



:161

# Chimie des sols submergés de Casamance

Moctar TOUË  
Gora BÈVE

16-100-TOU  
pt. 1980

CENTRE D'ÉTUDES

I.S.R.A

CHIMIE DES SOLS SUBMERGES DE CASAMANCE

M. TOURE - G. BEYE

- Mots clés : Mangroves et rizières, chimie des sols submergés, sols sulfatés acides, sols de bas-fond, riz.
- Résumé :
  - Cette note fait le point, très brièvement, sur les études de base, menées en Basse et Moyenne Casamance, sur la chimie des sols actuellement ou potentiellement rizicultivables. La démarche a consisté, dans une première phase, en un inventaire des contraintes non biologiques présentes dans ces milieux et dans une seconde étape, en une formulation de méthodes et techniques d'assainissement adaptées.
  - Deux classes de sols, très nettement tranchées de par la nature de leurs matériaux de genèse ont été étudiées:
    - les sols de bas-fond et de bordure de plateau : non salés et très aptes à la riziculture, moyennant une légère amélioration de leur fertilité.
    - les sols d'origine fluvio-marine : salés et acides en général et pourvus d'une gamme diversifiée de toxines. La disponibilité d'un volant d'eau suffisant constitue le préalable pour l'utilisation de la majorité de ces sols. Les objectifs pour leur assainissement sont : lutte contre l'acidification, élimination des toxines et amélioration de la fertilité.

Septembre 1980

Centre de Recherches Rizicoles de Djibélor

INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES

I. S. R. A.



CHIMIE DES SOLS SUBMERGES DE CASAMANCE

\* M. TOURE - \*\* G. BEYE

\*\*\*\*\*

I - OBJECTS ET OBJECTIFS :

Dans les zones cotières traditionnellement productrices de riz en Afrique de l'Ouest et particulièrement au Sénégal, l'effort de production est bien souvent handicapé par un manque de terres appropriées à la culture. Des dizaines de milliers d'hectares sont cependant disponibles et possèdent un potentiel agricole indéniable, masqué toutefois par un lot important de contraintes biophysiques et chimiques.

Ces obstacles, mis en évidence pour la plupart par les échecs des tentatives de mise en valeur, se matérialisent, essentiellement, dans le domaine fluvio-marin au Sénégal, par le développement de la salure et l'acidification (1, 2, 4, 5). Il nous a paru évident qu'une connaissance approfondie des mécanismes de genèse et d'évolution de ces sols, associée à l'évaluation de leurs réactions en situation de riziculture submergée, constituait un préalable pour la mise au point de méthodes rationnelles pour leur aménagement et leur mise en valeur. C'est pourquoi un important programme d'études prospectives sur le potentiel de fertilité des sols actuellement ou potentiellement rizicultivables, est mis en place depuis plusieurs années. Cette démarche, basée sur l'étude de la cinétique chimique de la solution du sol, en relation avec le développement des plantes, doit permettre l'identification des contraintes non biologiques et dégager les lignes directrices des techniques d'amélioration du milieu.

La synthèse des résultats exposés ci-dessous intéresse spécialement les transformations d'ordre physico-chimique et chimique intervenant dans les sols des principales unités de paysage à vocation rizicole.

II - METHODOLOGIE :

Les méthodes d'analyse reposent, pour l'essentiel, sur 2 notions spécifiques à la chimie des sols submergés :

a/ - la solution formée par le mince film d'eau tapissant les particules solides, est considérée comme la phase d'équilibre des milieux inondés.

---

Pédologues \* I.S.R.A. DJIBELOR (SENEGAL)

\*\* F.A.O. - OUAGADOUGOU (HAUTE VOLTA)

.../...

Elle contient des éléments dissous ou en suspension, qui sont en équilibre avec la phase solide et la phase gazeuse. Son analyse permet donc, de suivre les différentes transformations d'ordre chimique intervenant après submersion.

b/ - pour appréhender réellement ces changements, une simulation aussi approchée que possible des rizières est nécessaire. C'est ce qui justifie l'utilisation de pots, dotés d'un système de drainage permettant le prélèvement par gravité, et l'analyse de la solution du sol, dans des conditions de stricte absence d'air.

C'est ainsi qu'un certain nombre de paramètres (pH, Eh, C.E, N, P, K, Si...) sont mesurés bimensuellement, tout au long du cycle de culture et mis en parallèles avec des résultats de diagnostic des tissus végétaux.

