

RÉPUBLIQUE DU MALI
SECRETARIAT D'ÉTAT
A L'AGRICULTURE
CONVENTION GÉNIE - RURAL

OFFICE DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
OUTRE - MER

ETUDE DES DIFFERENTES VALLEES ET PLAINES DE LA REPUBLIQUE DU MALI

I

AVANT - PROFOS

PAR

R. MAIGNIEN

Docteur ès Sciences

Directeur de Recherches à l'O.R.S.T.O.M.

ETUDE DES DIFFERENTES VALLEES
ET PLAINES DE LA REPUBLIQUE
DU MALI

AVANT PROPOS

PAR
R. MAIGNIEN
Docteur ès Sciences
Directeur de Recherches
à
I' O. R. S. T. O. M.

CONVENTION GENIE RURAL

MALI 1960-61

AVANT - PROPOS

Cette étude pédologique a été réalisé à la demande du Génie Rural de la République du Mali. Elle fait l'objet d'une convention par entente directé entre le Gouvernement de la République du Mali et l'O.R.S.T.O.M.

Convention : n° 3/C/60/B - n° 105
Projet N° 24/D/60 NI/B/2a
Bureau du plan n°4
Budget Fides
Date d'approbation de la convention : 23 avril 1960

Les travaux d'exécution ont été confiés au Centre de Pédologie de l'O.R.S.T.O.M. à DAKAR. Ils se sont déroulés en trois phases faisant suite à trois ordres de Service du Chef du Service du Génie Rural.:

- Ordre de Service n°1 ; en date du 12 mai 1960
avant la saison des pluies 1960 étude des périmètres de
KATKBOUGOU et SAMANKO
- Ordre de Service n°2 : en date du 28 novembre 1960
étude à dater du 1er décembre 1960 des :
 - Plaines de Séguela - Niamina pour une superficie de 3.000
 - Plaine de Sourbasso pour une superficie de 1.000 ha.
- Ordre de Service n°3 : en date du 13 mars 1961
 - Reconnaissance pédologique d'une zone de culture sèches de 5.000ha environ dans la région de BAROUELLI (Cercle de Ségou)

.../..

Ce travail remplace les études pédologiques prévues sur les plaines de :

MARENA (Cercle de SAN)
DIARARABE (Cercle de MAGINA)
NAKRY - SOSSE (Cercle de Segou)

1 - EXECUTANTS

La coordination des travaux a été exécutée par Monsieur R. MAIGNIEN, Docteur es' Sciences, Directeur de Recherches O.R.S.T.O.M., Directeur du Centre de Pédologie de HANN - DAKAR.

1-1 Prospections

MM . KALOGA BOKAR Chargé de Recherches O.R.S.T.O.M. a effectué la majorité des prospections

DUGAIN F. Maître de Recherches O.R.S.T.O.M. a effectué les études hydrodynamiques sur les périmètres de KATIBOUGOU et du SAMENKO.

1-2 Laboratoires

Les analyses des échantillons prélevés ont été effectués dans les laboratoires du Centre de Pédologie de HANN, sous la responsabilité de Monsieur F. DUGAIN.

En date du 15 juin 1960, les échantillons des plaines de Séguéla - Niamina et de Sourbasso envoyés de BAMAKO début janvier 1960 par le service du Génie Rural ne sont pas encore parvenus au Centre.

1-3 Cartographie

Les travaux de cartographie ont été exécutés par le Service de Cartographie de l'I.D.E.R.T. O.R.S.T.O.M. BONDY (Seine). d'après les projets de carte de Monsieur B. KALOGA.

2 - D'roulement des travaux

Les travaux de terrain se sont déroulés dans les délais fixés par les ordres de Services.

Le procès verbal de fin de travaux de terrain a été établi et signé le 5 aout 1961.

.../..

En dehors des échantillons des plaines de Séguéla-Niamina et de Sourbasso non encore arrivés à ce jour, les travaux de laboratoires se sont terminés fin mai 1961.

