

የኢትዮጵያ ንጉሠ ነገሥት መንግሥት

ብሔራዊ የውሃ ሀብት ልማት ኮሚሽን መሥሪያ ቤት

**IMPERIAL ETHIOPIAN GOVERNMENT**  
**NATIONAL WATER RESOURCES COMMISSION**



**ETHIOPIA - FRANCE COOPERATIVE PROGRAM**  
**WABI SHEBELLE SURVEY**

IN COLLABORATION WITH

FRENCH MINISTRY  
OF FOREIGN AFFAIRS

NATIONAL WATER RESOURCES  
COMMISSION

BCEOM\_ORSTOM\_EDF  
IGN\_BDPA

V

**LES SOLS DU BASSIN DU WABI SHEBELLE**

**Mise en valeur et utilisation**

Rapport accompagné d'une carte pédologique à l'échelle de 1/1.000.000  
et d'une carte d'utilisation des sols à l'échelle de 1/250.000



A la Mémoire de Christian MASSONI.

Le présent rapport est la synthèse des travaux pédologiques réalisés de 1968 à 1972 par la Section des Sols de la Mission d'Etudes du Wabi Shebelle pour l'ensemble du Bassin du Wabi Shebelle.

Depuis 1968 jusqu'à l'achèvement de ce rapport la Direction Scientifique des Etudes a été assurée par M. Pierre SEGALEN, Inspecteur de Recherches ORSTOM (France) agissant en qualité de Consultant.

Les chercheurs ingénieurs et techniciens suivants ont participé à divers titres aux études pédologiques :

† Christian MASSONI, Maître de Recherches ORSTOM (France) Chef de la Section des Sols de la Mission

- Gilles RICHE, Maître de Recherches ORSTOM ( France) Chef de la Section des Sols de la Mission

- Jean Olivier JOB, Ingénieur Chimiste ORSTOM (France) Chef du Laboratoire d'Analyses de Sols

- Jean François MERGAUX, Artiste Cartographe principal de 1ère classe I.G.N. (France)

- Zaudé TILAHOUN, Technicien supérieur de la Water Ressources Commission (Ethiopie)

- Amaha GETACHEW, Technicien de la Water Ressources commission (Ethiopie)

- Melle Guerra GEBREMESKAL, Ingénieur Chimiste de la Water Ressources Commission (Ethiopie)

- I - Introduction
- II - Facteurs de formation du Sol p. 4
  - A . Le Climat
  - B . La Végétation
  - C . Les Matériaux originels : Age, Caractérisation, Localisation géographique
  - D . La Géomorphologie
  - E . Le Temps
- III - Processus de formation des sols p. 21
  - A . Formation et accumulation des minéraux argileux
  - B . Formation et accumulation de produits amorphes
  - C . Accumulation de matière organique
  - D . Accumulation de sels solubles dans les sols
  - E . Accumulation de sesquioxydes de fer et d'alumine dans les sols
  - F . Formation de gley et de pseudo-gley
- IV - Remarques sur la classification des sols p. 28
- V - Descriptions des principales catégories de sols p. 33
  - A . Sols peu évolués
  - B . Vertisols
  - C . Andosols
  - D . Sols calcimagnésiques
  - E . Sols à différenciation calcaire
  - F . Sols à différenciation gypseuse
  - G . Sols brunifiés
  - H . Sols fersiallitiques
  - I . Sols ferrallitiques
  - J . Sols hydromorphes
  - K . Sols sodiques
- VI - Amélioration des possibilités agricoles, pastorales et forestières dans le Bassin du Wabi Shebelle ; Création de réserves de faune. p. 145
  - A . Fertilité des sols
  - B . Conservation des sols et lutte contre l'érosion
  - C . Amélioration du bilan hydrique des sols
  - D . Petits aménagements hydro-agricoles dans le Bas-Ogaden
  - E . Mécanisation de l'agriculture
  - F . L'Utilisation de variétés sélectionnées , condition importante de l'amélioration du potentiel agricole, pastoral et forestier
  - G . Création de réserve<sup>s</sup> de faune

## VI - Conclusion

### Bibliographie

Appendice technique sur les méthodes de travail de la section des sols.

### Figures , Tableaux et Planches

-----

#### Figures 1 - Grille climatique de Peguy

- 2 - Esquisse climatiques du Bassin du Wabi Shebelle
- 3 - Esquisse géologique du Bassin du Wabi Shebelle
- 4 - Esquisse géomorphologique du Bassin du Wabi Shebelle
- 5 - Quelques méthodes de lutte contre l'érosion en ravine s

#### Tableaux

- 1 - Grandes zones de mécanisation dans le cadre d'une modernisation de l'agriculture sur un plan régional
- 2 - Localisation, extension et principales caractéristiques des sols du Bassin du Wabi Shebelle concernant la fertilité et leur utilisation.

#### Planches I - II - Arussi Chercher

III- IV - Harar

V - VI - VII - VIII - Bas-Ogaden

IX - Vertisols

X - XI - Sols à accumulation calcaire

XII - Erosion

## I - INTRODUCTION.

La prospection pédologique du Bassin du Wabi Shebelle a porté sur une superficie totale d'environ 190.000 km<sup>2</sup>. Elle a donné lieu à l'exécution d'une carte de reconnaissance au 1/1.000.000 qui a été exécutée par de nombreux chemins du sol appuyés sur l'examen attentif de la couverture photographique aérienne. La zone cartographiée présente un certain nombre de caractéristiques tout à fait particulières :

- Une variation altitudinale assez régulière depuis la source du Wabi Shebelle vers 3.000 mètres jusqu'à la sortie en territoire somalien à 200 mètres.
- Une variation climatique très accusée depuis le régime tempéré jusqu'au semi-aride avec des intermédiaires divers.
- Une abondance des roches calcaires et gypseuses sous un climat caractérisé par une pluviométrie inférieure à 600 mm alors que, à latitude égale, les autres régions intertropicales présentent des roches acides granito-gneissiques sous un climat beaucoup plus humide.

Le Bassin du Wabi Shebelle présente un certain nombre de particularités qui ont obligé à innover dans différents domaines, en particulier dans celui du climat et en ce qui concerne plusieurs catégories de sols.

- La situation particulière du Bassin versant et son étagement altitudinal n'a pas permis de retrouver les types de climats que l'on a décrits pour l'Afrique Centrale et Occidentale. L'abaissement de la température provoque l'apparition de régimes climatiques méditerranéen ou tempéré et des intergrades entre plusieurs régimes. Mais les types particuliers observés sont spécifiques de la région étudiée.
- L'observation des profils a permis de mettre en évidence trois zones différentes:

La première est caractérisée par une morphologie indiquant que le sol est dérivé de la roche située au-dessous. Ceci est propre à la bordure nord et nord ouest du bassin où la roche - mère est presque toujours du basalte.

La deuxième est caractérisée par un recouvrement de roches sur un sol déjà en place. La nouvelle roche pouvant donner naissance à un sol différent de celui qui est recouvert. C'est le cas par exemple de ses sols hydromorphes sur cendres reposant sur un vertisol ancien (région de Kofele - Adele).

La troisième est représentée par des sols à stone-line. Ces sols correspondent à la majeure partie de la surface du Bassin. Deux catégories peuvent être distinguées. Dans la première, la stone - line est relativement proche de la surface (région de Babile par exemple) mais dans la seconde de beaucoup plus

répandue la stone - line se trouve à une très grande profondeur (jusqu'à 10 mètres). Cette stone - line est présente dans des régions à climats très divers. Ceci fait que la différenciation pédologique que l'on observe ne s'est pas formée dans un matériau dérivant de la roche que l'on observe à la base du profil, mais dans un matériau formé ailleurs, transporté là où on l'observe actuellement et séparé de la roche sous-jacente par une ligne de cailloux.

- Les sols contenant du calcaire peuvent résulter de deux modes de genèse tout à fait différents:

Le premier ensemble de sols dérive de roches calcaires (calcaire de Kebri Dahar par exemple) où le carbonate de calcium est en cours de dissolution. Des rendzines, des sols bruns calcaires, des sols bruns calciques ont été identifiés et classés tout naturellement dans les sols calcimagnésimorphes.

Le deuxième ensemble dérivé de roches ou de matériaux calcaires ou non à l'origine (grès calcaires, calcaires, basaltes, granits ou gneiss à plagioclases etc). Le calcaire présent dans le profil est secondaire, d'origine pédologique, et ne saurait être confondu avec le précédent.

Dans la classification française ces sols sont rangés dans les sols isohumiques où l'élément premier de classification est la nature et la répartition de la matière organique, le second étant le type de climat, le calcaire n'intervenant qu'assez bas (généralement groupe ou sous - groupe) dans la classification.

En dehors de cas très précis l'accumulation de matière organique est faible et classer les sols sur elle est apparue très difficile. Par contre les manifestations du calcaire sont diverses, très visibles et obéissent à une logique pédologique certaine. On a donc décidé de modifier la classification, de suivre la voie tracée par A. RUELLAN et d'ordonner les sols dans une classe des sols à différenciation calcaire.

- Les sols contenant du gypse sont diversement rangés dans la classification. Par analogie avec le calcaire, il a été créé une classe des sols à différenciation gypseuse calquée sur la précédente.

- Le classement des sols brunifiés, diversifiés au niveau de la sous-classe sur une base climatique a également posé quelques problèmes. En effet il n'y a pas de critère valable permettant de les ranger dans les sols à climat tempéré humide plutôt que ceux des pays tropicaux.

- Les sols ferrallitiques définis dans les parties basses de l'Afrique et à Madagascar ont présenté des caractéristiques que l'on ne pouvait absolument pas déduire des caractéristiques morphologiques. Une morphologie attribuée tout à fait normalement à des sols ferrallitiques est accompagnée par un degré

de saturation très élevé (80 à 100%) , des minéraux argileux où la kaolinite est accompagnée d'illite en abondance. Tout ceci fait qu'on se trouve en présence de véritables intergrades entre les sols ferrallitiques et fersiallitiques.

Il est à remarquer que sur la surface étudiée la plupart des classes de sols prévues par la classification ont été observées, à l'exception des sols podzolisés. Par ailleurs, il n'a pas été noté, en dehors de petites étendues de sols hydromorphes, de sols présentant des mouvements de fer ni concrétions, ni cuirasse, alors qu'au sud du Soudan ou dans l'Uganda relativement proches, l'induration ferrugineuse sous toutes ses formes constitue un élément dominant des paysages et des sols. A l'exception de quelques zones peu étendues tous les sols sont caractérisés par la neutralité, une saturation élevée, une richesse en calcium et non par l'acidité et les hydroxydes comme c'est le cas pour la grande totalité de l'Afrique tropicale.

Il est apparu que certaines caractéristiques des sols pouvaient être considérées comme particulières en raison de la situation climatique, géomorphologique, pétrographique du Bassin que l'on ne rencontre pas dans les zones de basse altitude où travaillent généralement les pédologues de l'O.R.S.T.O.M..

Ces circonstances particulières ont rendu nécessaires certaines distortions à la classification. Cependant, nous sommes convaincus de ne pas en avoir modifié l'esprit.

Enfin en ce qui concerne le vocabulaire utilisé deux innovations ont été introduites. Ce sont les horizons "mélanique." et "pallide" dont les définitions sont données par les "Definition of soil units" de la FAO. Ces termes ont paru bien s'appliquer dans la classe des sols à différenciation calcaire.

## II - LES FACTEURS DE FORMATION DU SOL.

La situation du bassin étudié, en Afrique Orientale, à proximité de l'équateur avec de grandes différences d'altitude très fortes entre les parties aval et amont du Bassin entraînent des caractéristiques remarquables dans les facteurs de formation des sols. Le climat présente des variations très particulières et importantes. La végétation et l'hydrographie sont examinées par ailleurs ; aussi ne sera-t-il pas insisté sur ces deux facteurs. Les roches-mères sont surtout d'origine sédimentaire et volcanique. Une tectonique très récente a fracturé la zone de manière très brutale.

### A. LE CLIMAT.

L'on dispose pour apprécier le climat du Bassin du Wabi Shebelle de données anciennes que l'on trouve pour Harrar dans quelques traités classiques. Toutes les données disponibles pour les autres stations ont été obtenues grâce au réseau mis en place par les hydrologues de la mission d'étude du Wabi Shebelle. Les points pour lesquels on a les températures sont malheureusement assez <sup>peu</sup> nombreux, mais ils sont bien répartis (Adaba, Harrar, Medagalola, Gode, Hamaro, Ticho) et il est possible d'extrapoler vers les régions environnantes avec un minimum de risques. Toutefois, si les postes pluviométriques sont beaucoup plus nombreux (44), le nombre d'années d'observation est généralement peu élevé (trois ou quatre ans) et il manque parfois quelques mois dans les relevés. Malgré ces imperfections, il y a lieu de penser qu'on dispose de données permettant d'avoir une idée convenable des régimes climatiques essentiels du Bassin.

### I - Caractérisation des régimes climatiques.

Afin de caractériser les régimes climatiques, on s'est servi de la grille de PEGUY (1961) pour déterminer le caractère dominant d'un mois. Cette grille donne la subdivision suivante (Fig. 1) :

- mois pluviothermique, ou P, à la fois chaud et humide.
- mois aride, ou A, où l'humidité est faible et la température chaude ou froide
- mois optimum, ou O, où l'humidité et la température sont ni trop élevées ni trop faibles.
- mois froid, ou F, où la température est toujours inférieure à 16° et la pluviométrie variable.

Les régimes climatiques retenus sont les suivants :

- régime équatorial : le nombre de mois pluviothermiques est de l'ordre de 10 avec 2 mois arides.
- régime tropical : le nombre de mois arides et pluviothermiques sont en nombre variable.
- régime xérique : le nombre de mois arides est supérieur à 10, avec 2 mois pluviothermiques ou optimum. La pluviométrie totale doit être inférieure à 150 mm.
- régime subtropical : l'année est caractérisée par des mois pluviothermiques et optimum. Ce régime n'est pas représenté dans la zone étudiée.
- régime méditerranéen (1) : l'année est caractérisé par des mois optimum et des mois arides.
- régime tempéré : les mois optimum sont dominants avec un certain nombre de mois froids.

A l'intérieur des différents régimes, on établit des subdivisions d'après le nombre de mois de chaque catégorie. Par exemple, à l'intérieur du régime tropical, on connaît différents types de climats en Afrique de l'Ouest (AUBREVILLE, 1949) :

guinéen avec 7 - 8 mois pluviothermiques et 4 - 5 mois arides  
soudanien avec 5 - 6 mois pluviothermiques et 6 - 7 mois arides  
sahélien avec 3 - 4 mois pluviothermiques et 8 - 9 mois arides

Si on peut retrouver sans difficulté, les différents régimes climatiques, les types de climats sont très nombreux et n'ont généralement qu'une valeur locale .

## 2 - Facteurs affectant les variétés de climats du Bassin :

Ces facteurs sont essentiellement au nombre de deux : la situation géographique et l'altitude.

### 2.1. Situation géographique.

Le Bassin versant étudié est situé entre 5° et 9° 30 de latitude Nord. La partie sud du Bassin est située grosso-modo à la latitude de Bangui, Douala ou Abidjan, où les précipitations sont beaucoup plus élevées et le régime climatique équatorial. La partie Nord du Bassin est située à la même latitude que Garoua au Cameroun ou Korhogo en Côte d'Ivoire. Il n'y a que très peu de points communs entre les conditions climatiques entre les points situés à 5 ° et 9° 30 de part et d'autre de l'Afrique. On observe, vers le Sud, un climat semi-aride et vers le Nord des précipitations beaucoup plus abondantes.

---

(1) Cette appellation a été conservée bien que ce régime concerne une région géographique beaucoup plus étendue que le bassin méditerranéen . BAGNOULS et GAUSSEN proposent "xérothérique".

Toutefois, à la partie Sud du Bassin, le passage du soleil au zénith se produit deux fois par an à des périodes suffisamment éloignées pour que quatre saisons soient bien individualisées (deux saisons des pluies, deux saisons sèches). A mesure que l'on va vers le Nord, les culminations sont de plus en plus rapprochées et de quatre on passe graduellement à deux saisons (une saison sèche et une saison des pluies). Les courbes des précipitations montrent deux maxima qui se rapprochent pour se fondre en un seul avec, toutefois, une atténuation en milieu de saison des pluies. Donc, malgré une aridité marquée vers le sud, les précipitations se produisent en deux fois, comme il est normal au voisinage de l'équateur. Vers le Nord, les précipitations augmentent mais sont de plus en plus étalées sur toute l'année (voir fig. 2).

Un autre effet de la position géographique est la faiblesse de l'amplitude mensuelle des températures. A Godé, le mois le plus chaud à 29°7, le mois le plus froid 27°1 ; à Harrar, la température moyenne mensuelle varie entre 20°5 et 18°9 ; à Adaba, ces variations se situent entre 13°9 et 10°5.

Les différences entre les températures moyennes maximum et minimum mensuelles s'accroissent à mesure que l'on va du Sud-Est au Nord-Est et des parties basses aux parties hautes du Bassin.

2.2. L'altitude . Le bassin se présente très schématiquement comme un plan incliné vers le Sud-Est mais dont les bords Nord et Nord-Ouest sont fortement relevés. L'altitude moyenne est de l'ordre de 200-300 m vers le Sud-Est, 500 à 1.000 m au Centre, 1.000 à 2.000 m au Nord, 2.500 m au Nord-Ouest. La bordure Nord-Ouest est entourée de quelques sommets dont l'altitude dépasse 3.000 m.

Cette disposition a des répercussions normales sur la température moyenne annuelle qui, de 28° dans le sud-est passe à 20°6 au centre, 19°9 au Nord et 12°8 au Nord-Ouest, tandis que celle qui régnait sur les hauts sommets n'est pas connue.

Le relief ne peut manquer d'avoir également une influence sur les précipitations, les parties montagneuses sont beaucoup plus humides que les plaines du Sud-Est.

Pour résumer les caractéristiques climatiques du bassin, on peut signaler que :

- Le Sud-Est est chaud et sec, et le Nord et Nord-ouest frais et humide.
- Quatre saisons s'individualisent au Sud-Est ; elles passent graduellement à deux vers le Nord-Ouest.
- La température moyenne annuelle décroît du Sud-Est et au Nord-Ouest ; la température moyenne mensuelle reste très stable pendant toute l'année pour chaque station ; l'amplitude mensuelle et journalière va en s'accroissant légèrement du Sud-Est vers le Nord-Ouest.

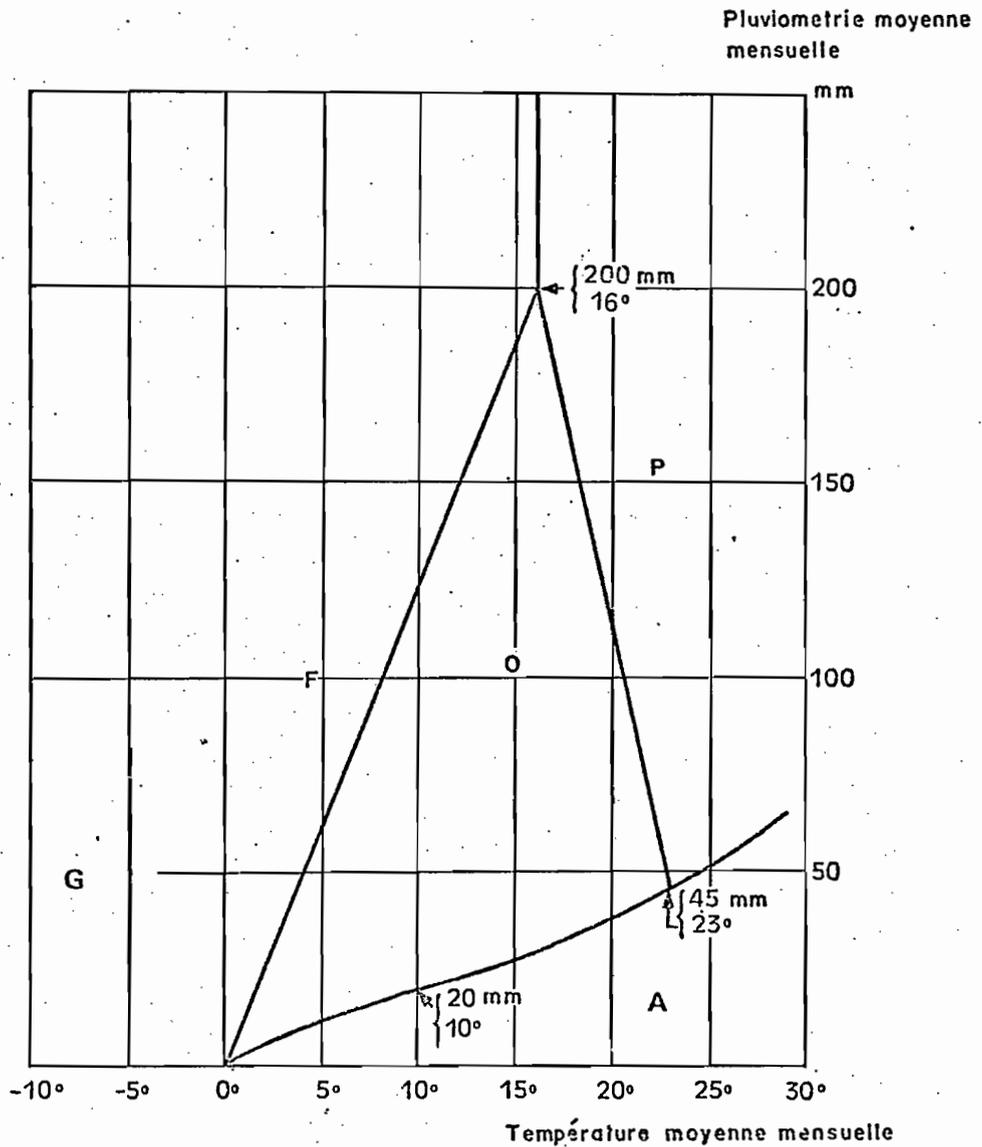


Fig. 1 -- Grille permettant de déterminer le caractère climatique dominant d'un mois (PEGUY, 1961), à savoir :  
 G glacial ; F froid ; O optimum (ou tempéré) ; P pluviothermique ; A aride.

### 3 - Essai de classification des climats du bassin : (voir fig. 2).

En se basant sur les définitions précédemment, les régimes tropical méditerranéen et tempéré ont été reconnus. Il existe des intermédiaires entre tropical et tempéré, et entre méditerranéen et tempéré.

3.1. Régime tropical. Ce régime concerne tout le Sud-Est du Bassin. En se basant sur la station de Gode, qui représente assez bien l'ensemble du secteur, la température moyenne annuelle est de 28°2 avec une variation mensuelle faible (de 29°7 à 27°1). La pluviométrie varie entre 170 mm (à Kelafo) et 436 mm (à Duhun).

L'examen des caractéristiques mensuelles donne pour Gode 9 mois arides et 3 mois pluviothermiques. Cette répartition est analogue à celle du type sahélien (ou sénégalien). Mais, une différence essentielle avec celui-ci est la séparation des précipitations en deux saisons. On propose de nommer ce climat : climat tropical de type 'ogadénien'.

3.2. Intermédiaire entre les régimes tropical et méditerranéen. Ce climat concerne la région du Chercher, c'est-à-dire la bordure nord du bassin. L'altitude est comprise entre 1.000 et 2.000 m. La température moyenne annuelle est de 19°9, avec les extrêmes 20°5 et 18°4. La pluviométrie moyenne annuelle, varie entre 800 et 1.200 mm. Deux saisons sont nettement individualisées.

Les caractéristiques mensuelles donnent pour Harrar 4 mois optimum, 5 mois arides et 3 mois pluviothermiques. Aussi, est-il proposé de dénommer ce type de climat sous le nom de 'Ethiopien', car il est très proche de celui de la capitale.

3.3. Régime méditerranéen ou xérothermique. Ce régime concerne la partie du Bassin intermédiaire entre le Bas-Ogaden et la bordure Nord. C'est la "Middle-Belt".

