

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

**CENTRE O. R. S. T. O. M.
DE
COTONOU**

NOTES SUR LA FERTILITE CHIMIQUE DES TERRES
DE BARRE DU SUD-DAHOMÉY



- OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER -

CENTRE DE COTONOU

NOTES SUR LA FERTILITE CHIMIQUE DES TERRES

DE BARRE DU SUD DAHOMEY

N. JOHNSON

Pédologue

Juillet 1968

- S O M M A I R E -

- <u>INTRODUCTION</u>	1
- <u>CARACTERES GENERAUX DE FERTILITE DES TERRES DE BARRE</u>	2
I - Généralités	2
II - Propriétés physiques.....	3
III - Propriétés chimiques	5
- <u>APPLICATION AUX PRINCIPALES CULTURES PRATIQUEES DANS LE SUD-DANOMIEY</u> ..	7
I - Palmier à huile.....	7
II - Coton	9
III - Maïs	10
- <u>CONCLUSION</u>	13



TERRES DE BARRE DU SUD-DAHOMÉY

LEGENDE



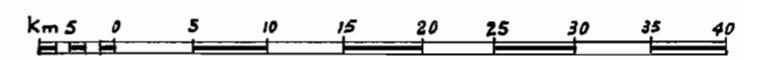
SOLS FAIBLEMENT FERRALLITIQUES

Modaux

- 1  *Sur sédiments argilo-sableux.*
- Hydromorphes*
- 2  *Sur sédiments argilo-sableux*
- A concrétions*
- 3  *Sur gneiss et migmatites*
-  *Intergrade de 1 et de 2.*
-  *Intergrade de 1 et de 3.*

