

# LA ZONALITÉ VERTICALE DES SOLS EN ÉTHIOPIE DU CENTRE ET DU SUD-EST

par G. RICHE et P. SÉGALEN

## AVANT-PROPOS

L'O.R.S.T.O.M. participe aux études qui ont été demandées par le gouvernement éthiopien au gouvernement français dans le bassin versant du Wabi-Shebelli qui occupe tout le coin sud-est de l'Éthiopie. L'O.R.S.T.O.M. est chargé de travaux pédologiques dans ce bassin et le chef de brigade est G. RICHE, assisté de deux techniciens éthiopiens, A. ZAODIE et A. AMEHA. P. SÉGALEN effectue en Éthiopie des missions de consultant.

Ce compte rendu rédigé après des tournées effectuées en février 1969 a pour objet de donner une idée générale de la répartition des sols dans le Sud-Est éthiopien.

## PRÉSENTATION DU SUD-EST ÉTHIOPIEN

La zone à étudier est située à une certaine distance d'Addis-Abéba, mais pour s'y rendre, il faut faire des parcours souvent longs dans les bassins voisins, ce qui fait qu'une partie de ceux-ci est comprise dans le secteur examiné qui déborde un peu le bassin du Wabi-Shebelli proprement dit. En parcourant le pays au sol et en le survolant, on est frappé par son étagement régulier en grandes zones horizontales. Ceci fait que, si on considère une répartition verticale des sols, on peut suivre des variations que l'on va s'efforcer de présenter ici. Il est tout d'abord nécessaire de présenter le Sud-Est éthiopien dans les domaines de la géologie et géomorphologie, du climat et de la végétation. Ensuite, on présentera rapidement les sols.

### Géologie.

Deux parties très différentes peuvent être distinguées tout de suite : la zone volcanique à l'Est et les terrains sédimentaires à l'Ouest. La partie Est a été recouverte de coulées basaltiques d'une très grande étendue et d'une très grande épaisseur, qui se sont mises en place à partir du Jurassique. A la fin du tertiaire et au quaternaire, de nouvelles éruptions, d'un style différent, ont eu lieu, accompagnant les fracturations qui ont donné naissance à la Rift Valley (1). La vallée du Wabi-Shebelli, quasi-rectiligne à partir d'Imi, est peut-être également un fossé tectonique car elle est jalonnée par de petits épanchements basaltiques dont l'altitude au-dessus de la plaine ne dépasse que rarement 50 mètres.

Toute la partie Ouest est constituée de terrains sédimentaires à peu près horizontaux datés du Jurassique et du Crétacé. Outre des assises calcaires à grains fins très importantes, il faut signaler ici l'importance des niveaux gypseux, situés à la base des affleurements.

Quelques zones granitiques sont signalées à Harar.

---

(1) En Éthiopie, la Rift Valley est un fossé tectonique N-S qui part de la frontière du Kenya jusqu'à faible distance d'Addis-Abéba. Il s'incline alors nettement vers le N.-E. et s'élargit notablement.

