

REPUBLIQUE DU SENEGAL

-----  
P R I M A T U R E  
-----

SECRETARIAT D'ETAT A LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

(S.E.R.S.T.)  
-----

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

C N O 1 0 1 4 3 1  
P 3 3 1  
K H O

COMPARAISON DE TROIS SOURCES DE POTASSIUM  
SUR RIZ EN SOL SABLEUX ACIDE DE PLAINE  
-----

Décembre 1979

Mamadou KHOUMA  
Agropédologue  
-----

STATION DE RECHERCHES RIZICOLES DE DJIBELOR  
-----

COMPARAISON DE TROIS SOURCES DE POTASSIUM  
SUR RIZ EN SOL SABLEUX ACIDE DE PLAINE

1) - INTRODUCTION :

Avec le développement de la notion, souvent citée, de "la fertilisation équilibrée" les efforts de recherches se sont orientés, avec une attention particulière, sur le rôle de la potasse qui jusque là occupait une place relativement secondaire dans les formules de fumure. Sur le plan pratique, l'effet spectaculaire de l'azote a souvent masqué la nécessité d'un apport de potasse aux cultures jusqu'au moment où il a été clairement établi que l'efficacité de dosés importants d'azote dépendait étroitement de l'équilibre entre les différents éléments biogènes. Même dans les pays ayant une vieille tradition dans la fertilisation, la nécessité d'apporter de la potasse n'est apparue que tardivement chez les agriculteurs. Cela s'expliquerait par le fait que "la carence en potasse est plus difficile à identifier que la carence en N ou en P car elle n'apparaît habituellement pas durant les premiers stades végétatifs de la croissance". (Von Uexkell, 1976).

Dans les pays où l'utilisation des engrais minéraux est assez récente, les premiers essais, de fertilisation ont souvent révélé une réponse très limitée du riz à la potasse appliquée, notamment en Inde et dans le Sud-Est de la Chine (Chang et al.). En Chine, toujours, l'application d'engrais potassiques associés à de fortes quantités de fumure organique ayant des teneurs élevées en K, telle que le fumier, a entraîné dans certains cas une diminution des rendements. Au Sénégal également, un effet dépressif du KCl sur les rendements en paddy a été constaté ces dernières années dans un sol sableux acide de plaine de la Casamance. Il existe cependant de nombreuses références sur la réponse positive du riz à l'application d'engrais potassiques.

Le présent essai s'inscrit dans le cadre d'une meilleure connaissance de la nutrition potassique du riz dans les sols sableux acides de la Basse Casamance très sollicité par la riziculture. Une étude comparative de l'efficacité de trois sources de potassium y est menée en conditions semi-contrôlées avec un suivi de l'évolution de différents paramètres chimiques et électrochimiques. Un rappel bibliographique sommaire s'avère cependant indispensable afin de mieux délimiter le contexte de l'étude.

2) - QUELQUES ACQUIS EN MATIERE DE FERTILISATION POTASSIQUE :

L'identification des symptômes visibles de déficience en un élément nutritif quelconque, bien qu'étant assez délicate, demeure un élément de grande importance dans le domaine de la nutrition minérale des plantes. La principale difficulté rencontrée dans cette démarche d'identification provient souvent du fait qu'un effet visible peut être l'expression de plusieurs causes. Dans le cas du potassium, les symptômes visibles de déficience les plus couramment rencontrés peuvent se résumer ainsi : "Les plants sont rabougris mais le tallage est seulement légèrement réduit. Les feuilles sont courtes, tombantes et d'un vert foncé. Sur les feuilles les plus basses, le jaunissement commence entre les nervures depuis les bouts et éventuellement elles meurent quand elles sont colorées en brun clair. Quelquefois, des tâches brunes peuvent se former sur les feuilles vert foncé". (Tanaka et Yoshida, 1970).

a) - Relations entre K et conditions adverses du milieu :

Différents auteurs s'accordent pour affirmer que les plantes carencées en K sont sensibles à certaines maladies cryptogamiques et bactériennes (Helminthos poriose, maladie des tâches brunes, xanthomonas oryzae etc ).

En rizière submergée, le stress cause par l'excès d'ions tels que  $Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$  et  $S_2^-$  a pu être atténué par une nutrition adéquate en K. Selon Béringer et Al, dans des conditions de nutrition adéquate en K; les plantes secrètent moins de solutés organiques radiculaires. Il en résulte une diminution de la perte en oxygène; la toxicité est ainsi réduite par formation d'oxydes de fer et d'oxydes de manganèse qui précipitent à la surface des racines.

Une meilleure tolérance des plantes au sel est également signalée dans des sols où l'approvisionnement en K était meilleur (BERINGER et TROLLDENIER 1978). D'après le rapport publié lors du colloque intitulé "Utilisation des engrais et santé des plantes" tenu en Turquie en 1976, il ressort des données bibliographiques pour l'ensemble des parasites un effet favorable du K dans 65 % des cas et un effet défavorable (stimulation des maladies ou des ravageurs dans 23% des cas. La réduction la plus sensible concerne les maladies bactériennes et fongiques (7 cas sur 10), suivent ensuite les insectes et acariens (6 cas sur 10) tandis que les nématodes et les virus ont été plus souvent stimulés que réduits. (Revue de la potasse N°2/1978).

En Chine, Chang et Liang (1978) ont constaté que sur riz une maladie physiologique appelée "Red Blight" apparaissait là où la teneur en K disponible du sol (extrait à l'acétate d'ammonium 1 N et dosé au photomètre à flammes) était inférieure à 60-75 ppm. Dans les sols où la teneur en K disponible est supérieur à 150ppm, la maladie n'est généralement pas observée.

b) - Relations entre K et réponse des plantes :

Il est généralement admis à travers la littérature que lorsque le K échangeable du sol est inférieur à 100 - 120 ppm, une réponse appliquée est probable; en particulier lorsqu'il n'y a pas d'autres facteurs limitant le rendement. Il n'en demeure pas moins que la réponse des plantes est intimement lié au type de sol et à l'année de culture.

En Basse Casamance, un effet positif de la paille de riz enfouie (1,66 % de  $K_{20}$ ) sur les rendements en paddy et paille a été noté sur sol argile! (BEYE 1973). L'auteur a également montré dans le même essai où il comparait l'action de la potasse et de la paille enfouie sur le développement et le rendement du riz, sur sol argileux que:

Le bilan de la potasse est négatif pour le témoin (sans potasse, ni paille), légèrement excédentaire pour la potasse seule; de même que pour la paille et largement excédentaire en présence de paille et de potasse.

Sur rizière sableuse et acide, l'efficacité de deux modes d'apport du chlorure de potassium (tout au repiquage ou en 2 fois: repiquage et tallage maximum) à des doses croissantes : 50, 100 et 150 kg de  $K_{20}$ /ha a été comparée en présence de N et P à la dose de 100kg/ha sous forme d'urée et de supertriple respectivement..

Les faits marquants de cet essai sont les suivants:

- Un effet hautement significatif de N P
- Une absence d'effet de K
- Un effet linéaire des doses de K
- Une absence d'effet du mode d'apport.

Malgré le manque d'effet de K dans les sols sableux acides de Basse Casamance, l'emploi d'engrais potassique a été néanmoins recommandé vu les risques de carence liés à l'intensification de la riziculture avec l'utilisation de variétés à haut rendement.

Sur ces sols également, la moyenne des rendements en paddy sur quatre années de la combinaison 100N - 40P - 50K ne diffère pas significativement de la moyenne de la combinaison 100N - 40P. La formulation binaire s'est même révélée arithmétiquement supérieure à la formulation ternaire au niveau des rendements en paddy (4,9t/ha pour 100N - 40P contre 4,8t/ha pour 100N - 40P - 50K).

L'enfouissement de paille a accru les teneurs en K du sol aussi bien en sol argileux qu'en sol sableux, mais cet effet positif est souvent atténué par le lessivage dans le sol sableux. (BEYE et AL 1975).