- ++++ *Limites du Territoire*
- ==== *Route*
- ~~~~ *Rivière*

Ech.-approx: 1/500.000.



- I N T R O D U C T I O N -

Cette étude a pour but essentiel d'examiner les caractères chimiques des terres de barre en rapport avec la fertilité, afin de dégager les lois générales qui doivent guider le technicien ou tous ceux qui ont à mener à bien les travaux de mise en valeur et de fertilisation de ces sols.

Jusqu'à présent, peu d'études ont été faites dans ce sens et les diverses données obtenues à partir des champs d'essais des organismes de recherche ne sont pas le plus souvent concordantes.

Cependant elles permettent d'avoir une idée du problème, de le dégrossir et de montrer la complexité d'une telle étude. Aussi notre objectif dans ce rapport est-il modeste. Il consiste à établir une échelle de fertilité pour trois plantes cultivées sur terre de barre (palmier, coton, maïs) en déterminant les niveaux critiques des éléments majeurs NPK, et ce, à partir des analyses chimiques faites sur les sols ayant porté les expérimentations, ou sur des sols de même type situés dans le voisinage.

Nous n'aborderons donc qu'un aspect du problème de fertilité, l'aspect chimique, étant entendu qu'on ne saurait apprécier la fertilité des terres de barre à partir de ce seul facteur.

Nous nous sommes livrés à un travail d'extrapolation et les différents chiffres avancés dans ces notes n'ont d'autre ambition que de donner un ordre de grandeur probable des niveaux critiques.

Après quelques généralités sur les terres de barre dans le Soudahomey, nous passerons en revue ses propriétés physiques et chimiques en les appliquant aux différentes plantes. Nous terminerons en indiquant les règles à suivre en matière d'entretien et de régénération de ces sols afin de leur conserver leur fertilité initiale.

- CARACTERES GENERAUX DE FERTILITE -
DES TERRES DE BARRE

I- GENERALITES

Les terres de barre sont des formations continentales rouges reposant sur les sédiments marins du golfe du Bénin. Elles s'étendent de la Volta (GHANA) jusqu'au Niger (NIGERIA) formant un immense croissant. Dans le bas-Dahomey Togo elles sont fragmentées en une série de plateaux par des rivières coulant Nord-Sud, séparés d'Est en Ouest par la dépression de la Lama.

On ne voit aucun cours d'eau sourdre de ces plateaux à cause de la perméabilité très grande reconnue à ces formations.

Dans la classification pédologique française, ces sols rentrent dans la classe des sols faiblement ferrallitiques modaux. On y trouve plusieurs séries définies par les valeurs des rapports sg/sf.

Remarque:

L'étude de la fertilité intrinsèque d'un sol donné suppose la connaissance à la fois de ses propriétés chimiques et physiques dont la conjugaison nous donne sa "fertilité" traduisible sur le champ par le rendement.

En d'autres termes si, faisant abstraction des facteurs de production extrinsèques au sol, nous voulons apprécier cette fertilité au travers du rendement, il nous faudra faire une étude non seulement des caractéristiques chimiques mais aussi physiques car il n'est pas rare de voir que des sols très riches chimiquement mais à propriétés physiques mauvaises (vertisols par exemple), ont une "fertilité" dépendant pour l'essentiel des caractéristiques physiques.

A l'opposé, d'autres sols ont une "fertilité" liée pour une grande part aux propriétés chimiques. C'est dans cette dernière catégorie que rentrent nos terres de barre.

II- PROPRIÉTÉS PHYSIQUES.

Un caractère saillant de ces sols est l'homogénéité morphologique des profils sur une grande profondeur (5 à 10 m) avec pour traits essentiels :

- une couleur rouge de fond,
- une structure grumelo-particulaire en surface, de type continu en profondeur,
- un appauvrissement en argile superficiel, 10 % d'argile en surface,
- une texture sablo-argileuse à argilo-sableuse avec 20-35 % d'argile sur les 60 premiers cm et argileux au-delà (35-55% d'argile). Les divers éléments granulométriques sont liés entre eux par le fer sous forme de pseudo-sables, le rapport Fer libre/Fer total étant de l'ordre de 80 %.
- une bonne rétention pour l'eau et un pourcentage d'eau utilisable, en général satisfaisant,
- une bonne perméabilité et un bon indice de ressuyage sauf dans le cas des sols très argileux en position topographique défavorable,
- une stabilité structurale assez bonne sauf pour les terres de barre dégradées par les cultures successives et à niveau humique bas.

Cet ensemble de caractères nous fait logiquement penser que les divers indices préconisés par B. DABIN dans "Relations entre les propriétés physiques et fertilité des sols tropicaux" vont permettre de classer les terres de barre parmi les sols à bonnes qualités physiques.

