

CENTRE D'ADIPODOUME

Laboratoire d'Agronomie

BILAN ET DYNAMIQUE DU POTASSIUM SOUS CULTURES

FOURRAGERES EN ZONE TROPICALE HUMIDE.

Communication au Xe Colloque de l'Institut International
de la Potasse - Abidjan, déc. 1973

G. HAINNAUX

J-C. TALINEAU

C. FILLONNEAU

B. BONZON

D. PICARD

M. SICOT

1 - INTRODUCTION.

Pour répondre à une demande toujours croissante en produits agricoles et éviter les aléas liés à la monoculture, l'intensification des systèmes de production et la diversification des cultures deviennent des nécessités dans la plupart des pays tropicaux.

La mise en place des nouveaux systèmes de culture se fait le plus souvent dans le cadre d'opérations de développement intégré. Elle résulte plus de choix nécessaires au niveau de la planification que d'une lente et progressive évolution au niveau de la pratique agricole.

Une voie d'intensification est le passage à la culture continue, les rotations à mettre en place pouvant englober ou non une sole fourragère.

En Côte d'Ivoire plusieurs graminées et quelques légumineuses peuvent être utilisées pour la constitution de prairies à bonne productivité. Toutefois, les éléments dont on dispose pour effectuer un choix en ce qui concerne leur rôle dans le maintien de la fertilité sont encore peu nombreux.

Afin, d'une part de mettre à la disposition du planificateur et de l'utilisateur des références permettant de mieux **asseoir** les choix et les thèmes de vulgarisation et d'autre part, de dégager et d'élaborer des relations générales constitutives d'une "théorie agronomique" qui permettent d'agir avec un minimum de risque et d'orienter plus efficacement les objectifs de la recherche appliquée, la section d'agronomie de l'ORSTOM en Côte d'Ivoire a entrepris l'étude des principaux facteurs mis en jeu dans les interactions entre sol et plantes fourragères.

A cet effet, une expérimentation a été mise en place en 1967 dans trois complexes "climat-sol" différents. Elle a comporté successivement :

- une culture de maïs destinée à évaluer l'hétérogénéité initiale des parcelles dans chaque zone d'implantation,

- trois ou quatre années de culture fourragère durant lesquelles fut suivie l'évolution des propriétés physiques, physico-chimiques et chimiques du sol,

- trois cycles successifs de maïs destinés à juger des arrière-effets des plantes fourragères.

Les résultats présentés ici sont ceux obtenus durant la phase fourragère sur la station de recherches de l'I.E.M.V.T.* à Bouaké. Ils concernent principalement le bilan et la dynamique du potassium estimés à l'échelle de l'année. Le dépouillement complet de l'ensemble des données expérimentales, actuellement en cours, permettra une approche plus fine à l'échelle de la saison.

* Ce programme d'étude a fait l'objet d'une collaboration avec le Ministère de l'Agriculture de Côte d'Ivoire, l'Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire en Pays Tropicaux (IEMVT), l'Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des cultures vivrières (IRAT) d'une part et de l'ORSTOM d'autre part.

2 - CONDITIONS EXPERIMENTALES.

21. Le dispositif expérimental.

Le dispositif expérimental est un essai factoriel du type 2^4 à deux répétitions, les traitements étant les suivants :

- 1 graminée à port en touffe et à système racinaire fasciculé : *Panicum maximum* clone G23,
- 1 graminée à port rampant stolonifère : *Cynodon aethiopicus*
- 2 légumineuses : *Stylosanthes guyanensis* et *Centrosema pubescens* celle-ci à port rampant.

Chacune de ces plantes est fertilisée ou non et exploitée par coupe selon deux rythmes, les produits de la fauche étant exportés. Les quantités d'engrais utilisées sur les traitements fertilisés figurent au tableau I, les apports sont faits trois fois par an après les fauches communes à tous les traitements qui ont lieu aux principaux changements de saison.

Tableau I - Apports annuels d'engrais

! Apports en kg/ha !	! GRAMINEES !			! LEGUMINEUSES !		
	! 1ère ! ! année !	! 2ème ! ! année !	! 3ème ! ! année !	! 1ère ! ! année !	! 2ème ! ! année !	! 3ème ! ! année !
! kg de N/ha !	! 150 !	! 750 !	! 750 !	! 30 !	! 0 !	! 0 !
! kg de P/ha !	! 33 !	! 98 !	! 98 !	! 33 !	! 76 !	! 49 !
! kg de K/ha !	! 125 !	! 622 !	! 622 !	! 125 !	! 510 !	! 303 !
! kg de Ca/ha !	! 66 !	! 328 !	! 328 !	! 44 !	! 329 !	! 165 !
! kg de Mg/ha !	! 0 !	! 116 !	! 116 !	! 0 !	! 116 !	! 58 !