Le rapport et la carte de SAMENKO ont été transmis le 9 mars 1961.

3- DIFFICULTES RENCONTREES

L'impossibilité d'introduire des véhicules et du matériel de tournée du Sénégal au Mali a retardé considérablement le programme d'exécution des travaux de terrain.

D'autre part les échantillons de terre prélevés sur les plaines de Séguéla-Niamina et Sourbasso, envoyés début janvier 1961 et qui devaient être transités par ABIDJAN ne nous sont pas parvenu à ce jour.

4 - RESULTATS BRUS DES PROSPECTIONS

Pour chaque périmètre prospecté, les types de sols ont été définis et décrits après examen des profils complets. Les profils caractéristiques des entités reconnues ont été prélevés. Ces prélèvements ont été complétés par des échantillons formés par la réunion de 25 prises élémentaires effectuées sur 1/2 ha environ autour du lieu d'observation et une profondeur de 25 cm. La densité des prélèvements a été fonction de l'hétérogénéité du terrain.

Au total 189 profils ont été observés et 196 échantillons prélevés et analysés. 26 mesures de perméabilité ont été réalisées.

5 - LES SOLS - CLASSIFICATION

5-1n Aperçu Général

Dans une optique d'utilisation, les sols des périmètres étudiés peuvent être groupés en deux grandes catégories

1°/ Les sols exondés

La pédogénèse de ces sols est orientée essentiellement par le climat. Ces sols appartiennent tous ici, à la classe des Sols à hydroxydes et matière organique bien décomposée et plus spécifiquement à la sous-classe, des Sols Ferrugineux Tropicaux

.../..

Ils se définissent de la façon suivantes

a - Caractéristiques du Profil

Sols minéraux, riches en fer libre, à profil AC, A(B)C ou ABC, parfois avec A et B textural. Les sols observés appartiennent à la dernière catégorie qui est celle du groupe des Sols Ferrugineux Tropicaux Lessivés

b Caractéristiques du matériau

- réserves minérales appréciables
- rapport limon/argile dans les horizons B et C généralement supérieur à 0,15
- fraction argileuse constituée pour plus de 50% de Kaolinite et d'oxydes, en particulier de fer; le restant de la fraction consiste en argiles du type 2/1, surtout du groupe des argiles micacées. La gibbsite est généralement absente, mais il peut en exister des traces. Le rapport $\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3$ est toujours inférieur à 2.
- Capacité d'échange du complexe minéral adsorbant faible, mais supérieure à celle des sols ferrallitiques pour des teneurs en argile comparables. Degré de saturation dans les horizons B et C relativement élevé, généralement supérieur à 40%.

Les sols ferrugineux tropicaux sont souvent concrétionnés ou cuirassés en profondeur. Cette évolution actuelle est liée à une alimentation latérale ou oblique en fer et à un défaut de drainage à l'intérieur des profils. Il est possible d'observer de nombreux affleurements de cuirasses plaqués sur les modelés subhorizontaux supérieurs. Ce sont des formations fossiles qui ont été mises à nu par érosion.

Les processus de concrétionnement et de cuirassement en sols ferrugineux tropicaux sont accusés par des actions d'hydromorphie et on assiste à une convergence des faciès à la limite des sols hydromorphes.

2°/ Les sols hydromorphes

Ce sont les sols dont le développement et les caractéristiques sont influencés par un engorgement hydrique permanent ou temporaire.

.../..

On distingue :

- Les sols à hydromorphie totale
- Les sols à hydromorphie temporaire d'ensemble
- Les sols à hydromorphie partielle de profondeur
- Les sols à hydromorphie de profondeur et mouvement oblique de la nappe.

