0,21
		10	23.8	0,21	0,15	0,18	0,19	0,21	0,20	0,19
		11	5.9	0,21	0,16	0,19	0,22	0,23	0,23	0,21
	PSP	12	20.9	0,18	0,16	0,17	0,20	0,23	0,22	0,19
		13	4.10	0,19	0,15	0,17	0,18	0,20	0,19	0,18
		14	18.10	0,14	0,14	0,14	0,20	0,17	0,18	0,16
		15	31.10	0,11	0,12	0,11	0,14	0,13	0,13	0,12
		16	15.11	0,10	0,08	0,09	0,14	0,10	0,14	0,11
		17	29.11	0,11	0,09	0,10	0,13	0,09	0,12	0,11
		18	13.12	0,13	-	0,13	0,13	-	0,13	0,13
		19	27.12	0,14	0,10	0,12	0,12	-	0,12	0,12

* calcul

Annexe 16 - Teneurs en sodium (Na⁺) de la solution du sol
(Davié, 1985, 120 et 180 cm, mé/l)

Prof. (cm)	Sais.	N° prél.	Date	K0			K2			Moy.
				A	B	moy.	A	B	moy.	
120	GSP	1	19.4	0,17	0,20	0,18	0,29	0,43	0,36	0,26
		2	3.5	0,19	0,19	0,19	0,27	0,29	0,28	0,22
		3	17.5	0,17	0,21	0,19	0,28	0,32	0,29	0,24
		4	31.5	0,18	0,16	0,17	0,27	0,31	0,29	0,23
		5	14.6	0,19	0,12	0,16	0,27	0,20	0,24	0,20
		6	28.6	0,17	0,19	0,18	0,26	-	0,26	0,21
		7	12.7	0,17	0,17	0,17	0,25	-	0,25	0,17
		8	26.7	0,19	0,18	0,18	0,22	0,17	0,21	0,19
	PSS	9	9.8	0,21	0,20	0,21	0,28	0,23*	0,28	0,23
		10	23.8	0,20	0,21	0,20	0,29	0,23*	0,29	0,23
		11	5.9	0,19	0,22	0,20	0,24	0,37	0,27	0,23
	PSP	12	20.9	0,23	0,22	0,23	0,26	0,29	0,27	0,24
		13	4.10	0,21	0,16	0,19	0,25	0,26	0,25	0,22
		14	18.10	0,18	0,16	0,17	0,24	0,27	0,26	0,21
		15	31.10	0,16	0,14	0,15	0,21	0,23	0,22	0,18
		16	15.11	0,11	0,15	0,13	0,18	0,19	0,18	0,15
		17	29.11	0,17	0,14	0,16	0,16	0,13	0,15	0,15
		18	13.12	0,16	0,16	0,16	0,17	-	0,17	0,16
		19	27.12	0,29	0,13	0,24	0,26	0,40	0,29	0,26
180	GSP	1	19.4	0,15	0,23	0,19	0,34	0,37	0,36	0,24
		2	3.5	0,18	0,17	0,17	0,27	0,29	0,28	0,22
		3	17.5	0,21	0,21	0,21	0,28	0,30	0,28	0,24
		4	31.5	0,21	0,21	0,21	0,30	0,32	0,31	0,25
		5	14.6	0,22	0,21	0,21	0,30	0,29	0,29	0,25
		6	28.6	0,20	0,21	0,21	0,28	0,32	0,29	0,24
		7	12.7	0,19	0,20	0,19	0,25	0,24	0,25	0,21
		8	26.7	0,19	0,21	0,20	0,25	0,27	0,26	0,22
	PSS	9	9.8	0,21	0,24	0,23	0,34	0,30	0,32	0,25
		10	23.8	0,20	0,20	0,20	0,28	0,27	0,27	0,23
		11	5.9	0,23	0,23	0,23	0,31	0,33	0,32	0,26
	PSP	12	20.9	0,23	0,29	0,26	0,30	0,30	0,30	0,27
		13	4.10	0,20	0,18	0,19	0,26	0,26	0,26	0,22
		14	18.10	0,21	0,21	0,21	0,29	0,30	0,30	0,24
		15	31.10	0,20	0,18	0,19	0,25	0,30	0,28	0,23
		16	15.11	0,21	0,17	0,19	0,22	0,30	0,26	0,22
		17	29.11	0,20	0,17	0,18	0,24	0,24	0,24	0,20
		18	13.12	0,20	0,16	0,18	0,19	0,20	0,19	0,19
		19	27.12	0,17	0,12	0,15	0,20	0,12	0,16	0,15