La formation en excès de fer ferreux, d'acides organiques ou de composés sulfureux est également un handicap majeur dû à l'incorporation de la paille en sol sableux soumis à la submersion.

### 3) - SITUATION DU PROBL#EME ET OBJECTIFS :

Il a été constaté, dans les rizières sableuses de plaine de la Casamance un effet dépressif du potassium dans les combinaisons à base de N, P, K. L'absence de différence significative entre d'une part, les traitements N P et les traitements N P K d'autre part, ne se reflétait pas nécessairement dans les teneurs en K de la solution du sol. Parmi les multiples causes possibles recensées à travers la littérature, nous avons relevé les aspects suivants:

- Des rapports inadéquats entre N, P et K dans la formule d'engrais utilisée, compte tenu de la disponibilité de ces éléments dans le sol. Une diminution du prélèvement de P a été signalée lorsque les engrais potassiques sont utilisés alors que les plantes sont le siège de désordre physiologique résultant de l'ingestion de sels.
- La pauvreté des sols en matière organique. Dans beaucoup de sols tropicaux, la capacité à retenir les cations sous forme échangeable se situe dans la fraction organique.
- La forme et la méthode d'application de l'engrais potassique en relation avec le type de sol et avec le type de culture,
- La présence de polymères d'hydroxy-aluminium qui aux faibles valeurs de pli empêchent la fixation des ions K<sup>+</sup>.
- La nature filtrante des sols sableux qui favorise un intense lessivage des éléments biogènes.
- La contribution du potassium non échangeable à la nutrition minérale des plantes qui a permis dans certains cas d'expliquer le manque de réponse.
- L'emploi à fortes doses d'herbicides qui peuvent inhiber le prélèvement de l'ion K<sup>+</sup> par les racines de riz. Le 2,4D (2,4 Dichloro-phénoxy acétique acid) et le M.C.P.A (4 chloro - 2 méthyl - phénoxy acétique acid) à des concentrations de l'ordre de 10<sup>-4</sup> molaires inhibent le prélèvement de l'ion K<sup>+</sup> par les racines de riz. (Zsoldos et AL 1978).

..../...

Les sols qui nous intéressent, sur ce problème particulier du potassium, ont les caractéristiques suivantes:

- Une faible capacité d'échange cationique, (C.E.C. < 1 meq/100g de terre
- Une faible teneur en matière organique (5,8 ‰)
- Un pH acide - (entre 4,5 et 5).
- Une texture très grossière (sables totaux > 90%).
- Un pauvreté chimique notoire (Voir tableau ci-dessous).

N ‰ Ammoniacal	K <sub>2</sub> O ‰ Soluble	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ‰ Total	M. O. ‰
0,0021	0,47	1,30	5,76

Ces sols de plaine, formés sur d'anciens sédiments fluvio-marins recèlent des teneurs en sels élevées, par endroits.

La fumure minérale utilisée dans les expérimentations antérieures était sous forme d'urée, de superphosphate et de chlorure de potassium. Nous avons entamé nos investigations en mettant l'accent sur l'incidence de l'anion accompagnant le cation K<sup>+</sup> dans l'engrais potassique sur la réponse du riz. Ceci se justifiait d'autant plus que l'anion Cl<sup>-</sup> apporté par le Kcl est réputé être toxique lorsqu'il se trouve en grande quantité dans le sol. Le sol étudié est bien pourvu en Cl<sup>-</sup>, parce qu'affecté par une salinité chlorure-sodique. Dans une première approche nous nous sommes limité à la comparaison de trois sources de potassium. (Kcl, KNO<sub>3</sub> et K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>).

#### 4) - METHODOLOGIE :

L'essai a été mené dans des pots en plastique pouvant contenir, chacun, 10 kilos de terre et muni d'un tuyau de drainage. La terre provient de la nouvelle Station de Djibélor (P. 28).

L'azote et le phosphore ont été apportés sous forme d'urée et de supertriple respectivement. 100 unités pour l'azote, 90 pour le phosphore et 3 niveaux pour le potassium : 40, 80 et 120 unités par hectare et par source.

Il a été tenu compte de l'azote et du phosphore apportés par KNO<sub>3</sub> et K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>. Un témoin absolu et un témoin (N,P) ont été adjoints aux traitements. Le dispositif expérimental adopté est celui des blocs aléatoires complets avec 3 répétitions.

Deux pots de bordure encadrent les traitements à chaque extrémité du bac contenant les pots de culture. Le bac est rempli d'eau jusqu'à la même hauteur que l'eau de submersion des pots. La submersion des pots est réalisée à l'aide d'eau déminéralisée.

Le phosphore et le potassium ont été apportés avant le repiquage des plants de riz (variété DJ 684D). L'azote a été apporté 4 semaines après repiquage.

Quatre pieds de riz ont été repiqués dans chaque pot, 21 jours après mise en germination des graines. Les graines germées ont séjourné dans une solution nutritive conçue pour le riz, jusqu'au moment du repiquage.

Les analyses suivantes ont été effectuées :

- a) - Sur le percolat, recueilli sans contamination par l'air ambiant tous les 15 jours: pH, C.E, Eh, N ammoniacal, K et bilan ionique
- b) - Sur feuilles  
Au 40<sup>e</sup> jour après repiquage et un mois avant la récolte :  
N, P, K, Na, Cl, Mg et Si
- c) - Sur paille, à la fin des essais :  
K, Na, Cl et Si.
- d) - Sur les échantillons de sol à la fin des essais:  
pH, CE et K total.

TRAITEMENTS	NOMBRE D'UNITES/ha			SOURCE DE POTASSIUM
	N	P	K	
T0	0	0	0	
T1	100	90	0	
T2,1	100	90	40	Kcl
T2,2	100	90	80	Kcl
T2,3	100	90	120	Kcl
T3,1	100	90	40	K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>
T3,2	100	90	80	K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>
T3,3	100	90	120	K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>
T4,1	100	90	40	KN <sub>3</sub>
T4,2	100	90	80	KN <sub>3</sub>
T4,3	100	90	120	KN <sub>3</sub>

5) - RESULTATS :

A - LES RENDEMENTS :

a) - Rendements en grains :

Le tableau de comparaison des moyennes montre que:

- Tous les traitements sont hautement significativement différents du témoin absolu T0 (Sans engrais). Cela confirme la pauvreté chimique des sols sableux de plaine.
- Seuls deux traitements :
  - T3,3 (K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> à 120 Unités de K)
  - T2,1 (Kcl à 40 unités de K)
 sont significativement différents du témoin N.P - (T1)
- Le Kcl s'est révélé être la source d'engrais potassique la plus performante dans l'ensemble, au niveau des rendements grains.
- A la dose de 40 unités par ha, le Kcl (T2,1) a donné des rendements supérieurs à celui de tous les autres traitements.
- L'effet dépressif du potassium qui a été constaté dans les sols sableux acides de plaine, par l'emploi du Kcl, ne s'est pas manifesté dans notre essai.

.../...

Par contre un léger effet dépressif sur les rendements en grains a été enregistré dans deux traitements à base de  $\text{KN}_3$  aux doses de 40 et 80 unités de (T4,1 et T4,2) et dans un traitement à base de  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  à la dose de 40 unités de K (T3,1).

Les courbes d'évolution du rendement en fonction de la dose de potassium font ressortir deux tendances opposées pour les trois sources. Le Kcl d'une part, a atteint son rendement maximum avec 40 unités/ha de K alors que pour le  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  et le  $\text{KN}_3$  d'autre part, les 40 unités correspondent à un décrochage qui sera suivi d'une hausse presque linéaire; le témoin N P étant pris comme référence. L'efficacité du Kcl à la dose de 40 unités/ha est clairement mis en évidence par ces courbes (Fig. 1).