Les sols les plus fréquents sur les périmètres étudiés appartiennent à la deuxième catégorie, plus particulièrement aux sols à pseudogley à taches ou concrétions ferrugineuses. Ces derniers doivent leur origine à la présence d'une nappe perchée temporaire, résultant d'un défaut d'infiltration des eaux pluviales ou d'inondation. Le fer réduit subit un lessivage localisé et il se concentre sous forme ferrique, en certains points du profil qui prend un aspect bariolé. Les propriétés physiques et chimiques de ces sols sont fonction de l'origine du matériau originel.

Ces sols se distinguent des sols à "gley" qui se forment sous l'influence d'une nappe phréatique permanente, provoquant une réduction presque complète du fer. Ce dernier peut migrer partiellement vers la surface où il se précipite à nouveau par oxydation, ce qui détermine l'apparition de taches et de concrétions rouille .

Les stations à gley sont caractérisées par une nappe souterraine permanente, dont l'eau est insuffisamment renouvelée et aérée pour présenter des propriétés réductives; en outre les oscillations d'une telle nappe sont peu marquées et ne dépassent pas un mètre; sous son influence, le fer réduit à l'état ferreux, subsiste sous cette forme dans les horizons profonds auxquels il imprime une couleur gris-verdâtre presque uniforme. La matière organique est le plus souvent, un humus de marais ou Amoor. Ces sols sont à classer dans la première ou troisième sous classe des sols hydromorphes.

.../..

CLASSIFICATION

Les sols ont été groupés en suivant la classification AUBERT, DUCHAUFOR (1956), remise à jour par AUBERT (1958). C'est une classification génétique basée sur les processus d'évolution. Elle s'appuie essentiellement sur les caractères intrinsèques du sol.

a) Hiérarchisation des critères de classification

En partant de l'échelon le plus élevé à l'échelon le plus bas, les sols sont divisés en classes, sous-classes, groupes, sous-groupes, familles, séries, types et phases.

- les classes groupent les sols d'après les caractères fondamentaux de l'évolution; en particulier le degré d'évolution qui conduit à une différenciation du profil de plus en plus marquée (A)C, AC, A BC, BC. La nature physico-chimique de l'évolution est liée à trois propriétés essentielles : les conditions de l'altération, le type d'humus, le chimisme du complexe absorbant.

- Les sous-classes font intervenir le facteur écologique de base qui conditionne l'évolution (climat, roche-mère, régime hydrique).

- Les groupes diffèrent par une particularité du processus évolutif : intensité de l'altération ou degré de lessivage.

- Les sous-groupes offrent le même profil d'ensemble et caractérisent une phase précise de l'évolution du groupe.

- Les familles sont définies par la nature du matériau originel.

- Les séries réunissent les sols d'une même famille qui présentent la même succession d'horizons, mais qui peuvent varier par la profondeur, la texture, le drainage, etc...

- Les types sont les unités de base à classifier. Ils diffèrent généralement par la structure de l'horizon supérieur.

- Les phases caractérisent un degré d'utilisation et font apparaître les stades d'érosion.

.../..

DEFINITIONS PEDOLOGIQUES

Couleur : La couleur est celle du profil ou de l'horizon sec établie par comparaison avec le "code expolaire de TAYLOR et CAILLEUX" (Boubée éditeur - PARIS).

Texture : Les noms des textures sont ceux définis par l'Association Internationale pour l'étude du sol. Ils correspondent aux limites suivantes :

- très argileux	: A	60%		
- argileux	: A	40%		
- argilo-sableux	: 25 A	40%	et S	4%
- sablo-argileux	: 15 A	25%	et L	20%
- sableux	: 0 A	15%	et S	65%

Les autres textures sont très rares.

Structure : Elle décrit la forme, les dimensions, la cohésion des agrégats (ou mottes) existant dans le sol en place; lorsque ces agrégats sont obtenus par fragmentation au marteau de la masse du sol, on parle de débit.

La classification des structures utilisées est la suivante (HENIN) :

a) structure cohérente (ou amorphes, ou fondues).

- type ciment.

b) structure fragmentaires.