Rappelons ces indices

a) Indice de structure

I

$$S_t \sqrt{P_u \times E_u}$$

b) Indice d'instabilité

$$\frac{\sqrt{P_u \times E_u}}{S_t} \quad \text{II}$$

c) Indice de ressuyage

$$A \text{ Log } 10 K \quad \text{III}$$

où P_u = porosité utile = porosité totale à saturation - pF 4,2

E_u = eau utilisable = pF 2,8 - pF 4,2

A = capacité pour l'air = porosité totale à saturation - pF 2,8

K = perméabilité cm/h

$S_t = 20 (2,5 + \text{Log } 10 K - 0,837 \text{ Log } 10 I_s)$

I_s = Instabilité structurale (HEVIN)

Nous avons calculé ces indices pour les terres de barre : en voici le détail des calculs.

Nous avons pris les valeurs moyennes sur 1 m de sol des différentes caractéristiques (K , I_s , pF etc...) des terres de barre, ce qui nous a permis d'évaluer approximativement ces indices et de les comparer à ceux d'autres types de sols du Dahomey dans le tableau récapitulatif suivant :

type de sols	terre de barre	vertisol	sol ferrugineux tropical lessivé
I Indice de structure $S_t \sqrt{P_u \times E_u}$	1 015	1 600	600
II Indice d'humidité $\frac{\sqrt{P_u \times E_u}}{S_t}$	0,15	0,33	0,15
III Indice de ressuyage $A \text{ Log } 10 K$	65	45	35

Ce tableau confirme donc l'hypothèse faite plus haut concernant les qualités physiques de terre de barre. En effet ces terres possèdent l'indice de ressuyage (III) le plus élevé et un assez bon indice d'humidité (II). Par contre l'indice de structure (I) qui est le reflet de la richesse en colloïdes minéraux et organiques du sol, donc en relation avec la fertilité chimique, est moyen, le vertisol apparaît comme étant le sol le plus riche chimiquement.

III- PROPRIETES CHIMIQUES

Avant d'aborder son étude, il importe de faire la remarque suivante : la fertilité chimique d'un sol est en relation étroite avec son passé cultural ; elle est d'autant plus faible que le sol a été soumis à des cultures successives et épuisantes sans un programme parallèle de régénération et de jachère. C'est malheureusement le cas de bon nombre de terres de barre cultivées dans le Sud-Dahomey.

Nous ne prendrons en considération ici que les terres de barre peu dégradées, c'est-à-dire celles sur lesquelles l'action de l'homme s'est très peu manifestée au cours des années, et qui ont conservé, du moins en grande partie, leur potentiel chimique initial.

Les analyses chimiques des sols les plus représentatifs montrent sur terres de barre non dégradées :

- une carence potassique devant s'expliquer par sa facilité de lessivage (le potassium n'est pas retenu par les feuillets de kaolinite et la pluviométrie est forte), et surtout par la faiblesse native en K du matériau originel (0,10 méq /100g de K⁺ échangeable).

- une teneur en matière organique bonne sous forêt (2,5 %), moyenne sous culture (1,7 %) soit une perte de 30 % du fait de la mise en culture.

- C/N moyen à bas (11-10) caractéristique d'une matière organique très bien évoluée.

- une teneur convenable en Ca échangeable (3 méq).

- un taux moyen en Mg échangeable (1,9 méq) avec $\frac{Ca + Mg}{K}$ élevé (26) à cause de la rareté en K signalée plus haut.
- un pH moyennement acide en surface (5,5-6,0) remontant légèrement avec la profondeur (6,0-6,5).
- une capacité d'échange faible (8 méq) avec un taux de saturation $V = \frac{S}{T} = 50-80 \%$.
- des teneurs en P_2O_5 total de l'ordre de 1 ‰, mais parfois inférieures.

Toutes ces propriétés seront accentuées défavorablement dans les sols dits dégradés.

- APPLICATION AUX PRINCIPALES CULTURES -
PRACTIQUES DANS LE SUD DAHOMEY

(Palmier, coton, maïs)

Nous venons de passer en revue les caractéristiques des terres de barre. Il nous reste maintenant à tirer pour ces sols les conclusions pratiques qui se dégagent des différents essais expérimentaux faits par les organismes de recherche.

Nous ne possédons que très peu de résultats indiquant clairement pour ces plantes les niveaux critiques des éléments majeurs dans le sol, cela tient au fait que soit de nombreux essais en champ aient été abandonnés pour diverses raisons souvent d'ordre extra agropédologique ou que ceux poursuivis n'aient pas toujours donné des résultats statistiquement valables.

I- PALMIER A HUILLE

Hydrophile et très avide de K, le palmier est une plante pour laquelle les qualités physiques du sol comptent beaucoup plus que son niveau de fertilité chimique.

C'est pourquoi les terres de barre peuvent être considérées, à juste titre, comme des terres d'élections pour l'Elaciculture à condition toutefois qu'elles soient placées sous une pluviométrie abondante et bien répartie (P = 1 200-1 300 mm), et que la carence native en potassium soit corrigée.