L'altitude est supérieure à celle du secteur précédent 500 à 1.000 m. La température moyenne annuelle est 20°6 ; les variations mensuelles vont de 19°5 à 21°8. La pluviométrie annuelle est nettement plus forte (400 à 800 mm). Elle est bien étalée sur la presque totalité de l'année. La saison des pluies dure 9 mois et l'arrêt des précipitations, 3 mois. La répartition entre quatre saisons est remplacée par une autre en deux saisons.

L'examen des caractéristiques mensuelles donne pour Medagalola 9 mois optimum et 3 mois arides. Il est proposé de dénommer ce type de climat 'Fikien'.

3.4. Intermédiaire entre les régimes méditerranéen et tempéré. Ce régime correspond à la plaine du Guedeb à l'altitude de 2.500 m. C'est la partie amont du Bassin.

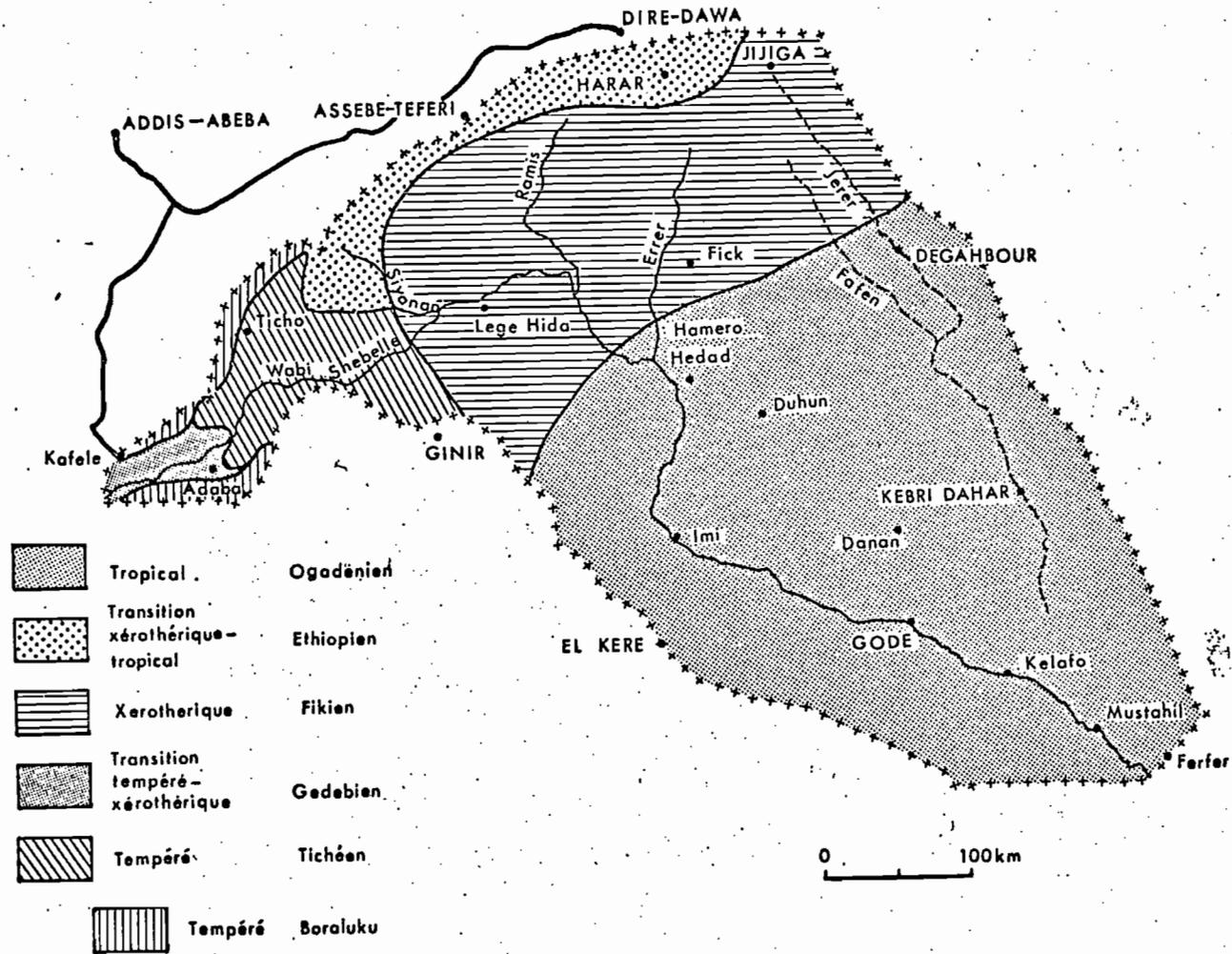


Fig. 2 - Esquisse climatique du Bassin du Wabi Shebelle

La température moyenne annuelle est de 13°3 avec une variation entre 15°1 et 11°8. La pluviométrie est de 800 mm par an. La répartition des divers mois est la suivante : 2 mois froids, 6 mois optimum et 4 mois arides. On propose, pour ce type de climat le nom de "Guédébien".

3.5. Régime tempéré. Ce régime intéresse une partie de l'extrémité orientale du Bassin, là où l'altitude est supérieure à 2.500 m. Les types de mois sont optimum et froids. Deux secteurs ont été reconnus.

- Le premier secteur occupe la partie Est de l'Arussi où la température moyenne annuelle est de 12°8 avec une amplitude mensuelle de 11°7 à 13°9. La pluie tombe toute l'année, pratiquement sans interruption, avec toutefois un ralentissement net en novembre et décembre. Elle est comprise entre 1.000 et 1.700 mm. Les caractéristiques mensuelles de Ticho donnent 10 mois optimum et 2 mois froids. Aussi, on propose pour ce type de climat le nom de "Tichéen".

- Le second secteur occupe une aire discontinue en bordure du Nord-Ouest du Bassin et correspond aux sommets des montagnes entre 2.500 et 3.500m. La température moyenne est inférieure à 12° et la pluviométrie supérieure à 1.600 mm. Il est à prévoir un nombre de mois froids supérieurs à 2. Il est proposé pour ce type, le nom de "Borahuku".

Dans le bassin du Wabi Shebelle sont représentés un certain nombre de régimes climatiques. Le régime tropical occupe les plus larges espaces, mais l'altitude est responsable de la présence de régimes méditerranéens et tempérés.

Aucun des types de climats qui ont été reconnus n'ont d'équivalents exacts avec ceux que l'on connaît ailleurs, aussi un certain nombre d'appellations nouvelles ont été créées pour dénommer les types de climats.

#### 4 - Situation du bassin par rapport à l'ensemble de l'Afrique Orientale.

Le bloc des Hauts-Plateaux éthiopiens constitue un flot relativement humide au milieu d'un ensemble aride ou semi-aride. En effet, il est entouré au Nord-Est (Soudan) à l'Est (bordure de la mer rouge en Erythrée et Somalie), au Sud (Nord du Kenya) par une ceinture discontinue mais aride.

La partie centrale de l'Ethiopie est coupée en deux par la Rift Valley.

Les Hauts-Plateaux ont un régime climatique intermédiaire entre tropical et méditerranéen. Plusieurs zones discontinues au Nord des Hauts-Plateaux et à l'Ouest du Bassin du Wabi-Shebelle présentent un régime climatique tempéré. La bordure Est des plateaux a un régime climatique qui est xérothérique ; la partie Est du Bassin est tropicale à quatre saisons (Ogadénien). La Rift Valley et la bordure Ouest des Hauts-Plateaux ont un climat de type soudanien.

## B. LA VEGETATION

Les données sur la végétation reproduites ici sont développées dans le rapport sur la végétation du Bassin Wabi Shebelle de J.L. GUILLAUMET. Botaniste de l'O.R.S.T.O.M. Il distingue " deux zones, suivant l'altitude, le climat, la végétation et le substrat géologique".

1 - Hautes altitudes au-dessus de 1.700 m : caractérisées par un climat intermédiaire entre le régime tropical et tempéré pour les zones les plus basses et qui devient tempéré au-dessus de 2.500 m. La végétation climacique est forestière ; en très haute altitude, les défrichements l'ont fait disparaître en grande partie. On trouve les étages de végétation suivants de haut en bas :

- étage à *Alchemilla* spp au-dessus de 3.700 m qui "coiffe" les grands massifs montagneux de l'Arussi et du Nord Bale.

- étage à Ericacées de 3.400 m à 3.700 m sur les pentes supérieures de ces mêmes massifs montagneux.

- étage à *Juniperus procera* et *Podocarpus gracilior* de 2.400 à 3.400 m : cette association forestière a été fortement dégradée par l'agriculture sur les plateaux basaltiques et ne subsiste plus que sur les pentes fortes ou clarsemée dans certaines zones de cultures sur sols rouges (région de Siré).

- étage à *Croton macrostachys* et *Cordia abyssinica* de 1.700 à 2.400 m sur les plateaux calcaires ou gréseux dans le sud du Chercher et dans l'Est de l'Arussi. La dégradation liée à l'agriculture est moins importante que plus haut mais les forêts climaciques paraissent avoir complètement disparu. GUILLAUMET distingue les variations floristiques suivantes en fonction des matériaux géologiques et de l'exposition :

- faciès à *Terminalia browni* sur les chaos granitiques de Babile.

- les peuplements d'*Euphorbia abyssinica* sur les versants les plus chauds des collines rocheuses basaltiques granitiques ou calcaires.

- les formes de dégradation de ces différents faciès ou peuplements.

- la ceinture à *Acokanthera shimperi* et *Carissa edulis* qui constitue "la limite inférieure des végétations altimontaines et la transition avec les formations arbustives à *Acacia* spp. et *Commiphora* spp."

2 - Les moyennes et basses altitudes de 1.700 m à moins de 200 m.

Elles comprennent la plus grande partie du Bassin du Wabi Shebelle avec la Middle Belt et le Bas-Ogaden où les conditions climatiques deviennent de plus en plus sèches du Nord vers le Sud et de l'Ouest vers l'Est.

- La zone à *Acacia* spp. qui correspond à la Middle Belt est constituée d'un fourré assez lâche, riche en arbustes, de 5 à 6 m de hauteur avec un peuplement herbacé faiblement graminéen dont le recouvrement est de l'ordre de 30%. Cette formation est bien représentée sur tous les plateaux calcaires de la Middle Belt (Nord Fik, Nord Godane, Soddu etc ...).

- La zone à Acacia spp et Commiphora spp. s'étend sur tout le Bas Ogaden sous un climat semi-aride de pluviométrie voisine ou inférieure à 300 mm. Les types de végétation sont largement influencés par les conditions édaphiques locales déterminées par la roche mère et le drainage du sol.

Plateaux et collines du Bas-Ogaden.

- Formations gypseuses du Bas Ogaden de part et d'autre du Wabi Shebelle: fourré à Boswellia spp et Jatropha rivae.

- Plateaux sur calcaires de Kebri-Dahar entre Degah Medo et Danan: fourré à Boscia minimifolia et Delonix elata.

- Plateaux sur calcaires de Mustahil au sud de Kebri-Dahar et de Gode fourré à Commiphora sp et Andropogon cyrtocladus.

- Plateaux et colluvions gréseuses sur grès de Gesoma dans la région de Shilavo avec fourré à Gardenia ind et Cordia gharaf. Quelle que soit la roche mère la végétation reste un fourré dont la hauteur moyenne est de 3 à 5 m avec des graminées disséminées par touffes ici et là.

La végétation est la moins dense sur le gypse. Elle l'est davantage sur les plateaux calcaires mais devient souvent très épaisse et très développée sur les plateaux gréseux avec une arène sableuse qui maintient de l'humidité en profondeur (voir famille de sols 44).

Colluvions et alluvions rouges du Bas-Ogaden : Ces zones bien drainées portent un peuplement constitué par une formation arbustive à Gyrocarpus habebensis et Cassia dominants. On observe en sous-bois un peuplement herbacé éphémère.

Alluvions brunes et brun-jaune non ou peu inondables du Wabi Shebelle et du Fafen: Elles portent un groupement graminéen constitué pour l'essentiel de plantes annuelles dont la croissance est très rapide pendant la saison des pluies mais qui disparaît très vite ensuite.

Bourrelets de berge des rivières : Ils sont fréquemment occupés par une forêt galerie dont la largeur est variable. Le long du Wabi on observe dans la région d'Hamero Hedad et de Mustahil une dominance de palmiers à têtes multiples : Hyphaene thebaïca.

Dans la région d'Imi et de Kugno, les peuplements de Tamarix nilotica s'étendent sur de grandes surfaces sur les sols sableux mélangés fréquemment avec Terminalia brevipes.

Zones d'inondations prolongées dans les plaines de Mustahil et de Shebelle: on trouve une végétation herbacée de moyenne à grande taille constitué de Scirpus maritimus, Cyperus cf. fenzelianum, Ipomea sp, Indigo fera sp. et Dichantium annulatum.

Groupement à Halophytes : On les retrouve sur les colluvions et alluvions associées au gypse mais la présence de sel est surtout bien soulignée dans la région de Ferfer avec Urochondra setulosa, Cucumella Kelleri Cenchrus biflorus et plusieurs espèces de Limonium.

### C. LES MATERIAUX ORIGINELS : AGE, CARACTERISATION, LOCALISATION GEOGRAPHIQUE.

Le socle granitique apparaît seulement au Nord du Bassin. Dans sa plus grande partie, il est recouvert par des dépôts sédimentaires très épais d'origine marine, parfois continentale, plongeant doucement du N.O. vers le S.E.

A l'extrême Nord et à l'Ouest l'ensemble est coiffé par de puissantes coulées basaltiques. (voir fig. 3).

#### 1 - Le complexe granitique de base :

Age : Précambrien

Caractérisation : Il est constitué de granites à amphiboles souvent très métamorphosés donnant un ensemble à dominance de migmatites riches en micas noirs et amphiboles avec des lits de feldspaths. Par place apparaissent des gneiss à amphiboles et des amphibolites. Les chaos granitiques sont souvent constitués de granites à deux micas.

Localisation : Ils sont représentés uniquement dans la région d'Harar.

- A Harar et plus au Nord vers Alemaya et Kersa, ils sont souvent recouverts d'un manteau d'altération.

- Dans la région de Babile, ils forment des chaos spectaculaires avec des altérations en boules typiques.

- Dégagés par l'érosion, les affleurements sont visibles dans les vallées du Gobelle, de l'Errer et du Fafen. Ils constituent le niveau de base actuel du cours supérieur de ces rivières.

#### 2 - Les grès d'Adigrat :

Age : controversé mais se rattacherait au Pré-Lusitanien.

Caractérisation : Cette dénomination caractérise la formation arénacée reposant directement sur le socle cristallin. De teinte rouge et de texture grossière ces grès sont généralement très friables. Leur origine est contreversée mais l'absence de fossiles tendrait à prouver qu'elle est continentale.

L'épaisseur de cette formation est variable mais ne dépasse pas 30m. dans la zone étudiée. Elle est discontinue et disparaît fréquemment, le calcaire de Kebri-Dahar sus-jacent reposant souvent directement sur le socle cristallin (Akim-Gara à proximité d'Harar).

Localisation : Très altérable cette formation a disparu lorsqu'elle est insuffisamment protégée par des couches supérieures plus dures. On retrouve donc difficilement cette formation affleurant en place sauf dans quelques

zones du Chercher, au fond des vallées du Galetti, du Deneka, du Ramis et d'un de ses affluents de la rive droite. On la retrouve également par place autour d'Harar, au fond des "Lavaks" qui incisent le flanc des collines et sur la ligne des crêtes qui séparent le Bassin du Wabi Shebelle de celui de l'Awash (région de Kersa et Kulubi). Le manteau rouge d'altération qui recouvre l'Harar paraît en partie issu du démantèlement de cette formation.

### 3 - Les calcaires de Kebri-Dahar.

Age : Jurassique.

Caractérisation : Repose par une limite nette sur les grès d'Adigrat lorsqu'ils existent ou directement sur le sol cristallin. Ils sont constitués par des bancs massifs de calcaire laiteux avec intercallations rares de marnes. L'ensemble est compact et peu friable et l'érosion des rivières les entaille en cañons très verticaux.

L'épaisseur de cette formation est variable mais paraît diminuer en allant du Sud vers le Nord. Elle passe de plus de 1.000 m. dans la zone d'Hamaro Hadad Lageida à 300 m dans la région d'Harar (Akim Gara, Kondudo).

Localisation : Cette formation affleure dans tout le 1/3 moyen et une partie du 1/3 supérieur du Bassin et se présente sous forme de grands plateaux bordés de collines où l'érosion est très active.

- Sa limite Sud passe approximativement par une transversale S.E. - N.O. partant du Sud de Kebri-Dahar allant vers Duhun pour s'infléchir le long du Wabi Shebelle jusqu'à 100 km au nord d'Imi et remonter ensuite vers l'ouest en direction de Ginir et Shek-Hussien.

- Dans l'ouest du bassin les calcaires de Kebri-Dakar disparaissent soit sous les formations arénacées des grès de Gésomé (région de Minne et Mitcheta) soit sous les grandes coulées volcaniques des Hauts-Plateaux de l'Arussi et du Nord Balé.

- Vers le Nord, ils présentent une grande extension dans le Haut Chercher coiffés souvent par des coulées basaltiques et les grès de Gesoma (Gara Muleta) alors que dans la région d'Harar il n'en reste que des buttes témoins.

- Dans le Centre du Bassin, ils couvrent de vastes étendues entre Lege-Hida et Degahbour et constituent le substratum géologique de ce qu'on a coutume d'appeler la "Middle-Belt".

### 4 - Formation gypseuse principale.

Age : Jurassique supérieur et Crétacé inférieur.

Caractérisation : C'est une formation de bancs bien stratifiés de gypse et de marnes calcaires. Les bancs de gypse ont une épaisseur moyenne de 1 m alors que les bancs de marnes ont de 5 à 10 m d'épaisseur. Des bancs calcaires peu épais (2 à 3 m d'épaisseur) sont souvent intercalés dans cette formation ainsi que des bancs de grès zoogènes (région d'Imi).

- Le gypse présente des faciès variés le plus souvent de type saccharoïde fin, translucide, massif, parfois avec des stries colorées fines ondulées dans la masse. Lorsque les dépôts de gypse sont minces le gypse est le plus souvent lamellaire et transparent.

- Les marnes de teinte grise à gris verdâtre sont stratifiées, souvent salées mais les fossiles sont rares.

L'épaisseur de la formation est d'une façon générale difficile à définir car si la limite supérieure est nette (calcaire de Mustahil) par contre la limite inférieure n'est pas caractéristique.

Dans la région de Duhun cependant le contact entre la formation gypseuse principale et le calcaire de Kebri-Dahar est visible. L'épaisseur de la formation est estimée dans cette région à 200 m environ. A la lumière des sondages on peut penser que dans les régions de Gode et de Kebri-Dahar elle est nettement plus épaisse.

Localisation : Elle s'étend largement dans tout le Sud du Bassin où elle affleure dans le périmètre délimité approximativement par les localités de Mustahil, Godere, El Kere, Duhun, Kebri-Dahar, Mustahil.

Elle forme tantôt de larges "flats": zone de Mustahil, Godere, El Kere, tantôt de zones collinaires d'une cinquantaine de mètres de hauteur relative fortement entaillées par l'érosion, ou bien encore <sup>des</sup> zones faiblement ondulées: régions de Gode, Kebri-Dahar, Imi.

Au nord d'Imi et principalement sur la rive droite du Wabi des petites collines de 20 à 30 m de hauteur, tabulaires, présentent une corniche de forme très déchiquetée constituée de bancs de grès zoogènes à petits mollusques indéterminés.

##### 5 - Les calcaires de Mustahil.

Age : barrémien - cénomaniens inférieurs.

Caractérisation : constitués de calcaires roux à la base, dolomitiques au sommet. Généralement très dure cette formation est riche en fossiles : Brachiopodes, Echinidés, Lamellibranches, Gastéropodes, Belemnites et Ammonites. Son épaisseur moyenne est de 30 m environ dans la région de Mustahil et semble à peu près constante dans toute sa zone d'extension.

Localisation : Les calcaires de Mustahil s'étendent dans le Sud et le Sud-Est du Bassin où ils ont contribué à la formation du relief de cause si caractéristique de cette région. Ils coiffent la formation gypseuse principale constituant la corniche des collines tabulaires qui ferment l'horizon dans tout le Sud du Bassin.

Vers le Sud-Est on les trouve sur toutes les collines entre Mustahil et Kebri-Dahar en passant par Kelafo et Gode. Dans le Sud ils s'étendent d'une façon continue de la limite du Bassin à une ligne approximative Kelafo-El Kere.

Les collines de Godja à l'est d'Imi et d'autres collines importantes à l'ouest d'Imi dans la direction de Ginir constituent des témoins de l'extension ancienne des calcaires de Mustahil dans cette région.

Dans la région d'El Kéré on les retrouve également en affleurements importants dont l'épaisseur dépasse 50 m, recouverts largement par les grès de Gesoma.

A Duhun ils sont peu épais (15 m environ) et recouverts également par les grès de Gesoma.

#### 6 - Gypses de Ferfer.

Age : Cénomaniens.

Caractérisation : Ce sont des gypses gris verdâtre parfois multicolores intercalés dans des bancs de marnes riches en chlorure de sodium avec des fossiles type lumachelles. D'autres fossiles, tels que des Mytilus, Anomia et Corbules ont été également identifiés.

Localisation : Cette formation dont l'épaisseur n'a pas été précisée a une faible extension dans le Bassin. Elle est circonscrite à la région de Ferfer (petites collines) et à la dernière dépression du Fafen (zone plane d'Iglolé). On la retrouve également au Sud-Est d'El Kere sous la forme de petits pitons surmontant les plateaux de calcaires de Mustahil.

#### 7 - Calcaire de Belet Uen.

Age : Cénomaniens

Caractérisation : Cette série est à dominante calcaire : calcaires conglomératiques avec intercalations de gypses multicolores avec les fossiles suivants : Echinidés, Lamellibranches, Gastéropodes et Ammonites.

Dans les zones étudiées, cette formation a une épaisseur moyenne de 20 m.

Localisation : Les calcaires de Belet Uen affleurent à l'Est du Ferfer au Sud de Shilavo à la limite est de la plaine de Korahé.

De Shilavo à Korahé à l'Est de la piste ce sont de petites collines de 20 à 30 m . calcaires, parfois avec bancs gypseux intercalés (collines au Nord de Shilavo). Autour de la dépression de Dobowein côté Est, et de Shilavo à Iglolé ils forment de vastes flats à végétation tigrée souvent ennoyés sous les épandages en provenances des grès de Gesoma (régions de Shilavo-Nord, Shilavo-Nord-Est, Iglolé).

#### 8 - Grès de Gesoma.

Age : Crétacé supérieur.

