

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE-OUTRE-MER
47, bd des Invalides
PARIS VII°

COTE DE CLASSEMENT n°2859

PEDOLOGIE

ETUDE PEDOLOGIQUE DU BASSIN DE LA LOTHO

par

M. LAMOUREUX

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

INSTITUT DE RECHERCHE DU TOGO

ETUDE PEDOLOGIQUE
DU BASSIN EXPERIMENTAL DE LA
LOTHO

M. LAMOUROUX
chargé de recherches
J. KPACHAVI
aide-préparateur de laboratoires

L'hydrologue de l'ORSTOM, Monsieur JARRE, poursuit au Dahomey, à Dassa-Zoumé, l'étude du bilan de l'eau d'un bassin versant expérimental. A cet effet, il a placé des pluviomètres, pluviographes, échelles limnimétriques etc... pour recueillir le maximum de données. ^{Il a} jugé intéressant de faire étudier par le pédologue de l'I.R.T.O les sols du bassin et en particulier leur perméabilité.

Nous avons fait une série de prélèvements sur les principaux types de sols, que nous étudierons tant sur le plan hydrologique que sur le plan agronomique.

Dassa-Zoumé est situé à environ 200 Kilomètres de Cotonou sur la route intercoloniale. Le petit bassin de la Lotho, à 2 Km. au Nord de Dassa-Zoumé, alimente le Zou lui-même affluent de l'Ouémé. Il couvre 4 à 5.000 hectares de superficie; il est limité à l'Est par de petites montagnes de granites et des petites collines crête forment les lignes de côté au Nord et à l'Ouest.

Avec 7° 55' de latitude, 2° 10' de longitude et 100 à 400 m d'altitude, nous sommes en plein climat soudano guinéen caractérisé par une saison sèche de Novembre à Mars avec pourtant quelques précipitations. La petite saison sèche bien marquée sur la côte a pratiquement disparu ici.

Mois:	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
en m/m	99,28	70,2	120,4	153,1	188,7	178,8	163,1	174,6	140,6	35,2	13,6		1091,6
Nombre de jours	1,2	1,7	4,5	6,8	9,5	7,9	7,5	6,5	10,8	9,3	2,1	0,8	68,6

Le plissement montagneux de granite forme une barrière de 7 Km, ^{à l'Est} du bassin avec des sommets de 400 et même ~~de~~ 465 mètres d'altitude. Cette barrière sensiblement Nord Sud est profondément entaillée par des petits marigots dont l'un d'entre eux forme un bassin indépendant assez important. Le reste du bassin de la Lotho est entouré ^{par} des plateaux plus ou moins cuirassés atteignant près de 200 mètres d'altitude.

Le Géologue R. POUGNET a fait l'étude de ce massif granitique qui se serait formé à l'époque des Monts Atacoriens. Le granite ancien à biotite, migmatitique, à une structure attendance porphyroblastique. Ce sont des roches hétérogènes à biotite ou à 2 micas allant du granite grenu large au granite porphyroï de orienté le plus souvent.

Dans l'ensemble les colluvions formés à partir de ces roches sont très sableuses, comme nous le verrons plus loin.

Nous passons d'une végétation forestière autour du massif (forêt classée de Dassa-Zoumé Nord) à une savane arborée souvent très dégradée dans le reste du bassin. Si la zone Forestière est relativement protégée depuis son classement, il n'en est pas de même de la savane arborée qui brûle tous les ans et est soumise à un défrichement intense. Parmi les Andropogonées

nous retrouvons les arbres habituels des savanes du Moyen-Togo Dahomey : Parkia, Vitex, Isoberlinia, Daniellia, Terminalia, Bauhinia, Hymenocardia, Cochlospermum etc...

L'assolement triennal pratiqué dans cette région est à base de plantes vivrières :

- (Igname - Maïs
- (Maïs - Arachide
- (Mil - Tabac (peu de manioc)

Il est à noter que le coton à tendance à disparaître dans le Centre Dahomey au profit des cultures de tabac, pratiquées ici sur une très petite échelle.

Les sols épuisés, abandonnés à la jachère sont couverts d'Imperata et soumis aux feux annuels. Les jachères non protégées ne redonnent pas au sol sa fertilité initiale même après 10 et 15 ans, et nous allons dans cette région de Dassa-Zoumé, comme autour de tous les Centres Urbains, vers une dégradation inquiétante des sols. Il est vrai que nous sommes là à un croisement de routes important et que ces montagnes ont été le refuge des cultivateurs à l'époque des guerres esclavagistes.