### III - RESULTATS :

#### A. Cas des zones dépressionnaires :

Sont englobées dans cet ensemble toutes les vallées intérieures enfoncées en doigt de gant dans le plateau continental, la ceinture de terrasses moyennes sous palmier à huile et les zones d'affaissement situées sur le plateau (5,7).

1/ - Les vallées intérieures occupent, en Basse Casamance, les surfaces les plus importantes et sont, le plus souvent, connectées (ou l'ont été dans un passé récent) au réseau de bras de mer. Ceci explique la présence, dans la partie aval de ces bas-fonds, d'un matériau alluvial superficiel ou très légèrement recouvert par un colluvionnement. Dans cette zone aval, le caractère de filiation avec les sols d'origine fluviomarine est donc très apparent au niveau de l'acidification et de l'état d'oxydo-réduction. Ces sols réagissent en effet, comme des sols de "tannes" ( $\text{pH} \leq 5$  et  $\text{Eh} \geq 400$  mvolts quelle que soit la période de submersion) avec une gamme étalée de niveau de salinité (de 0,7 à 40g/l de sels). Évaluées dans le cadre de l'unité bas-fond, la pauvreté en azote, en phosphore et en fer soluble sont également des faits marquants dans ces sols. Malgré tout, ces sols présentent une fertilité naturelle élevée.

2/ - Dans la partie amont des bas-fonds, les sols de texture limono-argileuse à argileuse sont généralement non salés et aptes à fournir, naturellement, des éléments minéraux nutritifs en quantités appréciables. Le problème principal en matière de chimie des sols réside au niveau de leur propension naturelle à se réduire fortement. Ce bas potentiel redox engendre régulièrement la libération en excès de fer soluble (identifiable visuellement aux points de resurgences de la nappe phréatique) d'acides organiques et de matières oxydables.

Il en résulte des phénomènes de toxicité qui, dans des cas extrêmes (45 meq/l d'acides organiques ou 900 ppm de fer libre), dépriment très fortement les rendements. Les mêmes phénomènes se retrouvent sur sol de bordure de plateau. Abstraction faite de ces écueils, ces sols possèdent un potentiel de fertilité appréciable (6).

#### B. Cas des zones de Plaines Fluvio-marines :

Les formations alluviales en Basse Casamance présentent des physionomies différentes, en fonction de leur position par rapport à l'embouchure. Ces différences, liées essentiellement à l'évolution des sols et de la végétation, indiquent a) à l'échelle de l'unité de paysage : une organisation des sols en 3 unités suivant une toponoséquence inversée (Sols de mangrove, complexe de sols de tannes et sols de bordure de plateau), b) à l'échelle de la région : un gradient de maturité des sols dans une direction W.E. qui se traduit par une augmentation de la proportion des sols de tanne à mesure que l'on s'éloigne de l'embouchure (7).

##### 1/ - Formations alluviales du bief moyen de la Casamance :

\* Frange de mangrove évoluée - C'est la formation complexe où Rhizophora et Avicennia sont associés (2, 4, 7).

C'est une zone encore soumise à l'influence quotidienne des marées et qui n'offre, à l'heure actuelle, que des possibilités faibles, voire nulles d'utilisation, sans aménagements hydroagricoles importants. Notons, à leurs charges, l'importance des contraintes actuelles et potentielles, liées à leur manque de maturité (excès de sel acidification potentielle, excès de composés sulfureux, de fer soluble). Les produits de réduction sont dans ces sols à des niveaux létaux ou sels létaux pour le riz à tout moment. C'est pourquoi nous pensons que cette frange, actuellement sous palétuviers et potentiellement acide (120.000 ha environ), doit être temporairement exclue de tout projet d'aménagement. Une connaissance détaillée des mécanismes d'évolution de ces variétés et la maîtrise totale du facteur hydrique sont indispensables avant toute tentative de mise en valeur.