Caractérisation : Ces grès présentent des faciès variés :

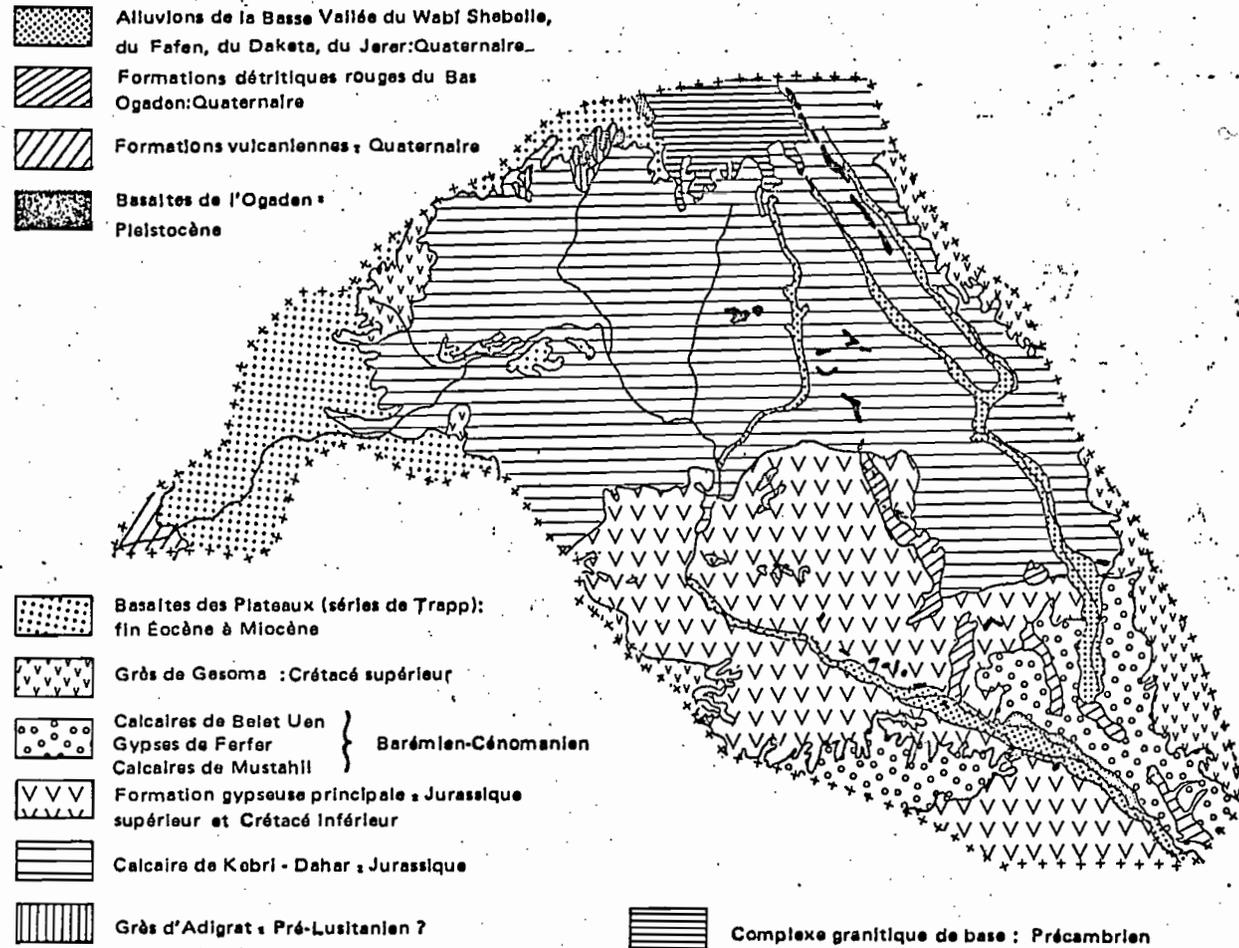


Fig. 3 - Esquisse géologique du Bassin du Wabi Shebelle

- Grès blancs, violacés, bleutés, blancs à auréoles violettes, à grain très fin et très dur .

- Grès rouges, violets et bruns à grain grossier, très friables.

Il n'y a pas de traces de fossiles mais l'origine marine de cette formation ne paraît pas contestée. Ces grès sont transgressifs sur les calcaires de Belet Uen, sur les calcaires de Mustahil ou sur les calcaires de Kebri Dahar.

Localisation : Surtout localisées à la limite Est du Bassin, des lambeaux importants subsistent néanmoins dans l'Ouest et le Nord-Ouest.

A l'Est de Shilavo leur extension est importante jusqu'à Warder. Constitués par des grès rouges à grain grossier très tendres ils ont été facilement démantelés pour donner un manteau d'altération rouge vif. Seule une falaise de 4 m de hauteur souligne la limite du Bassin à 25 km au Nord-Est de Shilavo et devient plus élevée à 20 m au Nord de Ferfer. Quelques buttes témoins d'une dizaine de mètres de hauteur subsistent en avant de cette ligne de falaises portant des grès bariolés friables.

Dans cette région cette formation recouvre les calcaires de Belet Uen. A l'Est de Jerer les grès de Gésoma forment des plateaux tabulaires avec décrochement en falaises de 50 m de hauteur bien visibles à l'est de Degahabour

La coupe de la falaise est la suivante, du haut vers le bas :

Grès bleuté quartzite 3 m.

Grès violets très durs 7 m.

Grès rouges tendres à grain grossier avec intercalation de petits bancs de grès violets : 40 m.

Les grès durs du sommet ont protégé de l'érosion les grès tendres sous-jacents donnant des rebords de plateaux concaves et abrupts.

Dans cette zone les grès de Gésoma reposent directement sur les calcaires de Kebri-Dahar et disparaissent au milieu de la localité de Kebri-Bayah. Dans les régions de Kulilitcho Mine et Mechiarra les grès de Gesoma sont très étendus. De teinte rouge ou jaunâtre et généralement à grain grossier ils sont fréquemment altérés. Dans les zones les plus hautes, ils forment des collines très entaillées par l'érosion et dans les zones plus basses de grands plateaux faiblement ondulés. Ils reposent directement sur le calcaire de Kebri Dahar. Dans les régions de Ginir et de Shek Hussien cette formation est représentée au sommet des Monts Ouatou et des montagnes de Shek Hussien. Ce sont là des grès rouges à grain grossier dont les épandages recouvrent largement les zones environnantes. Souvent épais de 200 m (Mont Aouatou) et de 400 m dans les montagnes de Shek Hussien ils reposent directement sur les calcaires de Kebri Dahar.

Ils constituent également le massif d'El Kere dans le Sud-Ouest du Bassin (altitude 200 m par rapport au niveau général). Dans cette région les

grès ont plus de 100 m d'épaisseur et sont constitués par d'épais bancs rouges intercalés de bancs blancs argileux plus tendres. Ils reposent directement sur les calcaires de Mustahil. La limite entre ces deux formations est d'ailleurs soulignée par une série de sources.

Le massif de Duhun dont l'altitude est de 280 m par rapport au niveau général est constitué à sa partie supérieure par des grès de Gésoma sur une épaisseur de 115 m (environ de Duhun). Ce sont des grès très rouges formant des falaises verticales de plusieurs dizaines de mètres. Ils reposent sur les calcaires de Mustahil peu épais dans cette zone.

#### 9 - Les séries volcaniques de Trapp.

Age : Les éruptions ont commencé à l'Eocène avec manifestation maximum à l'Oligocène et se sont terminées au Miocène en même temps que le début de la fracturation de la Rift Valley.

Caractérisation : formées de basaltes et de trachytes avec intercalation de tufs volcaniques roses; ces formations appartiennent au groupe de Magdala qui caractérise les séries volcaniques du Centre-Est de l'Ethiopie. Toutefois la partie supérieure des plateaux est généralement constituée par des coulées basaltiques donnant aux plateaux de l'Arussi cet aspect tabulaire caractéristique (Ambas des Ethiopiens).

Epaisseur : variable le plus souvent considérable et difficilement appréciable. Dans la région de Legehidā où il n'en reste que des lambeaux elle ne dépasse pas 100 m. Dans la région de Melca Wacana elle est voisine de 300m. Sur les plateaux de l'Arussi elle atteint de 800 à 1000 m; dans les zones montagneuses (Boraluku-Kaka-Enkolo) où elle doit dépasser 2.000 à 2.500 m.

Localisation : Les séries volcaniques de Trapp forment toute la ceinture des Hauts Plateaux du Bassin et des chaînes de montagnes qui le bordent à l'Ouest et au Nord à l'exception des zones du Harar et du Gedeb.

Plus au Sud on en retrouve des lambeaux coiffants le sédimentaire Jurassique : Chaîne de Karamara (Jijiga) ou la sédimentaire crétaé : plateau de Legehidā et montagnes de Shek Hussien.

La limite inférieure de la formation sur les Hauts Plateaux a été observée dans le Chercher Nord où les séries de Trapp reposent le plus souvent directement sur le calcaire de Kebri Dahar avec des zones où l'on retrouve des grès rouges intercalés entre ces deux formations. Dans le Chercher -Ouest les séries paraissent reposer sur les grès de Gésoma.

Dans la région de Melca-Wacana elles sont en contact avec les calcaires de Kebri Dahar.

## 10 - Les formations Pleistocènes et Quaternaires.

En liaison avec la formation de la Rift Valley à l'Ouest du Bassin des effondrements de moindre importance se sont produits dans le Bas-Ogaden entraînant notamment la formation des fossés du Wabi Shebelle d'orientation N.O. - S.E. et du Fafen d'orientation N.N.O. - S.S.E.

Des cassures du plateau sédimentaire avec épanchement limité de roches basiques sont observées. De plus l'activité des volcans de la Rift Valley et de l'Awash ont affecté certaines régions des Hauts-Plateaux.

### 10.1. Les formations basaltiques de l'Ogaden.

Ces formations sont constituées de basaltes riches en ferromagnésiens et olivine parfois de roches vertes et forment des collines d'une cinquantaine de mètres de hauteur de morphologie très caractéristique en croissant, en arc de cercle, ou en "chenille".

Surgies au moment des cassures se produisant dans les formations sédimentaires lors des mouvements tectoniques affectant la Rift Valley, ces formations les traversent et sont disposées suivant des lignes :

- Ligne Gode - Nord Imi de direction S.E. - N.O.
- Ligne Dagamedo Fick de direction S.S.E. - N.N.O.
- Ligne Danan- Duhun de direction S.E. - N.O.

Quelques pointements isolés ont été repérés d'autre part dans l'axe de la vallée du Fafen : à l'Est de Kebri Dahar et à l'Ouest de la dépression de Dobowein.

### 10.2. Les formations vulcaniennes de l'Arussi.

Les éruptions volcaniques quaternaires de la Rift Valley et de la vallée de l'Awash ont été surtout constituées de cendres, de ponces et de laves acides (bombes). Ces matériaux qui recouvrent toute la région des lacs et de la plaine de l'Awash se sont également déposées par delà les volcans tertiaires du Kaka, de l'Enkolo et du Boraluku, sur les plateaux de l'Arussi et du Nord-Bale.

#### 10.2.2. Les formations vulcaniennes de la plaine de Gedeb.

Limitée au Sud par la piste Dodola-Adaba le Mont Kaka et Enkolo au Nord et les chutes de Malca Wacana à l'Est, la plaine du Gedeb est entièrement formée de matériau volcanique de type vulcanien. Une coupe faite au gué d'Assassa sur le Wabi Shebelle montre sur plus de 50 m une alternance de cendres et de tufs calcaires avec une intercalation dans la partie supérieure d'un niveau spongieux rhyolithique de 4 m d'épaisseur le tout reposant sur le basalte noir tertiaire.

### 10.2.2. Les formations vulcaniennes de Kofele.

Situées à l'extrême Ouest du Bassin elles sont constituées par des niveaux de cendres avec intercalations de niveaux rhyolithiques peu puissants. L'épaisseur de ces formations dépasse 300 m. Elles présentent une morphologie caractéristique de collines en demi-orange largement entaillées par l'érosion avec des vallées à fond plat.

### 10.2.3. Les formations cendreuses superficielles du Gedeb et de l'Arussi.

Ce sont des cendres grises dont l'épaisseur dépasse rarement 40cm et qui recouvrent les altérations basaltiques en place. Elles proviennent d'un saupoudrage par des cendres volcaniques émises par les volcans quaternaires de la Rift Valley et de l'Awash. Elles sont localisées principalement entre Kofele et Dodola et sur le plateau de Robi dans les régions de Kula et Adele.

### 10.3. Les formations détritiques de l'Ogaden.

La rupture des profils d'équilibre des rivières provoquée par la surrection des zones périphériques du Bassin et entraînant un relèvement général vers le N.O. des couches sédimentaires ont favorisé une reprise d'érosion généralisée se traduisant par des épandages importants dans le Bas-Ogaden:

- Remplissage des fossés du Wabi Shebelle et du Fafen (dépressions de Korahe et Dobowein) par des alluvions d'origine volcanique en provenance des Hauts-Plateaux.

- Epandage de matériaux d'origine sédimentaire locale dans les autres zones par érosion des sédiments en place : zones de Gode (alluvions à galets) Nord-Est Imi , Danan , Nord-Danan , une partie de la dépression de Dobowein et la dépression terminale du Fafen.

## D. LA GEOMORPHOLOGIE.

L'ensemble du Bassin est constitué par une succession d'assises sédimentaires et volcaniques reposant sur des roches du socle qui affleurent dans la partie Nord (ainsi qu'au Sud en Somalie et au Sud du pays aux confins du Kenya). Ces couches présentent un pendage très faible en direction du Sud-Est.

Il apparaît très probable que l'ensemble des terrains sédimentaires déposés pendant le Secondaire ont été exondés pendant le Tertiaire et ont été soumis à un aplanissement d'érosion. Au cours du Tertiaire et du Quaternaire deux événements majeurs ont eu lieu : mise en place de puissantes coulées volcaniques qui ont recouvert la partie centrale de l'Ethiopie et l'effondrement de la Rift Valley avec relèvement probable de ses bords et mise en place de nouveaux matériaux volcaniques.

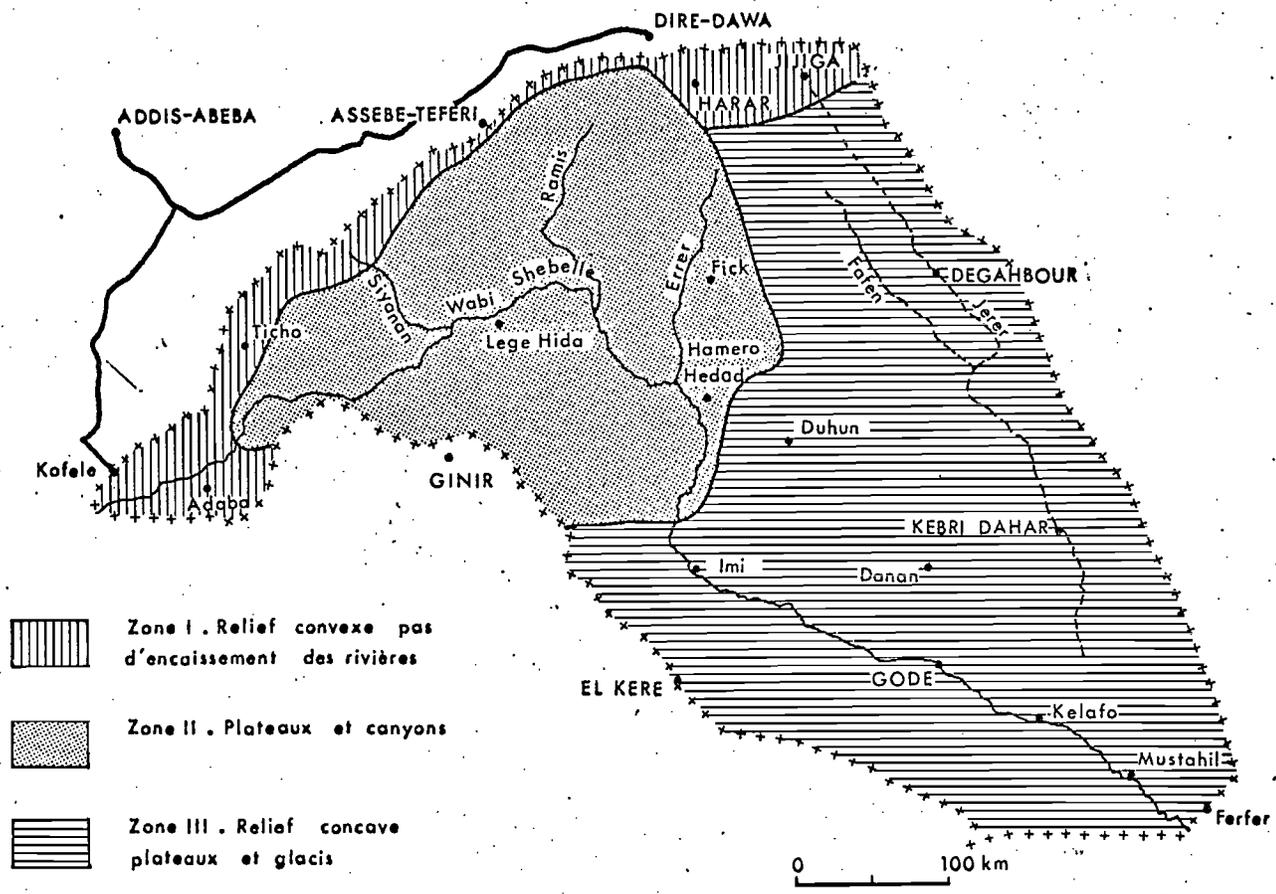


Fig. 4 - Esquisse géomorphologique du Bassin du Wabi Shebelle

Un soulèvement de la partie Nord et Nord-Ouest du bassin s'est produit déterminant un enfoncement des cours d'eau dans des cañons très profonds.

A la suite de ces événements, on peut distinguer trois zones présentant des types de relief différents : (voir fig. 4) :

1 - la bordure Nord et Nord-Est du Bassin : son altitude varie entre 2.000 et 3.000 m d'altitude. Des massifs isolés d'origine volcanique dépassent 4.000 m. Le substratum est granito-gneissique et calcaire à l'Est, basaltique à l'Ouest. Malgré l'altitude, le relief est assez mou et souvent plat. Les versants sont généralement convexes ou convexo-concaves. Les cours d'eau sont peu enfoncés et parfois les fonds de vallée drainent assez mal (région du Nord d'Harar). Les effets de l'érosion sont assez peu marqués, d'autant plus que des reliques forestières importantes occupent la plupart des massifs élevés. Cette région est limitée par deux abrupts très nets. L'un vers le Nord correspond à la limite de la Rift Valley. Une série de failles en marches d'escalier donne accès au fond de la fosse. Par contre, vers le Sud, la limite est très sinueuse et correspond à la partie amont des cañons dans lesquels les rivières s'enfoncent brusquement. La largeur de cette zone est variable : quelques dizaines de kilomètres à quelques centaines de mètres.

2 - La deuxième zone correspond au prolongement de la première vers le Sud-Est, mais brutalement morcelée par des canons profonds de plusieurs centaines de mètres. L'ancien plateau basaltique ou calcaire est découpé en lanières orientées vers l'Est ou vers le Sud. De ce fait, les voies de communications entre les plateaux sont difficiles à établir et très coûteuses. C'est cette partie du bassin qui est connue généralement sous le nom de "Middle-Belt".

3 - La troisième zone correspond au reste du Bassin et comprend les parties Est et Sud du territoire étudié. On peut observer un ensemble de grands plateaux bordés de corniches assez abruptes, gréseuses ou calcaires. Mais la hauteur de commandement dépasse rarement une centaine de mètres. Les vallées sont le plus souvent assez larges et à l'exception du Wabi Shebelle, dont les eaux proviennent de l'Arussi, rarement occupées par des rivières. Le raccord entre les corniches et les collecteurs se fait par l'intermédiaire de longs versants concaves à pente faible généralement boisés. Les matériaux du lit mineur des cours d'eau sont seuls transportés par les eaux, à l'exception du Wabi Shebelle proprement dit. Ailleurs, il s'agit de matériaux arrachés à la partie abrupte des versants et distribués à faible distance en aval.

Relations entre le type de relief et la mise en place des matériaux dont dérivent les sols.

Dans les zones d'altitude élevée des parties Nord et Nord-Ouest, l'observation des profils ne permet pas de constater de discontinuité entre

la surface et la roche sous-jacente du sol. C'est le cas des sols dérivés de basalte, de cendres volcaniques et de sédiments calcaires. IL ne semble pas qu'il y ait eu de remaniement dans les sols ou dans les matériaux dont ils dérivent.

Par contre, dans la partie Est et Sud du Bassin, l'altération des roches a été accompagnée de déplacements de matériaux souvent importants. Dans ce cas, à la base des profils, surtout lorsqu'ils sont situés en plaine, à quelque distance des corniches on constate immédiatement au-dessus de la roche, une véritable ligne de cailloux formant une solution de continuité avec la partie supérieure du profil formé de matériaux meubles relativement homogènes. C'est dans ces matériaux transportés et venus de l'amont que se sont développés les sols et non dans une altération de la roche située immédiatement au-dessous.

#### E - LE TEMPS.

On ne dispose pas, à l'heure actuelle d'éléments chronologiques convenables permettant de donner une idée de l'âge des sols.

Les sols des Hauts-Plateaux basaltiques sont parmi les plus anciens et l'on peut supposer que les vertisols qui les recouvrent remontent assez loin dans le temps. Il en est de même des sols qui recouvrent les plateaux calcaires du Centre et du Sud du Bassin.

Par contre certains sols brunifiés dérivés de basalte sur des pentes fortes, sont certainement renouvelés par l'érosion. Les sols des glacis du Centre et du Sud sont assez jeunes bien que les matériaux dont ils dérivent aient été formés beaucoup plus anciennement. Tous les sols dérivés de cendres (comme les chernozems) sont eux aussi relativement jeunes.

### III - LES PROCESSUS DE FORMATION DES SOLS.

Les facteurs de formation qui ont été examinés précédemment se traduisent par l'apparition de processus de formation du sol. Ces processus sont très largement représentés dans un grand nombre de régions de la zone intertropicale. Il est intéressant de signaler que le processus de lessivage (entraînement d'argile de la partie supérieure du profil avec accumulation à la partie inférieure) est rarement observé, la concrétionnement et l'induration des sesquioxides sont inconnus dans le bassin étudié. Par contre, l'accumulation du calcaire sous des formes très variées, est un processus fondamental dans une très grande partie du Bassin.

#### A - FORMATION ET ACCUMULATION DES MINÉRAUX ARGILEUX.

L'examen des minéraux argileux des sols n'a pas été effectué de manière systématique dans les grandes catégories de sols du Bassin. Toutefois, les résultats fragmentaires, que l'on possède sont parfois en désaccord avec ce que l'on observe généralement pour les catégories de sols analogues à celles du Bassin.

Les minéraux de la famille de la kaolinite ont été identifiés dans les sols ferrallitiques dérivés de basalte de la bordure Nord-Ouest et dans les sols fersiallitiques du Nord-Nord-Est.

Les minéraux de la famille de l'illite ont été identifiés dans de nombreux sols dont les chernozems de l'Arussi.

Les smectites ont été identifiés dans les vertisols des Hauts-Plateaux. Les alluvions du Wabi Shebelle dans la région de Gode contiennent des proportions importantes de montmorillonite dont l'origine est à rechercher tout naturellement sur les Hauts-Plateaux.

Des minéraux mal définis dont on n'a pas pu poursuivre l'étude ont été extraits de divers sols associés aux calcaires et au gypse de la partie Sud-Est du Bassin.

En ce qui concerne la genèse des minéraux, il est encore difficile de prendre des positions définitives. Dans la partie la plus arrosée du Bassin il n'apparaît pas douteux que la synthèse est la règle et que les minéraux argileux des sols ferrallitiques, fersiallitiques, vertisols etc... se sont formés de cette façon. Par contre, dans la partie la plus sèche, on peut envisager valablement l'héritage comme mode d'obtention dans les sols dérivés de roches calcaires ainsi que dans les sols peu évolués d'apport alluviaux. Il est difficile de parler <sup>de</sup> transformation ; aucune étude n'étant suffisamment poussée pour la mettre en évidence. Si les hydroxydes de fer sont très répandus dans certains sols du Bassin on n'a pas de preuve de l'existence d'hydroxydes d'alumine.

## B - FORMATION ET ACCUMULATION DE PRODUITS MINÉRAUX AMORPHES.

Le pourtour Nord et Ouest du Bassin est ceinturé par de puissantes hauteurs qui dépassent 4.000 m. Elles sont très fortement arrosées et la température est généralement assez basse. Les roches-mères sont des roches volcaniques basiques constituant une succession de massifs. La végétation est une forêt assez basse à épiphytes remplacée très souvent par des broussailles.

Les conditions qui règnent dans ces massifs favorisent une accumulation importante de la matière organique ainsi que celle de produits minéraux amorphes. L'hydrolyse des minéraux constitutifs des roches permet le départ de la quasi-totalité des bases alcalines et alcalino-terreuses et d'une grande partie de la silice. Peut-être à cause de l'abondance de la matière organique, les produits minéraux ne se cristallisent pas et s'accumulent sous forme de produits amorphes. L'abondance de la matière organique et des produits amorphes confèrent aux sols des propriétés particulières : fortes teneurs en eau, densité apparente très faible, toucher gras.

Une façon très valable de reconnaître l'existence de ces produits amorphes, est le test de FIELDS et PERROT (1966) qui consiste à traiter un échantillon de sol par du fluorure de sodium en présence de phénolphtaléine. L'existence de produits amorphes libère des ions  $\text{OH}^-$  qui provoquent le virage au violet du colorant. Le test a été essayé sur d'autres sols du Bassin et a toujours été négatif.