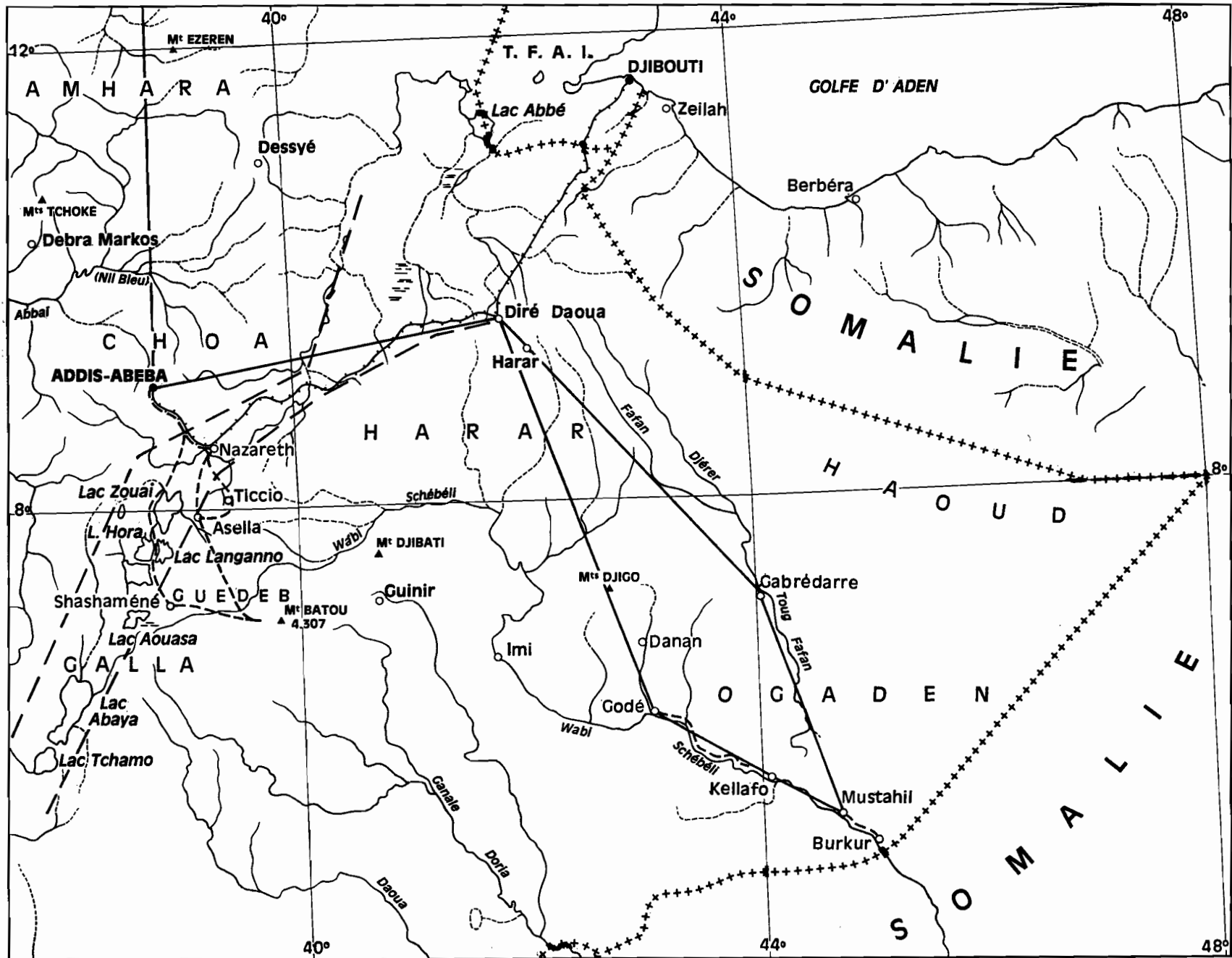


Fig. 1. Le Sud-Est de l'Ethiopie.

— — — — — Limites de la

- - - - - Voyage par route

0

100

200 Km

**La géomorphologie** est marquée avant tout par l'existence de la « Rift Valley » qui découpe un fossé d'effondrement orienté Nord-Sud, puis Sud-Ouest Nord-Est avec élargissement vers le Nord-Est en direction de Djibouti et Sud de l'Erythrée.

De manière schématique, on peut distinguer :

- de hautes montagnes volcaniques constituées d'édifices d'âge varié, mais dont quelques-uns sont très jeunes, l'altitude varie entre 3 500 et 4 500 m ;
- des plateaux basaltiques à peu près horizontaux à 2 200 - 2 500 m, fortement entaillés par des canyons très profonds ;
- la Rift Valley, 800 à 1 200 m, au « plancher » très inégal, avec souvent de belles marches d'escalier et de nombreux lacs, parsemés de volcans récents ;
- les plateaux calcaires de l'Ogaden à 200-300 m ;
- la basse vallée du Wabi-Shebelli.

Ce sont ces différents niveaux que l'on prendra pour examiner les sols.

**Le climat** présente de grandes variations en température et en pluviométrie. Ces montagnes de l'Est sont très arrosées tandis que les plateaux sédimentaires sont arides.

Un caractère très important est dû au fait qu'on est très près de l'équateur. En effet, même dans les régions les plus sèches, on observe deux saisons des pluies. C'est le cas des zones calcaires où la pluviométrie est de 150 à 300 mm par an, mais tombe en deux fois. Il en est de même sur les plateaux basaltiques de l'Est où la pluviométrie atteint 1 000 mm. A Addis-Abéba, à 9° N, la pluviométrie dépasse 1 200 mm, mais les deux saisons des pluies sont confondues en une seule. On ne connaît pas la pluviométrie des grands massifs volcaniques, mais elle est certainement supérieure. Dans la « Rift Valley », on note une sécheresse très nette par rapport aux plateaux voisins avec 600 à 800 mm de pluie.