- mottes à faces et arêtes anguleuses.

- type prismatique - mottes à grand axe vertical.
- type cubique - mottes à axes égaux.
- type en plaquettes - mottes à grand axe horizontal.

- mottes limitées par des surfaces arrondies .

- type nuciforme - aspect de noix.
- type particulière - grains de sable isolés.
- autres types - non rencontrés.

.../..

- mottes-à aspect intermédiaire.
 - type polyédrique - motte plus ou moins cubique ou sphérique, à petites facettes planes.
 - type grumeleux - motte allongée, limitée de petites surfaces arrondies (comme un cerveau).

Les cohésions sont définies empiriquement :

- cohésion faible - entièrement friable sous les doigts
- cohésion moyenne - peut être émoussé sous les doigts dont il supporte la pression; finalement friable.
- cohésion forte - peut être émoussé et fragmenté avec peine, libère des fragments irréductibles.
- cohésion très forte - demande l'utilisation du marteau.

.../..

METHODES ANALYTIQUES

Les analyses sont effectuées sur la terre fine.

pH : mesuré à l'électrode de verre sur pâte de sol.

GRANULOMETRIE : Méthode internationale. Dispersion au pyrophosphate neutre de Na. Prélèvements à la pipette.

Argile : particules de diamètre inférieur à 2
Limon : particules de diamètre compris entre 2 et 20

Sables fins : particules de diamètre compris entre 20 et 200

Sables grossiers : particules de diamètre compris entre 200 et 2 mm.

Terre fine : terre passée au travers du tamis de 2mm
Refus : graviers et cailloux restés sur le tamis de 2 mm.

MATIERE ORGANIQUE :

Matière organique : obtenue en multipliant le taux de carbone par 1,73.

Carbone : dosé par la Méthode WALKLEY.

Azote total : dosé par la Méthode KJELDAHL.

HUMIDITE :

Humidité : C'est le pourcentage d'eau contenu dans la terre séchée à l'air, déterminé à l'étuve (105°).

Capacité d'échange :
CAPACITE D'ECHANGE : Méthode à l'acétate normal et neutre.

Bases échangeables : Extraction à l'acétate d'ammonium neutre
Dosage du Ca et du Mg par complexométrie
Dosage du K et du Na par spectrographie

BASES TOTALES : Extraction par l'acide nitrique concentré à chaud. Pour le dosage, voir bases échangeables.

ACIDE PHOSPHORIQUE TOTAL : Extraction à l'acide nitrique concentré à chaud.
Dosage par précipitation du phosphomolybdate d'ammonium.

Pour les analyses physiques, les méthodes sont données dans le texte.

=====

L'UTILISATION DES ENGRAIS

ENGRAIS AZOTES

Il est évident que l'utilisation des engrais ne peut être rentable que dans le cas d'une rizière bien aménagée et cultivée correctement, mais si les conditions culturales sont bonnes l'engrais azoté ammoniacal (sulfate d'ammoniaque, cyanamide calcique, etc...) donnera généralement une augmentation de rendement nette et spectaculaire; l'engrais azoté seul est à déconseiller dans les sols trop acides, $\text{pH} = 4,5$ ou inférieur et dans les sols médiocrement pourvus en phosphore (voir abaque de fertilité).

L'engrais azoté devra être enfoui dans le sol assez profondément peu avant le semis, il est indispensable d'éviter la nitrification des composés ammoniacaux qui sont alors perdus et peuvent devenir toxiques. Les engrais nitriques sont inefficaces.

Les doses d'azote peuvent varier de 20 à 50 kg ha, soit 100kg à 250 kg de sulfate d'ammoniaque et il n'y a pas intérêt en culture africaine à utiliser de trop fortes doses.

LES ENGRAIS PHOSPHATES.