22. Le sol.

Les principales caractéristiques du sol sur lequel était installé l'essai figurent au tableau II qui appelle en ce qui concerne le potassium, la remarque suivante : alors que le potassium échangeable est peu abondant (environs 100 ppm), le potassium total qui provient essentiellement des feldspaths (orthose) et micas (muscovite) issus de la roche-mère graniti-

que est mieux représenté mais reste faible. D'environ vingt fois supérieur au potassium échangeable il constitue 35 % des réserves en bases totales.

En outre, les argiles présentes dans ce sol sont essentiellement kaolinitiques comme le confirme les diagrammes de diffraction des rayons X.

Horizons (cm)	0-10cm	10-25cm	25-45cm	45-85cm
Gravillons % Ø > 2 mm	8,5	21,5	26,3	30 à 70
Argiles + limons %	18,1	18,6	33,5	37,0
Carbone total ‰	9,81	9,57	5,84	4,79
Azote total ‰	0,78	0,75	0,61	0,57
P ₂ O ₅ OLSEN ‰	0,07	0,06	0,03	-
P ₂ O ₅ total ‰	0,45	0,43	0,33	-
pH	6,0	5,8	5,7	5,5
Capacité d'échange T en mé/100 g	6,36	6,38	6,13	6,10
Bases échangeables S en mé/100 g	3,38	3,33	2,23	1,88
K ⁺ échangeable Taux de saturation	0,28	0,24	0,15	0,12
V en %	59	58	57	56
K total mé/100 g	4,34	4,02	3,52	-

Tableau II - Caractéristiques physiques et chimiques
du sol étudié

23. Le climat.

Les données climatiques de la station sont résumées sur la figure 1.

La pluviométrie moyenne est de l'ordre de 1200 mm cependant, la région de Bouaké qui se présente comme une zone de transition entre celles ayant un régime de climat à 2 saisons des pluies au Sud et celles ayant un régime à une saison des pluies au Nord a un régime des pluies très irrégulier. Durant l'expérimentation, alors que la 1ère année peut-être considérée comme normale (1247 mm) les seconde et troisième années ont été déficitaires (1046 mm et 873 mm).

Toutefois environ deux mois par an (septembre-octobre), la pluie est largement supérieure à l'ETP ce qui compte tenu des possibilités de réserves en eau du sol (en moyenne 1 mm par cm) peut amener un drainage important ; drainage qui peut survenir surtout à l'occasion d'orages violents.

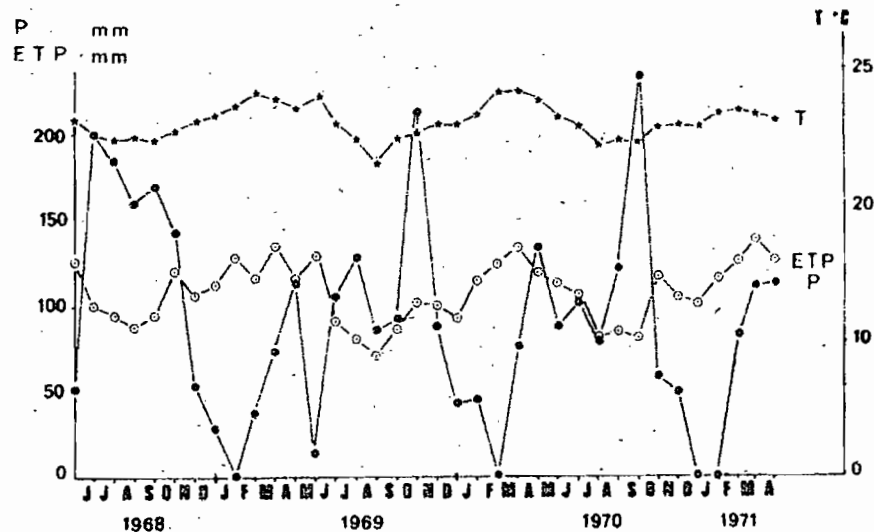


Figure 1 : Données climatiques de la station de BOUAKÉ.

3 - RESULTATS OBTENUS - DISCUSSION.

31. Le potassium dans la plante.

Outre la production fourragère, ont également été mesurées à chaque campagne de prélèvement :

- la masse des chaumes et de la litière
- la masse des racines.

A partir de ces données et des résultats des analyses chimiques pratiquées sur chacun des échantillons correspondant, il a été possible d'estimer la consommation nette totale des plantes en éléments minéraux (exportations cumulées par le produit de fauches et immobilisations instantanées par les chaumes et les racines).

311. La production de matière sèche.

Les résultats moyens figurent au tableau III; les traitements "rythme de fauche" ne présentant pas de différences significatives ont été regroupés. Ils montrent :

1) - que sans apports d'engrais, la production chute brutalement **après** la première année, ceci étant d'autant plus net que les plantes ont une productivité élevée.

