

CHANGEMENTS RÉCENTS INDUITS PAR L'INTERVENTION HUMAINE  
SUR LES SOLS DE LA BASSE-VALLÉE DU FLEUVE SÉNÉGAL

J.Y. LOYER, B. MOUGENOT, P. ZANTE

Pédologues - ORSTOM

B.P. 1386 - DAKAR (Sénégal)

# CHANGEMENTS RÉCENTS INDUITS PAR L'INTERVENTION HUMAINE SUR LES SOLS DE LA BASSE-VALLÉE DU FLEUVE SÉNÉGAL

J.Y. LOYER, B. MOUGENOT, P. ZANTE

Pédologues - ORSTOM

B.P. 1386 - DAKAR (Sénégal)

## Introduction

Plusieurs évènements naturels se sont manifestés au cours des derniers millénaires pour donner à la basse-vallée du fleuve Sénégal une physionomie variable en fonction de l'évolution climatique qui a réglé l'importance des invasions et régressions marines, puis le volume des crues, qui ont déterminé l'intensité et la nature de la sédimentation... Divers aspects de ces changements ont été mis en évidence par les travaux des nombreux "quaternaristes" qui se sont succédés sur la vallée (MICHEL, ELOUARD, FAURE, TRICART, MONTEILLET...).

A une échelle de temps beaucoup plus réduite, l'intervention humaine, qui s'est exprimée avec une plus ou moins forte intensité dans la vallée depuis quelques siècles et s'est intensifiée au plan agricole au cours des dernières décennies grâce à la mise en oeuvre de moyens technologiques puissants, a joué un rôle non négligeable sur le maintien dans leur état initial ou l'évolution de ces terres alluviales sensibles. Depuis la réalisation au début du XIXe siècle du Jardin d'essai de Richard au confluent du Fleuve et de la Taouey, jusqu'à nos jours, où le 13 novembre 1985 est intervenue la fermeture du barrage antisel de Diama, divers modes d'interventions agricoles se sont succédés dans la vallée à partir des cultures paysannes traditionnelles jusqu'aux aménagements hydro-agricoles des sociétés d'intervention.

## Le Cadre morpho-pédologique initial de la basse-vallée (cf. fig. 1)

Après la dernière transgression marine du Nouakchottien, qui avait établi un golfe marin jusqu'à 250 km de l'Océan, la basse vallée du fleuve a connu à partir de 5 500 ans B.P., une phase de remblaiement, sous un régime d'abord lagunaire puis de sédimentation fluviale, où s'est progressivement façonné le lit majeur sous sa forme actuelle (P. MICHEL, 1973), qui comprend schématiquement (cf. fig 2) :

- des parties hautes, non atteintes par la crue actuelle du fleuve et constituées par des systèmes de levées fluvio-deltaïques, des deltas de rupture, et des levées fluviales ou bourrelets de berge, à sédimentation d'ensemble généralement assez grossière ;

ORSTOM - DAKAR  
04.02.91  
7862

## CHANGEMENTS RÉCENTS INDUITS PAR L'INTERVENTION HUMAINE SUR LES SOLS DE LA BASSE-VALLÉE DU FLEUVE SÉNÉGAL

J.Y. LOYER, B. MOUGENOT, P. ZANTE

Pédologues - ORSTOM

B.P. 1386 - DAKAR (Sénégal)