LES SOLS DU BASSIN DE LA LOTHO

Nous distinguons génétiquement des sols peu évolués les sols squelettiques de montagnes et les alluvions sableuses qui sont à leurs pieds.

Des sols évolués : sols sur colluvions, faisant suite aux colluvions sableuses, sols à concrétions de plateau et de pente, sols plus ou moins hydromorphes du centre du bassin.

1- Le massif granitique et ses colluvions -

Dans cette zone rocheuse où nous avons tantôt des roches, tantôt des failles où les sables se sont accumulés il est difficile de dissocier les sols squelettiques des sols de colluvions. Pourtant nous distinguons nettement aux pieds des massifs des colluvions très épaisses. Ainsi en A sur une pente de 4 à 5% et sous une savane à Combretum, Terminalia, Ximonia etc... nous avons de 0 à 80 cm. un sable très pur, sans couche superficielle humifère, du fait d'une érosion de nappe importante.

De 80 à plus de 120 cm. : un sable beige, faiblement argileux, avec quelques tâches ferrugineuses ocre rouille.

Ces sables ont une très grande perméabilité et doivent permettre à l'eau de s'accumuler dans les failles et les petites dépressions entre les pointements rocheux.

Dans les petits thalwegs entre les massifs et le long de la grande route les colluvions ont nettement évolué et forment des sols hydromorphes en bas-fond et des sols faiblement ferrallitiques à concrétions en marge du massif granitique, du fait des pentes moins fortes et d'un lessivage latéral moins important.

- Nous n'avons pas analysé les colluvions sableuses qui à priori nous paraissent très perméables et excèsivement pauvres. Par contre nous avons prélevé à l'Ouest de la route un certain nombre de profils. Le 130 et Le 20 sont à la limite des colluvions et des alluvions, ils nous montrent une faible teneur en acide phosphorique et en matières organiques (0,39% d'azote seulement) des pH assez acides de 5,1 à 5,5 -

Les bases échangeables lessivées en surface s'accumulent de 1 m. à 1m,50 où nous notons 17,8 meq % pour la somme des bases échangeables.

Ces sols ont été trop cultivés, les jachères trop courtes et les feux de brousse les dégradent tous les ans un peu plus. Des reboisements ou des applications massives

SOLS SUR COLLUVIONS (bordure des alluvions)

(En % de terre fine séchée à l'aire)

Echantillons: Lo 21 : Lo 22 : Lo 23 : Lo 131 : Lo 132 : Lo 133 :

	30-40	60-80	150-160	0-15	30-50	100-110
Profondeur	30-40	60-80	150-160	0-15	30-50	100-110
Terre fine %	95,5	100	98	85	98	75,5
Humidité %	0,25			1,22	6,02	8,4
Argile %	5			19,5	35,25	40
Limon %	7			2,75	4,5	7,75
Sable fin %	81,75			61	33	17,5
Sable gros %	5,25			26,5	20,75	26
C %				0,435		
N %				0,039		
C/N				11,2		
Agrégats %				57	55	54
pH	5,5	5,6		5,3	5,1	5,4
P205 Total‰				0,215	0,215	0,215
N/P205				1,82		
<u>Bases</u>						
<u>échangeables</u>						
maq %						
Ca	0,72	5,10	13,49			
Mg	0,20	2,20	3,80			
K	0,04	0,15	0,17			
Na	0,10	0,11	0,34			
Somme	1,06	7,56	17,80			

d'engrais peuvent seules redonner à ces sols une certaine fertilité. Nous noterons qu'aux débouchés des thalwegs ou en Lo 12, Lo 14, les sols plus profonds de colluvions plus fines sont nettement différents et portent souvent de belles cultures. Volontairement nous ne rentrerons pas dans le détail de cette étude accessoirement agronomique, bien qu'il y ait là certaines possibilités palmistes, fruitiers etc...

2 - Les sols à concrétions sur cuirasse.

Le Nord et l'Ouest du bassin sont bordés par un plateau semi-circulaire dont les pentes souvent fortes vers le centre du bassin, laissent apparaître des blocs de cuirasse aux ruptures de pente.

A l'Est près de la voie ferrée nous retrouvons ce type de sols, n'interessant le bassin que sur une faible bande.

Sur ce plateau les savanes arbustives que nous commençons à bien connaître nous situent à peu près la fertilité des sols.