2) - que les apports calculés à priori pour compenser les exportations permettent le maintien de la production jusqu'en troisième année chez les graminées, mais pas chez les légumineuses à cause probablement d'une inadaptation des formules et des doses utilisées :

- pas d'azote après l'implantation
- rapport Ca + Mg/K des engrais trop faible.

Tableau III - Productions fourragères annuelles et biomasses résiduelles en T de matière sèche/ha

* O = traitements non fertilisés et F = traitements fertilisés

Traitements *	Production fourragère annuelle			Résidus de récolte après 1, 2 et 3 ans			
	1ère année	2ème année	3ème année	1ère année	2ème année	3ème année	
Panicum maximum	O	23,9	8,7	4,3	8,3	6,1	7,3
	F	30,8	22,8	26,2	9,3	7,8	9,6
Cynodon aethiopicus	O	16,9	8,6	4,8	9,5	6,6	9,1
	F	19,7	17,3	18,3	9,3	7,9	12,5
Stylosanthes guyanensis	O	14,4	6,1	3,9	7,4	5,8	6,1
	F	18,0	9,0	4,0	5,6	5,5	5,4
Centrosema pubescens	O	7,2	4,8	2,7	8,8	6,1	8,0
	F	8,3	5,9	4,2	6,5	6,5	7,8

312. Les teneurs en potassium.

Elles sont initialement voisines de 2 % pour tous les traitements. Les chiffres figurant au tableau IV illustrent leur évolution soit :

1) Une chute régulière sur les traitements non fertilisés, des symptômes de carence se manifestant dès la fin de première année,

2) Un maintien et parfois une augmentation sur les traitements fertilisés. Il a pu y avoir, en particulier dans le cas des légumineuses, consommation de **luxé** car bien que les teneurs se maintiennent, la production de matière sèche diminue considérablement, probablement du fait de facteurs limitants autres que le potassium.

Tableau IV - Teneurs moyennes et exportations en potassium

! Traitements !	! Teneurs moyennes en !			! Exportations en kg/ha !			
	! 1ère !	! 2ème !	! 3ème !	! 1ère !	! 2ème !	! 3ème !	
! Plantes x fertilisation !	! année !	! année !	! année !	! année !	! année !	! année !	
! Panicum maximum !	O !	1,97 !	1,39 !	1,29 !	508 !	122 !	52 !
	F !	2,27 !	2,40 !	2,50 !	716 !	542 !	601 !
! Cynodon aethiopicus !	O !	1,97 !	1,43 !	1,28 !	310 !	114 !	59 !
	F !	1,92 !	1,97 !	2,24 !	384 !	385 !	387 !
! Stylosanthes guyanensis !	O !	2,35 !	1,77 !	1,29 !	350 !	112 !	88 !
	F !	2,34 !	2,47 !	2,06 !	385 !	232 !	94 !
! Centrosema pubescens !	O !	2,24 !	1,96 !	1,70 !	164 !	95 !	51 !
	F !	2,22 !	2,10 !	2,23 !	189 !	135 !	102 !

313. Vitesse d'absorption du potassium.

Les vitesses d'absorption ont été estimées à partir des exportations lors des deux premières fauches des traitements fertilisés, alors que la richesse du sol n'est pas encore limitante, ni l'approvisionnement en eau, ces fauches ayant eu lieu en saison des pluies.

On observe comme vitesse moyenne d'absorption de l'ion K^+ pour un sol dont la teneur moyenne est voisine de 100 ppm :

- 3,7 g par kg de racines par jour chez *Panicum maximum*,
- 1,5 g par kg de racines par jour chez *Cynodon aethiopicus*,
- 2,1 g par kg de racines par jour chez *Stylosanthes guyanensis*,
- 1,3 g par kg de racines par jour chez *Centrosema pubescens*.

Elles se traduisent par une absorption globale de 2,95 kg/ha/j. chez *Panicum*, 1,60 kg/ha/j chez *Cynodon* et *Stylosanthes* et 0,75 kg/ha/j. chez *Centrosema*. Ces chiffres illustrent le pouvoir respectif d'épuisement de ces plantes pour un sol dont le stock en potassium échangeable est d'environ 550 kg/ha.

314. Les exportations et immobilisations.

Elles sont rapportées dans les tableaux IV et V dont les chiffres montrent qu'en fin de première année de culture, la consommation par rapport à celle des trois années est de l'ordre de :

- 75 % sur les traitements non fertilisés
- 40 % sur les traitements fertilisés.

Cet effet particulièrement net au niveau des parties aériennes est moins important au niveau des racines, celles-ci immobilisant après un an un stock à peu près constant d'éléments minéraux variant selon le niveau de fertilisation de 8 à 12 kg/ha chez les graminées et de 6 à 8 kg/ha chez les légumineuses.