Les engrais phosphatés ne sont efficaces que dans les sols médiocrement pourvus en cet élément ou trop acides ($\text{pH} 4,5$ et inférieur). - (voir abaque de fertilité). Par exemple pour un sol dosant $1\%_{00}$ d'azote total la limite de réaction aux engrais phosphatés commencera au dessous de $0,4\%_{00}$ de phosphate total et sera d'autant plus élevée que le sol sera plus acide; il sera donc nécessaire de suivre l'évolution des sols de rizière au laboratoire surtout dans les cas où les sols présenteront des signes de fatigue.

Néanmoins un sol moyennement pourvu en phosphore peut présenter des besoins en engrais phosphatés après plusieurs années de cultures successives sans que ses réserves soient pour cela épuisées. C'est l'absence de repos sous jachère qui rend le phosphore peu assimilable (étude de pH NYE); il suffit alors de laisser le sol en repos quelques années ou d'amener des engrais phosphatés.

La culture continue et intensive du riz nécessitera donc obligatoirement l'apport d'engrais phosphatés au bout d'un nombre d'années plus ou moins grand, dépendant de la richesse à l'origine.

Le phosphore peut être apporté sous différentes formes mais dans les rizières acides, les phosphates naturels ont donné de bons résultats (travail de P. VEROT en Guinée), les doses minima sont calculées sur la base de 30 à 60 kg de P_2O_5 ha.

LA TENEUR EN BASES, LE pH, LA FUMURE POTASSIQUE.

La culture continue des rizières abaisse le pH et diminue la fertilité après un nombre d'année de culture important, et dans le cas d'apports répétés de sulfate d'ammoniaque, le sol peut avoir besoin d'un chaulage.

Il faut néanmoins vérifier le pH qui ne doit jamais dépasser 6, des doses de l'ordre de 500kg ha de CaO peuvent être utilisées; des doses massives de phosphate tricalcique ou de scories peuvent avoir un effet améliorant sur le pH, l'utilisation de chaux magnésienne sera utile dans les rizières très appauvries.

Les engrais potassique ont rarement donné des résultats spectaculaires en riziculture, ceci tient surtout au fait que la teneur du grain de riz en potasse est peu élevée (exportation de 2 à 4 kg de K_2O par tonne de paddy à l'hectare) et également au fait que les sols argileux de bas fond où l'on cultive le riz sont souvent bien pourvus en ce ~~ce~~ élément; néanmoins nous avons vu qu'un certain nombre de sols avaient des teneurs médiocres en ce ~~ce~~ élément, il serait donc préférable de prévoir dans ces sols une fumure d'entretien à raison de 10 à 15 kg de K_2O ha associé au sulfate d'ammoniaque pour éviter leur appauvrissement, et surtout éviter d'exporter les pailles qui contiennent des quantités importantes de potasse (environ 10 kg par tonne).

FUMURE ORGANIQUE

Il semble actuellement que l'enfouissement direct des pailles après la récolte soit le meilleur moyen, au moins le plus pratique de conserver la fertilité organique des rizières en l'absence de fumier ou de compost dont l'introduction est encore un problème difficile à résoudre.

Les résidus des rizières en particulier le son de riz, expérimenté dans de nombreuses stations (Madagascar, Soudan, etc...) constituent un excellent amendement organique et donnent des accroissements nets en début de culture.