Les sols qui contiennent ainsi de fortes quantités de produits amorphes sont dénommés dans la classification française "Andosols". L'individualité de cette classe a été longtemps mise en question, mais est admise actuellement. Elle est divisée en deux sous-classes suivant qu'il y a ou non un horizon (B) d'altération.

Dans la classification américaine, les andosols ne sont qu'un sous-ordre des inceptisols des "andepts". Dans les unités de sols de la F.A.O., ces sols sont également dénommés "Andosols".

Dans le Bassin, l'étendue des andosols est limitée, leur importance pratique est très réduite.

On a identifié également des teneurs assez faibles en produits amorphes dans d'autres sols dérivés de cendres volcaniques, comme les chernozems de l'Arussi.

## C - ACCUMULATION DE MATIÈRE ORGANIQUE.

Dans le Bassin étudié, l'éventail des pluviométries est assez ouvert puisque les chiffres vont de 200 mm à plus 2.000 mm ; celui des températures va de 28° à 12°8. Une caractéristique remarquable est la répartition plus ou

moins étalée de la pluviométrie au cours de l'année. Même dans le Sud-Est du Bassin, la double saison des pluies réduit, dans une certaine mesure, l'impression d'aridité que doivent donner de si faibles précipitations.

Dès les zones moyennes et supérieures du Bassin, la saison des pluies dure au minimum 7 mois ; la longueur peut atteindre 9 mois et parfois davantage.

Les températures moyennes mensuelles font l'objet de variations faibles au cours de l'année. Elles diminuent graduellement depuis le Sud-Est du Bassin, jusqu'au Nord et Nord - Ouest.

Le drainage est généralement bon sur l'ensemble du Bassin. Les variations d'altitude sont souvent très brutales et favorisent l'évacuation des eaux. Toutefois, sur certains plateaux, de petites zones sont favorables à une stagnation locale des eaux de pluies. Dans la Basse-Vallée, il existe une zone où le drainage est localement mauvais c'est celle comprise entre Kelafo et Mustahil. Ce processus s'accompagne du développement de cypéracées et est marquée par un net épaissement des horizons humifères.

La végétation naturelle ne paraît pas avoir subi de destructions considérables sauf dans les zones de fort peuplement. Les arbustes sont nombreux et très disséminés dans la partie aval du Bassin. Peu à peu, à mesure que l'on pénètre dans les parties les plus humides la taille et le nombre des arbres augmente. Les graminées sont présentes partout, en touffes isolées d'abord, puis plus serrées. Il existe des zones où les arbres sont rares ou absents. Ce sont les plaines comme celle de Gode ou du Gedeb. Dans une région où l'arbre existe à peu près partout, il paraît difficile d'attribuer leur absence à des causes climatiques ou pédologiques ; il paraît plus logique de penser à une action humaine localisée et intense (cultures ou troupeaux).

L'action du feu ne paraît pas généralisée comme en d'autres régions d'Afrique ou Madagascar. On ne connaît guère ces étendues de savanes brûlant chaque année comme c'est le cas ailleurs. La longueur de la saison pluvieuse en amont, la faiblesse du combustible végétal en aval est peut-être à l'origine de cette situation.

Les teneurs en matière organique qui résultent de cette situation sont variables. Dans les plaines de la Basse-Vallée, les teneurs sont toujours très modestes. Elles sont inférieures à 1% et se situent souvent autour de 0,6%.

Les teneurs augmentent graduellement et dans la région de Harar elles sont de l'ordre de 3,4% ; dans l'Arussi (plaines), elles atteignent 6-8% ; sur les sommets volcaniques du Nord-Ouest, elles dépassent 20%.

La répartition de la matière organique dans le profil se fait toujours assez graduellement. Ceci est vrai dans les zones semi-arides comme

dans les zones plus pluvieuses. Dans l'Arussi, par exemple, le mode de répartition de la matière organique dans les chernozems et dans les autres sols (ferrallitiques et vertisols) n'est pas fondamentalement différente.

Dans la zone semi-aride de la Basse-Vallée, la présence de la matière organique ne marque guère la partie supérieure du profil. Peu à peu, cette matière organique devient plus importante et la couleur de l'horizon est particulièrement nette.

La matière organique est une caractéristique importante de plusieurs classes de sols; les sols brunifiés, certains sols à différenciation calcaire, les andosols, les vertisols.

Dans les andosols situés à la ligne de partage des eaux entre les Bassins de l'Awash et celui du Wabi Shebelle, la matière organique est acide, et les teneurs dépassent 20%.

Dans les chernozems, les horizons humifères sont particulièrement foncés; le pH est neutre à faiblement acide. Les teneurs ne dépassent pas 6 - 7 % en surface.

Les vertisols des Hauts-Plateaux sont généralement très foncés. La structure de l'horizon supérieur est très divisée. Les teneurs en matière organique sont légèrement inférieures à celles des chernozems et sont comprises entre 4 et 6%.

Les vertisols des régions plus sèches sont beaucoup plus bruns et les teneurs sont nettement plus faibles.

Les sols bruns des hauts massifs du Chercher ont une réaction neutre et des teneurs élevées en matière organique.

## D - ACCUMULATION DE SELS SOLUBLES DANS LES SOLS.

### 1 - LE CALCAIRE DANS LES SOLS.

En raison de l'importance des roches calcaires comme roches-mères des sols, la présence de carbonate de calcium dans les sols apparaît un facteur important de différenciation.

Mais il est fondamental de faire la différence entre le calcaire primaire, présent dans le sol par héritage, qui est un résidu provenant d'une dissolution incomplète et en cours des roches et le calcaire qui résulte de la formation de carbonate de calcium secondaire dans les sols lui-même. Dans le premier cas, il s'agit de fragments de roche en voie d'altération; dans le second, d'une synthèse d'un minéral dans le profil au cours de la pédogenèse. Il en résultera des différences considérables dans les facteurs de formation du sol.

Dissolution du carbonate de calcium : Dans un certain nombre de sols, le calcaire est en voie de dissolution, et on le trouve dans les sols sous forme de fragments ; leur taille est variable, mais les contours sont généralement lisses, bien que des rainures puissent être observées. Il y a, parfois, une augmentation du calcaire du sommet vers la base du profil. Les sols de ce genre appartiennent à la classe des <sup>sols</sup> calcimagnésimorphes. On y a rangé les sols bruns calcaires, les rendzines, certains sols bruns calciques.

La formation de carbonate de calcium : Elle concerne de nombreux sols dans toute la zone qui est intéressée à l'heure actuelle par des climats tempéré, xérotérique, tropical. Les deuxième et troisième régimes climatiques sont ceux qui correspondent aux individualisations les plus marquées.

On observe, en effet, des accumulations de calcaire diffus, des amas et nodules, des encroûtements. Toutes ces formes d'accumulations sont le résultat de la pédogenèse. Elles s'accompagnent dans quelques cas d'accumulation de matière organique; cependant dans la plupart des sols, la matière organique est soit peu abondante, soit peu visible. Il apparaît donc logique de se servir du calcaire pour classer les sols comme l'a proposé RUELLAN (1972).

Suivant la nature de l'accumulation, le sol sera dénommé : à profil calcaire faiblement différencié (calcaire diffus ou pseudo-mycélium), à profil calcaire moyennement différencié (le calcaire est sous forme discontinue, amas, nodules ou concrétions) ou à profil calcaire fortement différencié (le calcaire apparaît sous forme continue d'encroûtement friable ou dur, croûte ou pellicule).

Il faut signaler que les vertisols contiennent également des quantités appréciables de calcaire secondaire.

## 2 - LE GYPSE DANS LES SOLS.

Le gypse affleure sur une surface considérable dans le Sud-Est du Bassin. Deux niveaux, l'un Jurassique, l'autre Crétacé, sont une caractéristique importante de la zone étudiée, essentiellement dans la partie la moins arrosée. On observe pour le gypse, comme pour le calcaire, des phénomènes dûs à la dissolution, d'autres dûs à la précipitation.

Sur de grandes étendues le gypse est divisé et en cours de dissolution. Dans ce cas, les sols appartiennent à la classe des sols peu évolués.

Mais, même en région semi-aride, en raison de la forte solubilité du gypse (2g/ litre), augmentée localement par la présence de sel, le gypse est mobilisé et reprécipité. Il en résulte que l'on connaît des sols à différenciation gypseuse. Mais, seulement deux types sur trois ont été reconnus, à

savoir des sols à profil gypseux peu différencié où le sulfate est réparti de manière homogène dans les profils ; des sols à profil gypseux fortement différencié avec des encroûtements d'épaisseur variée.

### 3 - ACCUMULATION DU CHLORURE DE SODIUM DANS LES SOLS.

Il n'apparaît en aucun endroit de sédiment contenant beaucoup de chlorure de sodium. L'eau qui est amenée par le Wabi Shebelle est très peu chargée. Aussi les accumulations de sels dans les sols sont-elles assez limitées et peu étendues. Elles n'apparaissent que dans les régions les plus sèches, c'est-à-dire dans l'extrême Sud-Est du Bassin entre Kelafo et Ferfer. Des efflorescences salines y sont visibles et des plantes halophiles occupent des superficies assez importantes entre Burkur et Ferfer. Les sols deviennent poudreux en surface.

En aucun endroit, la fixation de sodium sur le complexe absorbant, n'a pu être mise en évidence. Il n'a pas été vu de modification de la structure faisant penser à une solonetzisation, ni de pH anormalement élevé.

### E - ACCUMULATION DES SESQUIOXYDES DE FER ET D'ALUMINE DANS LES SOLS.

Dans les parties les plus humides du Bassin, on observe une rubéfaction des sols, accompagnée d'un net approfondissement des profils. Ces sols sont surtout visibles dans le pourtour Nord et en différents points isolés du Centre. Les pluies sont dans la plupart des cas supérieures à 800 mm mais les températures moyennes annuelles sont comprises entre 13 et 18°.

Les constituants sont essentiellement de la goethite et des produits amorphes.

On peut s'interroger sur l'existence de ces produits dans les conditions climatiques qui ont été décrites pour le Chercher et l'Arussi. Il ne semble pas qu'actuellement, on connaisse une zone à climat tempéré où l'on puisse observer des sols ferrallitiques profonds et les mettre en relation avec des conditions climatiques analogues.

Il est donc nécessaire d'envisager soit un changement de climat, soit à la fois un changement d'altitude et un changement de climat. Cette dernière hypothèse apparaît valable, dans la zone étudiée.

Par ailleurs, on observe rarement de concrétionnement ferrugineux ou manganésifères ; ceci pourrait être dû à deux causes :  
- il n'y a pas eu, dans le passé, de cuirassement généralisé comme on l'observe en Afrique Centrale ou Occidentale où les cuirasses ont fossilisé des surfaces d'aplanissement très anciennes,

- il n'y a pas, à l'heure actuelle, de conditions permettant la mobilisation et le concrétionnement du fer. En effet, le drainage apparaît de bonne qualité à peu près partout et les conditions de redox ne sont pas de nature à amener la réduction du fer et sa mise en mouvement. Toutefois, dans les sols bruns mésotrophes de la région de Kofele où le pH est légèrement acide on note des concrétionnements souvent abondant ferrugineux et manganésifères pouvant aller en milieu peu drainant jusqu'à la formation d'une carapace friable (piste Kofele - Sire).

#### F - FORMATION DE GLEY ET PSEUDO-GLEY.

Les milieux basiques ou neutres sont défavorables à la formation de gley ou de pseudo-gley. Les caractères d'hydromorphie observés sont révélés uniquement par la présence d'accumulations calcaires sous forme de nodules dans certains sols. Toutefois dans les milieux faiblement acides notamment ou cendreux on observe des mouvements nets du fer et du manganèse mais ces processus d'hydromorphie sont limités .

Dans le Bassin les sols hydromorphes sont donc très peu développés, les sols ferrugineux tropicaux inconnus.

#### IV - REMARQUES SUR LA CLASSIFICATION DES SOLS .

La classification des sols qui a été adoptée pour le bassin du Wabi Shebelle s'inspire directement du document qui a été rédigé par le C.P.C.S.(1) en 1967. Ce document a été considéré par ses auteurs, comme provisoire, destiné à être révisé, certaines classes ayant été considérées comme mieux traitées que d'autres.

L'Ethiopie est un pays peu ou très peu connu pédologiquement au moment où a commencé la prospection. Le Bassin du Wabi Shebelle présente des caractères originaux:

- du point de vue climatique : sur une grande étendue, aridité très marquée en dépit de la proximité de l'équateur<sup>avec</sup> séparation en deux de la saison des pluies. Une grande partie du Bassin appartient au régime tropical, mais des secteurs importants présentent des climats relevant du régime méditerranéen ou tempéré, sans que tous les caractères habituellement reconnus à ces régimes soient présents en même temps. Ceci n'a pas manqué de faire naître des difficultés pour certaines sous-classes de sols définies sur des bases climatiques.
- du point de vue des roches-mères : la dominance des roches riches en calcium (carbonates, sulfates, basalte) est un caractère d'une exceptionnelle importance.
- du point de vue morphologique : la disposition monoclinale des couches sédimentaires, avec un faible pendage vers le Sud-Est, le morcèlement du paysage en plateaux, buttes-témoins et vallées sont les caractéristiques dominantes.

L'application de l'ensemble de la classification à cette région n'a pas présenté de difficultés majeures pour la plupart des classes de sols. La classe des sols isohumiques, par contre, est apparue difficile à utiliser telle quelle dans le contexte éthiopien.

Sur les douzes classes de la classification, les classes suivantes : sols minéraux bruts et sols podzolisés, sont les seules pour lesquelles il n'a pas été observé de représentants.

---

(1) C.P.C.S. : Commission de pédologie et de cartographie des sols.

Ce document résulte en fait de travaux classés à partir de la première classification française des sols (AUBERT et DUCHAUFOR 1956) et de ceux de l'O.R.S.T.O.M.

### SOLS PEU ÉVOLUÉS .

La sous-classe des sols peu évolués xériques avec le groupe des sols gris a été observée.

La sous-classe des sols peu évolués non climatiques avec les groupes des sols d'érosion, d'apport colluvial, d'apport éolien est bien représentée. Dans la plupart des groupes et sous-groupes, l'influence du calcaire et du gypse est importante.

### VERTISOLS .

Les sols de cette classe sont caractérisés par leur morphologie (couleur foncée, fentes de retrait, faces de glissement). Ils appartiennent tous à la classe des vertisols à drainage externe réduit. En effet, ils dérivent de roches riches en calcium et sont formés sur des topographies planes à très planes (épanchements basaltiques ; plateaux calcaires ou alluvions).

La structure de la partie supérieure du profil est toujours arrondie et très divisée (horizon grumosolique). Les caractères vertiques sont partout bien marqués, mais deux sous-groupes ont paru s'imposer :

Le sous-groupe brun-jaune à brun-rouge à calcaire diffus et cristaux de gypse est bien représenté dans les parties les plus sèches du Bassin. L'épaisseur du profil est moins importante que dans les parties les plus humides où domine le sous-groupe gris-noir avec un profil souvent épais de plusieurs mètres et des teneurs en matière organique en surface élevées dans de nombreux cas.

### ANDOSOLS.

Les sols de cette classe sont caractérisés, entre autres, par une abondance de produits minéraux amorphes identifiables sur le terrain par le test de FIELDER et PERROT . On a suivi, pour cette classe, le nouveau schéma mis au point par un groupe d'études réunissant quelques spécialistes français des andosols.

La présence d'un horizon (B) a permis de les ranger dans la sous-classe des sols différenciés. Leur faible degré de saturation en fait des sols désaturés ; leur couleur amène à les ranger dans le sous-groupe mélanique.

### LES SOLS RICHES EN CARBONATE ET SULFATE DE CALCIUM.

Les sols contenant des carbonates et sulfates de calcium ont posé davantage de problèmes. On a été amené à distinguer trois unités distinctes au niveau de la classe :

Dans la première, on range les sols où le calcaire est manifestement hérité de la roche-mère en cours de dissolution. Ce sont les sols calcimagnésiques.

Dans la deuxième, "les sols à profil gypseux différencié", le sulfate de calcium se redistribue dans le profil, de manière diffuse ou sous forme d'encroûtement.

Dans la troisième, "les sols à profil calcaire différencié", le carbonate de calcium se redistribue dans le profil sous les multiples formes décrites récemment par RUELLAN (1971). Cette appellation a été préférée à l'appellation traditionnelle de sols isohumiques pour les raisons suivantes :

= La répartition typiquement isohumique est celle des chernozems, dans le Bassin du Wabi Shebelle ; mais on la retrouve également dans d'autres sols comme les vertisols, les sols ferrallitiques.

= Les subdivisions habituelles de la classe sont basées sur des considérations climatiques qui ne peuvent s'appliquer ici. Il a paru préférable de s'en tenir aux seules considérations morphologiques, physiques et chimiques.

= Les deux critères matière organique et calcaire sont ici en "compétition". Seuls les chernozems présentent un "profil organique" dont on peut se servir pour les définir. Par contre, dans la plupart des autres sols, les teneurs en matière organique deviennent très faibles, dans beaucoup d'entre eux les teneurs sont inférieures à 1% et dans certains, l'horizon humifère est à peine marqué. Par contre, le carbonate de calcium dans tous ces sols, qu'ils dérivent ou non de calcaire, est toujours bien différencié et permet une distinction commode et logique des différents types.

= Le sulfate de calcium dans le Bassin joue un rôle important et analogue à celui du carbonate de calcium. Il a donc été jugé utile de rapprocher ces deux sels dans la classification.

#### LES SOLS CALCIMAGNÉSIQUES

Ces sols sont divisés en sols carbonatés et sols saturés. Les sols carbonatés comprennent les groupes suivants : sols bruns carbonatés et rendzines. Dans ces sols, on ne peut guère parler de différenciation calcaire.

Les sols saturés avec les groupes sols bruns calciques et rendzines calciques ne font pas effervescences aux acides.

#### LES SOLS A DIFFÉRENCIATION GYPSEUSE

On n'a pas distingué de sous-classes. Deux groupes ont été reconnus : à gypse diffus (avec les sous-groupes modaux et vertiques) et encroûtés (modaux). Il n'a pas été observé de groupe à amas et nodules.

Dans ces deux groupes, le gypse présent dans le profil, résulte d'une redistribution oblique par dissolution à partir d'un point<sup>d</sup> d'origine situé en amont, suivie de réprécipitation.

#### Les sols à différenciation calcaire.

Deux sous-classes ont été reconnues. Dans la première, il existe un horizon humifère épais, foncé, saturé (répondant aux spécifications de l'horizon mélanique des "Soil Units" de la F.A.O.). Dans la seconde, cet horizon mélanique n'existe pas, mais à sa place un horizon répondant aux spécifications de l'horizon pallide des "Soil Units" de la F.A.O. est observé.

Dans chacune de ces sous-classes quatre groupes ont été prévus :

Groupe 1 : à accumulation calcaire diffuse non visible.

Groupe 2 : à accumulation calcaire visible mais discontinue (à amas et nodules).

Groupe 3 : à accumulation continue, visible, mais friable.

Groupe 4 : à accumulation continue, visible, mais dure (divers types d'encroûtements).

Les sous-groupes envisagés sont, pour le groupe 1 :

un sous-groupe modal (qui est l'équivalent du sous-groupe carbonaté)

pour les groupes suivants :

un sous-groupe carbonaté : la partie de l'horizon qui entoure les accumulations est elle-même calcaire.

un sous-groupe calcique : la partie de l'horizon qui entoure les accumulations n'est pas calcaire.

un sous-groupe verticale : des faces de glissement sont visibles en profondeur.

De cette manière, l'ensemble des sols à matière organique à répartition isohumique et à différenciation calcaire sont relativement faciles à distinguer sur le terrain. Dans tous les cas, le carbonate de calcium, contenu dans les sols, provient de calcaire formé au cours de la pédogenèse.

#### LES SOIS BRUNIFIES

Dans la classification C.P.C.S., les sols sont différenciés d'après des types de climat. La sous-classe qui paraît le mieux convenir est celle des sols brunifiés des climats tempérés humides, puisqu'aussi bien les sols sont présents dans la partie tempérée et humide du Bassin.

Le groupe des sols bruns avec les sous-groupes modaux peu développés<sup>et</sup> et le groupe des sols bruns mesotrophes à faciès hydromorphe sont bien représentés.

### LES SOLS A SESQUIOXYDES DE FER.

Ils sont représentés par les deux classes des sols fersiallitiques et des sols ferrallitiques qui sont observés sur la bordure Nord et Nord - Ouest du Bassin.

Les sols fersiallitiques saturés typiques sont présents dans la région d'Harar. Ils dérivent de diverses roches-mères comme les granites, les grès d'Adigrat, le calcaire de Kebri-Dehar. Ils sont identifiables sur le terrain par une épaisseur assez faible, et une structure prismatique. en profondeur.

Les sols ferrallitiques sont représentés surtout dans l'Ouest du Bassin. Ils ont été identifiés sur le terrain essentiellement sur la morphologie (horizon C développé et altération poussée, horizon B fortement coloré très friable, souvent avec pseudo-sables). Les caractéristiques analytiques montrent qu'ils doivent être classés dans la sous-classe faiblement désaturés. En réalité, ils sont souvent pratiquement saturés. Par ailleurs, les déterminations de minéraux argileux montrent la présence à peu près constante d'illite, à côté de minéraux kaolinitiques et d'hydroxydes de fer. Ceci amène à penser que l'on a affaire, en réalité, à des sols intermédiaires entre les fersiallitiques et les ferrallitiques; Il n'a pas été observé d'induration (ni concrétion, ni cuirasse), pas plus d'hydromorphie dans les sols.

Un seul groupe (typique) avec trois sous-groupes (modal, humique et peu développé) ont été reconnus.

### LES SOLS HYDROMORPHES.

Ils sont formés sous l'influence d'une nappe phréatique élevée ou agissant longuement et appartiennent aux sous-classes des sols minéraux et moyennement organiques. Dans tous ces sols le calcaire intervient et les groupes à gley et humiques à gley sont représentés par des sous-groupes à calcaires diffus ou à amas et nodules.

## V - DESCRIPTIONS DES PRINCIPALES CATEGORIES DE SOLS .

- Dans cette partie consacrée à la description et à l'étude des caractéristiques physico-chimiques des sols l'ordre de présentation des différentes catégories de sols sera celui de la légende pédologique des cartes des sols qui accompagnent ce rapport.

- Les catégories de sols décrites sont limitées au niveau de la famille, ce qui correspond soit à un type de matériau géologique pour les sols en place, soit à des alluvions ou des colluvions pour les sols sur matériau ayant subi un transport.

- Les familles de sols étant au nombre de 65 nous limiterons les données morphologiques et physico-chimiques détaillées aux catégories de sols les plus étendues dans le Bassin auxquelles s'ajoutent les catégories de sols présentant un intérêt économique malgré leur extension beaucoup plus faible. Les autres familles seront traitées plus succinctement mais leurs caractéristiques physico-chimiques essentielles seront mentionnées.

### A - CLASSES DES SOLS PEU EVOLUES.

#### SOLS PEU EVOLUES XERIQUES.

1. Sols GRIS gypseux issus de la formation gypseuse principale (1 a) et des gypses de Ferfer (1 b).

Ces sols s'étendent sur une surface totale de 6037 km<sup>2</sup> dans l'extrême Sud-Est du Bassin.

Ils occupent d'une part, de vastes zones gypseuses absolument plates où la monotonie n'est rompue par place que par des petits bancs de calcaires roux intercalés dans des gypses qui forment des corniches de 50 cm à 1m de hauteur bien visibles dans la région de Godere.

- d'autre part, les glacis en pente douce sur les gypses de Ferfer sous les corniches de calcaire de Belet Uen entre Bargun et Ferfer. La végétation est un fourré parfois dense à Boswellia spp. et Jatropha rivae avec un aspect caractéristique de "brousse tigrée" sur les photographies aériennes. La pluviométrie est très faible, voisine de 150 mm<sup>par</sup> an et les sols très peu développés.