Les exportations par les graminées sont très fortes et se maintiennent au cours des trois années à un niveau d'environ 600 kg/ha/an pour *Panicum maximum* et de 400 kg/ha/an pour *Cynodon aethiopicus*, quand on fertilise.

Ces valeurs annuelles représentent 85 % des exportations totales en trois ans pour les mêmes plantes non fertilisées.

Pour les légumineuses, les différences dues à la fertilisation sont moindres, celle-ci s'avère incapable de maintenir le niveau atteint la première année alors que les teneurs varient peu. Les exportations, proches de celles des graminées non fertilisées varient selon le traitement de :

- 500 à 700 kg/ha en trois ans pour *Stylosanthes*
- 300 à 400 kg/ha en trois ans pour *Centrosema*.

En ce qui concerne les immobilisations dans les chaumes, la litière et les racines, elles ne représentent qu'une faible proportion des exportations sans pourtant être négligeables. Elles varient entre 100 kg/ha pour *Panicum* fertilisé et 50 kg/ha pour les autres traitements. Toutefois, il faut remarquer qu'il s'agit là d'immobilisations instantanées susceptibles d'être en partie libérées par décomposition et restituées au sol sous forme assimilable.

Tableau V - Consommations cumulées en K après chaque campagne en kg/ha.

Traitements	Fauche	1ère Année			2ème Année			3ème Année		
	N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Panicum maximum	O	353	433	574	634	657	673	697	705	709
	F	404	544	768	968	1126	1295	1495	1703	1250
Cynodon aethiopicus	O	176	266	351	402	432	448	486	503	516
	F	171	291	395	508	633	768	905	1096	1128
Stylosanthes guyanensis	O	187	304	431	476	507	508	560	597	601
	F	180	315	451	562	662	673	759	771	825
Centrosema pubescens	O	112	168	252	287	289	319	341	359	362
	F	111	177	248	318	368	379	462	468	476

32. Le potassium dans le sol.

Les stocks de potassium dans le sol ont été estimés à partir des données de l'analyse chimique : échange à l'acétate d'ammonium à pH 7, sur échantillons composites et en tenant compte du taux de gravillons de chaque horizon.

321. Evolution du stock de potassium échangeable.

La figure 2 illustre son évolution dans le temps (profil 0-25 cm) et le tableau VI donne les stocks en fin de chaque année pour les profils 0,25 cm et 0,45 cm ; ceux dans le profil 0,85 n'ont été estimés qu'en début et fin d'expérimentation.