Sur le haut du plateau nous retrouvons de petites forêts sèches d'Isobertinia doka, sur un sol rougeâtre, avec cuirasse plus ou moins demantelée. Ces sols que nous trouvons un peu partout dans le Moyen Togo-Dahomey et dans les mêmes conditions climatiques et topographiques, ont été relativement

épargnés par l'érosion qui pénéplanise le socle cristallin. Ce sont de très bons sols de culture comme tous ces sols faiblement ferrallitiques, mais les cultures abusives les transforment, en une dizaine d'années, en sols lessivés, concrétionnés, à cuirasse proche de la surface. Ainsi en bordure au pluviomètre 3, nous avons prélevé le profil Lo 50 dans un champ de culture en voie de dégradation. Mêmes cultures de mil de maïs rouillé, d'arachides détruites par la rosotte sur un sol très peu humifère :

0 - 15 cm. Horizon beige clair, sableux un peu limonneux. Quelques concrétions.

15 - 120 cm. Horizon brun rouge de concrétions (90%) les racines pénètrent jusqu'à 50 cm.

- En Lo 90 sous une savane à Butyrospermum parkii, Bauhinia thoninri, Entada sp. Hymenocardia acida etc...

de 0 à 25 cm. Horizon brun foncé, faiblement grumeloux, sableux, peu humifère.

25 à 70 cm. Horizon ocre rouillé, polyédrique, argileux à concrétions ferrugineuses.

70 à 80 cm. Les concrétions sont très abondantes et nous trouvons la cuirasse à 80 cm.

sur les pentes la végétation claire à Hymenocardia, Entada, Cochlospermum etc... marque nettement la dégradation du sol. Au pluviomètre 10 la cuirasse apparaît entre 20 et 30 centimètres sur une pente de 3 à 4%, au pluviomètre 5 nous la trouvons à 50 cm.

Les sols à concrétions sont très lessivés en surface sur le plateau les colloïdes s'accumulent en profondeur et contribuent à former les concrétions et certaines cuirasses. Sur les pentes ils sont lessivés latéralement et sont emportés par les eaux où forment un horizon de concrétions dans les sols alluviaux (Lo 40, Lo 11). Cette texture sablo-gravillonnaire donne à ces sols une grande perméabilité et une assez faible capacité de rétention pour l'eau.

Peu de matières organiques, peu d'agrégats, teneurs très faibles en phosphore total et probablement en bases échangeables dont nous n'avons pas encore les résultats.

Cependant les pH ne sont pas très bas sur tout en Lo 51 (pH 6,3) où le développement microbien est excellent : 30 à 40% de colonies d'azotobacter fixateurs d'azote atmosphérique, et nitrification dès le 4^{ème} jour. Mais si en Lo 5 le sol n'est pas complètement épuisé il l'est par contre en Lo 90 et sur les pentes où la nitrification ne se fait que très lentement.

SOLS A CONCRETIONS SUR CUIRASSES

(en % de terre fine séchée à l'air)

Echantillons:	Lo 51	Lo 52	Lo 91	Lo 92
Profondeur	0 -15	40-60	0 -15	30 -60
Terre fine %	95	30	96,7	79,5
Humidité %	0,44	5,06	1,56	9,22
Argile %	5,75	32,75	9,75	45,5
Limon %	7,25	8,25	8	9,5
Sable fin %	71,25	30,5	65	19,9
Sable gros %	13,75	23,5	12,5	15,6
C %	0,62		0,715	
N %	0,05		0,061	
C/N	12,4		11,8	
Agrégats %	18,5	48,5	28,5	48
pH	6,3	5,7	5,6	5,7
P205 Total %	0,168	0,190	0,190	0,140
N/P205	5		3,2	
Bases				

Quels remèdes apporter à cette perte rapide de fertilité?

Des reboisements sur les pentes, des cultures faisant appel à de longues jachères de régénération, une lutte contre les feux etc.. autant de mesures très efficaces en vérité, mais qui posent des problèmes d'application souvent insurmontables.

3 - Les sols alluviaux du centre du bassin

Il est difficile dans ce type de sols de savoir quelle est la part de l'alluvionnement et quelle est celle du colluvionnement; mais l'ensemble présente une certaine unité et des caractères communs.

En Lo 1 sur une pente de 30% environ et sous une végétation dégradée de savane nous avons de 0 à 12 cm. un horizon gris clair, faiblement structuré, peu humifère, sableux, avec quelques gravillons ferrugineux.