Tableau 2 : Rendements en grains en grammes/pot

T0	6,03	a	a
T4,1	10,95	b	b
T3,1	11,88	bc	bc
T4,2	12,17	bc	bcd
T1	12,57	bcd	bcd
T4,3	13,45	cde	bcde
T3,2	14,28	cdef	bcde
T2,3	14,37	cdef	bcde
T2,2	14,79	cdef	cde
T3,3	15,46	ef	de
T2,1	16,30	f	e
P. P. D. S.		5 %	1%

b) - Rendements en paille :

Tableau 3 : Rendements en paille en grammes/pot

T0	12,27	a	a
T4,3	20,62	b	b
T4,2	21,46	bc	bc
T4,1	22,11	bc	bcd
T2,2	22,30	bcd	bcd
T3,3	22,81	bcde	bcd
T3,1	23,72	cde	bcd
T3,2	24,01	cde	bcd
T2,3	24,44	cde	b c d
T1	25,20	de	cd
T2,1	25,61	e	d
P.P.D.S		5 %	1. %

La comparaison **multiple** de moyennes montre une différence hautement significative entre tous les traitements et le témoin absolu (T0).

Le témoin N P (T1) s'est révélé significativement **supérieur** à tous les traitements à base de  $\text{KNO}_3$ . Nous avons là un effet **dépressif** très net du  $\text{KNO}_3$  sur les rendements en paille. Cet effet peut être imputable à la dénitrification qui a probablement affecté le  $\text{NO}_3$  de  $\text{KNO}_3$ .

Aucune autre différence significative n'a été notée entre les autres traitements (excepté T0) et le traitement N.P. Comme pour les rendements en grains, le Kcl à 40 unités par ha a donné le rendement le plus élevé.

Tous les traitements, à l'exception du Kcl à 40 unités (T2,1), ont eu un effet **dépressif** sur les rendements en paille. Le témoin N P étant pris comme référence.

3 types de courbes se dessinent dans l'expression des rendements en fonction de la dose de potassium. Le  $\text{KNO}_3$  accuse une baisse plutôt **linéaire** à mesure que la dose augmente. Le  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  connaît également une baisse mais moins accentuée, avec un **léger relèvement** à la dose de 80 unités/ha.

Le Kcl amorce une **légère hausse** à 40 unités/ha suivie d'une chute assez **rapide** à 80 unités. Le rendement à 120 unités est intermédiaire entre ceux à 40 et à 80 unités.

D'une façon générale, la **supériorité** qui s'était manifestée dans l'expression des rendements en grains, en faveur du Kcl, s'est traduite dans les rendements en paille.

c) - Rendements en matière sèche totale :

Des rendements exprimés en matière sèche totale (grains+paille) et groupés sous forme de moyenne par source font ressortir la **supériorité** du Kcl sur les deux autres sources et des **différences** peu sensibles entre le Kcl et le  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  d'une part et le témoin N P d'autre part.

Rendements en matière sèche totale en g/pot :

Témoin absolu	18,30
Témoin N P	37,77
Kcl	39,27
$\text{K}_2\text{HPO}_4$	37,39
$\text{KNO}_3$	33,59

B - INCIDENCES SUR LA CHIMIE DES SOLS :

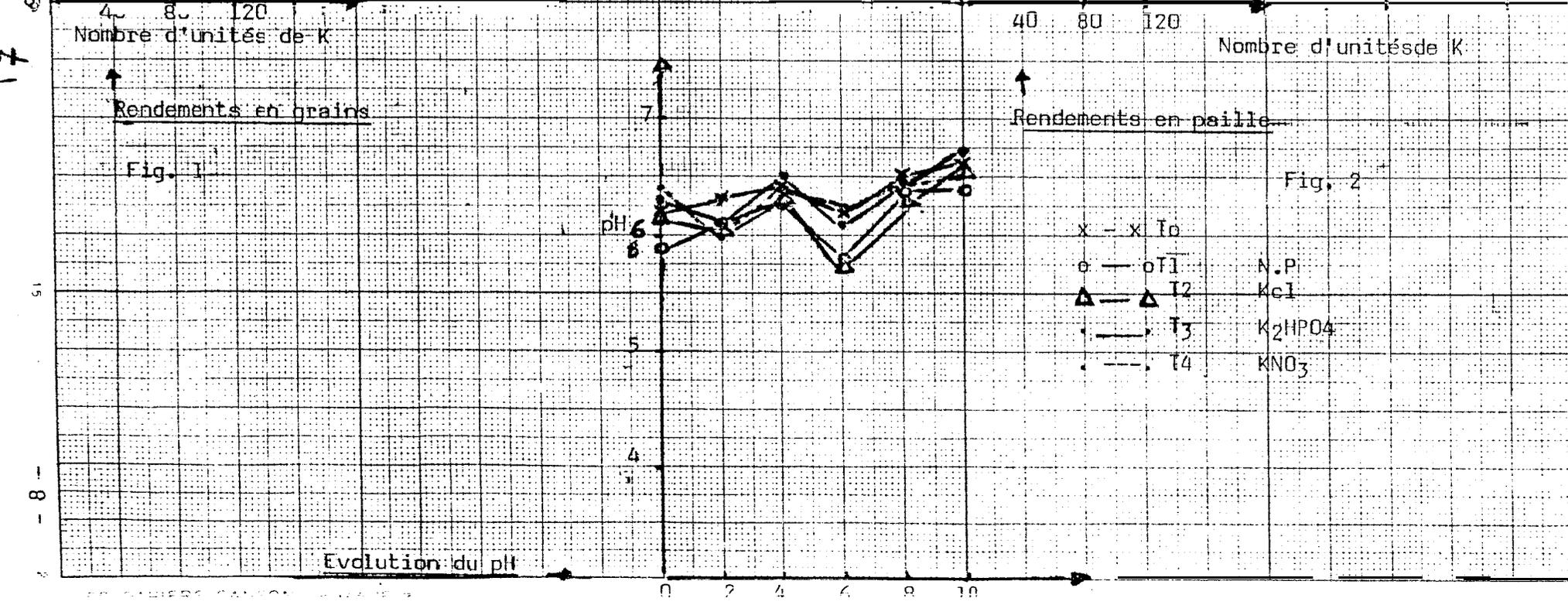
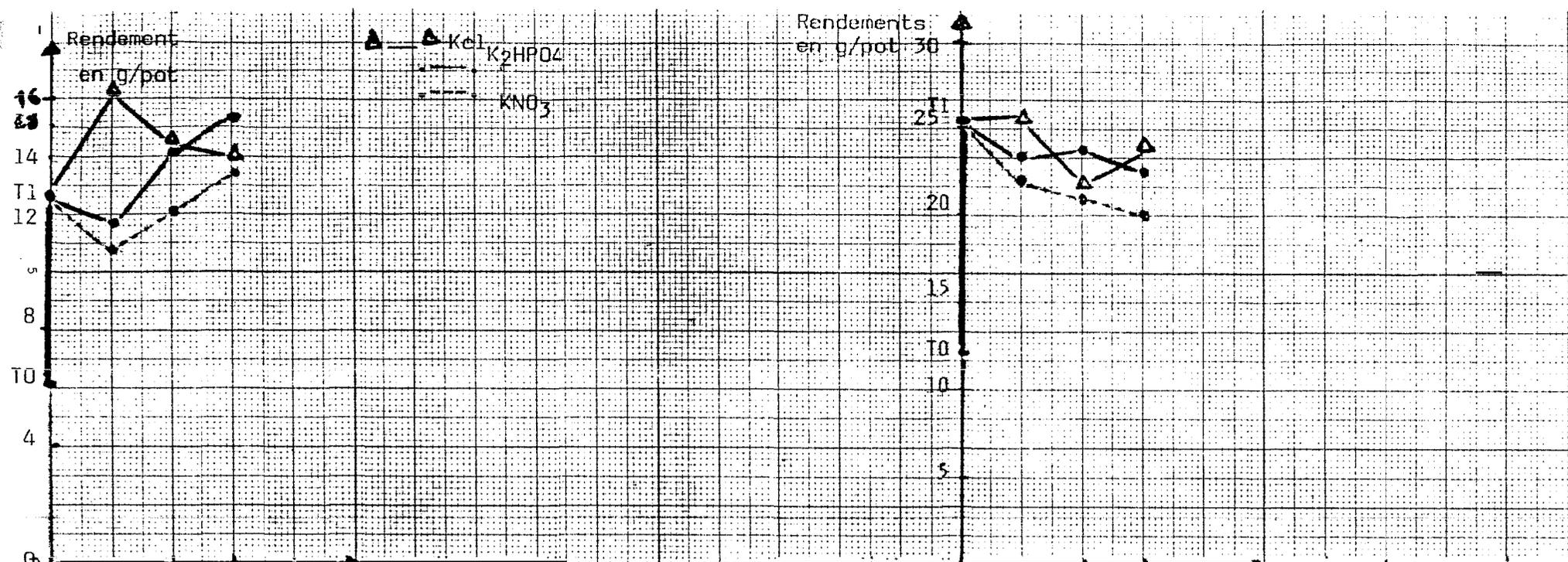
Des analyses effectuées tous les quinze jours sur les solutions du sol, en l'absence de toute contamination par l'air ambiant, ont permis de **suivre** l'évolution des **paramètres** les plus caractéristiques.