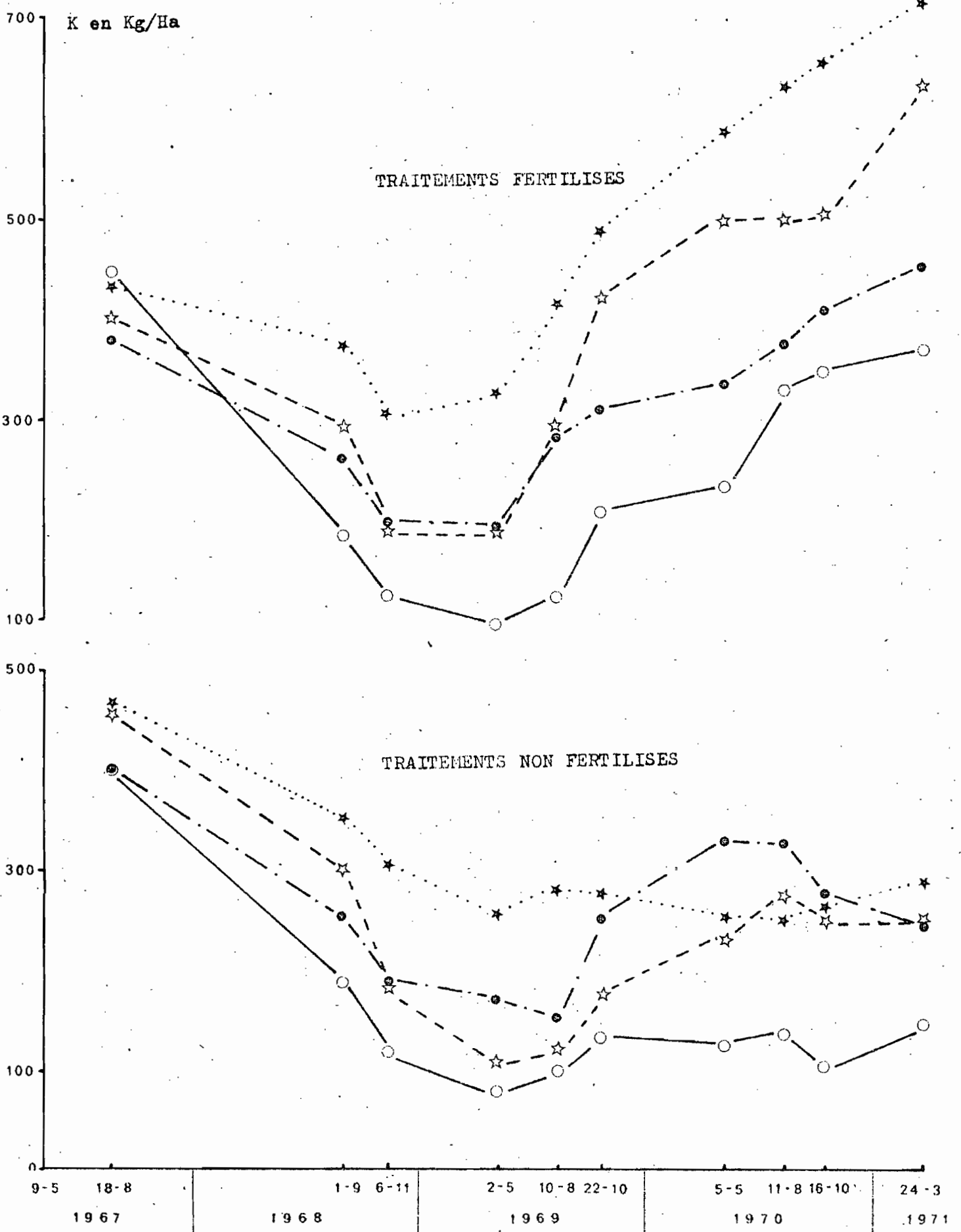


Figure 2 : Evolution du stock en potassium dans le profil 0 - 25 cm.

- ——— *Panicum maximum*
- — — — *Cynodon aethiopicus*
- ☆ — — — *Stylosanthes guyanensis*
- ★ *Centrosema pubescens*

Tableau VI - Stock de potassium échangeable en kg/ha

	Traitements non fertilisés				Traitements fertilisés			
	Panicum	Cynodon	Stylo- santhes	Centrosema	Panicum	Cynodon	Stylo- santhes	Centrosema
Stock initial								
0-25	401	402	456	466	448	381	404	434
1969	82	170	109	262	97	189	189	324
1970	128	329	231	253	232	334	496	586
1971	149	244	249	288	369	450	630	712
Stock initial								
0-45	569	543	586	607	618	505	538	534
1969	116	278	235	399	178	262	298	419
1970	227	456	256	377	444	417	659	683
1971	293	406	332	442	512	567	781	822
Stock initial								
0-85	712	757	806	839	768	659	757	971
Stock final	495	613	559	680	722	734	1064	1279

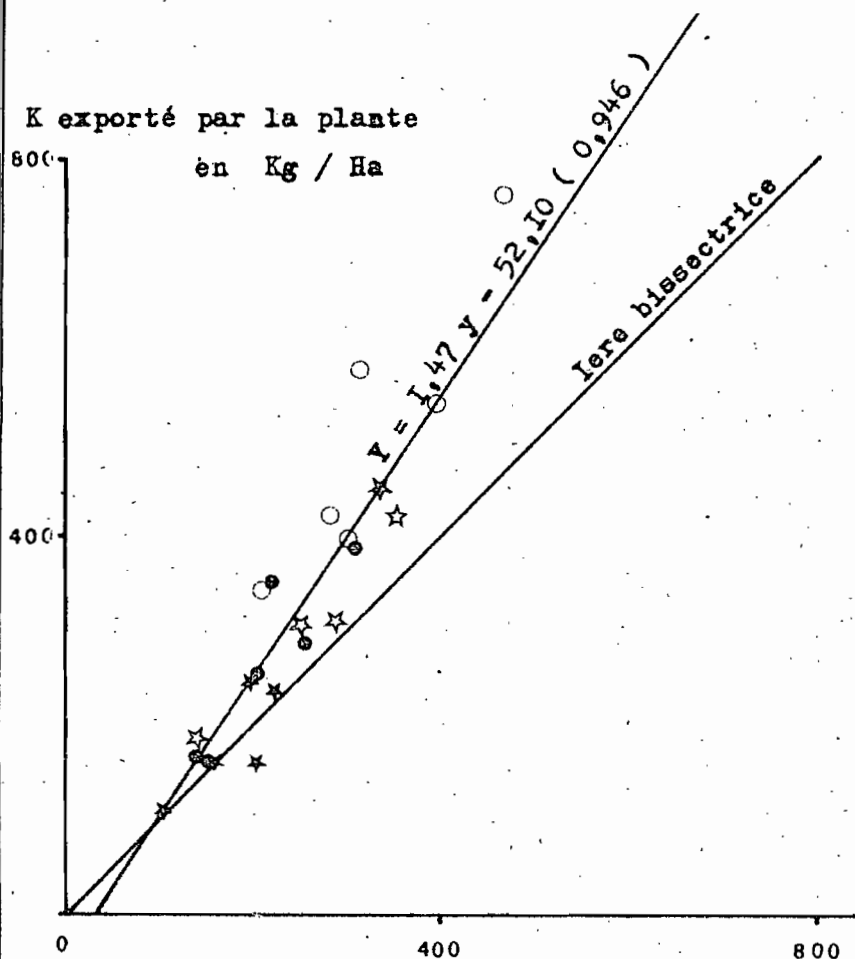


Figure 3 : Epuisement des reserves
du sol en fonction de
la consommation par les plantes.