* calcul

Annexe 17 - Teneurs en chlore (Cl^-) de la solution du sol
(Davié, 1985, 30 et 60cm, mé/l)

Prof. (cm)	Sais.	N° prél.	Date	K0			K2			Moy.
				A	B	moy.	A	B	moy.	
30	GSP	1	19.4	0,48	0,32	0,37	0,53	1,45	1,08	0,70
		2	3.5	0,15	0,19	0,17	0,31	1,30	0,56	0,34
		3	17.5	0,22	0,30	0,26	0,24	-	0,24	0,25
		4	31.5	0,33	0,17	0,22	0,22	0,21	0,21	0,22
		5	14.6	0,17	0,24	0,21	0,25	-	0,25	0,23
		6	28.6	-	0,21	0,21	0,29	-	0,29	0,26
		7	12.7	0,25	0,19	0,21	0,23	-	0,23	0,22
		8	26.7	0,77	0,50	0,59	0,50	0,87	0,68	0,64
	PSS	9	9.8	0,83	0,35	0,51	0,36	0,81	0,58	0,56
		10	23.8	0,67	0,32	0,44	0,32	0,40	0,37	0,40
		11	5.9	0,59	0,41	0,48	0,23	0,69	0,46	0,47
	PSP	12	20.8	0,64	0,66	0,65	0,60	1,11	0,86	0,77
		13	4.10	0,59	0,74	0,66	1,10	1,30	1,20	0,93
		14	18.10	0,47	0,57	0,52	1,44	1,08	1,15	0,76
		15	31.10	0,72	0,53	0,60	0,48	0,78	0,68	0,64
		16	15.11	0,61	0,59	0,60	0,60	0,53	0,57	0,58
		17	29.11	0,57	0,65	0,61	0,76	0,60	0,68	0,65
		18	13.12	-	-	-	0,70	-	0,70	0,70
		19	27.12	-	-	-	0,64	-	0,64	0,64
60	GSP	1	19.4	0,65	0,68	0,66	2,27	3,79	2,78	1,72
		2	3.5	0,34	0,42	0,38	3,01	2,14	2,58	1,26
		3	17.5	0,28	0,43	0,36	1,57	1,33	1,45	0,79
		4	31.5	0,20	0,20	0,20	0,23	0,55	0,39	0,27
		5	14.6	0,28	0,23	0,25	0,54	0,58	0,56	0,34
		6	28.6	0,17	0,21	0,18	0,76	-	0,76	0,33
		7	12.7	0,21	0,19	0,20	0,60	-	0,60	0,30
		8	26.7	0,78	0,59	0,70	0,89	1,17	0,94	0,80
	PSS	9	9.8	0,40	0,41	0,40	0,88	0,80	0,85	0,63
		10	23.8	0,23	0,17	0,19	0,34	0,16	0,25	0,22
		11	5.9	0,35	0,39	0,37	1,13	0,96	1,06	0,74
	PSP	12	20.9	0,29	0,41	0,38	0,88	0,94	0,91	0,67
		13	4.10	0,71	0,45	0,58	0,85	1,36	1,16	0,90
		14	18.10	0,44	0,51	0,47	1,01	1,07	1,05	0,79
		15	31.10	0,69	0,72	0,71	0,90	1,05	0,95	0,83
		16	15.11	0,47	0,62	0,61	0,89	0,80	0,86	0,72
		17	29.11	0,65	0,53	0,57	1,06	0,90	1,01	0,79
		18	13.12	0,22	-	-	-	-	-	-
		19	27.12	-	-	-	-	-	-	-

Annexe 18 - Teneurs en chlore (Cl⁻) de la solution du sol
(Bavié, 1985, 120 et 180 cm, né/l.)