\* Complexe de sols de tannes sur matériau sableux - Cette formation, associée à la mangrove, présente plusieurs faciès différenciés par leur degré de salinité (2, 4, 7).

a/ - Les sols de tannes vifs : représentent la forme modale des sols sulfatés acides actuels. Ils ont l'avantage, sur la formation précédente, d'avoir atteint un stade d'équilibre avancé pour l'évolution du pH, C.E et Eh. De ce fait, ils sont généralement peu influencés par la submersion en eau douce et restent, à tout moment, acides (pH  $\approx$  4), salés (C.E  $\approx$  15 mmhos) et très oxydés (Eh  $\approx$  500mvolts). Nonobstant ces contraintes, ces sols sont, bien entendu, peu utilisables, à cause de la présence de divers composés toxiques, à base d'aluminium et de sulfates (concentration fluctuant entre 12 et 30000 ppm). Au vu de notre expérience (2, 3, 5),

nous pensons cependant qu'ils sont susceptibles d'être mis en valeur rapidement si une politique hydraulique adaptée est mise en place (accumulation et contrôle dans l'utilisation d'un volant suffisant d'eau douce ou saumâtre). L'utilisation de ces sols, après dessalement, nécessitera alors un redressement conséquent de la fertilité, par des amendements organiques et minéraux. Une expérimentation est actuellement en cours pour résoudre ces problèmes.

b/ - Les sols de tannes herbacés regroupent toute une série de faciès, différenciés par une flore herbacée, halophyte plus ou moins stricte. Succédant aux tannes vifs, on retrouve dans la chronoséquence, des sols colonisés par Sesuvium p., Philoxerus v., Heliocharis mutata, Paspalum vaginatum (très plastique) et une gamme variée de graminées et autres plantes de sols non salés. Toutes ces nuances floristiques sont en relation, principalement, avec le niveau de salinité et d'engorgement. Ces sols ont pour point commun une propension modérée à la réduction, une acidité initiale très forte (stabilisation à pH ~~4~~ 6 en situation inondée), une solution chargée en fer et sulfates (concentrations maximales :  $SO_4$  10.000 ppm fer 1000 ppm) et une pauvreté marquée en azote et phosphore. Ils peuvent être (ou le sont déjà) utilisés à très court terme, grâce à des pratiques rurales simples (endiguement, irrigation complémentaire, drainage...). Un redressement massif de la fertilité par des amendements minéraux et organiques sera également nécessaire, surtout pour les sols à texture légère.

c/ - Sols de tannes dessalés et rizicultivés - Dans la logique de la chronoséquence, ils représentent le stade de développement final des sols sulfatés acides. Ils sont généralement dépourvus de sels solubles ( $SO_4$  2000ppm) et pauvres en phosphore, azote, potassium et silice.

Ils conservent cependant leurs caractères de sols acides (pH ~~4~~ 4.5 à 5.5) et sont riches en fer soluble (concentration de 400 à 800 ppm). Les éléments pour l'optimisation et l'intensification de la riziculture dans ces sols sont discutés plus loin dans ce document.

2/ - Formations alluviales du bief supérieur de la Casamance:

Dans cette zone, la frange des sols de mangrove a quasiment disparu, au profit d'un complexe de sols de tannes développés sur matériau argileux. Ce complexe de sols, encastré entre la bordure du plateau continental et la bourrelet de berge, est à dominance de tannes herbacés parsemés d'auréoles de tannes vifs.

\* Sur des sols de tannes herbacés - On retrouve les mêmes nuances floristiques que les sols de même classe décrits plus haut, dans le bief moyen. Ils sont généralement plus organiques, très acides et salés à peu salés, suivant leur micro

relief par rapport aux tannes vifs. Ils sont bien souvent riches en potassium, en silice et en manganèse et moyennement pourvus en azote et phosphore. Nous avons noté que la culture du riz dans les zones à Heliocharis et graminés (conductivité électrique  $\geq 6$  mmhos après 4 semaines de submersion) était de bien meilleure allure que dans les sols de bourrelets de berge où la pression saline est de 6 mmhos. Ces sols de tannes herbacés sont, dans leur totalité, susceptibles d'une remise en valeur rapide (endiguement et drainage) et permanente (atténuation des risques de dessalement).