Pour ne pas alourdir inutilement le **présent rapport**, nous avons regroupé les trois niveaux de chaque source de potassium sous forme d'une moyenne.

pH :

Les valeurs obtenues en début de submersion sont élevées lorsqu'on les compare au pH 1/2,5 du sol, ainsi la **tendance** à la hausse, constatée dans les sols acides soumis à une submersion **prolongée**, n'a été effective qu'à partir de la 8ème semaine.

,.../...



Le retard entre la submersion et les premières mesures, combiné à une défec-  
tuosité du pH mètre, est sans doute à l'origine des valeurs élevées. A une  
exception près tous les pH initiaux sont supérieurs à 6. Malgré les fluctuations  
des valeurs enregistrées au cours de la submersion tous les pH ont légèrement  
augmenté à partir de la 8ème semaine. Aucun effet significatif de la source de  
potassium sur l'évolution du pH n'est à signaler.

Eh :

Le Eh moyen a connu une baisse très sensible dès la 2ème semaine de  
submersion sauf pour les traitements à base de  $\text{KNO}_3$  pour lesquels une légère  
hausse a été enregistrée. A partir de la 4ème semaine de submersion, la baisse  
est générale et sera suivie d'une alternance hausse-baisse qui se terminera par  
une baisse très accentuée. Toutes les valeurs obtenues en fin de submersion sont  
négatives. Il y a eu un impact de la forme de l'engrais potassique sur la  
réduction, variable suivant les périodes. Durant les 6 premières semaines les  
traitements Kcl et le témoin absolu ont été les moins réduits, Après 6 semaines  
de submersion, le témoin absolu et les traitements  $\text{KNO}_3$  ont enregistré les  
valeurs les moins basses. La moindre réduction dans le cas du  $\text{KNO}_3$  s'expliquera  
par la présence de nitrate dont le rôle atténuateur de la réduction a été  
confirmé.

#### Conductivité électrique :

Toutes les valeurs de conductivité ont baissé dès la 2ème semaine de  
submersion. La baisse sera régulière pendant toute la durée de l'essai avec  
des valeurs finales inférieures à 2 mmhos/cm à 25°C.

Les courbes peuvent être subdivisées en 2 groupes. Dans le 1<sup>o</sup> groupe  
comprenant le Kcl et les deux témoins (T0 et T1), les valeurs de la conductivité  
ont été sur toute la période de submersion, supérieures à celles du 2<sup>o</sup> groupe  
comprenant  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  et  $\text{KNO}_3$ . Les deux groupes conservent cependant une allure  
identique.

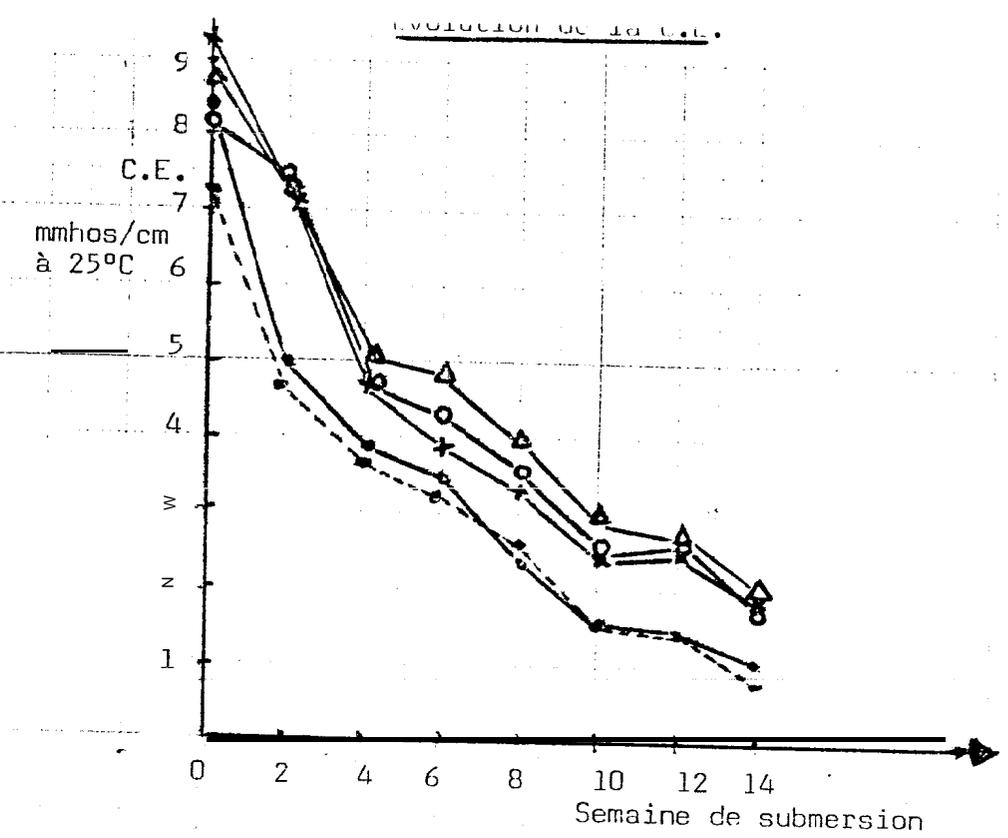
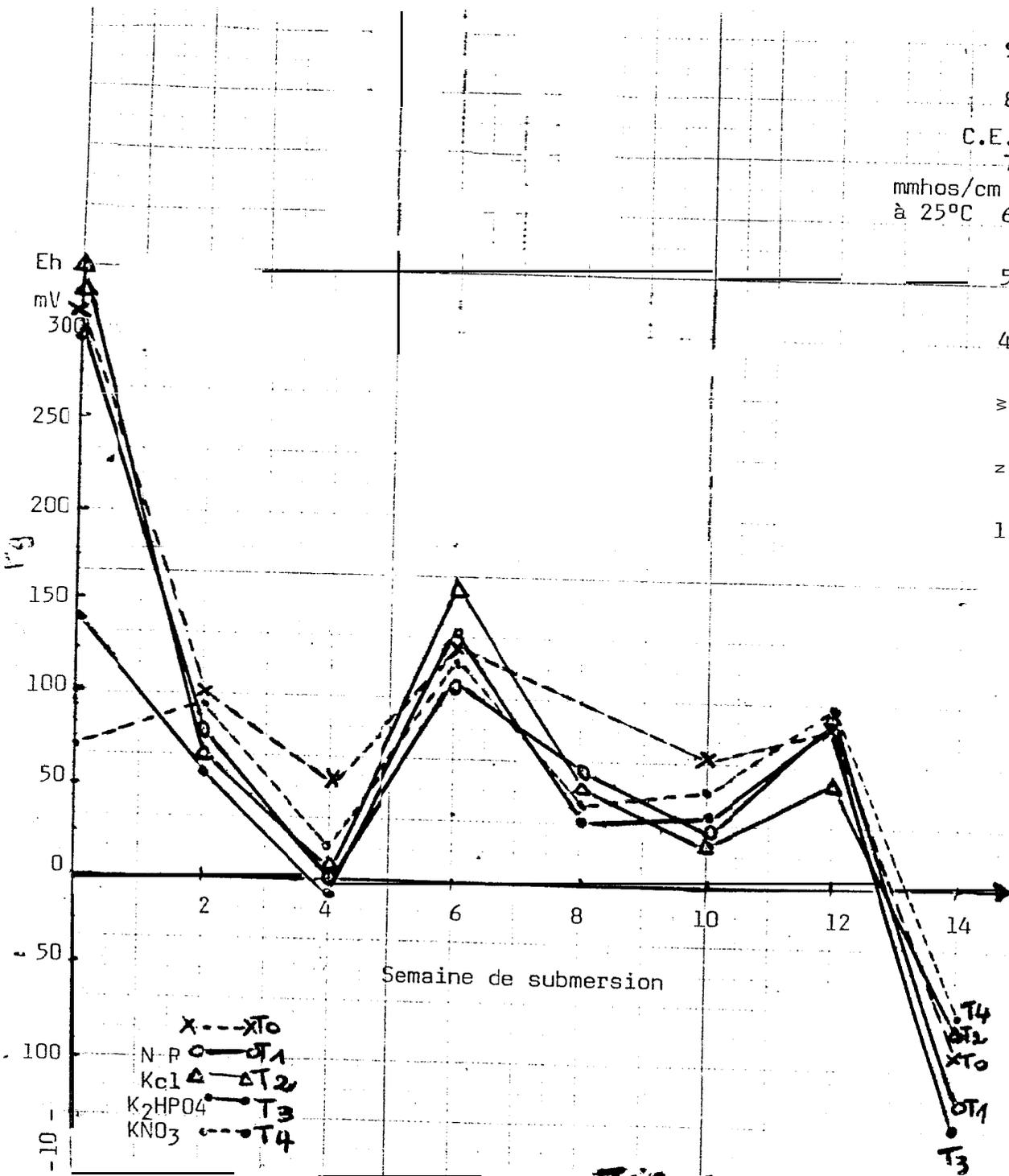
Le Kcl de par sa forte contribution à la charge ionique des solutions  
a eu la valeurs de conductivité les plus élevées parmi les 3 sources.