Prof. (cm)	Sais.	N° prél.	Date	K0			K2			Moy.
				A	B	moy.	A	B	moy.	
120	GSP	1	19.4	0,37	0,25	0,32	2,58	2,67	2,62	1,66
		2	3.5	0,17	0,21	0,19	-	2,32	2,32	0,86
		3	17.5	0,31	0,32	0,31	2,08	2,40	2,22	1,34
		4	31.5	0,23	0,19	0,22	2,53	1,76	2,14	0,99
		5	14.6	0,29	0,32	0,30	2,59	-	2,59	0,95
		6	28.6	0,31	0,35	0,32	2,42	-	2,42	1,02
		7	12.7	0,28	0,32	0,30	2,40	-	2,40	1,00
		8	26.7	0,54	0,57	0,55	2,35	-	2,35	0,91
	PSS	9	9.8	0,40	0,53	0,45	2,38	-	2,38	1,09
		10	23.8	0,40	0,63	0,47	1,96	2,56	2,16	1,04
		11	5.9	0,60	0,44	0,54	1,80	2,65	2,16	1,48
	PSP	12	20.9	0,76	0,35	0,55	2,37	2,51	2,40	1,59
		13	4.10	0,63	0,54	0,49	2,01	2,47	2,21	1,49
		14	18.10	0,62	0,43	0,53	1,91	2,43	2,17	1,35
		15	31.10	0,73	0,55	0,65	2,13	2,24	2,19	1,36
		16	15.11	0,70	0,51	0,60	1,83	2,19	1,92	1,13
		17	29.11	0,70	0,66	0,68	1,68	2,10	1,89	0,95
		18	13.12	0,74	0,64	0,72	2,04	-	2,04	0,98
	19	27.12	0,76	0,68	0,73	-	-	-	-	
180	GSP	1	19.4	0,23	0,29	0,26	1,58	0,90	1,31	0,70
		2	3.5	0,14	0,20	0,17	-	0,55	0,55	0,25
		3	17.5	0,24	0,26	0,26	0,61	0,57	0,59	0,41
		4	31.5	0,21	0,29	0,25	0,60	0,61	0,60	0,38
		5	14.6	0,30	0,34	0,31	0,63	0,71	0,66	0,46
		6	28.6	0,30	0,27	0,28	0,60	0,65	0,61	0,39
		7	12.7	0,19	0,25	0,21	0,43	0,40	0,42	0,26
		8	26.7	0,60	0,34	0,49	1,20	0,97	1,09	0,62
	PSS	9	9.8	0,46	0,30	0,37	0,90	0,42	0,67	0,43
		10	23.8	0,38	0,59	0,48	0,74	0,74	0,74	0,53
		11	5.9	0,54	0,38	0,46	0,77	0,59	0,71	0,54
	PSP	12	20.9	0,42	0,27	0,35	0,88	0,60	0,69	0,46
		13	4.10	0,56	0,30	0,41	1,21	0,80	0,97	0,64
		14	18.10	0,52	0,57	0,54	1,29	1,00	1,11	0,76
		15	31.10	0,71	0,55	0,63	1,29	1,23	1,25	0,87
		16	15.11	0,71	0,63	0,67	1,13	1,22	1,18	0,90
		17	29.11	0,60	0,67	0,64	1,28	1,24	1,26	0,87
		18	13.12	0,42	0,47	0,45	1,05	0,78	0,86	0,57
	19	27.12	0,52	0,39	0,45	1,12	-	1,12	0,53	

Annexe 19 - Teneurs en bicarbonate (HCO_3^-) de la solution du sol
(Davié, 1985, 30 et 60 cm, me/l)