- Panicum maximum
- Cynodon aethiopicus
- ☆ Stylosanthes guyanensis
- ✱ Centrosema pubescens

Diminution de K dans le sol
en Kg / Ha

D'après ces résultats, deux périodes se différencient. En première année, il y a, quelque soit le traitement, diminution importante du stock de potassium échangeable du sol. Cette diminution est étroitement liée à la consommation par les plantes comme l'illustre la figure 3. Par la suite, l'évolution des stocks est beaucoup plus dépendante des traitements.

En fertilisant, il y a augmentation d'autant plus importante que les apports sont supérieurs aux exportations. Cet excès sert en partie à recharger le complexe absorbant du sol comme le montre le tableau VII.

Tableau VII - Evolution du rapport K/CEC dans le sol %

	Traitements non fertilisés				Traitements fertilisés			
	Panicum	Cynodon	Stylo- santhes	Centrosema	Panicum	Cynodon	Stylo- santhes	Centrosema
Valeur initiale	4,4	4,1	4,5	4,5	4,6	3,8	4,2	5,4
1969	1,6	2,7	2,2	4,3	1,7	3,6	4,2	5,5
1970	2,3	3,7	3,1	4,2	4,4	6,0	7,5	8,9
1971	3,0	3,8	4,2	4,2	5,4	7,2	10,2	11,5

Dans le cas des traitements non fertilisés le niveau se stabilise après dix huit mois sous Panicum et Centrosema et on note une légère remontée sous Cynodon et Stylosanthes, mais qui ne permet jamais de retrouver le niveau initial. Cet effet qui se manifeste d'ailleurs dès la première année comme l'atteste la position des points sur la figure 3 qui sont tous situés au dessus de la première bissectrice, ne peut être que la conséquence de l'influence de la culture sur la dynamique du potassium, en particulier de son action sur les réserves en potassium total.

322. Bilan du potassium dans le sol.

Compte tenu des données de l'expérimentation, il est possible à chaque époque d'estimer le bilan en potassium échangeable. C'est la différence entre :

- le stock à l'époque considérée augmenté des exportations et immobilisations,
- le stock initial augmenté des apports.

Cette valeur et son évolution dans le temps reflètent la dynamique du potassium dans le profil. En effet, elle peut être considérée comme résultant :

- de la remontée dans le profil considéré par l'intermédiaire du pluviollessivage de la litière et de la décomposition d'une fraction des résidus de récolte d'une quantité d'éléments puisés plus en profondeur par les racines.
- de la transformation sous l'effet de la culture d'une fraction des réserves en potassium échangeable (libération)
- de la rétrogradation d'une fraction des apports
- de la lixiviation d'une fraction du stock **échangeable**.

La figure 4 illustre cette évolution dans le profil 0-25 et le tableau VIII donne les valeurs calculées à la fin de chaque année. Les valeurs positives indiquent la prédominance des deux premiers phénomènes et les valeurs négatives celles des deux derniers.