Morphologie : Profil observé à 4 km au nord de Godere;

- 0 - 10 cm : Gris jaune (2,5 Y 8/4) sableux très fin; particulière, poudreux ;  
 A<sub>1</sub> nombreux rognons; de gypse en désagrégation ; sec friable ; quelques radiceles ; transition brève avec
- 10 - 60 cm : niveau d'altération gris des gypses en place en strates friables de  
 C 5 cm d'épaisseur alternant avec niveaux gris jaune poudreux de gypse- très compact ; quelques radiceles ; passage brutal et régulier avec
- 60 cm + : dalle de gypse massive grisâtre peu durcie.  
 R

Caractéristiques physicochimiques :

De teinte gris jaune (2,5 Y 8/4) l'horizon supérieur A<sub>1</sub> du sol est formé d'une poudre fine de gypse dont la texture réelle est difficile à définir mais qui apparait comme sable très fin à sable très fin limoneux, l'ensemble reposant sur une dalle de gypse. La profondeur de la dalle de gypse est variable en fonction des colluvionnements locaux de 10 à 80 cm de profondeur. En dessus de celle-ci on observe fréquemment des rognons de gypses encore incomplètement altérés pouvant former un véritable horizon C .

- Ces sols sont calcaires (21% dans l'horizon au-dessus de la dalle).
- Le taux de matière organique est faible et voisin de 1%.
- Le pH est alcalin <sup>et</sup> voisin de 8,0.
- La conductivité est élevée 15 mmhos/cm de l'extrait saturé. En effet des quantités importantes de chlorure de sodium accompagnent lesulfate de calcium dans les formations gypseuses.

Ces sols ne présentent pas d'intérêt économique, mais peuvent constituer une grande réserve de faune.

SOLS PEU EVOLUES D'ORIGINE NON CLIMATIQUE .

groupe - des SOLS D'EROSION.

Ces sols situés sur des pentes fortes sont le résultat de l'érosion. Ils sont donc peu épais. Deux groupes ont été différenciés en fonction de la présence ou de l'absence de calcaire.

sous-groupe - Sols lithiques à calcaire diffus.

2. Sols ROUGE-JAUNE issus des calcaires de Kebri-Dahar.

Ils occupent les pentes fortes des cañons du Wabi et de ses affluents de tout le quart Nord-Ouest du Bassin, leur extension totale est 7663 km<sup>2</sup>. La végétation qui s'accroche sur les pentes est constituée principalement de Boscia

minimifolia et de Delonix elata.

Le sol est formé pour 90% par des éléments calcaires de taille très variée allant du gravier émoussé au bloc de calcaire angulaire de 30 à 40 cm de dimension moyenne et de 10% de terre fine rouge jaune sableux très fin argileux calcaire (30% de calcaire). L'ensemble repose à faible profondeur 10 à 20 cm maximum sur le calcaire en place. Lorsque la pente est trop forte les sols sont inexistantes et la roche apparaît à nu.

Ces sols ne présentent pas d'intérêt économique.

3. Sols lithiques à calcaire diffus sur dalle de gypse peu profonde, issus de la formation gypseuse principale.

Ces sols se développent sur les petites collines de gypse en "cocarde" de la formation gypseuse principale qui occupe une surface très importante dans tout le Bas-Ogaden au sud d'une ligne Duhun-Kebridahar. Ils sont associés cartographiquement avec des sols à différenciation gypseuse, encroûtés modaux (famille 54) qui se développent sur les colluvions et les alluvions au pied de ces collines. (Association I Bas Ogaden) et dans la région de Duhun avec les sols des familles 42 et 48 (Association IV Duhun). Leur extension est d'environ 20.000 km<sup>2</sup> mais l'importance des collines par rapport aux zones d'épandage est variable avec les régions.

Au Sud du Wabi, particulièrement entre El Kere et le Wabi, les collines de gypse sont serrées avec des zones d'épandage très réduites. Les oueds coulent encaissés dans les gypses qui sont entaillés verticalement par l'érosion.

Par contre, au Nord du Wabi entre Duhun et Danan, entre Gode et Kebridahar et au Nord d'Imi cā sont les épandages qui dominent largement, les collines de gypse ne forment que de petits pointements gris arrondis dispersés au milieu d'alluvions et de colluvions rouges à rouge jaune.

Le pédoclimat des collines de gypse apparaît comme étant le plus sec dans le Bas-Ogaden. Aussi la végétation y est elle particulièrement chétive. Elle est formée d'un bush très lâche de hauteur moyenne voisine de 1,5 m à 2m où l'on circule aisément lorsque l'on ne se fait pas accrocher par les épines recourbées de certains petits acacias. L'association végétale typique des zones sur gypse est représentée par le groupement à Boswellia spp. et Jatropha rivae.

Morphologie : le sol présente le profil moyen suivant :

- 0 - 10 cm : Gris jaune (2,5 Y 8/4); sable très fin limoneux ; structure particulaire ; poudreux ; quelques radicelles ; passage brutal à
- A<sub>1</sub>
- 10 cm + : Dalle de gypse blanc grisâtre translucide.
- R

Le sol est donc très mince, souvent la dalle de gypse affleure en surface. C'est elle qui apparaît en cercles concentriques autour des collines et qui leur donne cet aspect en cocarde. Elle joue le rôle de miroir et les éclats de lumière que l'on observe en avion proviennent du reflet du soleil sur les plaques de gypse.

On observe aussi des colluvionnements locaux, le sol est alors plus épais:

- 0 - 20 cm : Jaune blanc ( 5 Y 8/3); sable très fin structure particulière ; très  
 A<sub>1</sub> R      poudreux friable ; quelques radicules ; transition brève et régulière  
 avec
- 20 - 50 cm : Jaune blanc (5 Y 8/3); sable très fin enrobant des éléments gypseux ;  
 A<sub>1</sub> R      à peu durcis donnant de la poudre ; radicules rares ; passage brutal  
 à
- 50 cm +     : Dalle de gypse en place  
 R

L'horizon supérieur du sol est donc formé d'une véritable poudre de gypse reposant sur la dalle de gypse elle-même. Il y a désagrégation, délitement en place de la dalle de gypse ce qui est souligné par l'horizon A<sub>1</sub> R dans le deuxième profil décrit. Une partie de ce gypse est solubilisé par l'eau de pluie et va s'accumuler dans les zones d'épandage sur les colluvions ou alluvions situées en position basse donnant des sols encroûtés (famille 54), mais sur les collines on n'observe jamais de néocristallisation de gypse. Pour cette raison les sols ont été classés en sols à calcaire diffus car ils contiennent entre 10 et 20 % de carbonate.

#### Caractéristiques physico-chimiques :

L'horizon gris jaune à jaune blanchâtre de surface est donc du gypse très finement divisé mélangé à une faible quantité de matière organique dont le taux est inférieur à 1%.

Le pH est voisin ou supérieur à 8,0 mais la conductivité élevée de l'extrait de la pâte saturée qui varie entre 10 et 15 mmhos/cm indique la présence d'une forte quantité de sels solubles principalement constituée de chlorure de sodium et de gypse. Il ne fait pas de doute que l'altération des marnes gypseuses et des gypses est la source de grandes quantités de sel que l'on trouve dans les zones basses.

#### Aptitudes culturales et pastorales :

Les aptitudes culturales sont nulles. Pendant la saison des pluies ils constituent des zones de pâturages très maigres mais appréciés par les animaux à cause de la forte teneur en éléments minéraux (sel surtout) des plantes qui les composent. Ils peuvent former une vaste réserve de faune s'appuyant sur le fleuve Wabi Shebellé. ( Voir Ch. VI G ).

4 - Sols lithiques à calcaire diffus sur dalle de gypse peu profonde, issus des gypses de Ferfer.

Ces sols occupent les petits affleurements de gypse de Ferfer qui coiffent de place en place le grand plateau calcaire qui s'étend entre Bariy et El Kere. Ils occupent 500 km<sup>2</sup> environ dans l'association cartographique n° II Sud El Kere.

Ces sols à dalle de gypse très proche de la surface, souvent affleurante présentent un horizon gris brun d'épaisseur moyenne 10cm. . Leurs aptitudes culturales et pastorales sont pratiquement nulles .

5 . Sols GRIS-BRUN , issus des basaltes de l'Ogaden.

Ces sols occupent les chapelets de collines de basalte qui pointent au milieu des couches sédimentaires :

- le long de la vallée du Wabi Shebellé entre Gode et Imi ;
- suivant une ligne Danan Degah-Medo ;
- entre Degah-Medo et Fik ;

L'extension totale de ces sols est de 331 km<sup>2</sup>

Caractéristiques morphologiques et physico-chimiques:

De nombreuses boules de basalte jonchent la surface du sol, le sol est peu épais. On observe généralement un horizon de terre fine brun clair sable très fin-limoneux reposant brutalement sur l'horizon d'altération du basalte.

Dans ces zones <sup>semi-</sup>arides, l'altération du basalte présente les caractéristiques suivantes : altération en boules, avec en surface une pellicule ou une croûte rubanée calcaire blanche . On remarque que la puissance de l'expression du calcaire à la surface des boules augmente du Sud (Gode) vers le Nord (Degah-Medo - Fik) . Il y a mobilisation plus importante du calcaire du fait de l'augmentation légère de la pluviométrie vers le Nord <sup>et</sup> de la température moins élevée. D'autre part, on observe une augmentation de l'épaisseur de l'horizon de basalte en altération : 40 cm à Gode, 100 cm de moyenne à Fik et Degah-Medo.

. Ces sols sont peu à moyennement calcaires dans la région de Gode de (11 à 19%) , plus calcaires dans la région de Degah-Medo 26%.

. Le taux de matière organique très bas à Gode 0,5% est 4 fois plus élevé dans la région de Degah-Medo 2,1% .

. Les teneurs en K échangeable 1,4 mé. % et en phosphore total 4,3 % sont élevées dans la région de Degah-Medo.

Aptitudes:

Ces sols présentent un intérêt économique nul dans la Vallée du Wabi Shebelle. Par contre vers le Nord (région Nord-Danan, Segeg, Degah-Medo, Fik) ils .

pourraient être affectés au reboisement avec des essences assez résistantes à la sécheresse, les réserves chimiques se trouvent en abondance dans la roche en altération.

#### Sous-groupe - Sols lithiques calciques .

##### 6. Sols GRIS CLAIR , issus des chaos granitiques.

Ces sols se développent sur les chaos granitiques de l'Harar notamment dans les régions de Babile , Fugnanbira, Bisidimo, à l'Est de Melkarafu et de Kurfachele. Ils s'étendent sur une surface totale de 1051 km<sup>2</sup>.

Les chaos granitiques sont souvent constitués de granites à deux micas mais aussi de granites à amphiboles ! \_\_\_\_\_ très métamorphisés donnant un ensemble à dominance de migmatite riche en micas noirs et amphiboles avec des lits de feldspath.

L'altération en boule des granites est particulièrement nette et même spectaculaire entre le village de Babilé et le fleuve Daketa. La végétation arborée est assez dense à dominance de Terminalia Browni.

Au sommet des chaos et sur les pentes l'arène granitique est mince. Le sol est peu épais. On reconnaît généralement un horizon brun jaune sableux à sables moyens et sables grossiers d'une dizaine de centimètres d'épaisseur reposant sur le granit peu ou faiblement altéré.

- Le sol est non calcaire mais saturé en bases avec un pH voisin de 7,5.
- Le taux de matière organique est faible 1,3 % dans l'horizon supérieur.

Ces sols ne présentent pas d'intérêt économique si ce n'est qu'un reboisement pourrait s'imposer lorsque l'épaisseur du sol et les pentes le permettent.

##### 7. Sols ROUGES , issus des grès d'Adigrat.

Ces sols occupent les pentes fortes de la Vallée du cours supérieur du Ramis et de ses affluents ainsi que du Galetti . Leur extension est faible 720 km<sup>2</sup>.

Ils sont formés d'une arène sableuse rouge peu épaisse reposant sur les grès en place, lorsque le grès lui-même n'est pas mise à nu .

L'intérêt économique de ces sols est nul.

8. Sols d'érosion humifères BRUN ROUGE, issus de scories basaltiques et de basaltes.

Ces sols se développent sur les cônes de scories basaltiques ou sur les petites collines de basalte de la plaine de Gedeb:

- au Sud du Wabi dans les régions de Dodola et d'Adaba, chutes de Malca-Wakana ;
- au Nord du Wabi au pied des Monts Kakka et Enkolo;

On les observe également sur les collines de scories basaltiques de la région de Dixis.

Leur extension est très faible et pour cette raison n'ont été représentés que sur la carte au 1/250.000.

Caractéristiques morphologiques et physico-chimiques :

Ils sont formés d'un horizon brun ( 7,5 YR 5/2 ) à brun rouge ( 5 YR 4/4 ) de 20 à 30 cm d'épaisseur reposant directement sur le niveau de scories basaltiques ou de basalte. A la surface du sol on observe de nombreux cailloux ou blocs de scories ou de basaltes.

Les sols ne sont pas calcaires.

Les teneurs en matière organique sont élevées et supérieures en moyenne à 7% sur 30 cm. Toutefois elles peuvent varier de 3,5 % sur la colline de Dodola à 10% sur les collines de Dixis.

Les taux de potassium échangeable sont élevés 0,90 mé /100 g de terre, les réserves en phosphore sont également fortes 1,7%.

Aptitudes culturales et forestières :

Ces sols très caillouteux sont cependant fréquemment cultivés à cause de la pression démographique, en blé, orge, petits pois etc... Seules certaines zones trop accidentées ou trop riches en cailloux sont laissées aux pâturages ; des lambeaux de forêt primitive dégradée subsistent : oliviers sauvages et "Tids".

Par suite de la mécanisation progressive de l'agriculture dans la plaine ces zones seront peu à peu abandonnées et laissées à la forêt et aux pâturages.

9. Sols d'érosion humifères BRUNS, issus des grès de Gésoma et des basaltes des plateaux.

Ils se développent sur les pentes fortes des montagnes situées entre Sebré-Dollo et ShekHüssien et sur les pentes du massif d'Abdul-Kassim sur la rive Nord du Wabi à 20 km à l'Est de Shek Hussien.

Ces massifs montagneux sont constitués d'assises épaisses de grès rouges (grès de Gesoma) coiffés par des calottes basaltiques. L'abondance (1.300 mm au moins) et la violence des pluies favorisent une érosion régressive intense dans les grès tendres et la formation d'une morphologie très accidentée avec des pentes très raides. C'est sur ces pentes couvertes d'une magnifique forêt primaire à dominance de Juniperus à peine entamée sur quelques méplats et bas de pente par de rares campements de culture (café et maïs) que ces sols s'étendent sur 540 km<sup>2</sup> environ. Ils sont réunis dans l'association cartographique VI (Shek Hussien) avec des sols ferrallitiques.

#### Caractéristiques morphologiques et physico-chimiques :

Ces sols peu épais 30 cm au maximum sont constitués d'un horizon très humifère sableux fin-argileux reposant directement sur le substrat basaltique ou gréseux. La structure de l'horizon est grenue très développée.

Le taux de matière organique est voisin de 22% dans les premiers centimètres et de 16 % dans l'horizon 5 - 30 cm. Son C/N <sup>cinq</sup> voisin de 20 assez élevé indique un humus de type moder. Cependant le pH de 7,5 et la saturation du complexe en bases avec absence de calcaire indique que ces sols, grâce à l'importance des alcalino-terreux fournis par les basaltes en altération, restent neutres sans tendance à l'acidification.

La vocation naturelle de ces sols est la forêt dont le rôle primordial est de lutter contre l'érosion sur les pentes fortes des massifs montagneux. Mais avec l'ouverture de voies de pénétration la forêt pourrait éventuellement être transformée en forêt jardinée et exploitée rationnellement comme dans les zones montagneuses d'Europe, le climat paraissant très favorable aux résineux.

#### Groupe des sols d'apport colluvial.

##### Sous-groupe à mouchetures calcaires.

10 - Sols BRUN-JAUNE issus des granites (10 a et 10 b représentés uniquement sur la carte au 1/250.000).

Ces sols se développent sur colluvions de l'arène granitique, sur les glacis en pente douce au pied des chaos granitiques, dans la région d'Harar à Babile. Leur extension est de 905 km<sup>2</sup>. Les sols généralement peu cultivés portent une végétation à dominance de Terminalia browni (arbre à charbon) colonisée par place par le figuier de Barbarie.

Caractéristiques morphologiques et physico-chimiques :

Ces sols bruns (10 YR 4/3) à brun clair (7,5 YR 6/4) en surface et brun jaune (10 YR 5/8) en profondeur sont de texture sableuse à sables moyens et sables grossiers avec de nombreux petits graviers de quartz. La structure est particulière et l'ensemble du profil meuble.

L'épaisseur des sols varie en fonction de l'importance du colluvionnement. Peu épais dans la région d'Hadow (10a) ils dépassent par contre 3 m de profondeur en descendant sur les vallées de l'Erer, du Daketa et du Fafen (10 b); (voir détail sur les cartes au 1/250.000)

Le sol non calcaire dans les horizons supérieurs devient faiblement carbonaté en profondeur (1 à 2%). La ségrégation des carbonates se manifeste sous la forme de petites mouchetures blanches réparties uniformément. L'origine de cette accumulation faible du calcaire est liée à l'altération des plagioclases des granites situées en position plus haute.

La teneur en matière organique est moyenne et voisine de 2% mais à cause de la texture très sableuse du sol la pénétration se fait sur une épaisseur importante variant entre 30 et 50 cm.

Le taux d'azote inférieur à 1,5% est moyen;

les teneurs en potassium échangeable sont moyennes comprises entre 0,2 et 0,5 még/100 gr de terre;

Les réserves en phosphore sont moyennes 0,8% ;

le rapport  $\frac{N \text{ total}}{P_{25} \text{ total}}$  indique un déséquilibre nutritionnel au détriment du phosphore.

Aptitudes culturales et forestières :

L'intérêt économique de ces sols est fonction de leur épaisseur.

- pour les sols peu épais (10 a) le reboisement s'impose (région d'Hadow) Il apparaît d'autant plus nécessaire que ces sols font l'objet actuellement d'un déboisement intensif pour la fabrication du charbon de bois.

- pour les sols épais (10 b) : bordures des vallées de l'Erer, du Daketa et du Fafen, la mise en culture avec mécanisation est possible en tenant compte de la grande sensibilité de ces sols à l'érosion. Les labours et billonnages isohypses sont conseillés.

Le niveau de fertilité des sols est bas. Une fumure complète avec azote (urée, sulfate d'ammoniac ou nitrate d'ammoniac) phosphore (superphosphate de chaux) et potasse (chlorure de potasse) est nécessaire pour obtenir des rendements satisfaisants.

## B - CLASSE DES VERTISOLS.

### Classification :

Les vertisols sont des sols caractérisés par une texture très argileuse avec une dominance de minéraux de type 2/1 ce qui leur confère :

- des propriétés de gonflement et de rétraction caractéristiques de leur état hydrique qui provoquent l'apparition de fentes de retrait délimitant en profondeur une structure large de type prismatique avec faces de glissement nettes sur les éléments structuraux.

- une capacité d'échange élevée liée au type d'argile montmorillonitique et illitique.

Dans le Bassin du Wabi Shebelle les vertisols se développent toujours dans des conditions de drainage externe défavorables (position de cuvette ou de vaste plateau) et font partie de la sous-classe des vertisols à drainage externe réduit.

Les vertisols du Bassin sont en outre caractérisés par la présence d'un horizon supérieur à structure très divisée constituant un élément très favorable pour la mise en valeur et le travail de ces sols. Cet horizon à structure arrondie ou grumosolique de consistance friable permet de les classer en grumosols (niveau de la sous-classe).

Les vertisols ont été séparés en deux grands groupes en se basant sur la présence ou l'absence de calcaire dans le sol et accessoirement de gypse :

### Groupe carbonaté avec 2 sous-groupes :

- le sous-groupe à calcaire diffus et cristaux de gypse ; comprend les vertisols des zones chaudes où la pluviométrie est comprise entre 150 mm et 400 mm.

Ces sols sont représentés uniquement dans le Bas-Ogaden et principalement dans les deux grandes vallées du Wabi et du Fafen. Les conditions pédoclimatiques sont défavorables à la migration du calcaire. Le calcaire contenu au départ dans le matériau originel reste donc à l'état diffus c'est-à-dire non visible à l'œil. Par contre, le gypse plus soluble s'accumule de façon progressive à la base des profils sous la forme de cristaux.

- le sous-groupe à nodules calcaires : comprend les vertisols de la zone intermédiaire (Middle Belt) sous une pluviométrie comprise entre 400 mm et 700 mm où une accumulation de calcaire peut se produire sous forme de nodules mais où l'ensemble du profil reste encore calcaire.

Groupe calcique : avec un seul sous-groupe :

- le sous-groupe à nodules calcaires en profondeur : il comprend les vertisols des Hauts-plateaux dont l'altitude moyenne est de 2.500 m sous une pluviométrie comprise en 800 mm et 1.400 mm.

Ces sols sont caractérisés par une absence de calcaire dans la terre fine de tout le profil mais par une ségrégation du calcaire sous le forme de nodules souvent durcis, à une profondeur variable supérieure à un mètre ..

Dans ce cas la dynamique du calcaire est nette. Elle s'explique par un climat assez humide et surtout frais favorisant la décalcarification du profil et l'enrichissement des solutions du sol en calcium.

Le niveau d'accumulation calcaire correspond à la zone de battement d'une nappe saturée en bicarbonate de calcium qui précipité sous-forme de carbonate de calcium à la faveur d'un assèchement temporaires du milieu. C'est en fait un processus d'hydromorphie qui au lieu de se rapporter au fer concerne le calcium.

SOUS CLASSE DES VERTISOLS GRUMOSOLIQUES à drainage externe réduit.

Groupe carbonaté .

- sous-groupe à calcaire diffus et cristaux de gypse.

#### 11. Vertisols BRUNS , issus des basaltes de l'Ogaden.

Ils s'étendent sur une faible surface 545 km<sup>2</sup> environ au pied des collines basaltiques qui affleurent dans le substratum sédimentaire dans les régions de Degah-Medo et de El-Har principalement. Ils occupent des positions de cuvettes inondables en saison des pluies et sont souvent associés dans la région Fik., Degah Medo avec des sols à horizon mélanique (famille 28) sur les bas de pente. Dans la région de Fik l'extension de ces vertisols est faible. Ils ne sont délimités que sur la carte au 1/250.000 .

Caractéristiques morphologiques et physico-chimiques :

Ces sols brun foncé (7,5 YR 4/4) en surface à brun rouge (5 YR 4/4) en profondeur sont argileux. Les caractères vertiques sont nets en profondeur avec des faces de glissement bien visibles. L'horizon supérieur à structure grenue ou subangulaire est généralement épais. L'ensemble de la couche friable du sol peut atteindre 80 cm d'épaisseur.

L'ensemble du sol est calcaire de (20 à 24%). On ne note pas d'accumulation calcaire en profondeur mais seulement une individualisation du gypse sous forme de cristaux d'ailleurs peu nombreux.

Les teneurs en matière organique sont faibles 1,4% sur 80 cm ainsi que les teneurs en azote 0,5% dans les horizons supérieurs.

Le pH est voisin de 8,0.

Les teneurs en potassium échangeable sont élevées 0,4 à 0,8 mé/100 g. de terre.

La concentration en chlorure de sodium de la solution du sol est faible en profondeur 0,4 g./100 g. de terre.

Les teneurs en phosphore totale sont très élevées dans les horizons supérieurs 2,8% mais le rapport  $\frac{N \text{ total}}{P_{205} \text{ total}}$  est nettement inférieur à 1,

indiquant un déséquilibre important au détriment de l'azote.

#### Aptitudes culturales et pastorales:

La situation en cuvette qui caractérise ces sols et leur forte capacité de rétention en eau sont favorables aux cultures vivrières comme le sorgho, leur productivité pourrait être augmentée par le système du quadrillage avec des levées de terre isohyphes (voir chapitre VI. D) pour éviter les pertes d'eau par ruissellement et par des apports d'engrais azotés (sulfate d'ammoniac).

Ils constituent également de bons pâturages semi-permanents.