Prof. (cm)	Sais.	N° prél.	Date	K0			K2			Moy.
				A	B	moy.	A	B	moy.	
30	GSP	1	19.4	0,52	0,23	0,32	0,27	0,25	0,26	0,29
		2	3.5	0,27	0,28	0,28	0,39	0,64	0,49	0,38
		3	17.5	0,25	0,28	0,27	0,68	-	0,68	0,51
		4	31.5	0,32	-	0,32	-	-	-	0,32
		5	14.6	-	-	-	0,35	-	-	0,35
		6	28.6	-	-	-	0,38	-	0,38	0,38
		7	12.7	-	-	-	0,30	-	-	0,30
		8	26.7	-	0,19	0,19	0,20	0,36	0,28	0,25
	PSS	9	9.8	0,14	0,24	0,19	-	0,57	0,57	0,32
		10	23.8	0,14	0,31	0,23	0,35	0,25	0,30	0,26
		11	5.9	0,18	-	0,18	0,41	-	0,41	0,30
	PSP	12	20.9	0,19	0,19	0,19	0,34	0,15	0,24	0,21
		13	4.10	0,16	0,14	0,15	0,19	0,25	0,23	0,20
		14	18.10	0,22	0,24	0,24	0,23	0,38	0,35	0,29
		15	31.10	0,21	0,24	0,23	0,38	0,52	0,49	0,36
		16	15.11	0,25	0,32	0,29	0,52	0,48	0,50	0,43
		17	29.11	-	-	-	-	-	-	-
		18	13.12	-	-	-	-	-	-	-
		19	27.12	-	-	-	-	-	-	-
60	GSP	1	19.4	0,26	0,20	0,24	0,30	0,26	0,28	0,26
		2	3.5	0,32	0,35	0,34	0,24	0,33	0,29	0,32
		3	17.5	0,44	0,30	0,37	0,38	0,25	0,29	0,34
		4	31.5	0,29	0,32	0,31	-	0,14	0,14	0,27
		5	14.6	0,25	0,30	0,28	0,40	-	0,40	0,33
		6	28.6	0,34	0,24	0,29	-	-	-	0,29
		7	12.7	-	0,21	0,21	-	-	-	0,21
		8	26.7	0,14	0,17	0,15	0,30	0,20	0,28	0,22
	PSS	9	9.8	0,31	0,25	0,26	0,51	-	0,51	0,31
		10	23.8	0,23	0,17	0,19	0,34	0,16	0,25	0,22
		11	5.9	0,26	0,22	0,24	0,29	0,28	0,29	0,27
	PSP	12	20.9	0,30	0,20	0,23	0,26	0,21	0,24	0,23
		13	4.10	0,31	0,16	0,20	0,18	0,14	0,16	0,18
		14	18.10	0,23	0,16	0,20	0,22	0,19	0,20	0,20
		15	31.10	0,42	0,15	0,25	0,26	0,29	0,27	0,26
		16	15.11	0,34	0,21	0,25	0,54	0,38	0,49	0,35
		17	29.11	0,41	0,28	0,35	-	-	-	0,35
		18	13.12	-	-	-	-	-	-	-
		19	27.12	-	-	-	-	-	-	-

Annexe. 20 - Teneurs en bicarbonate (HCO_3^-) de la solution du sol
(Davié, 1985, 120 et 180 cm, mé/l)

Prof. (cm)	Sais.	N° prél.	Date	K0			K2			Moy.
				A	B	moy.	A	B	moy.	
120	GSP	1	19.4	0,29	0,38	0,32	0,49	0,31	0,41	0,37
		2	3.5	0,52	0,28	0,40	0,42	0,47	0,45	0,42
		3	17.5	0,21	0,22	0,22	0,30	0,24	0,27	0,24
		4	31.5	-	0,18	0,18	-	-	-	0,18
		5	14.6	0,26	0,18	0,22	0,23	-	0,23	0,22
		6	28.6	-	0,19	0,19	-	-	-	0,19
		7	12.7	0,34	-	0,34	0,23	-	0,23	0,29
		8	26.7	0,11	0,14	0,12	0,24	-	0,24	0,16
	PSS	9	9.8	-	0,26	0,26	-	-	-	0,26
		10	23.8	0,17	0,21	0,18	-	-	-	0,18
		11	5.9	0,14	0,10	0,12	0,18	-	0,18	0,14
	PSP	12	20.9	0,27	0,19	0,23	0,25	0,15	0,22	0,22
		13	4.10	0,15	0,16	0,15	0,15	0,13	0,13	0,15
		14	18.10	0,11	0,13	0,11	0,13	0,11	0,12	0,12
		15	31.10	0,14	0,11	0,12	0,14	0,13	0,14	0,13
		16	15.11	0,22	0,18	0,20	0,26	0,32	0,28	0,23
		17	29.11	0,13	0,21	0,16	-	-	-	0,16
		18	13.12	0,11	-	0,11	-	-	-	0,11
		19	27.12	0,21	-	0,21	-	-	-	0,21
180	GSP	1	19.14	0,26	0,31	0,29	0,40	0,27	0,34	0,31
		2	3.5	0,33	0,37	0,35	0,57	0,39	0,50	0,42
		3	17.5	0,28	0,37	0,34	0,47	0,25	0,38	0,36
		4	31.5	-	0,14	0,14	-	0,12	0,12	0,13
		5	14.6	0,25	0,22	0,24	0,34	0,24	0,27	0,25
		6	28.6	0,26	0,11	0,21	-	0,19	0,19	0,20
		7	12.7	0,34	0,16	0,28	-	-	-	0,28
		8	26.7	-	-	0,20	-	-	-	0,20
	PSS	9	9.8	0,33	0,10	0,25	-	-	-	0,25
		10	23.8	0,19	0,14	0,16	-	-	-	0,16
		11	5.9	0,17	0,12	0,15	-	-	-	0,15
	PSP	12	20.9	0,18	0,18	0,18	0,12	0,20	0,17	0,17
		13	4.10	0,15	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	0,15
		14	18.10	0,09	0,12	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11
		15	31.10	0,13	0,11	0,12	0,18	0,10	0,13	0,12
		16	15.11	0,16	0,19	0,18	0,23	0,10	0,17	0,17
		17	29.11	0,12	0,13	0,12	0,19	0,16	0,18	0,14
		18	13.12	0,17	0,08	0,13	-	0,32	0,32	0,17
		19	27.12	0,22	0,10	0,16	-	-	-	0,16