**La végétation** est en relation directe avec les conditions climatiques et le type d'occupation humaine. Les hautes montagnes sont le plus souvent boisées. Des lambeaux de forêt primaire s'y accrochent encore.

Tous les grands plateaux sont intensément cultivés en blé, orge ou bien servent de pâturages pour des troupeaux nombreux.

La Rift Valley est occupée par de véritables savanes où l'arbre essentiel est une légumineuse du genre *Brachystegia*.

Les plateaux calcaires sont occupés par une végétation assez dense, des broussailles à épineux, à arbustes bas et rabougris, divisés dès la base avec les genres *Acacia*, *Commiphora*, *Euphorbia*. Les graminées existent, mais en touffes espacées.

Dans la vallée du fleuve existent de belles forêts-galeries de *Hyphaene thebaïca* et de *Tamarix*.

## LES SOLS

Du point de vue pédologique, on a pu observer des sols depuis une altitude supérieure à 4 000 m jusqu'à 150 m d'altitude.

### Audosols.

Dans le massif de Boraloucou, qui constitue la limite entre les bassins de l'Awash et du Wabi-Shebelli, on a observé des sols dérivés de basalte à plus de 4 000 m. La pluie apparaît très fréquente et abondante. Les sols présentent un horizon A très riche en matière organique surmontant un B brun. Les différentes caractéristiques morphologiques envisagées pour les andosols sont d'un médiocre secours (toucher gras, test au couteau, peu significatifs sur un sol trempé). Par contre, le test au fluorure de sodium et à la phénolphtaléine est positif immédiatement. Ce test est négatif pour les sols des niveaux inférieurs.

Un échantillon passé aux rayons X donne un spectre sans pics bien précis et peut être considéré comme renfermant des produits amorphes.

### **Sols Ferrallitiques.**

Altitude 3 000-2 300 m. A mesure qu'on descend sur un versant comme sur l'autre, les horizons humifères s'amincissent, la couleur brune disparaît pour faire place à des couleurs rouges franches. Les roches mères sont des basaltes et des trachytes. La topographie est représentée par des collines à pentes plus ou moins accusées, ou de petits cônes. Les horizons B sont souvent très épais (plusieurs mètres), avec parfois une structure prismatique assez fruste qui peut être totalement absente et une structure polyédrique émoussée fine. Le sol est généralement assez friable.

On pense que ces sols sont à rattacher aux sols ferrallitiques faiblement désaturés typiques. En effet, les analyses de bases échangeables que l'on connaît sont données comme « élevées » pour le calcium et aussi, surtout, on passe rapidement aux vertisols.

Les sols ferrallitiques sont apparus relativement peu étendus et ont été vu au nord d'Addis-Abéba et près de Ticcio et Asella. Ils ne descendent pas au-dessous de 2 300 m et sont associés à une topographie assez tourmentée, pour une pluviométrie estimée à plus de 1 200 mm.

### **Vertisols.**

Altitude 2 000-2 400 m. La pluviométrie est inférieure ou égale à 1 200 mm. Immédiatement en dessous des sols ferrallitiques, s'étendent les immenses plateaux horizontaux basaltiques coupés par la Rift Valley et les canyons. La surface des plateaux est d'une grande platitude, le réseau hydrographique est peu enfoncé, l'érosion des sols est souvent forte.

La structure de l'horizon A<sub>1</sub> est toujours très divisée à la surface, elle est finement polyédrique ou polyédrique émoussée. Il n'y a pas de fente de retrait visible dès la surface; mais à la base de l'horizon A ainsi que dans le B, les fentes de retrait et les faces de glissement sont très importantes et caractéristiques. Il y a quelques nodules calcaires dans le B, sans aucune autre forme d'accumulation calcaire.

Ce sol est, de très loin, le plus abondant des hauts plateaux éthiopiens, tout au moins sur les grands trapps.

### **Chernozem.**

A 2 200 m d'altitude, mais avec une pluviométrie inférieure à 1 000 mm. Dans la plaine du Guedeb, des sols identifiés comme chernozems sont très abondants. Ils dérivent de matériaux pyroclastiques assez acides (fréquence des ponces), plus rarement de basaltes. Ils sont toujours en topographie plane.