12 - 65 cm. Horizon brun beige à tâches ferrugineuses ocre rouille, sableux un peu limoneux, mais très lessivé.

65 - 90 cm. Horizon de concrétions tendant au cuirassement.

- 90 - 145 cm. Horizon d'argile bleue à traînées
ferrugineuses ocre rouille, compact
- 145 - 180 cm. Horizon ocre rouille d'une roche mère
altérée à nombreux, quartz.

En Lo 3 sur le bord du plateau nous trouvons une savane d'andropogonées avec Daniellia oliveri et Terminalia macroptera, indiquant un sol sableux en surface et argileux humide en profondeur.

Sur 30 centimètres sol très sableux, puis brusquement un horizon gris olive apparaît à structure cubique, imperméable en profondeur.

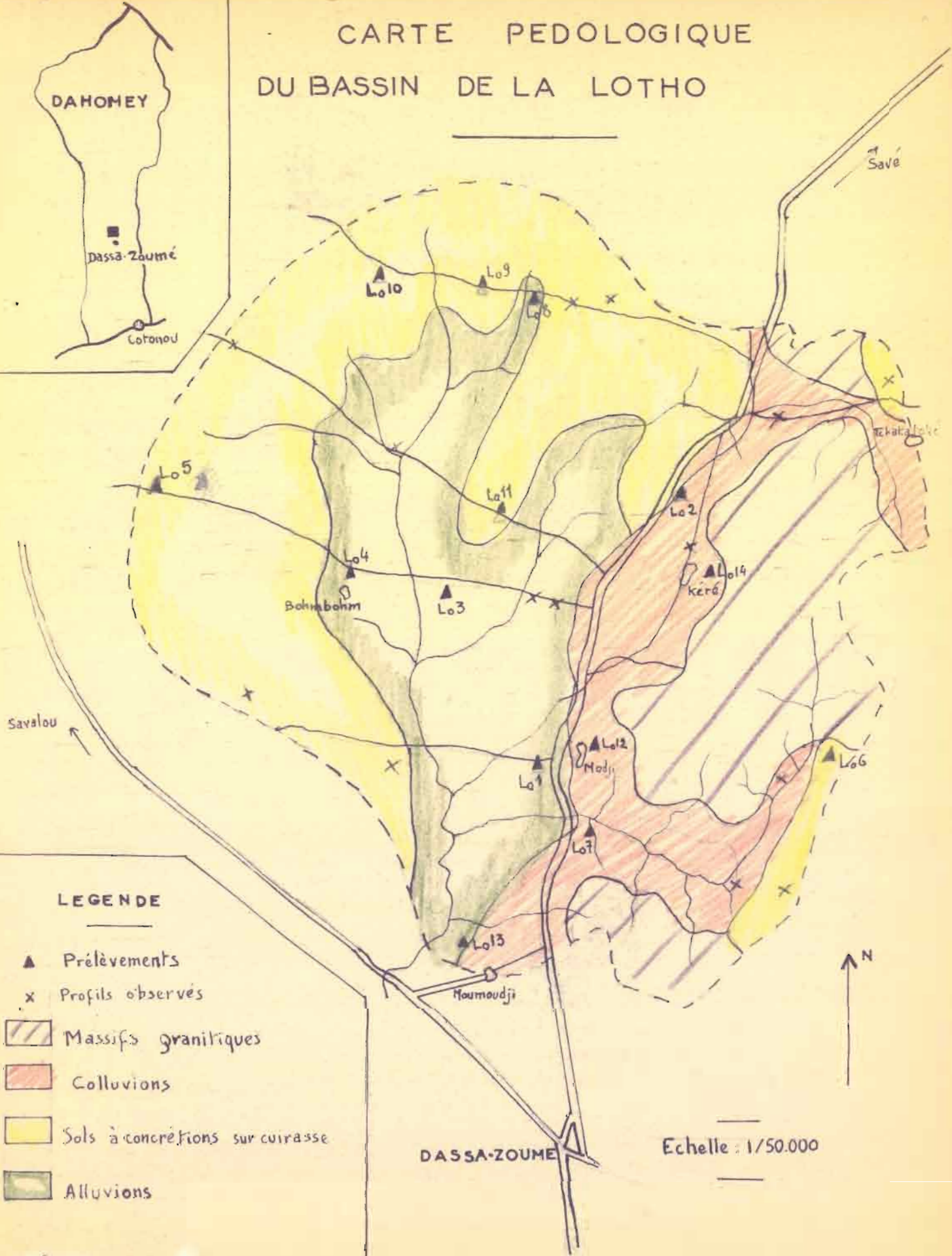
Sols lessivés en surface, peu organiques (0,040 % d'azote), très faible structure (16 à 30% d'agrégats). Le pH un peu acide en surface, entre 5,5 et 6, descend à 5 et 5,3 en profondeur. Très faible teneur en acide phosphorique, et en potassium échangeables.