Annexe 21 - Teneurs moyennes de la solution du sol (má/l, Davié, 1985)

Elément	Profond. (cm)	K0			K2			Moy.
		A	B	moy.	A	B	moy.	
pH	30	6,68	6,78	6,73	6,77	6,82	6,78	6,75
	60	6,59	6,48	6,54	6,67	6,58	6,63	6,57
	120	6,30	6,35	6,33	6,40	6,32	6,37	6,34
	180	6,22	6,34	6,28	6,42	6,25	6,35	6,30
K ⁺	30	0,03	0,03	0,03	0,06	0,07	0,06	0,05
	60	0,03	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03
	120	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,04
	180	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03
Ca ⁺⁺	30	1,01	0,84	0,91	0,52	1,19	0,79	0,81
	60	0,84	1,01	0,91	0,78	1,44	1,02	0,95
	120	1,31	1,33	1,32	1,23	1,47	1,32	1,33
	180	1,42	1,55	1,49	0,95	1,51	1,19	1,31
Mg ⁺⁺	30	0,55	0,48	0,49	0,34	0,64	0,46	0,47
	60	1,01	0,64	0,82	0,83	1,15	0,97	0,87
	120	1,23	1,11	1,18	0,87	1,39	1,00	1,12
	180	0,88	0,91	0,89	0,43	0,73	0,56	0,77
Na ⁺	30	0,15	0,15	0,15	0,13	0,21	0,17	0,15
	60	0,17	0,15	0,16	0,19	0,19	0,19	0,17
	120	0,19	0,17	0,18	0,24	0,27	0,25	0,21
	180	0,20	0,20	0,20	0,27	0,28	0,27	0,23
N(NO ₃ ⁻)	30	1,27	1,15	1,20	0,60	1,05	0,77	0,94
	60	1,30	1,56	1,39	0,73	1,36	0,99	1,17
	120	2,43	2,39	2,39	0,58	1,51	0,84	1,75
	180	2,35	2,55	2,46	1,06	2,13	1,60	2,13
Cl ⁻	30	0,50	0,41	0,46	0,52	0,86	0,60	0,52
	60	0,40	0,42	0,42	1,05	1,17	1,07	0,71
	120	0,50	0,45	0,47	2,18	2,36	2,25	1,18
	180	0,42	0,39	0,41	0,96	0,78	0,86	0,56
HCO ₃ ⁻	30	0,24	0,24	0,24	0,36	0,38	0,38	0,32
	60	0,30	0,23	0,26	0,32	0,24	0,29	0,27
	120	0,21	0,19	0,20	0,25	0,23	0,24	0,21
	180	0,21	0,17	0,20	0,28	0,20	0,23	0,21

Annexe 22.-

Relations entre différents éléments de la solution du sol

(Davié, 1985, tous traitements *combinés*, quatre profondeurs du sol)