### Introduction

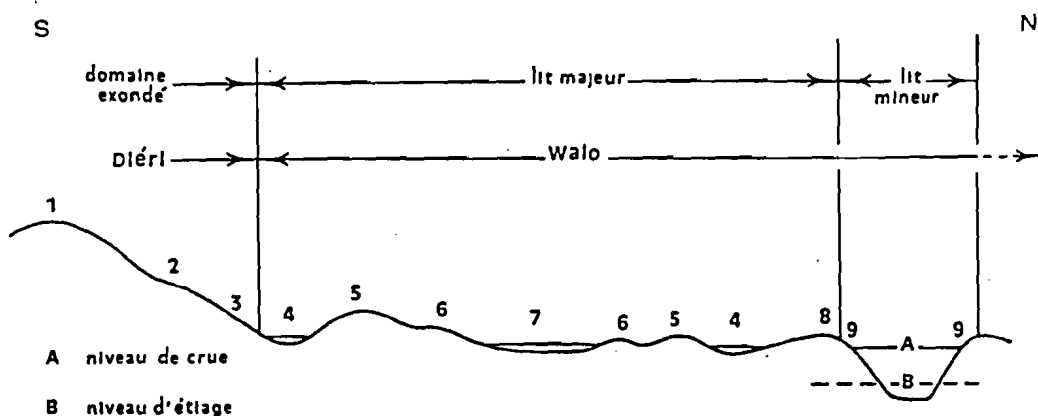
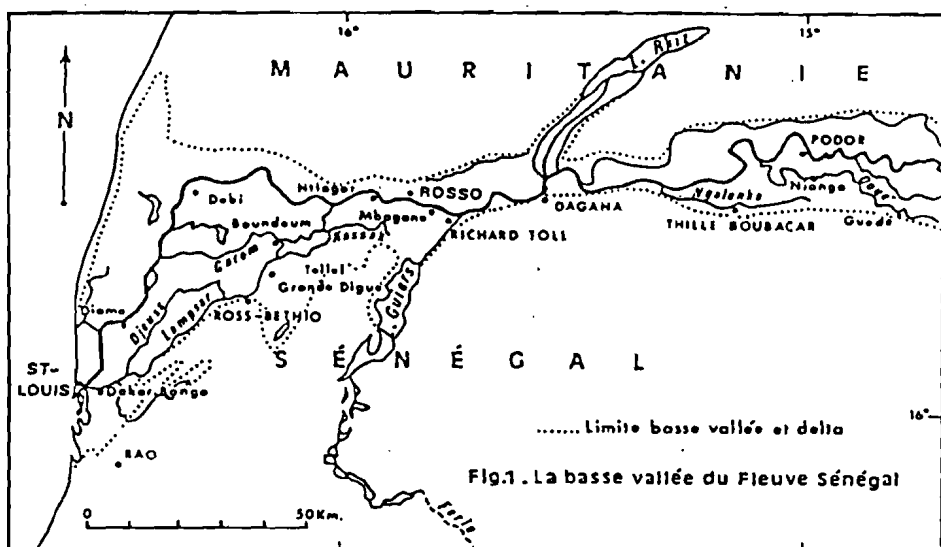
Plusieurs évènements naturels se sont manifestés au cours des derniers millénaires pour donner à la basse-vallée du fleuve Sénégal une physionomie variable en fonction de l'évolution climatique qui a réglé l'importance des invasions et régressions marines, puis le volume des crues, qui ont déterminé l'intensité et la nature de la sédimentation... Divers aspects de ces changements ont été mis en évidence par les travaux des nombreux "quaternaristes" qui se sont succédés sur la vallée (MICHEL, ELOUARD, FAURE, TRICART, MONTEILLET...).

A une échelle de temps beaucoup plus réduite, l'intervention humaine, qui s'est exprimée avec une plus ou moins forte intensité dans la vallée depuis quelques siècles et s'est intensifiée au plan agricole au cours des dernières décennies grâce à la mise en oeuvre de moyens technologiques puissants, a joué un rôle non négligeable sur le maintien dans leur état initial ou l'évolution de ces terres alluviales sensibles. Depuis la réalisation au début du XIXe siècle du Jardin d'essai de Richard au confluent du Fleuve et de la Taouey, jusqu'à nos jours, où le 13 novembre 1985 est intervenue la fermeture du barrage antisel de Diama, divers modes d'interventions agricoles se sont succédés dans la vallée à partir des cultures paysannes traditionnelles jusqu'aux aménagements hydro-agricoles des sociétés d'intervention.