\* Sur sols de tannes vifs - On retrouve un spectre étalé de variantes des sols sulfatés acides actuels, différenciées par microtopographie de la position du front d'oxydoréduction. Ces sols sont très acides ( $\text{pH} \leq 4$ ) sursalés ( $\text{C.E} \geq 15$ mmhos), bien aérés ( $\text{Eh} \# 500$  mvolts), et possèdent une solution à forte charge ionique (dominance de sulfates, d'aluminium et de silice). Les possibilités d'aménagement de ces sols sont réelles même si les implications économiques risquent d'être élevées. Pour diminuer ces coûts, l'eau du fleuve, quasiment dessalée au début du mois de Septembre ( $\text{C.E}$  à 2 mmhos au 31.10. de 1974, 1975, 1976 et 1977), peut être mise à contribution pour la mise en valeur du complexe "Tannes". Le niveau moyen de dessalement maximum (20 mmhos en Juin - Juillet) nous amène à émettre l'hypothèse d'une submersion permanente des sols de tannes vifs par l'eau du fleuve, pour l'amorçage ou le maintien d'un processus de dessalement.

#### IV - CONCLUSIONS :

La zone alluviale d'origine flumarine de Casamance, dont l'économie agricole est basée sur la riziculture, couvre environ 250.000 ha répartis approximativement en :

- 65.000 ha de sols non salés de zone dépressionnaires et de bordure de plateau.
- 55.000 ha de sols de tannes vifs et herbacés.
- 12.000 ha de sols de mangroves récentes et évoluées.
- 10.000 ha de cordons littoraux.

La première classe qui est la plus intensément rizicultivée doit faire face à deux contraintes : l'extension limitée des surfaces et la fragilité des sols sur matériau sableux.

Les facteurs favorables sont : l'absence de toxines et la richesse relative en phosphore et matières organiques sur facies argileux. Les facteurs défavorables sont la pauvreté en azote, potassium et silice.

\* Dans les autres classes, trois facteurs principaux semblent devoir être pris en considération dans l'établissement d'un ordre d'urgence : l'alimentation

en eau, la lutte contre l'acidification et les défrichements nécessaires dans le cas des mangroves évoluées et ceci, indépendamment des contraintes socio-économiques (3, 6, 7).

A l'alimentation en eau, on doit absolument enlever son caractère aléatoire pour les sols les plus jeunes. La disponibilité en permanence d'un volant d'eau de bonne qualité, associée à un réseau d'irrigation et de drainage adéquat, seront les seules conditions de succès de la riziculture dans les sols de tanne vif et de mangrove évoluée. Ces conditions ne pourront être réalisées qu'avec la construction des barrages écluses qui permettront un arrêt de l'intrusion des eaux salines et l'accumulation d'eau. Dans la partie avale il paraît tout à fait probable que l'on puisse utiliser l'eau du fleuve pendant une partie de l'année, pour prolonger la période de dessalement (spécialement sol sur de tanne vif). La mise en valeur des sols de tanne herbacé, quelle que soit la zone considérée, peut être envisagée sur l'unique exploitation des eaux pluviales.

#### V - PERSPECTIVES

Le programme d'inventaire et d'étude de la chimie des sols rizicultivables se poursuivra dans les six années à venir, au même rythme. Il collera cependant, davantage aux projets de mise en valeur des vallées intérieures en Basse et Moyenne Casamance. Un suivi de l'évolution des sols avant et après aménagements de barrage anti-sel sera notamment mis en route au niveau de Guidel, Simbandi-Balante et Bambali.

#### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1 - G. BEYE : 1972, acidification des sols de mangrove après leur mise en polder  
Effet du type d'aménagement  
Inter Sum, on Ac. Sul. Soil IRLI Publications - Wageningen.
- 2 - G. BEYE - M. TOURE - G. ARIAL : 1975 - Acid Sulfate Soil in West Africa.  
Problems of their Management for Agriculture use. I.R.R.  
Conference.
- 3 - G. BEYE - M. TOURE - G. ARIAL : 1979 - Chimie des principaux sols submergés de  
Basse Casamance Agro Trop. 34 (3) - pp 271 - 300.
- 4 - C. MARIUS : 1975 - Evolution des sols dans deux chronoséquences de l'estuaire  
Saloum ORSTOM/DAKAR.
- 5 - C. MARIUS : 1976 - Effet de la sécheresse sur l'évolution des sols de mangrove  
de Casamance et de Gambie - ORSTOM - DAKAR - 62 p.
- 6 - M. TOURE : 1977 - Chemistry of flooded Soil in marine alluvium of Casamance and  
in relation to rice growth : In "Rice in Africa"-PP 257-269.

- 7 - J. VIELLEFON : 1974 - Contribution à l'étude de la pédogénèse dans le domaine fluvio-marin en Climat Tropical d'Afrique de l'Ouest -  
Thèse Doc. d'Etat - Univ. Paris VI.