Paramètres		Profond. (cm)	Nbre couples (n)	Coefficient de corrélation		Equation de régression
X	Y			r	S	
pH	N(NO ₃ ⁻)	30	67	0,32	1 %	Y = 11,02 - 1,48 X
		60	69	0,31	1 %	Y = 14,06 - 1,95 X
		120	70	0,13	NS	-
		180	75	0,05	NS	-
pH	Ca ⁺⁺	30	69	0,24	5 %	Y = 5,72 - 0,71 X
		60	70	0,24	5 %	Y = 5,96 - 0,75 X
		120	71	0,02	NS	-
		180	75	0,40	1 %	Y = 3,75 - 0,38 X
N(NO ₃ ⁻)	Ca ⁺⁺	30	70	0,85	1 %	Y = 0,34 + 0,55 X
		60	71	0,89	1 %	Y = 0,45 + 0,45 X
		120	71	0,48	1 %	Y = 1,06 + 0,17 X
		180	75	0,58	1 %	Y = 0,96 + 0,19 X
N(NO ₃ ⁻)	Mg ⁺⁺	30	70	0,84	1 %	Y = 0,21 + 0,29 X
		60	71	0,85	1 %	Y = 0,44 + 0,39 X
		120	71	0,66	1 %	Y = 0,72 + 0,23 X
		180	75	0,70	1 %	Y = 0,37 + 0,18 X
N(NO ₃ ⁻)	K ⁺	30	65	0,45	1 %	Y = 0,03 + 0,02 X
		60	69	0,29	5 %	Y = 0,03 + 0,002 X
		120	70	0,20	NS	-
		180	75	0,03	NS	-
N(NO ₃ ⁻)	Na ⁺	30	67	0,69	1 %	Y = 0,12 + 0,04 X
		60	70	0,51	1 %	Y = 0,15 + 0,02 X
		120	67	0,10	NS	-
		180	75	0,09	NS	-
Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	30	70	0,96	1 %	Y = -0,01 + 1,79 X
		60	71	0,91	1 %	Y = 0,09 + 0,99 X
		120	71	0,85	1 %	Y = 0,36 + 0,88 X
		180	75	0,84	1 %	Y = 0,54 + 1,11 X
K ⁺	Ca ⁺⁺	30	67	0,46	1 %	Y = 0,46 + 8,70 X
		60	70	0,28	5 %	Y = 0,36 + 20,76 X
		120	71	0,05	NS	-
		180	75	0,40	1 %	Y = 1,76 - 11,26 X
K ⁺	Mg ⁺⁺	30	66	0,47	1 %	Y = 0,27 + 4,64 X
		60	69	0,33	1 %	Y = 0,26 + 21,76 X
		120	72	0,03	NS	-
		180	75	0,38	1 %	Y = 1,00 - 7,41 X

Annexe 23 - Relations entre K^+ et d'autres éléments de la solution du sol
(Davié, 1985, quatre profondeurs, deux traitements)

Paramètre		Profond (cm)	Trait.	Nbre couples (n)	Coef. corrél.		Equation de régression
X	Y				r	S	
$N(NO_3^-)$	K^+	30	K0	33	0,40	5 %	$Y = 0,03 + 0,003 X$
			K2	32	0,87	1 %	$Y = 0,03 + 0,036 X$
		60	K0	37	0,26	NS	-
			K2	32	0,52	1 %	$Y = 0,03 + 0,003 X$
		120	K0	37	0,08	NS	-
			K2	33	0,53	1 %	$Y = 0,04 + 0,116 X$
		180	K0	38	0,46	1 %	$Y = 0,02 + 0,005 X$
			K2	37	0,32	5 %	$Y = 0,04 + 0,004 X$
K^+	Ca^{++}	30	K0	33	0,29	NS	-
			K2	34	0,70	1 %	$Y = 0,04 + 12,20 X$
		60	K0	37	0,10	NS	-
			K2	33	0,38	5 %	$Y = -0,33 + 40,20 X$
		120	K0	38	0,26	NS	-
			K2	33	0,21	NS	-
		180	K0	38	0,46	1 %	$Y = 1,86 - 12,71 X$
			K2	37	0,14	NS	-
K^+	Mg^{++}	30	K0	33	0,28	NS	-
			K2	34	0,67	1 %	$Y = 0,09 + 6,10 X$
		60	K0	36	0,31	NS	-
			K2	33	0,38	5 %	$Y = 0,17 + 33,03 X$
		120	K0	38	0,24	NS	-
			K2	33	0,28	NS	-
		180	K0	38	0,38	5 %	$Y = 1,10 - 6,61 X$
			K2	37	0,11	NS	-

Annexe 24/1 - Tableau de conversion rapide

Elément	!	mé/l en ppm	!	ppm en mé/l
K ⁺	!	x 39,1	!	x 0,026
Ca ⁺⁺	!	x 20,0	!	x 0,050
Mg ⁺⁺	!	x 12,2	!	x 0,082
Na ⁺	!	x 23,0	!	x 0,044
NO ₃ ⁻	!	x 62,0	!	x 0,016
N(NO ₃ ⁻) - N(NH ₄ ⁺)	!	x 14,0	!	x 0,071
Cl ⁻	!	x 35,5	!	x 0,028
P(PO ₄ ⁻⁻⁻⁻)	!	x 10,3	!	x 0,097
S(SO ₄ ⁻⁻⁻⁻)	!	x 16,0	!	x 0,063
HCO ₃ ⁻	!	x 61,1	!	x 0,016
	!		!	