### Le Cadre morpho-pédologique initial de la basse-vallée (cf. fig. 1)

Après la dernière transgression marine du Nouakchottien, qui avait établi un golfe marin jusqu'à 250 km de l'Océan, la basse vallée du fleuve a connu à partir de 5 500 ans B.P., une phase de remblaiement, sous un régime d'abord lagunaire puis de sédimentation fluviale, où s'est progressivement façonné le lit majeur sous sa forme actuelle (P. MICHEL, 1973), qui comprend schématiquement (cf. fig 2) :

- des parties hautes, non atteintes par la crue actuelle du fleuve et constituées par des systèmes de levées fluvio-deltaïques, des deltas de rupture, et des levées fluviales ou bourrelets de berge, à sédimentation d'ensemble généralement assez grossière ;



	Unité géomorphologique	Nom vernaculaire	Unité pédologique (classification française)
1	dune rouge ogolienne	diéri	sol Brun-rouge isohumique
2	dune récente	diéri	sol Brun isohumique
3	glacis de raccordement	djedjogol	sol Peu évolué colluvial hydromorphe
4	cuvette de décantation	hollalde	sols Hydromorphes vertiques
5	fluvio-deltaïque haut	fonde ranere	sols Peu évolués salés et sols Salés
6	fluvio deltaïque bas	fonde ouakdjidiou	Sols Hydromorphes salés et sols Salés
7	cuvette de décantation	hollalde balere	Vertisols hydromorphes
8	levée subactuelle	fonde ranere	sols Peu évolués salés
9	berge	falo	sols Minéraux bruts

Fig.2.  
Représentation schématique des différentes unités transversalement à la vallée

- des parties basses inondables constituées des cuvettes de décantation de formes et de dimensions très variables, à sédimentation fine, et d'anciennes vasières.

Sur cet ensemble géomorphologique, la pédogenèse actuelle est fortement influencée par deux facteurs principaux : la nature sédimentologique du matériau, et la position topographique qui règle la durée de l'inondation par les eaux douces de crue ou saumâtres d'invasion marine.

#### L'ère des inondations gravitaires avec cultures de décrue

Le premier mode d'utilisation des terres de la vallée a débuté par la pratique des cultures de décrue sur les cuvettes de décantation :

- En période de crue, le fleuve n'étant pas aménagé fonctionne en régime d'inondation non contrôlée et ses débordements, à partir du lit mineur, envahissent les défluent et atteignent les cuvettes de décantation par gravité ; la durée de submersion y est variable selon la cote topographique. Suivant la baisse du plan d'eau qui s'épuise par évaporation et infiltration, les cultures de décrue (sorgho principalement), sont installées vers la mi-octobre et bouclent généralement leur cycle grâce à la forte capacité de rétention de ces sols. Selon A. LERICOLLAIS, les surfaces ainsi cultivées ont atteint 180 000 ha sur l'ensemble de la vallée certaines années (1950). Actuellement, du fait des profondes modifications naturelles ou anthropiques qui ont affecté la vallée (sécheresse, endiguement), elles atteignent à peine 10 000 ha ; seules les berges du lit mineur du fleuve et des défluent (le "falo"), restent pratiquement utilisées actuellement de cette façon. Les sols faiblement salés à l'origine, inondés à l'eau douce, se dessalent progressivement et subissent une pédogenèse hydrique qui favorise les processus d'hydromorphie par engorgement temporaire. En outre, la qualité de ces eaux, dont la charge dissoute était inférieure à 50 mg/l, a favorisé sur certains sols sains la dispersion des argiles et contribué avec les particules décantées au colmatage et à la dégradation des propriétés physiques de ces sols, baisse de porosité et diminution de perméabilité (SEDAGRI, 1973), (sols Hydromorphes et Vertisols).
- En période d'étiage par ailleurs, du fait du faible débit du fleuve et de la pente infime de la basse-vallée (inférieure à 0,05 % sur 400 km), les eaux marines envahissent le lit mineur très loin en amont et surtout soumettent les cuvettes du Delta à une submersion à l'eau saumâtre. Dans cette partie de la vallée, les cuvettes restent généralement très salées (Vertisols et sols

Hydromorphes salés) à conductivité de 20 à 40 mmhos en surface, sur extrait 1/5.

Ces deux régimes d'inondation à l'eau douce ou saumâtre, sans maîtrise de l'eau, affectent sélectivement les zones basses d'une pédogenèse hydrique ou saline. Les unités les plus hautes du lit majeur (levées fluviales et fluvio-deltaïques) ne sont pas atteintes par les eaux et la pédogenèse y reste figée, dominée par l'excès de sel d'origine fossile, hérité du façonnement de la vallée (sols Peu évolués salés, et sols Salés).