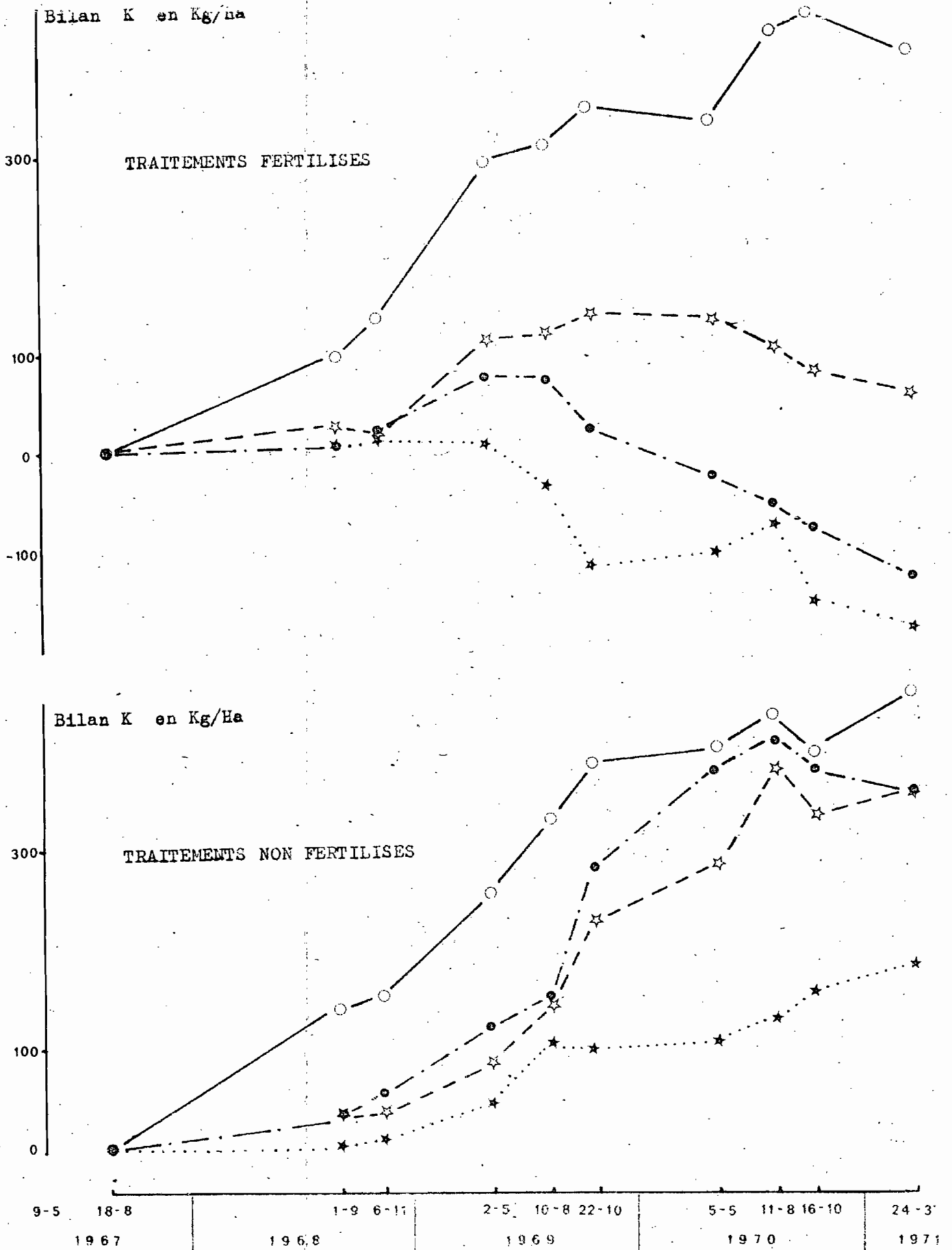


Figure 4 : Evolution du bilan en K dans le profil 0 - 25 cm.

- ——— Panicum maximum
- ☆ — — — Stylosanthes guyanensis
- — — — Cynodon aethiopicus
- * ······ Centrosema pubescens

Tableau VIII - Bilans en potassium en kg/ha.

Date	Traitements non fertilisés				Traitements fertilisés			
	Panicum	Cynodon	Stylo- santhes	Centrosema	Panicum	Cynodon	Stylo- santhes	Centrosema
0-25cm								
1969	255	120	84	47	292	77	112	13
1970	400	376	284	106	332	- 28	130	- 104
1971	457	358	354	181	401	-129	59	- 184
0-45cm								
1969	120	86	78	44	203	27	87	8
1970	331	362	175	90	374	- 68	139	- 109
1971	433	379	306	195	375	-136	76	- 174
0-85cm								
1971	422	372	314	192	335	-124	140	- 155

Dans le cas des traitements non fertilisés, les bilans sont fortement positifs et on note qu'en fin d'expérimentation, leurs valeurs sont voisines pour tous les profils. Il est donc probable que peu de potassium est prélevé au-delà des 45 premiers centimètres dans lesquels se développent d'ailleurs 75 à 90 % des racines selon les espèces. L'hypothèse de la transformation du potassium non échangeable des réserves en potassium échangeable reste alors la plus plausible.

Ce phénomène, progressif dans le temps met en jeu des quantités d'éléments variant de 400 kg/ha sous Panicum à 200 kg/ha sous Centrosema et qui sont d'autant plus importantes que les plantes exportent plus ou manifestent une activité racinaire plus intense.

Dans le cas des traitements fertilisés, le bilan, du même ordre de grandeur que précédemment pour Panicum, plante qui exporte plus qu'elle ne reçoit est beaucoup plus petit chez Stylosanthes et devient même négatif chez Cynodon et Centrosema.

Pour ces trois dernières plantes, les apports sont largement excédentaires : de l'ordre de 175 kg/ha pour Cynodon, 110 pour Stylosanthes et de 450 pour Centrosema ; et il est à noter que les courbes d'évolution dans le temps des bilans deviennent décroissantes dès lors que les apports sont supérieurs aux exportations.