#### 12. Vertisols sur alluvions BRUN-ROUGE, issues des calcaires de Kebri-Dahar, de Mustahil et de la formation gypseuse principale.

Ils s'étendent sur une surface de 1.411 km<sup>2</sup> dans le Bas-Ogaden. Ils occupent - soit des dépressions (régions de Danan et de Segeg).

- soit des zones alluviales (alluvions de la Vallée du Fafen au Nord et au Sud de Shekosh, alluvions de certains affluents de la rive Nord du Wabi: oued Bu-Y en particulier).

Dans les deux cas ces zones sont périodiquement inondées par les crues des oueds.

Morphologie : dépression de Danan - tapis graminéen dense - quelques grands mimosas - à 300 m culture de sorgho.

0 - 30 cm : Brun jaune (10 YR 5/6); limono-argileux; grenu; friable.

30 -100 cm : Brun jaune (5 YR 5/4); limono-argileux; quelques fentes de retrait débits grossiers à tendance prismatique avec quelques faces de glissement.

100 cm + même type d'horizon avec petits cristaux de gypse.

Caractéristiques physico-chimiques :

groupe de sol	prof. cm	Texture	Structure	CO <sub>3</sub> Ca %	matière orga. nique %	N ‰	C/N	pH	Cond. ext. saturé mmhos/cm	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰
	0-30	1 a	gr	20	3,6	2,0	15	8,0	3	1,1
12	30-100	1 a	pr	22	1,7	1,0	10	8,0	4	1,1
	100 +	1 a	pr	20	1,4	0,6	13	8,2	22	1,1

Les sols brun jaune (10 YR 5/6) en surface à brun rouge (5 YR 5/4) en profondeur sont de texture lourde limono-argileux.

- La structure grenue sur 30 cm donne une grande friabilité à l'horizon supérieur.

- En dessous de 30 cm la structure devient prismatique, mais avec des faces de glissement pas très nettes.

Les horizons sont souvent interstratifiés mais à dominance argilo-limonouse, de nombreux cristaux de gypse apparaissent vers 100 cm, les teneurs en calcaire sont élevées dans l'ensemble du sol, les teneurs en matière organique sont relativement élevées pour la zone considérée et s'explique par le développement d'une végétation graminéenne importante liée aux inondations périodiques.

Le taux d'azote est moyen et le rapport C/N très bas indique un humus calcique évolué se minéralisant rapidement.

Le pH est élevé et alcalin mais on n'observe pas de signe d'alcalisation du profil. Cependant la conductivité de l'extrait saturé faible jusqu'à 100 cm augmente fortement en dessous, ce qui indique une forte teneur en chlorure dans la zone de battement habituel de la nappe pendant la saison des pluies. N'oublions pas que les eaux d'inondation, provenant des oueds sont chargées en sels solubles dont l'origine se trouve dans les matériaux gypseux environnants.

Les réserves en phosphore sont moyennes.

Le rapport  $\frac{N \text{ total}}{P_2O_5 \text{ total}}$  indique un déséquilibre au détriment de l'azote.

#### Aptitudes culturales et pastorales :

Les zones occupées par ces vertisols constituent avec les sols de la famille 51 les seuls endroits où la culture soit possible dans le Bas-Ogaden ceci grâce aux inondations temporaires des oueds.

Une partie de ces zones est déjà cultivée par les nomades somalis en culture de décrue mais on peut espérer des augmentations de rendement :

- en adoptant des variétés sélectionnées de sorgho plus productives et résistant bien à la salure de profondeur.

- par une répartition plus judicieuse des eaux d'inondations par un quadrillage de petites levées de terre isohypses et par l'orientation du flot d'inondation. (Voir chapitre VI D).

Sur le plan pastoral ces zones constituent d'excellents pâturages quasi-permanents mais dont l'amélioration est nécessaire sur le plan de la qualité fourragère.

### 13. Vertisols sur alluvions BRUNES du Wabi (13a) et de Fafen (13b) \*

Ces vertisols se développent dans la Basse Vallée du Wabi Shebelle entre Imi et Ferfer sur une surface de 1.268 km<sup>2</sup> environ et dans la basse Vallée du Fafen au sud de Koraha sur une surface de 887 km<sup>2</sup> environ.

Formés sur des alluvions d'origine basaltique, ils occupent des zones déprimées faiblement ou moyennement inondables, parfois actuellement non inondables. La végétation est constituée principalement d'un couvert graminéen plus ou moins dense en fonction de l'intensité et de la durée des inondations avec par place une forêt claire à grands Acacias.

---

\* L'étude de ces sols est reprise en détail notamment dans le rapport concernant l'étude et la mise en valeur des sols dans la Basse Vallée du Wabi Shebelle.

Morphologie : profil observé dans la vallée du Fafen à 11 km au Sud-Est du pont de Korahé.

Graminées denses - microrelief gilgai important avec fentes de retraits jusqu'en surface de 5 à 10 cm de largeur.

- 0 - 20 cm : Brun (10 YR 5/3) argilo-sableux fin grumeleux ; friable
- 20 - 90 cm : Brun jaunâtre (10 YR 5/4) argilo-sableux fin ; fentes de retrait ; dans tous les sens, donnant des polyèdres prismatiques friables ; ensemble friable .
- 90 cm + : Brun rougeâtre (5 YR 4/4) argileux ; polyèdres moyens friables à tendance prismatique avec faces de glissements ; petits cristaux de gypse peu nombreux ; compact<sup>1</sup> .

Caractéristiques physico-chimiques moyennes :

groupe de sol	prof: cm	Tex-: ture	Struc: ture	CO <sub>3</sub> Ca %	matière: orga- nique %	N %	C/N	pH	Conducti. : ext. sat. mmhos/cm	K <sup>+</sup> : mé / 100g	Na <sup>+</sup> : mé / 100g	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : total %
	0-30	a.	gr.	19	2,4	1,2	12	8,1	2,1	1,4	0,3	1,9
13	30-80	a.	pr.	20	1,0	0,5	12	8,0	4,1	0,9	0,5	1,8
	80 cm +	a.	pr.	19	0,8	0,4	11	7,9	7,7	0,7	1,1	1,8

Ces sols argileux à très argileux présentent un horizon de surface grumeleux à grenu de 30 cm d'épaisseur en moyenne, de consistance très friable qui recouvre un horizon à structure prismatique moyenne à large devenant très compact en profondeur. Les faces de glissements sont le plus souvent nettes et les fentes de retrait peuvent atteindre 3 à 10 cm de largeur. Le microrelief gilgai est très marqué en surface.

Vers 80 cm de profondeur on observe une accumulation progressive de gypse sous forme de cristaux.

Les teneurs en calcaire sont moyennes et voisines de 20% dans tout le profil.

Les teneurs en matière organique sont élevées pour la zone climatique considérée dans l'horizon 0-30 cm ce qui est lié à l'importance de la couverture végétale (inondations).

Les teneurs en azote sont moyennes et le C/N bas indique un humus à minéralisation rapide.

Le pH est voisin de 8,0 et l'on ne note pas de signe d'alcalisation du milieu.

La conductivité de l'extrait saturé augmente avec la profondeur jusqu'à 7,7 mmhos/cm en moyenne ce qui correspond à une teneur en chlorure de sodium de 1 g. / 1000 g. de terre. Cette teneur est faible et correspond à une salinisation réduite du sol en profondeur.

Les teneurs en potassium échangeable sont élevées.

Les réserves en phosphore sont également élevées.

Le rapport  $\frac{N \text{ total}}{P_2O_5 \text{ total}}$  inférieur à 1 indique une très nette déficience en azote.

#### Aptitudes culturales et pastorales :

Dans la vallée du Wabi Shebelle ces sols sont très favorables pour l'irrigation, plus particulièrement pour le coton, la canne à sucre, le riz et les pâturages artificiels (voir rapport sur la Basse Vallée du Wabi Shebelle).

Dans la vallée du Fafen l'utilisation rationnelle des eaux de crue doit permettre une prolongation de la durée des pâturages dans la région de Korahe et Dobawein et d'améliorer les rendements des cultures vivrières dans la plaine de Korahe (région de Maharafo).

#### 14. Vertisols sur alluvions BRUNES du Borale et du Haut-Fafen.

Ils s'étendent sur une surface de 710 km<sup>2</sup> environ dans les vallées supérieures du Borale et du Fafen où ils correspondent aux plaines d'inondation maximum de ces deux rivières.

La végétation naturelle est constituée par une forêt assez dense à grands Acacia avec couvert graminéen dense à la surface du sol.

Les sols se développent sur des alluvions brunes provenant d'un mélange de produits d'altérations des granites et des basaltes qui se trouvent en amont.

Caractéristiques morphologiques et physico-chimiques :

Ces sols brun foncé (7,5 YR 4/4) très argileux ont un horizon à structure grenue : peu développée en surface 10 cm au maximum. En dessous, une structure prismatique grossière se développe avec des faces de glissements très nettes dans les horizons argileux donnant un ensemble très compact. Par contre dans les niveaux sableux interstratifiés qui sont fréquents la structure est particulière et donne une consistance friable à l'horizon. On note parfois à la base du profil vers 2 m, des taches calcaires et quelques cristaux de gypse.

L'ensemble du sol est peu calcaire.

Aptitudes culturales et pastorales :

La mise en culture de ces sols est délicate à cause des inondations mais surtout de la faiblesse de l'épaisseur de l'horizon grumeleux qui rend le travail du sol difficile.

Cependant ces vertisols constituent de très bons pâturages, longtemps après les inondations, pour le bétail local ou pour le cheptel en transit du Sud vers les marchés du Nord.

- Sous-groupe à amas et nodules calcaires.

15 . Vertisols BRUNS, issus des calcaires de Kebri-Dahar.

Ces vertisols sont très étendus dans le Nord du Bassin à une altitude moyenne comprise entre 1.200 et 1.800 m sous une pluviométrie voisine de 600 mm. Ils occupent une surface de 6.340 km<sup>2</sup> et sont plus particulièrement représentés dans la région de Jijiga, entre Babile et Fik, Midegalola, entre Ramis et l'Areri entre Wabi et Mojo, au Sud de Boke-Tiko, entre l'Ungwata et le Siyanan où ils s'étendent sur de vastes plateaux très plats ou très mollement ondulés, constitués par la formation géologique des calcaires de Kebri-Dahar. La végétation est soit uniquement graminéenne (zone de Jijiga) ou à bush dense à dominance de petits acacias (Nord-Fik).

Morphologie :

Profil type : à 21 km de Jijiga piste de Degahbour, végétation graminéenne surpaturée - quelques petits acacias par place.

0 - 30 cm : Brun (10 YR 5/3) argileux sableux très fin ; structure grenue grossière moyenne et fine très développée ; sec très friable ; chevelu radiculaire très abondant ; transition graduelle et régulière avec

- 30 - 60 cm : Brun (10 YR 5/3) argileux ; fentes de retrait verticales délimitant une structure prismatique peu développée avec faces de glissement peu nettes ; polyédres très friables donnant une structure polyédrique émoussée à grenue moyenne fine et grossière très développée ; un peu humide friable ; chevelu radiculaire dense ; quelques graviers calcaires émoussés de 0,2 à 0,5 cm ; transition graduelle avec
- 60 - 100 cm : Brun foncé (7,5 YR 3/2) argileux ; structure prismatique moyenne bien développée avec faces de glissement très nettes ; un peu humide ; compact ; chevelu radiculaire plus rare ; quelques graviers calcaires de 0,2 à 0,5 cm ; transition brève avec
- 100 - 160 cm : Brun (7,5 YR 3/2) bariolé de brun rouge (5 YR 5/3) argileux ; structure prismatique moyenne avec faces de glissement nettes ; nombreuses concrétions calcaires blanches de 0,5 cm en moyenne très friables donnant une poudre blanche ; un peu humide ; très compact ; quelques radicules ; passage brutal à
- 160 cm + encroûtement calcaire dur de type nodulaire.

Caractéristiques physicochimiques :

de sol	Profon. cm	texture	struc- ture	CO <sub>3</sub> Ca %	matière organique %	N %	C/N	pH	T mé/100g	K <sup>+</sup> mé/100g	Na <sup>+</sup> mé/100g	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %
	0-30	a stf	gr.	20	3,6	2,0	15	8,0	57	1,0	1,7	1,4
15	30-100	a	pol.ém gr.	22	1,7	1,0	10	8,0	62	0,7	2,6	1,2
	100-150	a	pr.	20	1,4	0,6	13	8,2	57	0,6	3,0	1,0

Ces sols bruns à brun foncé sont à dominance argileuse :

- l'horizon granulaire friable est épais : 30 cm.
- le passage à l'horizon prismatique à 60 cm avec faces de glissement nettes, très compact se produit progressivement par un horizon de transition à structure prismatique peu marquée mais qui reste friable et très pénétré par le système radiculaire des graminées.

Ces vertisols présentent toujours une croûte calcaire à nodules fortement cimentés que l'on retrouve soit sur la dalle de calcaire en place (région de

Babile , Fik, Midegalola), soit sur une altération calcaire friable (zone de Jijiga) L'origine de cette croûte calcaire sera discutée lors de la description des sols à encroûtement calcaire (famille de sols 35. ).

Au-dessous de cette croûte peu perméable une ségrégation calcaire sous forme de nodules friables est observée.

- L'ensemble du sol est calcaire (20% en moyenne). La pluviométrie est donc insuffisante pour décalcarifier les horizons supérieurs mais l'apparition d'une nappe suspendue au-dessus de la croûte pendant la saison des pluies provoque la formation de nodules friables.

- Les teneurs en matière organique qui sont élevées dans l'horizon supérieur 3,6% , encore moyennes en profondeur 1,4%, sont dues à l'importance du couvert graminéen même lorsque les associations arbustives sont dominantes.

Les teneurs en azote élevées en surface et le C/N compris entre 15 et 13 indiquent une bonne minéralisation de la matière organique.

Le pH est voisin de 8,0 .

La capacité d'échange est élevée ce qui caractérise un type d'argile montmorillonitique.

Le complexe absorbant est saturé en bases.

Les teneurs en potassium échangeable sont élevées en surface et en profondeur.

Par contre les teneurs en sodium échangeable sont relativement élevées en profondeur mais n'affectent pas la fertilité du sol. Les réserves en phosphore sont moyennes. Le rapport  $\frac{N \text{ total}}{P_{205} \text{ total}}$  inférieur ou voisin de 1 indique un déséquilibre au détriment de l'azote.

#### Aptitudes culturales :

Ces sols présentent un grand intérêt sur le plan agricole car ils constituent la principale catégorie de sols susceptible d'être utilisée pour l'agriculture en "dry farming" pour l'extension des cultures du Nord vers le Sud (voir détail sur cartes des sols au 1/250.000). Encore très peu cultivés et malgré une pluviométrie relativement faible 500 à 600 mm ces sols méritent une grande attention par :

- leur capacité de rétention en eau importante liée à la texture argileuse.
- un horizon grenu en surface facilitant les façons culturales.
- des défrichements qui restent très légers, spécialement dans la région de Jijiga où la végétation est essentiellement graminéenne.

- l'extension importante des sols <sup>qui</sup> permet l'installation de grandes fermes mécanisées.

La principale culture envisageable est le sorgho avec des variétés adaptées aux conditions climatiques locales.

Sur le plan de la fertilité les sols sont très pauvres en azote. Des apports fractionnés d'engrais (urée, sulfate ou nitrate d'ammonium et nitrate de calcium à la fin des pluies) devraient permettre d'améliorer substantiellement les rendements, les autres éléments majeurs (K et  $P_2O_5$ ) étant à des niveaux moyens à élevés.

L'installation de brise-vent sera nécessaire dans la plupart des cas pour améliorer le bilan hydrique du sol et limiter les actions mécaniques du vent sur les plantes.

Groupe calcique -  
- sous-groupe à nodules calcaires en profondeur .

16 . Vertisols BRUN ROUGE, issu des basaltes des plateaux et des grès de Gesom

Ils s'étendent sur une surface de 710 km<sup>2</sup> essentiellement dans la région de Lege-Hida. Ils sont formés sur des colluvions provenant du démantèlement de matériaux basaltique et gréseux des plateaux de Lege-Hida. Ils portent une forêt de grands Acacia avec un couvert graminéen dense. L'altitude moyenne est de 1.500 mètres et la pluviométrie comprise entre 600 et 800 mm.

Morphologie :

Piste de Lege-Hida au fleuve Wabi - Tapis graminéen dense - quelques grands Acacia sp.

- 0 - 30 cm : Brun rouge foncé (2,5 YR 3/4) argileux ; grenu ; friable.  
30 - 140 cm : Brun rouge foncé (2,5 YR 3/6) argileux prismatique moyen à grossier  
Fentes de retrait et faces de glissement nettes ; compact.  
140 cm + : même type d'horizon mais avec de nombreux nodules calcaires.

groupe de sol	prof. cm	texture	structure	CO <sub>2</sub> Ca %	matière organique %	N %	C/N	pH	Ca ++ mé / 100g	Mg ++ mé / 100g	K + mé / 100g	Na + mé / 100g	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %
	0-30	a	gr.	0	3,4	1,3	15	6,7	11,2	7,1	0,5	0,15	0,65
16	30-140	a	pr.	0	1,6	0,7	12	6,7	15,8	6,5	0,35	0,50	0,65
	140 +	a	pr.	2,6	0,7	0,5	8	8,1	-	-	0,50	0,35	0,4

### Caractéristiques physico-chimiques :

De couleur brun rouge foncé ces sols argileux à argileux lourd ont un horizon de surface grenu épais (30 cm en moyenne). En-dessous une structure prismatique moyenne avec faces de glissement nettes se développe déterminant une forte compacité.

La terre fine des sols n'est pas calcaire sauf au niveau du concrétionnement calcaire où elle est voisine de 2,6 %.

Les teneurs en matière organique élevées dans les horizons supérieurs décroissent avec la profondeur. Par contre les teneurs en azote restent moyennes.

Le pH est légèrement acide dans les horizons calciques mais il devient basique en profondeur au niveau de l'accumulation.

Le sol est donc pratiquement saturé en bases.

Le rapport  $\text{Ca/Mg}$  est correct.

Les teneurs en potassium échangeable sont moyennes ainsi que les réserves en phosphore.

Le rapport  $\frac{\text{N total}}{\text{P}_{205} \text{ total}}$  est légèrement supérieur à 2 en surface ce qui indique

que l'équilibre nutritionnel est bon entre les deux éléments mais les niveaux d'azote et de phosphore sont moyens.

### Aptitudes culturales et pastorales :

- Compte tenu de la pluviométrie et de leur capacité de rétention importante les vertisols sont très favorables à la culture, en particulier du sorgho et du maïs. Actuellement peu cultivés sauf par place entre Lege-Hida et le Wabi ils constituent une zone d'extension possible des cultures importantes en "dry forming".

- Des apports d'engrais phosphatés (super-phosphates) et azotés (urée, sulfate d'ammonium ou ammonitrate) sont recommandés.

- Cette zone est également très favorable aux pâturages pendant une longue période de l'année.

### 17. Vertisols BRUN ROUGE, issu des basaltes des plateaux.

Ces sols occupent une surface de 1.382 km<sup>2</sup> au Nord de Sebre-Dollo et dans les régions de Lege-Hida et Dara-Gudo. Ils se développent sur des plateaux basaltiques mollement ondulés d'altitude moyenne 1.700 m qui constituent le dernier palier basaltique surplombant les formations sédimentaires de l'Ogaden. La végétation est à dominance d'oliviers sauvages avec un tapis graminéen dense, on y observe également quelques euphorbes. La pluviométrie est voisine de 800 mm.

Morphologie :

Profil observé sur le plateau de Lege-Hida

- 0- 40 cm : Brun rouge foncé (5 YR 3/3); argileux ; grenu à tendance polyédrique vers la base très développé; friable .
- 40 - 140 cm : Brun rouge (5 YR 4/3); argileux ; fentes de retrait jusqu'à 3 cm de largeur ; prismatique avec faces de glissements ; compact .
- 140 - 160 cm : même type d'horizon avec 30% de nodules calcaires .
- 160 cm et + : dalle de balsate .

La profondeur de la dalle varie avec la position topographique , elle affleure sur les pentes ou sur les points les plus hauts des plateaux alors qu'elle est profonde dans les zones colluviales.

Caractéristiques physico-chimiques :

groupe de sol	prof. cm	texture	structure	CO <sub>3</sub> Ca %	matière organique %	N %	C/N	pH	Ca ++ mé / 100g	Mg ++ mé / 100g	K + mé / 100g	Na + mé / 100g	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %
	0-40	a.	gr.	0	4,9	2,3	12	6,8	15,8	8,5	2,0	0,10	0,9
17	40-140	a.	pr.	0	1,5	0,7	11	7,1	25,5	4,0	0,6	0,20	0,5
	140 +	a.	pr.	2,3	-	-	-	8,0	-	-	0,6	0,30	0,5

Les sols brun rouge foncé à brun rouge très argileux (plus de 50% d'argile en moyenne) ont un horizon très friable en surface développé sur 40 cm d'épaisseur. Par contre les horizons profonds ont une structure prismatique large avec des faces de glissement nettes et des fentes de retrait importantes. En-dessus du niveau basaltique les nodules calcaires sont abondants.

L'ensemble de la terre fine n'est pas calcaire sauf au niveau du concrétionnement calcaire où sa teneur est faible.

Les teneurs en matière organique sont élevées dans l'horizon supérieur et elles décroissent régulièrement avec la profondeur. Il en est de même du taux d'azote

Le pH légèrement acide neutre dans les horizons non calcaires devient nettement basique dans l'horizon à nodules calcaires.

Cependant les horizons non calcaires du sol sont saturés en bases.

Le rapport Ca/mg est correct.

Le potassium échangeable est très élevé sur 40 cm et encore à un bon niveau en dessous.

Les réserves en phosphore total sont élevées en surface et moyennes en profondeur

Le rapport  $\frac{N \text{ total}}{P_2O_5 \text{ total}}$  indique un bon équilibre nutritionnel entre ces deux éléments.

#### Aptitudes culturales :

Au même titre que les sols précédents ces sols sont très intéressants sur le plan agricole.

Largement cultivés au Nord de Sebre Dollo ils le sont par contre fort peu sur le plateau de Legehida.

De bonnes possibilités concernant le café et les cultures vivrières: blé, maïs, sorgho existent dans cette région.

Sur le plan de la fertilité des sols une fumure minérale combinant l'azote (urée, ammonitrate) et le phosphore, (superphosphate de chaux) est susceptible d'augmenter sensiblement les rendements.

#### 18. Vertisols GRIS-NOIR, issus des basaltes des plateaux.

Ces vertisols (encore appelés - à tort - "black cotton soils") sont bien connus sur les plateaux éthiopiens où ils constituent le type de sol le plus représenté.

Ils s'étendent dans la partie ouest du Bassin sur une surface de 3000 km<sup>2</sup> environ à une altitude moyenne de 2500 m. Ils occupent :

- d'une part, les vastes plateaux qui dominent "la chola" dans la région d'Arussi (localités de Robi, Gobessa, Sedika, Indetu) au Nord du Wabi et dans la région de Gassara (Nord-Balé) au Sud du Wabi.

- d'autre part, les bas glacis et les zones collinaires mollement ondulées au pied des Monts Kakka et Enkolo et de la chaîne d'Arene (région d'Adaba).

Dans ces régions densément peuplées cultures et paturages ont fait disparaître complètement la végétation naturelle. Seules les zones alluviales bordant les cours d'eau portent un peuplement presque pur de grands Acacia (Acacia Xiphocarpa ?) dans les régions d'Adaba et de Gobessa notamment.

Morphologie :

profil observé à 13,5 km de Robi sur la piste Robi-Dixis.

position de mi-pente faible d'ondulation molle sur plateau - coupe naturelle - culture d'orge.