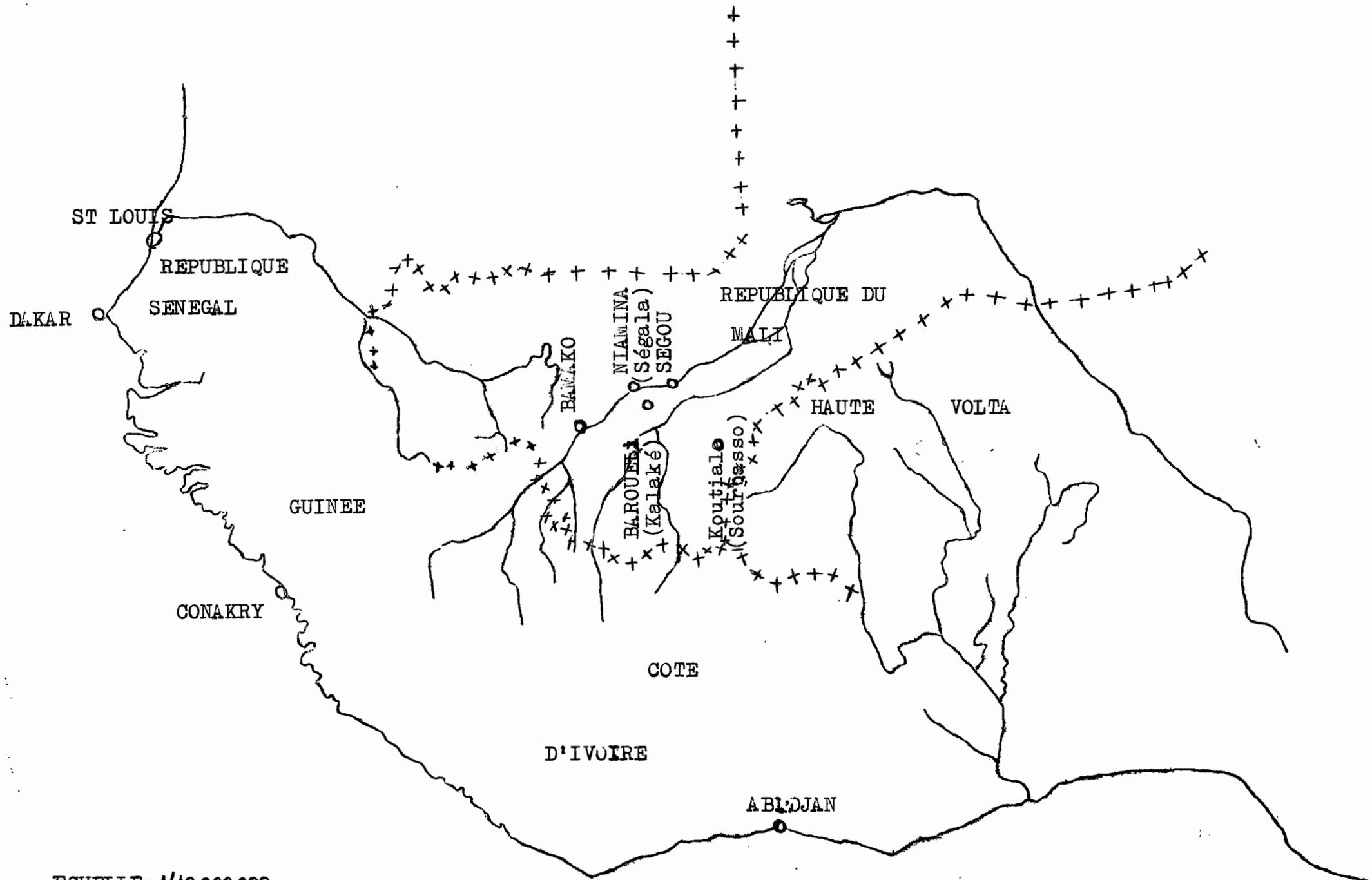
Nous donnons ici les rendements approximatifs correspondant aux termes conventionnels utilisés dans le rapport et les échelles de fertilité; il s'agit bien entendu de rendement maximum obtenus sans engrais mais dans des conditions culturelles correctes.

.../..

Terme conventionnel	Paddy kg ha
Mauvais	inférieur à 1 000
Médiocre	1 000 à 1 500
moyen	1 500 à 2 500
Bon	2 500 à 4 000
Très bon	4 000 à 6 000
Exceptionnel	supérieur à 6 000

Les rendements réels surtout sur de grandes surfaces sont rarement supérieurs aux 2/3 des rendements théoriques.

=====



ECHELLE: 1/10.000.000.