Sa culture est à déconseiller dans l'immédiat, des zones à pluviométrie insuffisante du S-W (COME, APLAHOUE où P = 900-1 000 mm) et des zones à carence potassique trop forte où le coût des corrections minérales poserait des problèmes de rentabilité (terre de barre dégradée du S-E de la région de PORTO-NOVO).

D'après les résultats d'essais obtenus par l'IRHO, il nous faut retenir qu'une teneur de 0,20 meq K échangeable pour 100 g dans les 50 premiers cm de sol est nécessaire pour un développement normal du palmier. En dessous de celle-ci la carence potassique apparaît. Or les analyses de sol ont montré que cette teneur est loin d'être atteinte même dans les sols les plus riches, les valeurs moyennes étant 0,13-0,15 meq/100 g de sol. Il y a donc, dans la majorité des cas, besoin d'apporter des engrais potassiques.

Les palmiers recevront cette fumure dès leur mise en place à raison de : 0,20 Kg KCl/arbre et de 1 Kg KCl/arbre lors de la rentrée en production.

Notons pour mémoire que le niveau critique déterminé dans les feuilles par la technique du diagnostic foliaire est de 0,1 meq.

La matière organique est le principal fournisseur d'azote aux plantes et une teneur insuffisante crée la "faim d'azote". Celle-ci est à redouter chez le palmier qui est une plante élaborant une grande quantité de matière végétale.

Nous retiendrons, pour cette plante, que la teneur en matière organique du sol ne doit pas descendre en dessous de 2 % dans les 20 premiers cm pour assurer une alimentation correcte principalement dans son jeune âge où les besoins azotés sont les plus élevés.

Cette valeur est généralement observée dans les terres de barre peu dégradées où il s'agit avant tout de maintenir le taux humique aussi voisin du taux initial. Dans la région de PORTO-NOVO où c'est loin d'être le cas, le taux de matière organique tombe jusqu'à 0,6 % et le problème de régénération se pose alors.

La matière organique agit sur l'alimentation phosphatée de la plante par la formation des complexes phospho-humiques.

Le palmier est peu exigeant en phosphore, une teneur en P total de 0,3-0,5 % lui suffit et ne fait apparaître en général aucun signe de carence.

En résumé : bien que chimiquement pauvres les terres de barre n'en constituent pas moins d'excellents sols à palmier si l'on corrige la carence potassique générale.

Soulignons pour notre part, la très grande importance de la matière organique dans ces sols qui grâce

- à son pouvoir absorbant élève la capacité d'échange d'un matériau à dominance de kaolinite (donc peu rétenteur de K)
- à son C/N bas, se minéralise très rapidement et assure une alimentation azotée et phosphatée correcte par destruction de l'humus et des complexes phospho-humiques
- à son action favorable sur la structure permet de les régénérer ou d'y entretenir une fertilité correcte.

II- COTON

Moins hydrophile que le palmier, le coton s'accommode de nombreux types de sol à condition qu'ils possèdent au point de vue physique une bonne structure, une profondeur de sol supérieure à 1 m et une certaine richesse chimique en N et P_2O_5 notamment.

Physiquement les terres de barre sont des sols remarquables pour le coton partout où la pluviométrie est un facteur limitant de l'Éléculture (cf l'indice de structure = 1 100 qui est une bonne valeur pour le coton).

Mais le coton est une plante exigeante chimiquement, une attention toute particulière devra donc être portée sur les corrections minérales pour ces sols pauvres.

L'analyse chimique des terres de barre ayant porté des expérimentations de culture de coton, permet de retenir les chiffres ci-après comme niveaux critiques dans le sol :

K_2O : 0,10 - 0,15 meq/100 g
 P_2O_5 total : 1 ‰
N : 2,5 % de matière organique

Ces chiffres appellent les conclusions suivantes :

- les apports d'engrais potassiques sont nécessaires et devront se traduire, toutes choses égales par ailleurs, par des augmentations de rendement.
- le phosphore du sol est suffisant pour le développement des plants de cotonnier, il conviendra surtout de compenser les exportations des récoltes.
- on veillera surtout à maintenir un taux humique satisfaisant au moins égal à 2 %.

D'après les essais de l'I.R.C.T. sur différents sols du Sud-Dahomey, cet organisme préconise deux formules susceptibles de corriger les déficiences minérales :

50 Kg/ha de phosphate d'ammoniaque
100 Kg/ha de KCl

ou

130 Kg/ha de sulfate d'ammoniaque
100 Kg/ha de phosphate (triple super)
100 Kg/ha KCl