- 0 - 8 cm : Gris noir (2,5 YR 4/1); argileux grumeleux à grenu bien développé ; sec friable ; radicelles nombreuses ; transition brève et régulière avec
- 8 - 70 cm : Gris noir (2,5 YR 4/1) argileux lourd ; fentes de retrait dans tous les sens délimitant une structure prismatique moyenne avec faces striées sur les prismes ; sec ferme à assez friable ; radicelles assez nombreuses ; transition graduelle et régulière avec
- 70 - 180 cm : gris noir (2,5 YR 4/1); argileux lourd ; fentes de retrait verticales délimitant une structure prismatique très grossière ; faces de glissement nettes et brillantes ; sec compact ; quelques radicelles ; transition graduelle avec
- 180 - 300 cm : gris olive (5 YR 5/2) argileux lourd ; petites fentes de retrait délimitant une structure prismatique très grossière avec fentes en coin caractéristiques ; faces de glissement nettes et très brillantes ; un peu humide compact ; pas de radicelles ; quelques concrétions calcaires à la base ; passage brutal à
- 300 cm + dalle de basalte en place à altération scoriacée.

L'épaisseur du sol varie en fonction de la position topographique de celui-ci.

Son épaisseur est généralement faible au sommet des ondulations. La dalle de basalte se trouve alors en moyenne vers 1,5 m mais souvent on trouve en surface des boules de basalte éparses. Cette épaisseur augmente en descendant les pentes faibles à mesure que le colluvionnement devient plus important. Le basalte se retrouve alors fréquemment à plus de 3 m de profondeur.

L'importance de l'accumulation du calcaire en profondeur est également variable et dépend des conditions de drainage interne du sol. Si l'hydromorphie est faible en profondeur le concrétionnement reste peu important (cas du profil décrit) ; par contre si l'engorgement temporaire du sol est plus important le stade de début de formation d'un encroûtement calcaire peut être atteint. (visible dans les coupes d'érosion entre Dodola et Adaba).

Caractéristiques physico-chimiques :

Groupe de sol	Profon. cm	texture	Struc- ture	CO <sub>3</sub> Ca %	matière organique %	N %	C/N	pH	T mé/ 100 g	BE mé/ 100 g	V %	Ca ++ méq/ 100gr	Mg ++ mé/ 100g	K + mé/ 100g	Na + mé/ 100g	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %
	0-20	a.	gr.	0	8,2	2,8	15	6,0	35	36	1,0	25	9,8	1,0	0,2	0,9
1B	20-100	a.	pr.	0	2,2	1,0	13	6,8	45	47	1,0	34,8	12	0,7	0,5	0,8
	100 +	a.	pr.	2,0	1,0	0,4	10	7,9	46					0,6	1,0	0,6

Ces sols gris noir ont une texture argileuse lourde avec un taux d'argile compris entre 40 et 70% .

La structure de l'horizon de surface est toujours grenue. mais son épaisseur varie de 10 à 30 cm en fonction des profils observés. Par contre, les horizons sous-jacents ont une structure prismatique large leur conférant une très grande compacité.

La couleur gris olive fréquemment observée en profondeur peut être liée aux conditions d'hydromorphie régnant à ce niveau.

Le carbonate de calcium est présent uniquement à la base du profil avec une teneur de 2% en moyenne.

Les teneurs en matière organique sont élevées en surface <sup>avec</sup> 8,2% mais elle pénètre profondément le sol puisqu'on en trouve encore 2,2% entre 20 et 100 cm.

Le taux d'azote est élevé en surface et le rapport C/N moyen indiquent la présence d'un humus se dégradant lentement.

Le pH est acide en surface 6,0 mais devient rapidement neutre et même faiblement basique dans l'horizon d'accumulation calcaire.

La capacité d'échange élevée dénote la présence <sup>de</sup> montmorillonite caractéristique des vertisols.

Le taux de saturation est voisin de 1. Le calcium échangeable domine largement ce qui permet de les classer dans les vertisols calciques.

Le rapport Ca/Mg est correct.

Les taux de potassium échangeable sont élevés dans tout le profil.

Les réserves en phosphore sont élevées en surface et moyennes en profondeur.

Le rapport  $\frac{N \text{ total}}{P_2O_5 \text{ total}}$  voisin de 3 en surface tombe à 1 à moyenne profondeur.

$P_2O_5 \text{ total}$

Il y a donc déséquilibre nutritionnel au dépens de l'azote.

#### Aptitudes culturales et pastorales :

Ces sols sont très cultivés sur les Hauts-Plateaux. La culture alterne avec la jachère qui sert de pâturage. Les cultures les plus pratiquées sont le blé, l'orge le lin, les petits pois ainsi que les différentes cultures légumières.

Ces sols ont un potentiel de fertilité élevé. Une augmentation nette des rendements peut être obtenue:

- par amélioration des techniques culturales, notamment par introduction des méthodes modernes de labour et de hersage.

- en introduisant des variétés, notamment de céréales plus productives, choisies après essai dans les conditions locales.
- en supprimant la jachère et en la remplaçant par des pâturages artificiels
- par l'utilisation modérée d'engrais azotés qui sont susceptibles de "marquer" fortement les rendements sur ces types de sols (urée, sulfate d'ammonium, ammonitrates et même nitrate de chaux).

#### 19. Vertisols GRIS NOIR, issus des basaltes des plateaux avec recouvrement cendreux.

Ces sols diffèrent des vertisols précédents par la présence d'un niveau cendreux recouvrant l'altération gris noir argileuse des basaltes. Son origine est liée aux éruptions quaternaires dans les bassins de l'Awash et de la Rift Valley qui ont contribué au saupoudrage de certaines zones par des éléments volcaniques cendreux et des ponces. Ces sols sont largement dominants dans les régions de Kula Adaba et plus au sud entre Kofele et Dodola où ils occupent une surface totale de 2.356 km<sup>2</sup> environ.

##### Morphologie :

Carrefour de piste de Kofele , Dodola et piste d'Assassa. Pelouse discontinue à Pennisetum shumperi.

- 0 - 30 cm : Gris devenant blanc vers la base (10 YR 7/1); sable très fin; grumeleux à tendance particulaire; ensemble à consistance farineuse friable; sec; petites radicules assez nombreuses; petites mouchetures rouilles très nombreuses en surface; à la base nombreuses concrétions ferrugineuses rondes ou irrégulières bien durcies; Passage brutal et ondulé à
- 30 - 75 cm : Gris noir (2,5 YR 4/1) argileux lourd; fentes de retrait de 0,5 à 1 cm délimitant une structure prismatique grossière avec quelques faces de glissement; encore des radicules; un peu humide compact; transition graduelle et régulière à
- 75 - 140 cm : Gris olive (5 YR 5/2) argileux lourd; fentes de retrait de 1 à 2 cm délimitant une structure prismatique très grossière à faces de glissement nettes. ensemble friable à sec et en humide; passage brutal à
- 140 cm + matériau jaune riche en ponces.

N.B. - L'horizon de profondeur n'est pas issu de basalte celui-ci pouvant être surmonté d'une faible épaisseur de matériau tuffacé. Toutefois l'origine basaltique des horizons 30- 140cm. ne fait aucun doute.

Caractéristiques physico-chimiques :

Coupe le sol	Prof. cm	: tex- : ture :	: struc- : ture :	: CO <sub>3</sub> Ca : % :	Matière			: pH :	: Ca <sup>++</sup> : mé./ : 100g :	: Mg <sup>++</sup> : mé./ : 100 g :	: K <sup>+</sup> : mé./ : 100 g :	: Na <sup>+</sup> : mé./ : 100g :	: P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : total : % :
					: orga- : nique :	: N % :	: C/N :						
	: 0-30	: a.	: p.	: 0	: 4,6	: 1,8	: 15	: 6,0	: 8,0	: 22,0	: 0,30	: 0,2	: 1,4
19	: 30-140	: a.	: pr.	: 0	: 0,7	: 0,58	: 12	: 7,0	: 27,0	: 22	: 1,8	: 2,4	: 1,4
	: 140 +	: a.	: pr.	: 11	:	:	:	: 7,1	: 11,0	: 11,0	: 0,6	: 0,7	: 1,2

Ces sols gris en surface avec une texture sableuse très fine et gris noir à la base avec une texture très argileuse se développent en fait sur un matériau polyphasé avec deux types de pédogenèse :

- dans les horizons argileux en profondeur développement de caractères verticaux propres au matériau argileux de type montmorillonite.

- dans l'horizon de surface à sables très fins : apparition de caractères hydromorphes liés à des processus d'engorgement et de dessiccation particulièrement nets au contact de matériaux à textures très différentes : ils se traduisent par la formation de concrétions ferrugineuses à la base de l'horizon (zone maximum d'hydromorphie) et de mouchetures en surface où l'engorgement est plus faible.

Les sols ne sont pas calcaires sauf au niveau du concrétionnement calcaire en profondeur où l'on note 1% de carbonate de calcium dans la terre fine.

Le taux de matière organique est élevé dans l'horizon gris de surface mais il baisse rapidement en profondeur. Il en est de même des teneurs en azote.

Le pH est acide entre 0 et 30 cm mais devient neutre en profondeur.

Le rapport Ca/Mg est déséquilibré au détriment du calcium dans l'horizon de surface et voisin de 1 en profondeur.

Le potassium échangeable est très faible dans l'horizon supérieur et élevé en dessous.

Les réserves en phosphore total sont élevées.

Le rapport  $\frac{N \text{ total}}{P_{2}O_{5} \text{ total}}$  voisin de 1 indique une carence en azote vis à vis des réserves en phosphore.

### Aptitudes culturales et pastorales :

Les aptitudes culturales de ces sols sont très médiocres car la présence de l'horizon cendreau en surface modifie dans un sens très défavorable les qualités du sol :

Cet horizon est gorgé d'eau pendant la saison des pluies à cause de la présence à faible profondeur du niveau argileux mais en saison sèche il devient rapidement sec par suite de la faible capacité de rétention en eau des cendres. De plus celui-ci est acide et présente un déséquilibre important au détriment du calcium vis à vis du magnésium.

Ces sols qui constituent actuellement de maigres zones de parcours pour le bétail peuvent être transformés en pâturages de bonne qualité :

- en corrigeant le pH du sol et en améliorant la balance Ca/Mg par chaulage ou apport d'engrais riches en chaux (nitrate de chaux principalement)
- par l'introduction de plantes fourragères adaptées.
- par des apports de fertilisants surtout azote et potasse sous forme de nitrate de chaux, urée, ammonitrate, chlorure de potassium.

### 20. Vertisols sur alluvions GRIS NOIR issus des calcaires de Kebri Dahar.

Ces sols dont l'extension est faible 311 km<sup>2</sup> occupent les vallées à fond plat dans les régions de Hirna Kuni, Bedessa et Gelemiso. Ils sont formés sur des alluvions principalement issues des calcaires de Kebri Dahar et pour une plus faible part des basaltes.

### Caractéristiques morphologiques et physico-chimiques :

Les sols gris noir (2,5 YR 4/1) argileux ont un horizon grumeleux très développé sur 20 à 40 cm d'épaisseur. En dessous on note un horizon à structure prismatique plus ou moins large mais qui n'est pas toujours nette. Les nodules calcaires sont généralement abondants vers 1,2 m.

Ces sols ont un pH neutre et sont saturés en bases.

### Aptitudes culturales :

Les sols sont très favorables à la culture et principalement aux cultures céréalières qui sont largement pratiquées sur ces sols.

C CLASSE DES ANDOSOLS.

21. Andosols différenciés, désaturés, mélaniques GRIS , issus des basaltes des massifs montagneux .

Les andosols se développent à partir de 3200 m d'altitude sur les hautes chaînes de montagnes qui limitent le bassin à l'Ouest et au Sud et qui sont jalonnées par les sommets suivants : Kaka, Enkolo, Galama, Boraluku Erosa, Bada et Gugu à l'Ouest (province d'Arussi) et Gorte, Korduro, Somkaru, Beranta et Crara Arewa au Sud (Nord-Bale)

Ils couvrent toute l'aire d'extension de l'étage botanique à Ericacées et à Alchemilla auxquels s'ajoutent par place les magnifiques Lobellia géants.

Le climat est défini comme le type Boraluku avec une température moyenne annuelle inférieure à 12°, une pluviométrie inférieure à 1600 mm et un nombre de mois froids inférieurs à deux. Les gelées fortes sont fréquentes pendant la saison sèche mais on n'observe jamais de chutes de neige pendant la saison humide.

Les andosols de ces massifs montagneux sont d'une part bien différenciés et d'autre part désaturés. L'horizon mélanique est toujours bien net d'où leur classification en sous-classe différenciée groupe désaturé, sous-groupe mélanique.

Morphologie :

Profil type : à 3500 m d'altitude Mt Boraluku - Végétation à dominance de Bruyères de 1,5 m de hauteur (Ericacées).

0 - 15 cm	Brun clair sableux très fin ; particulaire très fin ; la terre reste accrochée aux nombreuses radicelles ; Humide ; Consistance "fluffy" ressemblant à celle du talc ; Passage net à
A <sub>11</sub>	
15 - 60 cm	Brun noir sableux fin ; structure particulière un peu plus consistante que plus haut ; radicelles encore nombreuses ; Transition graduelle
A <sub>12</sub>	
60 - 100 cm	Brun rougeâtre sableux fin ; structure à tendance particulière ; Encore des radicelles présentant des graviers de basalte à la base.
[B]	
100 cm +	dalle de basalte en place.

R

Il y a donc une différenciation nette entre les horizons A et (B) qui est liée à la couleur. Celle-ci est constante et dans certains cas la teinte de l'horizon (B) est rouge vif. Ceci pourrait être du à l'individualisation de composés ferreux liée à l'altération poussée des basaltes.

Caractéristiques physico-chimiques :

up. e l	Prof. cm	Texture	Structure	CO <sub>3</sub> Ca	Matière Organique	N %	C/N	pH	T mé/100g	BE mé/100g	V %	Ca <sup>++</sup> mé/100g	Mg <sup>++</sup> mé/100g	K <sup>+</sup> mé/100g	Na mé/100g	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total 10-2	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> lib Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total
	0-15	sf	p.	0	24,1	10,6	13,25	4	69,3	11,7	16,8	8,6	1,9	1,1	0,1	7,0	2,0	0,28
	15-60	sf	p.	0	21,6	9,17	13,65	6	69,5	10,0	14,4	7,5	1,5	0,9	0,1	7,4	2,2	0,29
	60-100	sf	p.	0	14,2	5,93	13,95	5	54,6	5,95	10,9	5,4	0,05	0,4	0,1	10,2	2,9	0,28

Ces sols sont principalement caractérisés par l'abondance des produits amorphes les allophanes qui sont facilement décelés sur le terrain par le test au fluorure de potassium de FIELDS et PERROT.

La couleur du sol brun foncé en humide in situ apparaît gris clair en sec.

La texture est difficile à définir mais apparaît comme sableux très fin à sableux fin. La structure est à prédominance particulaire. La consistance des sols est par contre caractéristique et peut se comparer à celle d'une poudre très fine faiblement tassée ("fluffy").

Le pH est très acide et varie peu avec la profondeur.

La capacité d'échange du sol est très élevée, mais le taux de saturation en base est faible.

Les teneurs en potassium échangeable sont élevées en surface et moyennes en profondeur.

Le rapport Fer libre/ Fer total est de 0,28 en moyenne. Il n'y a donc pas de migration du fer.

Aptitudes culturales :

En raison de l'altitude et des conditions climatiques rigoureuses, ces sols présentent un intérêt très faible pour l'agriculture. Cependant, quelques défrichements sont en cours sur le versant ouest du Boraluku en dehors de la limite du Bassin. Il est évident qu'en dehors des aléas de la culture dans ces zones, sauf peut-être pour certaines baies telles que les myrtilles, les risques d'érosion sont considérables sur les pentes fortes battues par des pluies violentes. Ces zones devraient être laissées en réserve de faune (voir chap. VI G.).

## D. CLASSE DES SOLS CALCIMAGNESIQUES

Cette classe de sols se caractérise par une dissolution des éléments calcaires contenus dans la roche-mère ou dans le sol. On n'observe jamais de redistribution du calcaire en place mais celui-ci est entraîné hors du profil par solubilisation et drainage. Il se présente alors deux cas :

Le calcaire n'a été que partiellement dissous et l'ensemble du sol reste calcaire : sous-classe des sols carbonatés.

Le calcaire est complètement dissous dans le sol lui-même, mais il reste saturé en bases : sous-classe des sols saturés.

Sur les plateaux (familles 22 - 24 - 25 - 26), les sous-classes comprennent deux groupes de sols étroitement imbriqués sur le terrain et qui ont été cartographiés en association. Ce sont :

- les rendzines modales : sols peu épais 20 à 30 cm qui se développent sur les pentes des collines et qui constituent un équilibre entre l'érosion et l'altération du matériau originel. Le profil est de type A C. L'horizon A est brun foncé à structure grenue très développée et repose directement sur la roche saine.

- les sols bruns calcaires et calciques modaux qui se développent sur les plateaux en zone plane ou dans des zones de faible colluvionnement. Contrairement aux rendzines, l'érosion y joue un rôle très faible. Le profil est alors plus épais et de type A (B) C. La structure de l'horizon A est également grenue très développée mais l'horizon (B) brun jaune à une structure polyédrique et est peu compact. L'ensemble repose directement sur la roche saine. Sur les alluvions (famille 23) les sols sont profonds et constitués uniquement par des sols calcaires modaux.

### SOUS-CLASSE DES SOLS CARBONATES

#### 22. Association de sols BRUNS (22 a) calcaires modaux et de rendzines modales (22 b) issus des calcaires de Kebri Dahar.

Cette association se développe sur une grande surface 9645 km<sup>2</sup> sur les vastes plateaux calcaires du sud du Chercher, de l'Harar à une altitude comprise entre 1000 et 2000 m. Cette association n'est pas caractéristique d'un type climatique donné. On le retrouve aussi bien sous climat "Éthiopien" sous une pluviométrie de 800 à 1200 mm que sous climat "Fickien" avec une pluviométrie inférieure à 800 mm. Aussi, les types de végétation varient également ; on trouve vers le Nord l'association à Croton macrostachys et Cordia abyssinica et plus au Sud l'association à Acacia spp.

Morphologie :

Sols bruns calcaires : on observe le profil suivant

0 - 20 cm	Brun-gris très foncé (10 Y R 3/2); sableux très fin limoneux ; grenu moyen peu calcaire.
A <sub>11</sub>	
20 - 90 cm	Brun gris très foncé (10 Y 4/2) ; sableux très fin argileux ; granulaire calcaire. moyen
A <sub>12</sub>	
90 - 120 cm	Brun jaune (10 Y R 3/4) à brun rouge foncé (5 Y R 3/3) polyédrique; émoussé fine ; argileux calcaire.
(B)	
120 cm	blocs de calcaire en place.
R	
<u>Rendzièmes</u> :	
0 - 30 cm	Brun gris très foncé (10 Y R 3/2); grenu moyen ; calcaire;
A.	
30 cm +	blocs de calcaire en place.
R	

La différence entre ces deux types de sols est donc d'une part la différence de développement de l'horizon humifère A<sub>1</sub> plus épais des sols bruns et l'absence pour les rendzièmes de l'horizon (B) structural.

Les blocs de calcaire sous-jacents, mais qui apparaissent fréquemment en surface dans le cas des rendzièmes présentent un aspect patiné, des angles très émoussés avec des zones en creux très peu marquées caractéristiques de la "fonte" des calcaires en place par dissolution.

Caractéristiques physico chimiques :

groupe Sol	Prof. cm	Type d'horizon	Texture	Structure	CO <sub>2</sub> Ca %	Matière organi. %	N %	C/N	pH	K <sup>+</sup> mé. // 100 g.	Na <sup>+</sup> mé. // 100 g.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total
22 a	0-20	A <sub>11</sub>	stfl	gr	1,0	4,6	2,4	11	8,0	2,7	0,4	0,6
	20-90	A <sub>12</sub>	stfa	gr	14,0	2,3	0,9	14	8,1	1,3	0,5	0,5
	90-120	(B)	a.	pol.ém.	15,0	1,1	0,5	12	8,2	1,8	0,4	0,4
22 b	0-30 cm	A <sub>1</sub>	stfl	Crr	12,0	4,9	1,8	15	8,1	1,4	0,3	1,2

- La texture varie de sableux très fin limoneux à argileux pour les sols bruns alors qu'elle reste sableux très fin limoneux dans les rendzièmes.

- Ces sols ont une teneur en calcaire moyenne, mais on note souvent un appauvrissement en calcaire de l'horizon supérieur des sols bruns calcaires. Les teneurs en matière organique sont assez élevées et bien réparties dans les horizons A<sub>1</sub>. Le taux d'azote est élevé et le C/N moyen. Ceci indique un humus fortement minéralisé. La matière organique de type "mull" est très liée à la matière minérale par l'intermédiaire des ponts calcium. C'est ce qui favorise en particulier l'apparition d'une structure grenue très développée caractéristique de ces sols. Le pH est nettement basique et voisin de 8.1 à cause de la présence du calcaire.

- Le complexe absorbant est saturé en bases du fait de l'excès de carbonates.

- Les teneurs en potassium échangeable sont élevées.

- Le taux de phosphore total est moyen.

Le rapport  $\frac{N \text{ total}}{P_{2O_5} \text{ total}}$  est voisin de 4. dans l'horizon supérieur des sols bruns calcaires. Il y a donc un déséquilibre au détriment de l'alimentation en phosphore.

Dans le cas des rendzines l'équilibre nutritionnel est correct.

#### Aptitudes culturales :

Les rendzines ne sont pas cultivables à cause de l'abondance des éléments grossiers (blocs de calcaires que l'on retrouve en surface du sol) et de leur faible profondeur, mais aussi des pentes souvent fortes sur lesquelles elles se développent.

Les sols bruns calcaires par contre sont favorables à l'agriculture. Toutefois à cause de la structure grenue fortement développée, ces sols sont très filtrants et le pédoclimat est relativement sec. De plus, leur étroite imbrication avec les rendzines font que les surfaces cultivables sont généralement faibles et ne peuvent pas faire l'objet de culture mécanisée. Ces sols sont déjà largement cultivés vers le Nord. Il semble par contre que vers le Sud, par suite de la diminution de la pluviométrie, les possibilités de culture soient très faibles.

Sur le plan de la fertilité des apports d'engrais phosphatés sont recommandés (Superphosphate de chaux).

#### 23. Sols bruns calcaires sur alluvions BRUNES issues des calcaires de Kebri-Dahan.

Ces sols occupent les alluvions calcaires des vallées à fond plat et très encaissées des rivières qui descendent des Hauts-Plateaux du Chercher : Mojo et ses affluents, affluents rive droite du @obelli, Jerjertu et Omashiwa. L'extension totale de ces sols est de 964 km<sup>2</sup>.

Morphologie : le profil moyen est le suivant :

- 0 - 20 Brun gris très foncé (10 Y R 3/2); sableux très fin-argileux; grenu ; friable.  
A<sub>11</sub>
- 20 - 60 Brun gris foncé (10 Y R 4/2); argileux; polyédrique gris à tendance granulaire; friable.  
A<sub>12</sub>
- 60 cm Brun; argileux; lourd; structure polyédrique grossière. Ferme.  
(B)

Propriétés physico-chimiques :

La texture sableux très fin argileux en surface devient argileux lourd en profondeur dans l'horizon (B). La structure grenue à polyédrique confère une très grande friabilité à l'horizon A<sub>1</sub>. Par contre dans l'horizon (B) la structure s'élargit. On a même dans certains cas un début de structure prismatique.

Les teneurs en calcaire sont faibles et augmentent avec la profondeur. De 2 % en surface elle passe à 9 % en profondeur.

Les teneurs en matière organique sont élevées en surface 3.8 % sur 20 cm et décroissent très lentement avec la profondeur.

Les teneurs en azote sont élevées 2.2 % en surface et le C/N est voisin de 10.

Le potassium échangeable est à un niveau élevé 2 mé./100 g de 0 à 60 cm. Les réserves en phosphore sont moyennes en surface 0,82 ‰ et en profondeur 0,74 ‰.

Le rapport  $\frac{N \text{ total}}{P_2O_5 \text{ total}}$  indique un déséquilibre au détriment du phosphore.