Dans une étude détaillée il conviendrait peut-être de traiter à part les sols des bœufes, mais nous ne rentrerons pas ici dans ces détails.

A notre avis ces sols ont une vocation pastorale, bien entendu il conviendrait d'améliorer les herbages très pauvres en phosphore et potassium.

...../....

CARTE PEDOLOGIQUE DU BASSIN DE LA LOTHO



LA PERMEABILITE DES SOLS ET NOTIONS SUR LE BILAN DE L'EAU DU
BASSIN.

CONSIDERATIONS GENERALES.

La pluviométrie, la température et l'écoulement des eaux dans les marigots sont facilement mesurables, mais les phénomènes d'évaporation, d'infiltration dans le sol ont leur importance et ne peuvent être que très difficilement appréciés. Nous nous heurtons à des facteurs de variations : Evaporation, évapotranspiration des plantes, radiation, hétérogénéité du sol etc... Il est certain que des mesures en cases lysimétriques, nous donnent une idée assez précise de l'écoulement par infiltration dans le sol, mais là encore interviennent imparfaitement les facteurs végétation et hétérogénéité du sol.

Et sans avoir recours à des formules comme celle de Turc, nous nous contenterons, d'après la connaissance des sols du bassin et de la végétation qui les couvre, de discuter la question en ne tirant que des conclusions d'ordre général.

Turc a porté sur un graphique, pour 254 bassins, les précipitations en abscisse et l'évaporation en ordonnée (Précipitation - drainage calculé), sur le graphique il a fait apparaître les températures et nous constatons une relation très

nette entre E , P et t , qui permet d'évaluer l'évaporation sur le bassin de la Lotho entre 850 et 950 m/m d'eau, 15 à 20% seulement de l'eau tombée sur le bassin serait donc mesurable dans le lit des marigots, ce que nous saurons d'ailleurs plus exactement par les mesures de Monsieur JARRE. P et t sont mesurés précisément, la mesure du drainage peut-être entachée d'erreurs du fait d'un écoulement souterrain à la sortie du bassin de la Lotho, mais nous pensons, malgré la perméabilité du profil Lo 130 que cet écoulement doit être négligeable.

Perméabilité des sols du Bassin (graphique I)

Considérons maintenant la perméabilité des sols du bassin: elle est très forte en surface de 1 à 5×10^{-5} m/sec (sauf en Lo 133 où les concrétions augmentent cette perméabilité) mais diminue brusquement vers 80 centimètres où les valeurs de K atteignent 2 à 3×10^{-6} m/sec. Les sols sableux colluvionnaires sont extrêmement perméables et absorbent l'eau très rapidement, il en est de même des sols à concrétions sur cuirasse. Les alluvions sablo argileuses seraient plus imperméables, surtout en profondeur, mais leur surface sableuse et un peu humifère absorbe l'eau très rapidement - si nous considérons une perméabilité telle que $K=2 \cdot 10^{-5}$ m/sec, elle représente en 10 minutes l'infiltration d'une lame d'eau de 12 m/m dont 30 à 40% et souvent plus seront retenus par le sol,

le reste s'écoulera lentement dans les horizons inférieurs. Ce calcul n'a absolument rien de rigoureux, mais il permet de comprendre que des petites pluies et même des orages courts n'arrivent pas à saturer le sol et ne permettent pas d'écoulement mesurable.

La fréquence et la quantité des précipitations interviennent donc, il faudra de gros orages ou des pluies fréquentes pour entraîner un écoulement mesurable dans les marigots. Ceci se confirme par des observations dans la nature et sera mesuré précisément par l'hydrologue.

Les eaux d'écoulement.

La forte perméabilité et le degré de rétention des sols du bassin et l'imperméabilité relative des alluvions du centre, nous font penser que l'eau mesurée dans les marigots provient essentiellement du ruissellement à l'Ouest du bassin et du drainage des sols dans la partie Est montagneuse.