Bien que ne connaissant pas les conditions dans lesquelles ces formules ont été établies (passé cultural, niveau de fertilité organique et minérale des sols), nous pouvons cependant admettre en première approximation qu'elles sont valables pour les terres de barre.

III- Maïs

Principalement céréale dans le Sud, le maïs est tout particulièrement cultivé sur les terres de barre où il trouve des conditions favorables à son développement.

C'est une plante assez exigeante demandant un sol riche en humus et à bonnes qualités physiques en surface.

L'extrapolation faite à partir des diverses expérimentations et résultats d'analyses nous permet d'admettre les chiffres suivants comme niveaux critiques dans le sol des éléments NPK :

K^+ : 0,2-0,4 meq pour 100 g
 $P_{25}O_5$ total : 0,8-1‰
N : 2,5 % de matière organique

Il convient de faire la même remarque que pour le coton, à savoir :

- apports d'engrais potassiques nécessaires
- maintien de la teneur en matière organique au-dessus de 2 %.

L'I.R.A.T. qui s'occupe de l'expérimentation de cette culture du Dahomey, propose les formules suivantes :

1°) Sur terres de barre non dégradées où on n'observe généralement pas de carence potassique sur le maïs, apport de :

125 - 150 Kg $(NH_4)_2 SO_4$
75 - 100 Kg phosphate bicalcique

a cela il nous faut ajouter 50 Kg KCl pour les exportations des récoltes.

2°) Sur terres de barre dégradées la carence potassique est nette et l'engrais K marque de façon spectaculaire.

Pour une culture alternée maïs-arachide, la formule est la suivante :

1ère année	{	100- 200 Kg phosphate bicalcique	}	à la préparation du sol
		50- 100 Kg KCl		
		150- 200 Kg $(NH_4)_2 SO_4$ en couverture		
2ème année	{	125 Kg $(NH_4)_2 SO_4$		
		50 Kg phosphate bicalcique		
		75 Kg KCl		

Pour terminer, rappelons ici les valeurs des niveaux critiques en NPK dans les feuilles de maïs obtenues par la technique du diagnostic foliaire (E. DAGBA "Mise au point du diagnostic foliaire du maïs au Dahomey"- 2^e étape):

- Azote : Si l'échantillon contient
 - 2,09 - 2,65 % carence
 - 2,70 - 3,60 % déficience
 - 4,10 - 4,30 % niveau critique
- Phosphore :
 - 0,241- 0,295 % carence
 - 0,450- 0,490 % niveau critique
- Potassium :
 - 0,40 - 0,70 % carence
 - 0,71 - 1,90 % déficience
 - 1,91 - 2,20 % niveau critique

La connaissance des niveaux critiques dans les sols et dans les feuilles est indispensable pour l'agronome car elle permet de calculer les formules de fumures et de les corriger ensuite par détection des déficiences.

- C O N C L U S I O N -

De l'étude que nous venons de faire se dégagent les constatations suivantes :

- les terres de barre sont des sols intrinsèquement pauvres du point de vue chimique, elles ont une fertilité globale correcte en raison de leurs excellentes propriétés physiques.
- le grand volume de sol prospecté par les racines laisse supposer un entretien facile de la fertilité en raison de l'épuisement lent des réserves minérales. Une simple jachère suffit à entretenir un niveau correct de fertilité.
- lorsque l'épuisement du sol est très prononcé, la régénération s'impose : elle peut demander 3-5 ans et nécessitera :
 - 1°) Une fumure de fond à base P_2O_5 (500 Kg phosphate bicalcique) et d' N (100-150 Kg d'ammoniaque). Cette fumure permettra à un engrais vert (à déterminer ?) de pousser vite.
 - 2°) L'enfouissement de l'engrais vert, ce qui n'est pas sans poser des problèmes de divers ordres.

C'est pourquoi il est préférable, dans le but de ne pas être amené à résoudre ces problèmes, de ne laisser les sols s'épuiser à l'extrême et de veiller à maintenir leur degré de fertilité initiale. Il suffira pour cela de choisir un assolement faisant intervenir une jachère à légumineuses ou graminées, ou espèces couvrantes si possible, afin de diminuer l'agressivité des phénomènes d'érosion.

B I B L I O G R A P H I E

- G. AUBERT : Cours de Pédologie - Fertilité Inédit
- B. DABIN : Relation entre propriétés physiques et fertilité des sols tropicaux
- M. LAMOUREUX : Valeur du Cassia Siamea dans la régénération des terres de barre
- R. FAUCK : Terre de barre du S-E Dahomey région d'AGONVY
- P. WILLAIME : Reconnaissance pédologique de la région N-E Kétou
Notes sur les sols de la région de DOGBO et de HINVI
- P. WILLAIME : Carte des sols de la station de Niaouli
et O. KOFFI
- IRHO : Plan palmier : étude de base
- IRCT : Rapports annuels de la zone Sud (de 1962 à 1966)
- IRAT : Rapport de campagne 1967 synthèse de résultats 1967
- E. DAGBA : Mise au point du diagnostic foliaire du maïs 2^e étape

O. R. S. T. O. M.

Direction générale :

24, rue Bayard, PARIS-8^e

Service Central de Documentation :

70-74, route d'Aulnay, 93 BONDY (Seine)

Centre O.R.S.T.O.M. de Cotonou :

B. P. 390 - COTONOU (Dahomey)