L'horizon A est très noir, avec généralement un mètre d'épaisseur; la structure polyédrique émoussée fine, avec parfois une structure prismatique fruste.

L'horizon (B) est brun à brun clair, avec une accumulation calcaire poudreuse, parfois de grosses poupées et un encroûtement lamellaire à la base.

Les sols ont donc un horizon A<sub>1</sub> très humifère, surmontant un (B) riche en carbonate de calcium sous différentes formes : poudre, pseudomycelium, encroûtement, poupées, etc. On pense qu'ils correspondent bien aux chernozem.

Latéralement, ils passent, soit à des sols à tendance vertique (par la structure, disparition du calcaire), soit aux sols calcomagnésiques. Dans plusieurs profils on voit (B) diminuer et disparaître, l'encroûtement devient très important dans le matériau altéré, l'horizon A devient moins épais, on passe à des sols bruns calcaires à encroûtement.

Ce qui est important : une réduction de la pluviométrie, qui reste encore assez répartie dans l'année, se traduit sur des matériaux non calcaires par des sols où l'individualisation des carbonates devient une caractéristique majeure. On la voit se maintenir, alors qu'avec des climats plus secs, l'accumulation de matière organique disparaît.

### **Zone de la « Rift Valley ».**

L'altitude a diminué très brusquement, puisqu'on est passé à 800-1 200 m. La température moyenne est remontée, tandis que la pluviométrie a sensiblement diminué, 600-800 mm. Du point de vue végétal, c'est le *Brachystegia* qui est l'arbre dominant et qui constitue des peuplements très purs et denses. On voit apparaître les premiers *Balanites aegyptiaca*.

Dans cette zone, les roches mères sont toutes des roches volcaniques massives ou divisées. On note différents types de sols. D'abord, des vertisols de couleur franchement brune et non plus noirs ou gris comme les précédents. Dans la terminologie F.A.O., ce sont des « chromic vertisols ». Par endroits, on observe sur les cendres de véritables sols bruns calcaires sur encroûtement calcaire. Ailleurs, des sols bruns non calcaires, avec, en profondeur, un très net horizon d'accumulation calcaire. Certains matériaux peu altérés, dont la différenciation en sol est peu avancée, se couvrent d'un enduit blanc calcaire.

Dans la classification française, ces sols appartiennent aux classes des vertisols, des calcimagnésiques et des isohumiques, dans la classification F.A.O., ils appartiennent aux classes des vertisols et cambisols et dans la classification américaine, aux aridisols.

Dans cette zone climatique, l'horizon foncé (mollique ou mélanique) a disparu. Le calcaire joue alors le rôle prépondérant.

### **Zone des plateaux de l'Ogaden.**

La roche mère ici a changé complètement. Plus de roche volcanique, mais des assises calcaires horizontales de 200 à 300 m d'altitude; la pluviométrie est certainement inférieure à 400 mm. La végétation est une broussaille assez dense, parcourue par les troupeaux.

1. — Sur les plateaux (300 à 400 m), se développent des sols rouges à rouge foncé, calcaires, caillouteux (calcaire à grain très fin). La structure reste peu développée.
2. — Des croûtes gypseuses se développent sur les glacis en contre-bas des plateaux. Il s'agit de sulfates de calcium redistribués par les eaux. Le sol est alors blanc jaunâtre très poudreux. Il n'y a pas de chlorure de sodium.
3. — Les cônes de déjection des oueds sont constitués de matériaux arrachés aux plateaux sédimentaires (galets et matériaux fins), on y trouve en association deux types de sols :
  - a) Sols à croûte gypseuse peu profonde de même type que plus haut, mais le passage à la croûte gypseuse est le plus souvent progressif avec des niveaux d'hydromorphie temporaire dans le matériau gypseux peu consolidé.
  - b) Sol brun-rouge à rouge argileux profond, salé avec encroûtement gypseux rougeâtre peu consolidé en profondeur.
  - c) Sols très argileux calcaires avec mycélium de gypse (jamais de croûte de gypse) et chlorure de sodium.

Ce sont des vertisols bruns salés.

Dans la plupart des cas, on trouve à la surface un faible recouvrement de sable très fin (5 cm) dû à des remaniements éoliens.