Annexe 24/2 - Tableau de conversion rapide

Ca/CaO	!	CaO	!	Ca x 1,40
	!	Ca	!	CaO x 0,71
Mg/MgO	!	MgO	!	Mg x 1,67
	!	Mg	!	MgO x 0,60
Na/Na ₂ O	!	Na ₂ O	!	Na x 1,35
	!	Na	!	Na ₂ O x 0,74
K/K ₂ O	!	K ₂ O	!	K x 1,21
	!	K	!	K ₂ O x 0,83
	!		!	

Annexe 25 - Conversion en ppm des teneurs en azote et cations de la solution du sol aux périodes de drainage (Davié, GSP 1985, 180 cm)

Date prélev.	Drainage *		Trait. S/trait.		Concentrations (ppm, 180 cm)				
	période	mm			N(NO ₃)	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
19.4	1.4 au 20.4	33	K0	A	41	23	10	3	1
				B	50	26	10	5	1
			K2	A	23	20	8	8	3
				B	56	38	12	9	2
3.5	21.4 au 5.5	7	K0	A	39	26	10	4	2
				B	41	30	9	4	2
			K2	A	20	22	8	6	2
				B	50	35	12	7	2
17.5	6.5 au 20.5	8	K0	A	49	24	10	5	2
				B	61	28	11	5	2
			K2	A	30	17	5	6	2
				B	54	27	11	7	2
31.5	21.5 au 31.5	1	K0	A	25	24	10	5	1
				B	34	31	10	5	1
			K2	A	13	14	5	7	2
				B	25	23	9	7	2
14.6	1.6 au 15.6	2	K0	A	30	25	10	5	1
				B	34	30	11	5	1
			K2	A	12	16	5	7	2
				B	37	34	9	7	2
26.7	20.7 au 31.7	4	K0	A	30	30	10	4	1
				B	30	32	11	5	1
			K2	A	13	20	4	6	2
				B	28	33	8	6	2

* calcul ORSTOM/Lomé (R.POSS)

Annexe 26 - Conversion en ppm des teneurs azote et cations de la solution du sol aux périodes de drainage (Davié, PSS-9.8 au 5.9 - et PSP-20.9 au 15.11 - 1985, 180 cm)

Date prélev.	Drainage *		Trait.	S/trait.	Concentrations (ppm, 180 cm)				
	période	mm			N(NO ₃)	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
9.8	1.8 au 10.8	3	K0	A	32	29	11	5	1
				B	36	34	12	6	1
			K2	A	17	17	4	8	2
				B	30	34	9	7	2
23.8	11.8 au 25.8	4	K0	A	46	26	9	5	2
				B	55	32	11	5	1
			K2	A	22	17	4	6	2
				B	44	30	8	6	2
5.9	26.8 au 5.9	3	K0	A	44	29	12	5	2
				B	44	31	12	5	1
			K2	A	17	17	5	7	2
				B	42	34	10	8	2
20.9	6.9 au 20.9	42	K0	A	30	25	10	5	1
				B	35	30	11	7	1
			K2	A	13	22	4	7	1
				B	20	32	8	7	1
4.10	21.9 au 5.10	66	K0	A	32	31	12	5	1
				B	42	35	14	4	1
			K2	A	15	23	6	6	1
				B	21	24	8	6	1
18.10	6.10 au 20.10	58	K0	A	32	35	14	5	1
				B	36	39	15	5	1
			K2	A	15	23	6	7	1
				B	23	30	9	7	1
31.10	21.10 au 31.10	6	K0	A	29	34	14	5	1
				B	28	35	13	4	1
			K2	A	11	23	6	6	2
				B	18	29	10	7	1
15.11	1.11 au 15.11	2	K0	A	30	35	12	5	1
				B	28	35	11	4	1
			K2	A	12	25	5	5	1
				B	19	32	9	7	1

* calcul ORSTOM/Lomé (R.POSS)

Annexe 27 - Evaluation des pertes minérales (Davié, GSP 1985, 180 cm)