#### L'ère de la maîtrise de l'eau et des aménagements hydro-agricoles avec pompage

En 1964, sous l'impulsion de la Mission d'Aménagement du Sénégal (M.A.S.), une digue de protection contre les débordements du fleuve est construite dans le Delta, de Dakar-Bango à Richard Toll, sur 80 km. Parallèlement, l'entrée d'eau dans les défluent est contrôlée de façon à n'y admettre que des eaux douces de crue et tenter d'entraîner les sels résiduels. La crue est désormais maîtrisée dans ses débordements. Plus en amont, de grands périmètres à but hydro-agricole sont ceinturés par la "Société d'Aménagement et d'Exploitation des terres du Delta" (S.A.E.D), d'une digue de protection (Dagana, Nianga, Guédé). Les grands aménagements avec pompage se mettent en place pour la pratique de la culture du riz, de la canne à sucre ou des polycultures maraîchères. Les cuvettes sont planées, parfois avec la terre des levées salées, et la submersion est contrôlée. La maîtrise de l'eau devient totale avec pompage et apport de l'eau puis évacuation sur chaque parcelle. Aucun drainage sous-terrain n'est cependant mis en place si ce n'est sous canne à sucre, et un simple réseau de drains à ciel ouvert recueille les eaux de colature qui sont évacuées par une station d'exhaure, soit directement dans le fleuve lui-même (à Dagana, Débi, Mbagane), soit dans les défluent (Gorom, lac de Guiers), soit encore dans des dépressions situées immédiatement à la limite des périmètres (Lampsar, Grande Digue, Tellel, Kassack, Nianga).

- Sous riziculture conduite par submersion permanente, les fortes quantités d'eau apportées à l'hectare (10 à 12 000 m<sup>3</sup>), font sensiblement remonter la nappe phréatique qui, particulièrement dans le Delta, est de très mauvaise qualité (salinité excessive, parfois supérieure à celle de l'eau de mer 30 à 40 g/sel/litre, et surtout riche en sodium et alcalisante, S.A.R.\* de l'ordre de 30, deux fois supérieur au maximum admis pour les eaux d'irrigation) (LOYER - LEBRUSQ, 1983).

---

\* : "Sodium Adsorption Ratio", indice de sodicité.

Elle a tendance à provoquer une "alcalisation remontante" dans les sols, affectant les horizons intermédiaires et induisant une dégradation de leurs propriétés physico-chimiques (élévation du pH jusqu'à 9,6, baisse de la perméabilité et du débit d'infiltration) (LE BRUSQ - LOYER, 1984), (ZANTE - LOYER, 1984).

- En outre, ces dernières années, l'élévation générale du réseau d'irrigation par la réalisation de "canaux portés" a permis la mise en eau des terres salées de "fonde", plus légères, du fluvio-deltaïque et des levées subactuelles (Fleuve - Doué - Ngalenka). Sous canne à sucre et polycultures avec irrigation intermittente, les sels sont d'abord remis en solution dans les sols puis redistribués et fortement concentrés sur les points hauts des parcelles (billons, diguettes) qui jouent le rôle de mèche évaporatoire sous ces climats chauds et secs. En irrigation continue par submersion totale, ces sols se dessalent et les sels vont rejoindre la nappe phréatique.

Cette pédogenèse saline ou alcaline qui affecte à des degrés divers la quarantaine de milliers d'hectares de terres actuellement irriguées dans la basse-vallée, n'a pas de conséquences encore trop néfastes en raison de son extension limitée ; bon an mal an, le fleuve par sa crue assure par effet de chasse, l'évacuation d'une partie des sels lorsqu'ils y sont rejetés. Pour ceux qui sont exportés aux limites des cultures, bien que leur bilan soit positif pour le périmètre au niveau d'un cycle agricole (1 tonne par hectare mesurée sur le Lampsar - LOYER-ZOGBI, 1982), il ne s'agit que d'une exportation provisoire, ceux-ci pouvant en effet être recyclés par des voies diverses et imprévisibles (eaux, vent).