Cette évolution traduit la prédominance des phénomènes de lixiviation ; la rétrogradation, compte tenu de la nature essentiellement kaolinitique des argiles présentes dans le sol étant probablement de moindre importance. D'ailleurs, les variations du stock en potassium total, bien qu'entachées d'erreurs absolues importantes par rapport au stock en potassium échangeable tendent à le confirmer.

Les pertes peuvent être évaluées à 150 kg/ha lors des deux dernières années sous Cynodon et Centrosema. Sous Stylosanthes, elles n'apparaissent qu'en troisième année et concerne environ 80 kg/ha de potassium, le bilan sur les trois années restant positif.

Ces observations sont confirmées d'une part par le bilan en potassium total et d'autre part par les bilans en calcium et magnésium. Elles montrent que l'intensité du phénomène dépend aussi :

- Du niveau des apports instantanés par rapport au potentiel d'absorption des plantes,

- De la nature des engrais utilisés comme l'illustre la comparaison entre Cynodon et Stylosanthes fertilisés. Alors que ces deux plantes ont des potentiels d'absorption voisins, la graminée reçoit des apports instantanés en K plus importants et en outre, accompagnés d'une fumure azotée sous forme de sulfate d'ammoniac, que ne reçoit pas la légumineuse. Ces apports ont une action acidifiante et désaturante importante comme le montre l'évolution des pH dans le sol.

Tableau IX - Evolution du pH du sol.

pH dans 0-25cm	Sans fertilisation		Avec fertilisation	
	Graminées	Légumineuses	Graminées	Légumineuses
pH initial	5,85	5,83	5,85	6,00
1969	5,55	5,43	5,25	5,47
1970	5,32	5,12	5,05	5,62
1971	5,25	5,05	4,92	6,13

Il est probable que cette action se traduit sous *Cynodon* par une sensibilisation plus importante du potassium à la lixiviation, d'autant plus que le complexe absorbant du sol est pauvre et déséquilibré.

- De la formule d'engrais et en particulier de l'équilibre $K/(Ca + Mg)$ des apports équilibre d'autant plus important que la capacité d'échange et la somme des bases échangeables du sol sont faibles et que le sol est déséquilibré*. Or, en ce qui concerne les sols de la station de Bouaké, ce déséquilibre, peu prononcé à l'origine : $K/(Ca + Mg) = 0,1$ environ est accentué par les apports d'engrais : $K/(Ca + Mg) = 0,3$, ce rapport étant trop élevé.

* Déséquilibre des rapports K/Ca et K/Mg au niveau du complexe absorbant du sol.

4 - CONCLUSIONS.

L'étude de l'évolution des stocks et des bilans en potassium sous prairies montre qu'en système d'exploitation intensif, les plantes utilisent rapidement le stock disponible dans le sol. Cet épuisement enclenche un processus de libération des réserves mettant en jeu environ 5 % du stock en potassium total. Toutefois, cette libération se fait lentement et est incapable d'assurer un approvisionnement suffisant pour maintenir un bon niveau de production.

En système d'exploitation plus intensif la dynamique du potassium est dominée par des pertes importantes dès lors que les apports d'engrais sont excédentaires. On doit pouvoir limiter les pertes en ajustant les apports aux possibilités d'absorption par les plantes et en choisissant les engrais et les formules d'apport de façon à éviter les phénomènes de compétition tant au niveau du complexe échangeable du sol qu'au niveau de l'absorption. Dans ces conditions, compte tenu du rôle bénéfique de la prairie sur le taux des matières organiques du sol, les excédents peuvent en partie servir à améliorer l'état du complexe absorbant essentiellement d'origine organique.

BIBLIOGRAPHIE

ARNOLD, P.W., GLOUSE, B.M. - 1961 -

Potassium-releasing power of soils from Agdell rotation experiment assessed by glasshouse cropping. J. Agric. Sci., 57, 1961 : 381-386.

BLANCHET, R., BOSCH, M. - 1967 -

Bilans en potassium et alimentation potassique des plantes en présence de rétrogradation et de libération d'ions K^+ non échangeable.

Ann. Agron. 18, 161, 1967 : 601-621.

BLANCHET, R., BOSCH, M., MAERTENS, C. - 1970 -

Quelques aspects des relations sol-plante dans l'alimentation minérale des cultures.

Proc. 9th Cong. Int. Potasse Inst. Antibes, 1970 : 81-94.

MERLIEUX, S., LIBOIS, A., GROSMAN, R. - 1968 -

Nouvelles données sur la fertilisation potassique des plantes fourragères en sol granitique.

Ann. agron., 1968, 19, (4), : 459-471.

KILMER, V.J., YOUNTS, S.E., BRADY, N.C. - 1968 -

The role of potassium in agriculture.

ASA, CSSA, SSSA, Madison, USA, 1968.