Date prélev.	Drainage *		Trait.	S/trait.	Lixiviation (kg/ha)				
	période	mm			N	CaO	MgO	Na2O	K2O
19.4	1.4 au 20.4	33	K0	A	13,5	10,6	5,5	1,4	0,4
				B	16,5	12,0	5,5	2,3	0,4
			K2	A	7,6	9,2	4,3	3,5	1,2
				B	18,5	17,5	6,7	4,1	0,8
3.5	21.4 au 5.5	7	K0	A	2,7	2,5	1,2	0,4	0,1
				B	2,9	2,9	1,0	0,4	0,1
			K2	A	1,4	2,1	1,0	0,5	0,1
				B	3,5	3,5	1,3	0,7	0,1
17.5	6.5 au 20.5	8	K0	A	3,9	2,7	1,3	0,5	0,2
				B	4,9	3,1	1,5	0,5	0,2
			K2	A	2,4	2,0	0,7	0,7	0,2
				B	4,3	3,1	1,5	0,8	0,2
31.5	21.5 au 31.5	1	K0	A	0,3	0,3	0,2	0,1	-
				B	0,3	0,4	0,2	0,1	-
			K2	A	0,1	0,1	0,1	0,1	-
				B	0,3	0,3	0,2	0,1	-
14.6	1.6 au 15.6	2	K0	A	0,6	0,8	0,3	0,1	-
				B	0,7	1,0	0,3	0,1	-
			K2	A	0,2	0,3	0,2	0,2	-
				B	0,7	1,0	0,3	0,2	-
26.7	20.7 au 31.7	4	K0	A	1,2	1,7	0,7	0,3	0,1
				B	1,2	1,7	0,7	0,3	0,1
			K2	A	0,5	0,7	0,3	0,3	0,2
				B	1,1	1,5	0,5	0,3	0,2

* calcul ORSTOM/Lomé (R. FOSS)

Annexe 28 - Evaluation des pertes minérales (Davié, PSS-9.8 au 5.9- et PSP-20.9 au 15.11-1985, 180 cm)

Date prélev.	Drainage *		Trait.	S/trait.	Lixiviation (kg/ha)				
	période	mm			N	CaO	Mgo	Na ₂ O	K ₂ O
9.8	1.8 au 10.8	3	K0	A	1,0	1,3	0,5	0,3	-
				B	1,1	1,4	0,7	0,3	-
			K2	A	0,5	0,7	0,2	0,3	-
				B	0,9	1,4	0,5	0,3	-
23.8	11.8 au 25.8	4	K0	A	1,8	1,4	0,7	0,3	-
				B	2,2	1,8	0,7	0,3	-
			K2	A	0,9	1,0	0,3	0,3	-
				B	1,8	1,7	0,5	0,3	-
5.9	26.8 au 5.9	3	K0	A	1,3	1,3	0,7	0,2	0,2
				B	1,3	1,3	0,7	0,2	0,1
			K2	A	0,5	0,7	0,3	0,3	0,2
				B	1,3	1,4	0,5	0,3	0,2
20.9	6.9 au 20.9	42	K0	A	12,6	14,7	7,0	2,8	0,4
				B	14,7	17,6	7,7	3,9	0,4
			K2	A	5,5	12,9	2,8	3,9	0,4
				B	8,4	18,8	5,7	3,9	0,4
4.10	21.9 au 5.10	66	K0	A	21,1	28,5	13,2	4,5	0,7
				B	27,7	32,3	15,4	3,5	0,7
			K2	A	9,9	21,3	6,7	5,4	0,7
				B	13,9	22,1	8,9	5,4	0,7
18.10	6.10 au 20.10	58	K0	A	18,6	28,4	13,5	3,9	0,6
				B	20,9	31,6	14,5	3,9	0,6
			K2	A	8,7	18,6	5,8	5,5	0,6
				B	13,3	24,4	8,7	5,5	0,6
31.10	21.10 au 31.10	6	K0	A	1,7	2,8	1,3	0,4	0,1
				B	1,7	2,9	1,3	0,3	0,1
			K2	A	0,7	2,0	0,7	0,5	0,2
				B	1,1	2,4	1,0	0,5	0,1
15.11	1.11 au 15.11	2	K0	A	0,6	1,0	0,3	0,1	-
				B	0,6	1,0	0,3	0,1	-
			K2	A	0,2	0,7	0,2	0,1	-
				B	0,4	0,8	0,3	0,2	-

Saragoni H.

Etude de la composition de la solution du sol des terres de Barre à l'aide de capteurs en céramique poreuse : fiche d'essai.

Lomé : DRA, 1986, 58 p. multigr.