Dans les sols à concrétions sur cuirasse, les eaux pénètrent facilement et peuvent circuler en partie sur cette cuirasse pour ressortir et former de nombreux petits marigots à la limite des sols sablo argileux. Mais les pentes relativement fortes de ces sols à concrétions et les horizons sablo argileux des alluvions permettent un ruissellement superficiel important.

Dans la région montagneuse, les massifs granitiques forment un immense impluvium dont les eaux pénètrent dans les sables colluviaux, d'autant plus que la végétation fait ici obstacle au ruissellement.

Cette eau collectée sur les pentes rocheuses lessive les sables qui permettent une certaine circulation des eaux dont une grosse partie alimente les trois petits marigots entaillant la montagne.

Les phénomènes d'évaporation -

Il est encore moins question, dans ce cas d'utiliser des données précises, seules des déductions nous permettent de dire que dans la partie Est du massif et des colluvions l'évapotranspiration des plantes est primordiale, tandis que dans la partie Ouest les sols peu protégés par le couvert végétal sont soumis à une évaporation solaire importante.

En résumé nous considérons d'une part la zone montagneuse couvrant les 2/5 du bassin, où les eaux de pluie de la montagne gorgent les sables, alimentent en partie des nappes, et forment 2 marigots très importants du bassin sans qu'il y ait un gros ruissellement.