#### $\text{HCO}_3^-$ :

Parmi les éléments dosés, le  $\text{HCO}_3^-$  est le seul qui, après avoir atteint  
un minimum se situant entre la 2<sup>o</sup> et la 4<sup>o</sup> semaine, a amorcé une hausse qui  
s'est poursuivie durant tout l'essai. L'évolution des bicarbonates dans l'ensemble  
est assez symétrique de celle de la conductivité électrique. La similitude  
souvent constatée entre augmentation des teneurs en bicarbonates et hausse de la  
conductivité s'est inversée à partir de la 4<sup>o</sup> semaine de submersion. Toutes les  
valeurs sont comprises entre 3,5 et 6 meq/l après 1.4 semaines de submersion.  
Les deux témoins (T0 et T1) et les traitements Kcl ont présenté les plus fortes  
amplitudes.

#### $\text{Cl}^-$ :

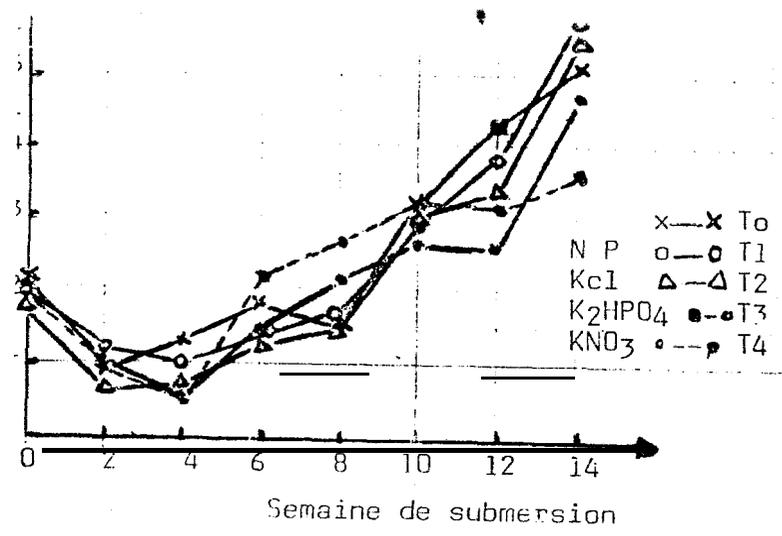
Les teneurs en chlorure, très appréciables au départ dans tous les  
traitements, ont connu leur maximum pendant la 2ème semaine de submersion (entre  
252 et 285 meq/l pour tous les traitements). Tous les pics seront suivis d'une  
décroissance rapide jusqu'à des teneurs inférieures à celle de départ. Une forte  
contribution du Kcl a eu lieu pendant les 2 premières semaines. Jusqu'à la 6<sup>o</sup>  
semaine les différences sont peu marquées. La ségrégation qui s'est opérée par  
la suite aboutit à des valeurs finales du même ordre de grandeur. Quel que  
soit la source les teneurs en  $\text{Cl}^-$  restent élevées pendant les 6 premières  
semaines.



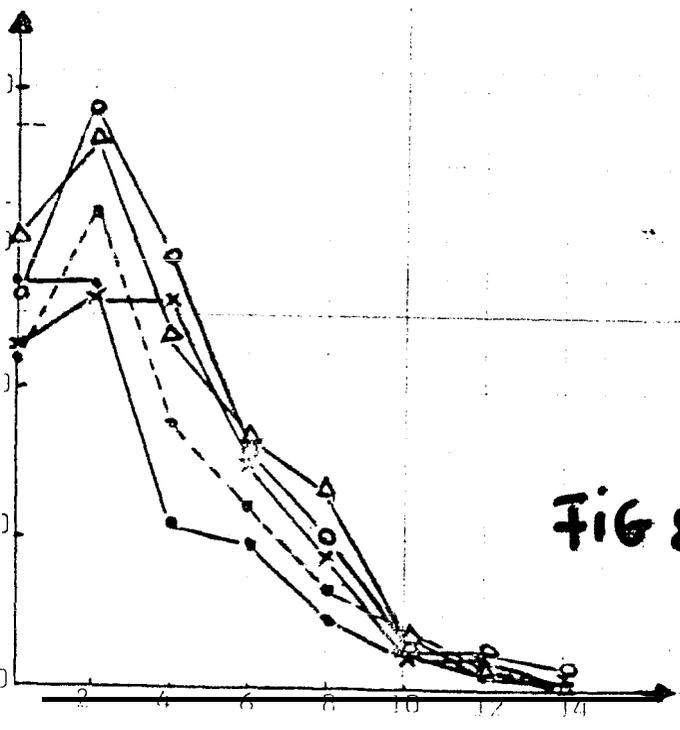
x---x T0  
 N P o---o T1  
 Kcl Δ---Δ T2  
 K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> ●---● T3  
 KNO<sub>3</sub> ○---○ T4

**FIG. 5**

**FIG. 4**



**Fig. 6** Evolution de  $\text{HCO}_3^-$



**Fig 8**

Evolution de  $\text{SO}_4^{--}$

$\text{Cl}^-$   
még/l

200

50

0 2 4 6 8 10 12 14

Semaine de submersion

Evolution de  $\text{Cl}^-$

**FIG 7**

### SO<sub>4</sub><sup>--</sup>

A l'image du chlorure, les teneurs en sulfate ont enregistré un maximum pendant la 2<sup>ème</sup> semaine de submersion. Une baisse régulière s'est amorcée à partir de la 2<sup>ème</sup> semaine. A la 14<sup>ème</sup> semaine toutes les teneurs oscillent autour d'un milli équivalent par litre. Des 3 sources, le Kcl a eu la plus forte charge en sulfate pendant les 10 premières semaines de submersion.