#### L'ère de l'après barrage

En novembre 1985 est intervenue la fermeture du barrage de Diama sur le fleuve, à 36 km de l'embouchure. Il aura pour fonction essentielle d'empêcher toute intrusion marine dans le lit mineur et aussi d'assurer une réserve amont de quelques 500 millions de m<sup>3</sup> d'eau selon la cote retenue, ce qui devrait permettre l'intensification des cultures irriguées avec pratique de la double culture annuelle sur 240 000 ha en rive sénégalaise. Quels en seront les effets sur la qualité des sols et des eaux ?

L'invasion marine actuelle sera supprimée et l'irrigation pourra se pratiquer toute l'année avec des eaux normalement de bonne qualité (60 à 80 mg de sel/litre aujourd'hui). Deux facteurs peuvent néanmoins venir en altérer la qualité :

- une salinité nouvelle des eaux de surface s'installant progressivement d'amont en aval et due aux nombreux rejets qui seront opérés dans la "retenue" à partir des aménagements installés depuis Manantali jusqu'à Diama. L'exemple du Rio Grande qui voit sa charge soluble augmenter régulièrement lors de son flux transfrontière est significatif.
- La remise en mouvement de toute la salure originelle fossile des sédiments qui a déjà contaminé les eaux de nappe et d'exhaure et qui devrait dans un premier temps s'amplifier par la mise en irrigation de nouvelles terres hautes en particulier, et apport de fortes quantités d'eau (supérieures à 20 000 m<sup>3</sup>/ha en double culture sous climat sahélien).

La conception même du barrage de Diama, construit au fil de l'eau et n'assurant qu'une retenue partielle des eaux de crue jusqu'à une certaine cote, ainsi que sa gestion, avec ouverture par vanne de fond assurant une évacuation par chasse à marée basse, devraient permettre une élimination d'une partie de ces sels comme par le passé.

Pour ce qui est des aménagements du Delta, compte tenu de la quantité de sel piégée dans les sols et les nappes, et remobilisée, il serait néanmoins indispensable d'assurer l'exhaure des eaux par un émissaire général autre que le fleuve et jusqu'à la mer, faute de quoi cette zone pourrait à terme se transformer en vaste bassin évaporatoire salé.

### Conclusion

L'héritage salé naturel de la basse-vallée du fleuve Sénégal, qui avait pu rester figé sous cultures de décrue traditionnelles grâce au climat peu agressif, est en voie de remobilisation dans les sols, dans les nappes et dans les eaux de surface sous l'effet des aménagements hydro-agricoles actuels. Après la mise en service du barrage de Diama, on peut penser que le système évoluera peu et probablement dans le bon sens au niveau des eaux de surface. Par contre, la salure des sols et des eaux de nappe ne pourra être réellement éliminée du Delta que par la réalisation d'un émissaire général de drainage naturel ou artificiel, rejoignant le fleuve en aval du barrage.

-----



## BIBLIOGRAPHIE

- LE BRUSQ J.Y. - LOYER J.Y. (1984) - Evolution de la salinité des sols et des eaux en relation avec la riziculture submergée dans le Delta du fleuve Sénégal. Campagnes 81-82-83 - ORSTOM Dakar.
- LOYER J.Y. - LE BRUSQ (1983) - Influence de l'intensification des cycles rizicoles sur les sols de la basse-vallée du fleuve Sénégal - Colloque AUPELF, Thiès, Sénégal.
- LOYER J.Y. - ZOGBI R. (1983) - Mesure en continu de la teneur en sodium des eaux de drainage au moyen d'un dispositif d'enregistrement automatique et d'une électrode spécifique - ORSTOM Dakar.
- MICHEL P. (1973) - Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie - Etude géomorphologique - ORSTOM Paris.
- SEDAGRI (1973) - Etude hydro-agricole du bassin du Fleuve Sénégal - F.A.O.
- ZANTE P. - LOYER J.Y. (1984) - Influence des cycles d'irrigation par submersion permanente sur le comportement hydrique d'un sol de la vallée du Fleuve Sénégal - Journées GFHN - Montpellier.