Près de Gabredarre, on note de puissants encroûtements calcaires.

On n'a pas, dans cette zone, d'observations convenables pour aller plus avant.

### **Zone de la vallée du Wabi-Shebelli.**

Le climat est peut-être encore plus sec que précédemment. L'altitude est de 150 m et la pluviométrie 200 mm. Broussailles basses à épineux et euphorbes.

La pédogenèse est assez réduite. Les matériaux arrachés aux plateaux calcaires sont redistribués en bordure de la vallée et ne se mélangent pas avec les alluvions du Wabi, les affluents d'origine un peu lointaine n'ont pas la force d'atteindre le fleuve et s'évaporent en route. Malgré l'abondance du calcaire, la différenciation du calcaire dans les profils est modeste; on ne voit pas d'encroûtement calcaire mais le gypse, beaucoup plus soluble, forme des croûtes. Des plages salines sont visibles dans les alluvions.

## **CONCLUSIONS**

On a une série de roches, soit volcaniques, soit calcaires (où un élément est abondant et peut être considéré comme un dénominateur commun : le calcium), soumises à des conditions de température très diverses, dues aux variations très fortes de l'altitude, et de pluviométrie.

Dans une première zone de très forte altitude, 3 000 à 4 000 m, la pluie est excessive, la température froide, le drainage très efficace; on note le départ du calcium et des autres bases, de la silice et l'accumulation de la matière organique et d'un résidu fer-alumine-silice non ou faiblement organisé.

*Collines 2 500-3 000 m.* Au niveau inférieur, la pluie est forte mais sans excès, température estimée à 16°; bon drainage, départ du calcium (mais, d'après ce qu'on connaît, le complexe absorbant est saturé en calcium au moins à 50 %), des autres bases, et d'une partie de la silice, pas d'accumulation de matière organique, les minéraux argileux s'organisent et sont du type kaolinitique.

*Niveau des plateaux 2 000-2 500 m.* La pluie a beaucoup diminué, elle est inférieure à 1 200 mm; la température a légèrement remonté; le drainage externe est généralement assuré, le drainage interne du sol est médiocre. Le calcium ne s'évacue plus entièrement. Il sature le complexe, un léger excès forme quelques nodules, les argiles sont montmorillonitiques. La matière organique est peu abondante. C'est le domaine des vertisols.

*Niveau 2 000 m.* La pluviométrie a baissé, 800-900 mm; la température doit approcher de 18°. Le calcium libéré par l'altération des minéraux des roches n'est plus évacué. Il se carbonate et précipite sous des formes d'accumulation variées, poudre tendre, pseudomycelium, encroûtement, lamelles, etc. La matière organique s'accumule aussi; c'est le domaine des horizons molliques. Les argiles sont encore des montmorillonites.

*Niveau 1 200 m.* La température a augmenté mais la pluie a diminué, les altérations sont moins prononcées. L'individualisation du calcaire est encore forte, mais moindre que dans le cas précédent, les encroûtements sont plus modestes. Les vertisols présentent du calcaire mieux réparti; les couleurs du sol sont brunes, pas d'accumulation marquée de matière organique, pas d'horizon mollique.

*Niveau 200-300 m.* La température est forte (25°), la pluie est très faible. La roche-mère est partout calcaire. Les encroûtements calcaires existent encore mais ont tendance à se faire plus discrets, l'accumulation de matière organique est peu visible. Le sol présente une nette rubéfaction.

*Niveau 150 m.* La température est plus forte (26-28°), la pluie inférieure à 200 mm. Elle est insuffisante pour mobiliser le calcium de manière importante. Les concentrations de carbonates sont discrètes. Le gypse seul est mobilisé et forme des croûtes. Le chlorure de sodium apparaît.

# **BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE DE PÉDOLOGIE**

rédigé par

LA SECTION DE PÉDOLOGIE  
DE L'O.R.S.T.O.M.

---

Tome XVIII — Fascicule 2  
2<sup>e</sup> trimestre 1969

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

*Direction Générale :*  
24, rue Bayard, PARIS-8<sup>e</sup>

*Service Central de Documentation :*  
70 à 74, route d'Aulnay, 93 BONDY (Seine-S'-Denis)

*Rédaction du Bulletin :* S. S. C., 70 à 74, route d'Aulnay, 93 BONDY (Seine-S'-Denis)