### Na<sup>+</sup> :

Les teneurs, élevées au départ, diminuent rapidement avec la durée de la submersion jusqu'à la 6<sup>ème</sup> semaine, de là une légère hausse s'est amorcée dans tous les traitements. Les teneurs finales restent cependant très faibles. Les traitements à base de Kcl ont été les plus riches en Na<sup>+</sup>.

### Ca<sup>++</sup> :

Nous avons noté un appauvrissement en Ca<sup>++</sup>, dans tous les traitements, avec la durée de submersion. Les teneurs initiales, comprises entre 14 et 21 mg/l ont toutes chuté jusqu'aux alentours d'un milliéquivalent par litre. Les différences au départ en faveur du Kcl se sont atténuées au cours de la submersion.

### Mg<sup>++</sup> :

L'évolution des teneurs en Mg<sup>++</sup> est assez semblable à celle du Ca<sup>++</sup>. Il y a eu une baisse très rapide des teneurs pendant les 6 premières semaines. Les différences entre traitements ont été très marquées pendant les 10 premières semaines, le témoin et le Kcl se détachant du reste.

### N-NH<sub>4</sub> :

Le maximum s'est situé dans la 2<sup>ème</sup> semaine pour les témoins et pour les traitements à base de Kcl. Ce pic sera suivi d'une baisse rapide qui aboutira à des valeurs presque insignifiantes, de l'ordre de 0,002 %. Les traitements à base de K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> et de KNO<sub>3</sub> n'ont pas présenté de pic, ils ont été appauvris en NH<sub>4</sub><sup>+</sup> durant toute la submersion. Cette absence de pic pourrait traduire l'existence de conditions défavorables à la minéralisation de l'azote dans les traitements ayant reçu K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> et KNO<sub>3</sub>.

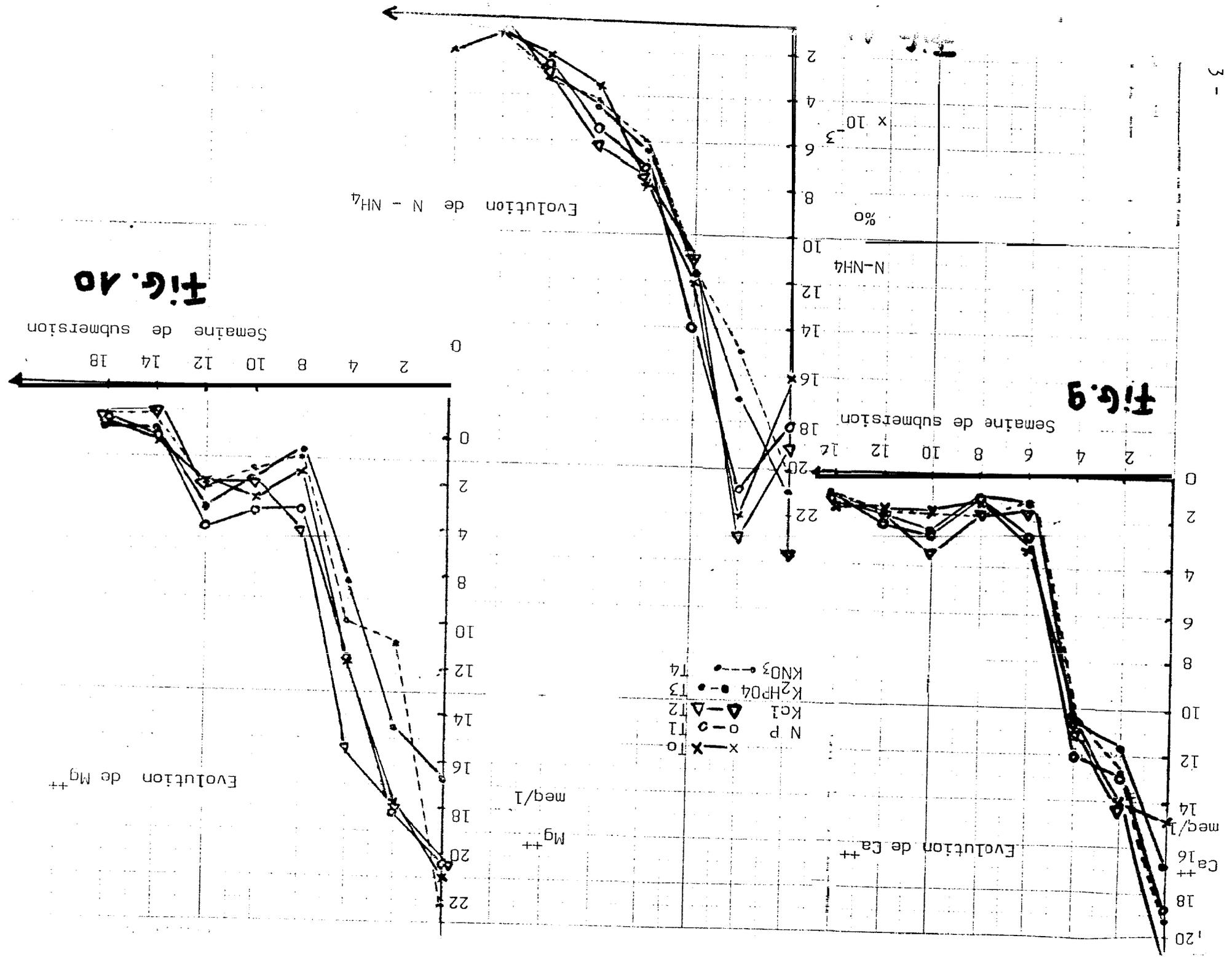
### P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> :

Les teneurs relativement faibles au départ ont connu une baisse durant les 4 premières semaines de submersion. Cette baisse semble être le résultat, de l'exportation par les plantes et de recombinaisons diverses. La hausse qui suivra aboutira, après 14 semaines de submersion, à des valeurs qui seront supérieures à celles enregistrées au départ, sauf pour les traitements à base de Kcl qui ont eu dans l'ensemble les teneurs les plus élevées en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Les valeurs ont été particulièrement faibles pour les traitements (N,P). L'adjonction de potassium a eu un impact sur la teneur des solutions de sol en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> avec un effet nettement plus marqué pour le Kcl, suivi de K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> et de KNO<sub>3</sub>.

### K<sup>+</sup> :

Les témoins absolus et NP et les traitements à base de KNO<sub>3</sub>, avec une moindre intensité, ont présenté un pic pendant la 2<sup>o</sup> semaine de submersion. Hormis ces pics, tous les traitements ont accusé une baisse constante pendant les 14 semaines de submersion. Comme pour le P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ce sont les traitements Kcl qui ont dosé le plus de potassium. Il y aurait une meilleure disponibilité de l'ion K<sup>+</sup> avec le Kcl. Les teneurs des traitements KNO<sub>3</sub> et K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> restent très faibles durant toute la submersion.