- PERMEABILITE -

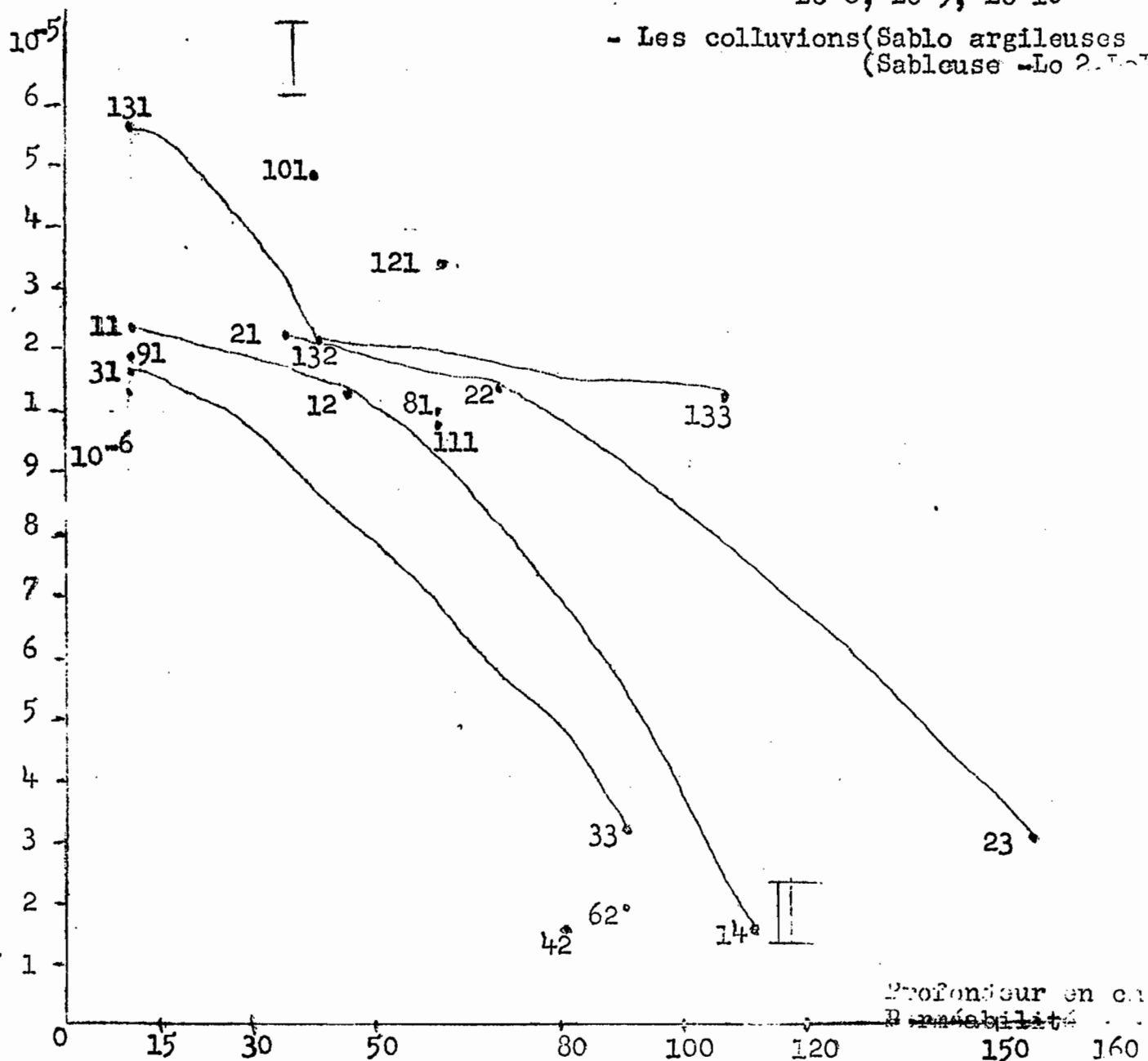
Echantillons	Profondeur	Capacité de rétention %	Perméabilité K=m/sec après 6 H	Méthode utilisée
Lo 11	0 - 15	37,1	2,18 . 10 ⁻⁵	Un cylindre en verre de 7 cm. de diamètre environ est fermé à sa partie inférieure par un fin grillage, sur lequel est mise une couche de sable grossier. 300 g. de la terre étudiée sont mis au dessus du sable; à l'aide d'un flacon de Mariotte ou maintient sur la terre une lame d'eau dont la hauteur L égale celle de la terre H. Selon la loi de Darcy nous avons $Q=KHS$ où Q est le débit calculé, S la section du cylindre et K le coefficient de perméabilité que nous cherchons.
Lo 12	35 - 55	27,8	1,19 . 10 ⁻⁵	
Lo 14	100 - 120	69	1,6 . 10 ⁻⁶	
Lo 21	30 - 40	21	2,1 . 10 ⁻⁵	
Lo 22	60 - 80	47	1,25 . 10 ⁻⁵	
Lo 23	150 - 160	59	3 . 10 ⁻⁶	
Lo 31	0 - 15	37,5	1,5 . 10 ⁻⁵	
Lo 33	80 - 100	63	3,05 . 10 ⁻⁶	
Lo 42	70 - 90	35,4	1,5 . 10 ⁻⁶	
Lo 62	80 - 100	67,5	1,97 . 10 ⁻⁶	
Lo 81	50 - 70		0,99 . 10 ⁻⁵	
Lo 91	0 - 15	38,6	1,7 . 10 ⁻⁵	
Lo 101	30 - 50	44,6	4,7 . 10 ⁻⁵	
Lo 111	50 - 70	44,2	0,98 . 10 ⁻⁵	
Lo 121	50 - 70	37,5	3,35 . 10 ⁻⁵	
Lo 131	0 - 15	30	5,5 . 10 ⁻⁵	
Lo 132	30 - 50		2 . 10 ⁻⁵	
Lo 133	100 - 110	52	1,18 . 10 ⁻⁵	

Par ordre de perméabilité croissante.

PERMEABILITE

$K = m/sec$

- Les alluvions du bassin :
Lo 1, Lo 3, Lo 4, Lo 11
- Les sols à Co sur cuirasse :
Lo 8, Lo 9, Lo 10
- Les colluvions (Sablo argileuses
(Sableuse -Lo 2, Lo 7)



D'autre part à l'Ouest sur les 3/5 du bassin les eaux de pluie qui alimentent les marigots sont essentiellement des eaux de ruissellement. Le couvert végétal conditionne l'évaporation : par les arbres autour des massifs, évaporation solaire et évapotranspiration sur le reste du bassin.

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

Nous n'avons tiré de cette étude rapide du bassin de la Lotho que des conclusions assez sommaires, mais ceci constitue pour nous, sur le plan agronomique une prise de contact avec le Centre Dahomey.

Sols vraiment pauvres à tous les points de vues, si ce n'est dans les thalwegs entre les massifs montagneux où il y a des possibilités de plantations arbustives ou arborées. Reboisements, pâturages pourraient être envisagés sur le reste du bassin, mais il sera toujours difficile d'y faire des cultures correctes.

Nous espérons que Monsieur JARRE trouvera dans cette note quelques notions valables sur la perméabilité des sols du bassin qu'il étudie, et qu'elles lui permettront d'expliquer certains phénomènes naturels.