**FIG. 10**

**FIG. 9**

x To  
 N P o T1  
 Kcl Δ T2  
 K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> o- T3  
 KNO<sub>3</sub> -- T4

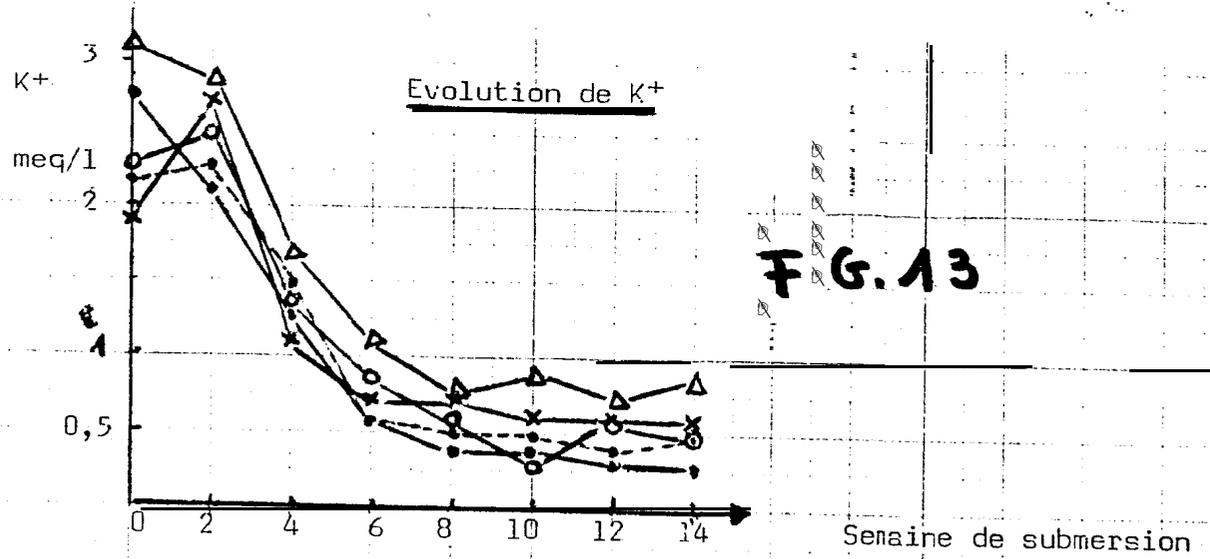


FIG. 13

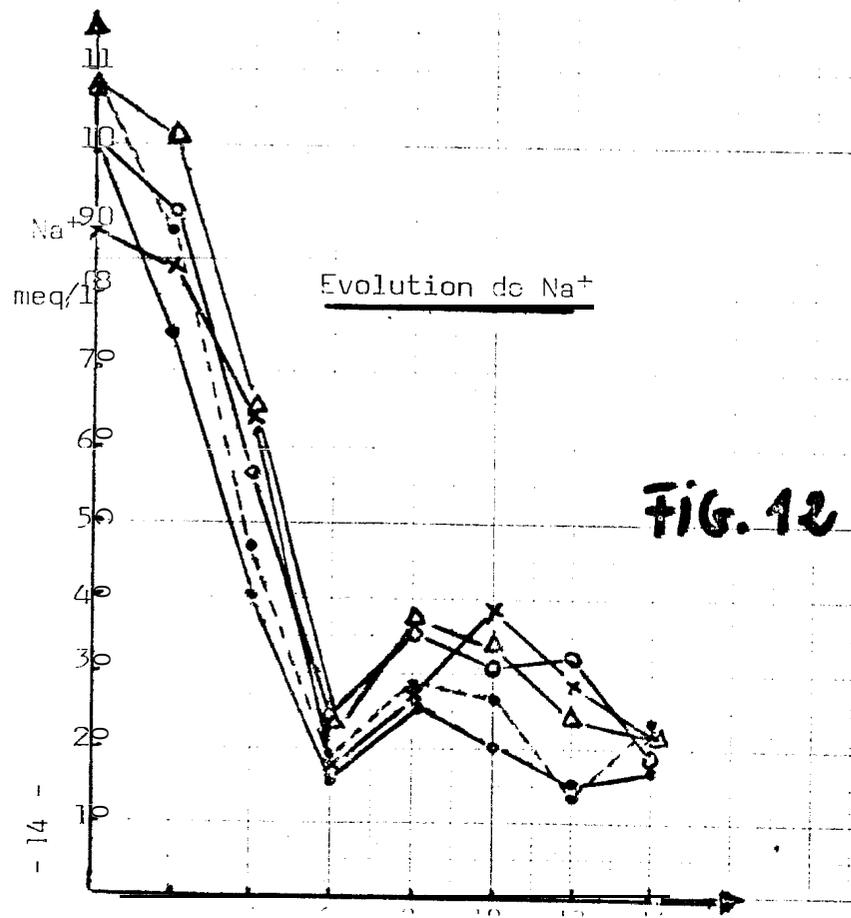


FIG. 12

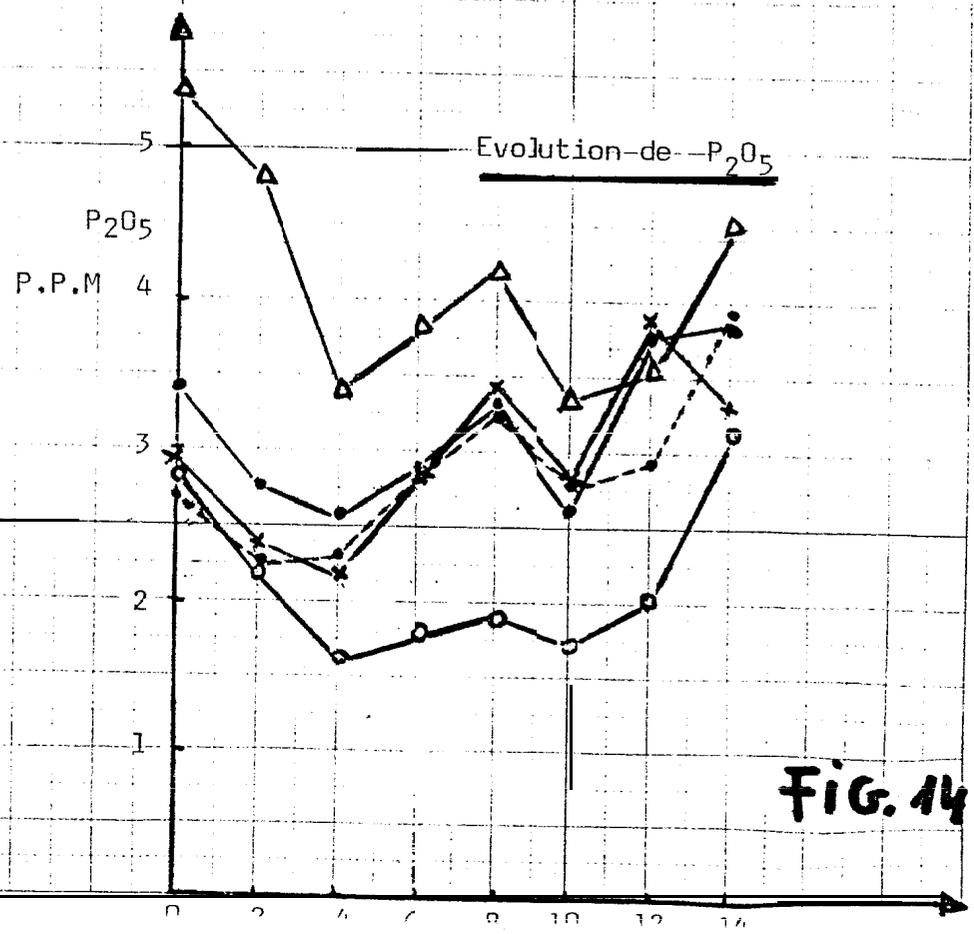


FIG. 14

D) - Interdépendance chimie du sol et productivité :

De l'étude de l'évolution des différents paramètres des solutions du sol, il ressort que la supériorité des traitements à base de KCl (au niveau des rendements moyens en grains) pourrait s'expliquer par une plus grande disponibilité du  $P_2O_5$  et du  $K^+$  sans qu'il soit toutefois possible d'établir une bonne corrélation entre les teneurs moyennes en ces éléments et les rendements moyens en grains.

(Voir tableau ci-dessous)

TRAITEMENT	RENDEMENT MOYEN EN GRAIN g/pot	TENEURS MOYENNES	
		K+ meq/l	$P_2O_5$ PP'''
T0	6,0	1,11	2,82
T1 (N.P.)	12,57	1,13	1,98
T2 (Kcl)	15,15*	1,49*	3,78*
T3 ( $K_2HPO_4$ )	13,87	1,03	2,96
T4 ( $KNO_3$ )	12,19	1,06	2,61

L'adjonction de potassium sous forme de KCl n'a pas eu d'effet dépressif sur les rendements en grains, contrairement à ce qui avait été observé dans les essais aux champs. Un effet dépressif a été constaté avec le  $KNO_3$  à 40 et 80 unités/ha de K, et avec le  $K_2HPO_4$  à 40 unités/ha de K.

E) - Analyses végétales :

Il est à signaler que des symptômes de bronzing et un dessèchement du bout des feuilles de base ont été observés dans tous les traitements avec une moindre sévérité dans seulement deux traitements T2,2 et T3,1 (KCl à 80 unités et  $K_2HPO_4$  à 40 unités, respectivement). Une étude de l'évolution du fer ferreux aurait été précieuse pour l'interprétation de ces symptômes.

Résultats d'analyses de feuilles 1 mois avant récolte :

	N%	P%	K%	Na%	Cl%	Mg%	$SiO_2$ %
T0	1,61	0,20	0,83	0,04	3,42	0,49	14,8
T1	1,75	0,28	1,03	0,02	4,49	0,66	12,8
T2	1,75	0,24	0,91	0,02	6,23	0,27	14,3
T3	1,68	0,25	1,00	0,03	4,70	0,19	20,87
T4	1,66	0,26	1,06	0,04	4,12	0,11	9,4

Les différentes analyses effectuées sur feuille (40 jours après repiquage et 1 mois avant la récolte) et sur paille à la récolte ne montrent pas de différences sensibles entre traitements. Les teneurs en azote enregistrées ont été faibles, inférieures à 2% dans tous les cas. Ceci met en relief toute la difficulté liée à l'interprétation des analyses foliaires dans la mesure où les symptômes de carence en azote n'étaient apparents que sur le témoin absolu (sans engrais). Les symptômes de carence en potassium observés sur le témoin absolu ont été confirmés par la faible teneur en potassium des feuilles: un mois avant la récolte (0,03%). Le rapport de la teneur en K de la paille du témoin absolu à la teneur en K du traitement N P est conforme à la réponse modérée enregistrée, il est de 1,2. (H.R. Von Uexkull 1978).

Le niveau de la silice de la paille est exceptionnellement bas quel que soit la source d'engrais potassique considérée. Seul le témoin N P atteint les 10% en  $\text{SiO}_2$ .

F) - Analyse du sol :

L'analyse des sols des différentes sources de potassium à la fin de l'essai révèle une légère baisse des pH eau par rapport au pH du sol de départ. La conductivité électrique du sol a diminué dans l'ensemble avec cependant un écart moins important dans le témoin absolu. Les teneurs en  $\text{K}_{20}$  total sont plus élevées dans les traitements à base de KCl, Le  $\text{KNO}_3$  et le  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  ayant même des teneurs inférieures à celles des témoins absolu et N.P.

TRAI TEMENTS	pH 1/2,5	C. E mmhos/cm 1/10	$\text{K}_{20}$ Total %
T0	4,3	0,14	0,38
T1	4,1	0,07	0,33
T2 (Kcl)	3,9	0,07	0,42
T3 ( $\text{K}_2\text{HPO}_4$ )	4,0	0,07	0,19
T4 ( $\text{KNO}_3$ )	4,1	0,10	0,28

G) - Conclusion :

La comparaison de 3 sources de potassium (KCl,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  et  $\text{KNO}_3$ ) sur sol de rizière,, sableux et acide, en conditions semi-contrôlées, permet de tirer les conclusions suivantes:

- Supériorité du KCl sur le  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  et le  $\text{KNO}_3$  au niveau des rendements en matière sèche (grains et paille).

- Aucun paramètre chimique ou électrochimique n'a pu être corrélié de façon significative avec les rendements observés. Les teneurs des solutions de sol en  $\text{K}_{20}$  et  $\text{P}_{205}$  semblent être les paramètres exprimant le mieux les rendements.

- La différenciation visuelle des traitements (morphologie, coloration) n'a été probante qu'entre le témoin absolu et le reste des traitements.

- Contrairement à ce qui avait été constaté aux champs sur le même type de sol, le Kcl n'a pas eu d'effet dépressif sur les rendements,

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

\*\*\*\*\*

BERINGER H. and TROLLENIER G.

Influence of K nutrition and response to environmental stress in congress on occasion of the 25 th anniversary of the Scientific Board of the international potash institute 1978.

BHAJAN SING et S. P. S BRAR :

Dynamique du potassium natif du sol et du potassium appliqué dans une rotation maïs - blé.

Revue de la potasse N° 6, Section Y 1977.

BEYE G.

Etude comparative de l'action de la potasse et de la paille enfouie sur le développement et le rendement du riz sur sol argileux de Basse Casamance.

Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des Cultures Vivrières (I.R.A.T.) Station de Recherches Rizicole de Djibélor 1973 - Sénégal

BEYE G. , TOURE M. - ARIAL G. :

Acid sulfate soils of west africa, problems of their management for agriculture use paper presented at the International rice research conférence April 1975 IRRI Los Baños laguna philippines.

BEYE G. , TOURE M. , ARIAL G.

Action de la paille enfouie sur la chimie des sols submergés de rizières de Basse Casamance et sur le développement du riz.

Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (I. S. R. A.)  
Station Rizicole de Djibélor - Juillet 1975 (Sénégal)

CHANG I. C. et LIANG T. Y.

Effect of potassium fertilization on rice and cotton in southeast China.

Revue de la potasse N° 9/10, Section 23 - 1978

CHHEN S. H.

Dissolution of phosphate rock in acid soils as influenced by nitrogen and potassium fertilizers.

Soil Science Vol 1.27 N° 6. June 1979  
(P. 371 - P.376)

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

Bilan de sept années de Recherches Rizicoles à la Station de Djibélor 1967 - 1.974 Station de Recherches Rizicoles Djibélor (Sénégal)

Rénéo 49 pages

MATSUZAKA et Al, 1962 cités par Takahashu (1964)

The mineral nutrition of rice plant  
International Rice Research Institute I.R.R.I.  
Los Banos, Laguna philippines 1364.

PERRENOUD S.

Le potassium et la santé des plantes

Revue de la potasse N° 2, Section 23 - 1978

RECHERCHES RIZICOLES EN CASAMANCE RAPPORT D'ACTIVITE 1978 :

Station Rizicole de Djibélor (1979) Institut Sénégalais de Recherches  
Agricoles (I.S.R.A.) (Sénégal)

Rénéo 77 pages

SCHAFFER P.

Considérations comparatives concernant l'efficacité et la sûreté de  
l'analyse végétale et de l'analyse du sol pour prédire les effets de  
la potasse sur la formation du rendement chez les céréales.

Revue de la potasse N°9/10, Section 5  
1978.

TANAKA A. and YOSHIDA S.

Nutritional disorders of the rice plant in asia

The international rice research institute tech

Bull. 10 1970 IRRI Los Baños - Laguna - Philippines.

VAN DIEST A.

Le potassium dans le système sol, racines végétales

Revue de la potasse N° 12, Section 16 -  
1978

VAN DIEST A.

Factors affecting the availability of potassium in soils  
in congress on occasion of the 25 th anniversary of the  
Scientific boarder of the international potash institute 1978.

VON UEXKULL H. R.

La potasse et la production du riz en Asie

Revue de la potasse N° 8, Section 9 - 1971.

ZSOLDOS F. and HANNOLDE :

Potassium influx and efflux of 2,4D - and P1. C. P. A treated rice plant :  
Plant and soil

Vol 49, N°2 (219 - 228) - 1978.