Aptitudes culturales :

Ces sols sont très favorables à la culture des céréales telle que maïs, blé et sorgho qui sont déjà pratiqués sur la plupart de ces sols. L'augmentation des rendements est liée à des apports d'engrais phosphatés (superphosphate de chaux)

24. Rendzines modales issues des calcaires de Kebri-Dahar.

Ces rendzines se développent sur les collines calcaires au relief tourmenté, parcourues par des affluents du Wabi aux vallées profondes au Nord de Gurgura sur les rives Sud et Nord du Wabi. Elles s'étendent sur 1743 km<sup>2</sup>. Elles sont recouvertes par un bush dense.

Aptitudes culturales :

Etant donné les pentes fortes et la très faible épaisseur de l'horizon meuble, ces sols sont inaptes à la culture et à laisser en réserve naturelle.

SOUS-CLASSE DES SOLS SATURÉS :

A la différence des sols décrits ci-dessus les sols saturés ne présentent plus de traces de calcaire dans le profil, horizons A et (B). Ils sont cependant saturés en bases et sont qualifiés de calciques.

25. Association de sols bruns calciques (25 a) et de rendzines calciques (25 b).

Ils se développent uniquement sur les collines calcaires qui dominent le paysage mollement ondulé du plateau d'Harar à une altitude moyenne supérieure à 2400 m. Akim Gara à Harar, région de Langié, Kersa Melkarafu et Betelihem. Leur extension totale est de 555 km<sup>2</sup>.

Sols bruns et rendzines calciques sont étroitement associés : les premiers se développent sur les zones planes érodées au sommet des collines, les secondes sur les pentes fortes.

Morphologie :

Ces sols se rapprochent sur le plan morphologique des sols carbonatés. La seule différence étant que les différents horizons ne font pas effervescence à l'acide chlorhydrique (absence de calcaire). Nous donnons seulement à titre de référence le profil type d'une rendzine calcique.

Profil type n° 3-50 : Akim Gara à proximité de la ville de Harar. Tapis graminéen dense.

Par place quelques buissons. Pente 10 % avec nombreux affleurements du calcaire en place (calcaire de Kebri-Dahar).

0 - 25cm      Gris très foncé (10 Y R 3/1); argileux, structure grumeleuse moyenne et grossière à tendance grenue ; très développée; Chevelu radicaire très dense emprisonnant les agrégats de terre; Sec; friable non calcaire. Passage irrégulier et bref avec

A<sub>1</sub>

25 - 40 cm      Mélange d'éléments calcaires de 0,5 à 10 cm et de terre fine argileuse brun foncé (10 Y R 3/3); à structure grenue fine; chevelu radicaire encore dense, terre fine non calcaire; sac friable; passage brutal avec

A<sub>1</sub> R

40 cm      Dalle de calcaire sain en place.

R

Cette rendzine est qualifiée de calcique car on constate nettement une décalcarification de l'horizon A<sub>1</sub>.

Propriétés physico-chimiques :

roup. e sol	Prof. cm	Type d' Horizon	Texture	Struc- ture	CO <sub>3</sub> Ca %	Matière organi- que	N% <sub>o</sub>	C/N	pH	T mé./ 100 g	ExB mé./ 100gg	V %	K <sup>+</sup> mé./ 100g.	Na <sup>+</sup> mé. / 100g.	Total P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> % <sub>o</sub>
25 a Sols bruns calci- ques	0-30	A <sub>11</sub>	a.	gr.	0	6,1	1,7	21	6,9	45	44	0,97	0,5	0,1	1,0
	20-110	A <sub>12</sub>	a.	pd.	0	2,8	0,9	18	6,8	41	38	0,93	0,2	0,1	0,4
	110-170	(B)	a.	pd.	0	0,5	0,4	7	7,0	38	35	0,92	0,4	0,2	0,4
5 b endzi es alci- ues	0-25	A <sub>1</sub>	a.	gr.	0	10,3	4,5	13	7,1	58	59	1	0,4	0,2	1,5
	25-40	A <sub>1R</sub>	a.	gr.	40.4	4.4	2.0	13	8.1				0.1	0.1	0.7

Ces sols bruns à bruns noirs sont argileux. Pour les sols bruns calciques la structure grenue sur 30 cm devient polyédrique en profondeur. Les rendzines ont une structure grenue sur toute leur épaisseur. Dans les deux cas les horizons A<sub>1</sub> sont donc friables.

Les teneurs en calcaires sont nulles sauf dans l'horizon A<sub>1R</sub> des rendzines qui est en fait un mélange de terre fine non calcaire et de petits éléments calcaires en dissolution mais qui passent dans la terre fine à l'analyse.

La décalcification du profil est le résultat de la combinaison de la pluviométrie assez élevée entre 800 et 1000 mm et de l'altitude élevée qui détermine un climat frais favorable au drainage interne des eaux de pluie donc à l'entraînement du calcaire.

Les teneurs en matière organique sont élevées 6,1 % de 0 à 30 cm dans les sols bruns calciques et de 10,3 % dans l'horizon 0-25 cm des rendzines. L'azote est à un niveau élevé et le C/N est moyen à faible.

Le pH est voisin de la neutralité sauf dans les rendzines où il montre à 8.1 dans l'horizon d'altération du calcaire en place. La capacité d'échange est élevée et les taux de saturation voisins de 1, ce qui montre que le complexe est saturé en bases.

Le potassium échangeable est à un niveau moyen.

Les réserves en phosphore sont élevées en surface et moyennes en profondeur.

Le rapport  $\frac{N \text{ total}}{P_{25} \text{ total}}$  indique une carence en azote dans le cas des sols

bruns calciques. Pour les rendzines calciques l'équilibre nutritionnel est réalisé.

Aptitudes culturales pastorales et forestières :

- les rendzines calciques ne présentent pas d'intérêt agricole à cause de leur faible épaisseur. Elles sont cultivées encore aujourd'hui avec de maigres rendements par la technique des petites murettes de pierres sèches en courbes de niveau qui permet d'obtenir un sol d'épaisseur suffisante. Toutefois, la largeur de terrain consacrée à l'agriculture entre deux banquettes est très faible (de l'ordre de 2 m). Aussi ces zones sont-elles de plus en plus abandonnées, mais peuvent être utilisées pour la forêt de production associée à l'élevage.

- les sols bruns calciques présentent de bonnes aptitudes culturales. Ils sont profonds et bien pourvus en matière organique. Leur extension est faible et ils sont seulement cultivés dans la région d'Harar (chat et céréales en particulier). Les apports d'engrais azotés et potassiques sont susceptibles d'augmenter fortement les rendements.

26. Rendzines calciques issues des basaltes des plateaux et des tufs volcaniques.

Ces sols occupent les pentes fortes des cañons des rivières qui entaillent les Hauts-Plateaux de l'Arussi (cañon du Wabi en aval des chûtes de Malka Wakaaa., cañons de l'U-lul et de l'Illii, notamment) et vers les pentes du rebord des Hauts-Plateaux plongeant brusquement vers la "Chola" (région de Séru et de Gassara) à une altitude comprise entre 1500 et 2000 m. Ils couvrent une surface totale de 2160 km<sup>2</sup> environ.

Les pentes des plateaux constituent une véritable coupe géologique montrant une alternance d'affleurements basaltiques et tuffacées souvent riches en ponces. C'est donc sur un mélange de ces deux matériaux que se développent les sols.

Morphologie :

On observe fréquemment le type de profil suivant :

0 - 15cm A <sub>11</sub>	Brun foncé (10 Y R 3/2); sableux très fin; grenu avec graviers de basalte ou ponces non calcaire.
15 - 40cm A <sub>12</sub>	Gris brun (10 Y R 5/2); sableux très fin; grenu non calcaire.
40 cm + R	horizon d'altération des basaltes en place ou de tufs riches en ponces souvent calcaires.

Caractéristiques physico-chimiques :

Ces sols bruns sableux très fin ont une structure grenue très développée. Leur épaisseur est généralement faible.

La présence de calcaire est nette uniquement dans l'horizon de tuf ou de basalte en altération (jusqu'à 18 %) mais l'horizon A est toujours décalcarifié.

Les teneurs en matière organique sont élevées 4,7 % de 0 à 40 cm ainsi que les taux d'azote (3,6 ‰). Le rapport C/N très bas (8 à 10) indique un humus de type calcique bien évolué.

Aptitudes culturales et forestières :

A cause des fortes pentes les aptitudes culturales de ces sols sont nulles.

Dans les zones où les pentes des cançons sont les moins fortes un reboisement est possible. Celui-ci permettrait :

- de limiter l'érosion qui attaque fortement la bordure des Hauts-Plateaux.
- de valoriser des régions actuellement sans intérêt économique.

E. CLASSE DES SOLS A DIFFERENCIATION CALCAIRE.

Cette classe comprend les sols dont le profil est marqué par une redistribution du calcaire. Elle comprend deux sous-classes :

- à horizon mélanique
- à horizon pallide

La sous-classe à horizon mélanique comprend les sols dont l'horizon supérieur a les propriétés suivantes sur au moins 18 cm :

- la structure du sol est bien développée et l'horizon n'est jamais dur ou très dur quand il est sec.
- le sol a un "chroma" de moins de 3,5 quand il est humide et une "value" plus foncée que 3,5 en humide et 5,5 en sec (Munsell Color Chart).
- la saturation en bases est supérieure à 50 %.
- la matière organique est au moins de 1 % dans l'horizon mélanique tout entier.

Ces sols à horizon de surface foncé et à teneur en matière organique généralement nettement supérieur à 1 % vont se rencontrer dans la zone de la Middle Belt et en Arussi où le pédoclimat est suffisamment humide pour permettre une certaine accumulation d'humus de type mull.

La sous-classe à horizon pallide comprend les sols dont l'horizon supérieur est trop clair avec des teneurs trop basses en matière organique pour être considéré comme mélanique. Le taux de matière organique est généralement inférieur à 1 % sur 20cm. Cette sous-classe correspond à tous les sols à différenciation calcaire de la zone semi-aride du Bas-Ogaden.

La différenciation calcaire est placée au niveau du groupe. Quatre types de différenciation ont été distingués :

à calcaire diffus: le calcaire n'est pas visible dans le profil mais la terre fine fait effervescence à l'acide chlorhydrique. Les teneurs moyennes en calcaire sont de 20 %.

à amas et nodules : le calcaire s'accumule à moyenne profondeur ou en profondeur sous forme d'amas et de nodules plus ou moins durcis.

à accumulation massive friable : concerne uniquement les chernozems de la plaine du Gedeb et correspond au "soft powdery lime" des anglo-saxons.

à encroûtement massif durci (encroûtement nodulaire) : l'horizon d'accumulation calcaire est épais et durci. Il est constitué de nodules calcaires enrobés dans un ciment calcaire. Les sous-groupes suivants ont été définis :

- pour les sols à calcaire diffus : un sous-groupe modal uniquement
- pour les sols à amas et nodules trois sous-groupes :
  - carbonaté
  - vertique carbonaté
  - vertique calcique
- pour les sols à accumulation massive friable: sous-groupe des chernozems
- pour les sols à encroûtement massif durci (encroûtement nodulaire) trois sous-groupes :
  - carbonaté
  - calcique
  - vertique calcique

le sous-groupe carbonaté : l'horizon A contient des carbonates.

le sous-groupe calcique : l'horizon A ne contient pas de carbonate mais est saturé en bases.

le sous-groupe vertique carbonaté : caractères vertiques en profondeur et l'horizon A contient des carbonates.

le sous-groupe vertique calcique : caractères vertiques en profondeur et l'horizon ne contient pas de carbonates mais saturé en bases.

#### SOUS CLASSE DES SOLS A HORIZON MELANIQUE.

groupe à CALCAIRE DIFFUS.

#### 27. Sols BRUN ROUGE modaux issus des calcaires de Kebri Dahar.

Ils se développent sur des colluvions calcaires brun rouge sur les bas glacis de plateaux calcaires de la région de Fik, Degah-Medo et Segeg. Leur extension totale est de 1431 km<sup>2</sup>.

Morphologie : dans la région de Segeg on observe le profil suivant sur colluvions de bas plateau et sous végétation "tigrée" avec grands acacias alternant avec un bush à épineux dense.

0 - 15 cm Brun rouge (5 Y R 5/3); sableux très fin limoneux; grenu moyen très

A <sub>11</sub>	développé ; friable.
15 - 150cm	Brun rouge (5 YR 5/3) limono - argileux ; grenu à polyédrique moyen très
A <sub>12</sub>	développé ; très friable.
150 cm	dalle calcaire en place.
R	

Ces sols sont généralement riches en éléments grossiers constitués de graviers ou de cailloux de calcaire émoussés. On observe également des "pseudo-galets" de basalte lorsque les affleurements basaltiques sont proches (Vallée supérieure du Walensi et du Duri entre Fick et Degah-Medo).

#### Caractéristiques physico-chimiques :

Ces sols sont brun rouge sableux très fin limoneux en surface et limono-argileux en profondeur. Le point important est le développement de la structure qui comme dans les chernozems est remarquable. La différence réside dans le fait que :

- les teneurs en matière organique sont beaucoup plus faibles 1,6 % dans A<sub>11</sub> et 1 % dans A<sub>12</sub>.
- il n'y a pas de décalcarification du profil ni d'accumulation à la base. Le calcaire reste à l'état diffus avec une teneur élevée (32 à 36 %).

Le pH est compris entre 8,2 et 8,4.

#### Aptitudes culturales et forestières :

Les aptitudes culturales de ces sols sont nulles à cause du manque de pluie. Cependant l'observation de la végétation naturelle qui comprend de grands arbres laisse à penser que des actions locales de reboisement pourraient être envisagées sur ces types de sol autour de Fick, Degah-Médo et Segeg.

#### 28. Sols BRUNS modaux issus des basaltes de l'Ogaden.

L'extension de ces sols se limite à 340 km<sup>2</sup> sur les alluvions provenant des affleurements basaltiques de Fick et de Degah-Medo. Ils sont souvent associés aux vertisols bruns de la famille 11 qui occupent les zones les plus basses.

Ce sont des sols brun rouge argileux très structurés avec des éléments grossiers abondants constitués surtout par des "pseudo-galets" de basalte de taille variable et en moindre quantité de graviers et cailloux calcaire émoussés.

Leurs aptitudes culturales et forestières sont nulles.

---

\* Les "pseudo-galets" de basalte ne sont pas liés à un transport alluvial mais à l'altération en boule caractéristique de cette roche

### 29. Sols BRUNS carbonatés issus des basaltes de Jijiga.

Ces sols se développent uniquement sur les pentes fortes de la chaîne basaltique de Caramara dont fait partie le Mt Merda qui sépare le bassin versant du Fafen à l'Ouest de celui du Jerer à l'Est. Leur extension est de 253 km<sup>2</sup> environ.

Morphologie : le profil suivant est généralement observé sur les pentes fortes de Caramara (montagne de Jijiga).

0 - 35 cm	Brun très foncé (10 Y R 2/2); argileux; grenu moyen et grossier
A <sub>1</sub>	très développé; très friable.
35 - 70 cm	même type d'horizon mais avec petites mouchetures et concrétions calcaires; peu friable.
B ca	
70 cm +	altération bariolée des basaltes avec pellicule calcaire enveloppant
C ca	les éléments en altération.

#### Caractéristiques physico-chimiques :

- Le sol est brun très foncé très argileux à structure grenue très développée. Il est généralement peu épais à cause de l'érosion sévissant sur les pentes fortes.

- Les teneurs en calcaire de la terre fine sont faibles 1.6 % dans l'horizon A<sub>1</sub> alors qu'elles augmentent fortement dans l'horizon d'altération du basalte.

- La matière organique atteint un niveau élevé 8.9 % sur 35 cm. Le sol est riche en azote 3.9 ‰ et le C/N de 13.

- Le sol est saturé en bases et le pH voisin de 8.0.

- Le potassium échangeable est moyen (0,4 mé. %)

- Les réserves en phosphore totales sont élevées 1,7 ‰ dans l'horizon A<sub>1</sub> et 1,5 ‰ dans l'horizon B ca.

#### Aptitudes culturales et forestières :

Les sols ne sont pas cultivables en raison des pentes. Cependant leur capacité de rétention pour l'eau et leur fertilité liée principalement au niveau élevé des réserves en matière organique sont des atouts très favorables pour le reboisement dans une région où l'on manque de bois.

### 30. Sols BRUN JAUNE carbonatés issus des basaltes et des tufs volcaniques.

Ces sols se développent sur les alluvions et les colluvions de la région faiblement ondulée d'Asa Osmane au fond du cañon de l'U - Lul et de ses affluents. Leur extension est très faible 75 km<sup>2</sup> environ, mais ils présentent un intérêt agricole certain.

Ces sols sont calcaires dans l'ensemble du profil avec des concrétions calcaires.

Morphologie : dans une plantation de café en mauvais état, le profil suivant est observé :

0 - 60 cm	Brun gris foncé (10 Y R 4/2); argileux sableux fin ; grenu à polyédrique émoussé bien développé ; très friable;
A <sub>1</sub>	
60 cm +	Brun jaune (10 Y R 5/6); argileux ; Polyédrique grossier peu développé ;
B ca	nodules calcaires friables peu nombreux ; assez compact.

Caractéristiques physico-chimiques :

Ces sols brun gris foncé à brun jaune à dominance argileuse sont très structurés dans l'horizon 0 - 60 cm. Par contre en profondeur au niveau du concrétionnement calcaire le sol devient plus compact.

- L'ensemble du sol est calcaire de 20 à 30 %.

- Les teneurs en matière organique sont moyennes et inférieures à 3 %.

Aptitudes culturales :

Le climat sec qui règne au fond du cañon d'Asa Osmane est compensé par la présence de nombreuses petites rivières au régime permanent affluents de l'U-Lul.

L'altitude relativement basse (1900 m en moyenne) et la protection des vents froids qui balaient le plateau y favorise les cultures tropicales sous irrigation.

C'est ainsi que cette zone produit de la canne à sucre, des bananes, des papayes etc... pour la consommation locale.

Des plantations de café ont également existé mais les caféiers rescapés que nous avons vus paraissent souffrir de l'excès de calcaire (chlorose).

Il est certain que l'aménagement rationnel de l'irrigation pourrait permettre la création d'unités assez importantes de production de banane, de canne à sucre et d'autres plantes tropicales.

31. Sols BRUN ROUGE carbonatés issus des grès de Gesoma - 31 a 31 b 31 c .

- Sols de la région Nord et Est Ginir - Shek - Ussien - Seru (31 a et 31 b).

Ils se développent sur de vastes zones d'épandage d'arène d'altération de la formation des grès de Gesoma au pied des Hauts-Plateaux à l'Est au Sud de Seru d'une part, entre Ginir et le Wabi Shebellé d'autre part. Ils couvrent une surface totale de  $9260 \text{ km}^2$ .

Fortement érodés à l'Ouest d'une ligne Ginir-Haragura avec une topographie accidentée (31 a) ils s'étendent par contre sur des glacis très plats à peine entaillés par les rivières qui descendent des monts Aouatou et dont le niveau de base est constitué par la formation des calcaires de Kebri-Dahar vers le Nord et des gypses principaux vers le Sud (31 b).

L'altitude moyenne varie entre 1200 m et 1500 m et la pluviométrie est supérieure à 600 mm. Ces deux facteurs favorisent le développement d'une végétation assez dense à grands acacias avec tapis graminéen dense. Les peuplements de grands Euphorbes sont fréquemment observés. Les figuiers de Barbarie sont abondants dans la région de ShekHüssien.

-Sols de la région d'El Kere: (31 c)

Ils s'étendent sur les longs glacis en pente douce sur des colluvions de grès des plateaux d'El Kere. D'altitude moyenne 600 m, les sols reposent sur une dalle de gypse en profondeur (formation gypseuse principale). La pluviométrie est nettement plus faible que plus haut mais la végétation est assez bien développée par place avec de grands Acacias.

Morphologie : Le profil moyen observé est le suivant :

- 0 - 25 cm Brun rouge foncé (5 Y R 3/3); sableux fin particulière; meuble.  
A<sub>11</sub>
- 25 - 70 cm Brun rouge (5 Y R 4/3) ; sableux à sable fin et sable très fin; polyédrique émoussé peu développé; - quelques concrétions calcaires; meuble.  
A<sub>12</sub>
- 70 - 100 cm Brun rouge (5 YR 4/4); sableux fin argileux; polyédrique émoussé bien développé (B) ca; très nombreuses concrétions calcaires; très friable.
- 100 cm dalle calcaire en place (31 c et 31 b).  
R dalle gypseuse en place (31 c).

Caractéristiques physico-chimiques :

Groupe de Sol	Prof. cm	Type d' horizon	Texture	Structure	CO <sub>2</sub> Ca %	Matière organ.	N %	C/N	pH	K <sup>+</sup> mé. %	Na <sup>+</sup> mé. %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰
31 b	0-25	A <sub>11</sub>	sf	p.	1,2	2,0	1,1	10	7,7	1,0	0,1	0,6
	25-70	A <sub>12</sub>	sf	pd.ém	3,6	1,2	0,7	10	7,7	0,6	0,2	0,5
	70-90	(B)ca	sfa	pd.ém	7,7	1,0	0,5	12	8,3	0,5	0,8	0,8

Ces sols brun rouge foncé à brun rouge sont à dominance sableuse nette mais deviennent un peu plus argileux en profondeur. La structure particulière à polyédrique émoussée donne à l'ensemble une consistance meuble à friable.

L'ensemble des sols est calcaire et on note un gradient croissant du calcaire dans la terre fine avec la profondeur qui passe de 1,2 % à 7,7 %. Ceci est en relation avec la présence d'un horizon d'accumulation de concrétions calcaires entre 70 et 90 cm se développant d'ailleurs juste au dessus de la dalle calcaire qui joue le rôle de réservoir de calcaire dans le niveau immédiatement supérieur.

Les teneurs en matière organique sont moyennes en surface et décroissent lentement avec la profondeur. Ceci est souvent caractéristique des sols à dominance sableuse où la matière organique est bien répartie dans le profil. L'azote est un niveau moyen et le C/N faible indique un mull calcique.

Le pH est neutre à basique en profondeur dans le niveau d'accumulation des nodules calcaires B ca.

Le potassium échangeable est élevé.

Les réserves en phosphore sont moyennes.

Le rapport  $\frac{N \text{ total}}{P_{205} \text{ total}}$  est inférieur à 2. Il y a donc un déficit nutritionnel faible vis-à-vis de l'azote.

Aptitudes culturales : pastorales et forestières :

Région Nord et Est Ginir - Shek Ussien - Seru (31 a et 31 b).

Les zones situées de part et d'autre de la piste Ginir Lege Hida et entre les rivières Wabi et Errer sur les grands glacis au pied des Hauts-Plateaux et des Monts Aouatou (31 b) peuvent être cultivées par la méthode du quadrillage par de petites levées de terre pour éviter les pertes d'eau par ruissellement. Ces sols pourraient alors supporter des cultures de sorgho et aussi des vergers d'anacardiens.

Sur le plan de la fertilité les engrais azotés sont nécessaires, mais un appoint de phosphore est également indiqué.

Par contre, toutes les autres zones souvent en pentes fortes et fortement sujettes à l'érosion (31 a) pourraient être reboisées avec intérêt la pluviométrie étant suffisante pour assurer une bonne croissance d'essences forestières adaptées. Ce reboisement paraîtrait particulièrement intéressant autour des Monts Aouatou au Nord-Est de Ginir.

Les possibilités de paturages sont bonnes dans toute cette région pendant la saison des pluies.

Région d'El Kere (31 c) :

Dans cette région ces sols ne sont pas utilisables pour l'agriculture mais constituent de bons paturages de saison des pluies.

32. Sols BRUN ROUGE vertiques carbonatés issus des calcaires de Kebri-Dahar.

Ces sols ont été observés sur les colluvions et alluvions calcaires autour de

l'oued Dare située au sud d'Hara - Gura. Leur extension est faible 700 km<sup>2</sup>.

Morphologie :

- 0 - 30 cm Brun foncé (7.5 Y R 4/4); sableux très fin limoneux; particulière; friable.  
A<sub>11</sub>
- 30 - 80 cm Brun rouge (5 Y R 5/3); argileux; polyédrique moyen à tendance aplatie; friable.  
A<sub>12</sub>
- 80 cm + Brun foncé (7.5 Y R 4/4); argileux; structure prismatique moyennement développée avec faces de glissement peu nettes ; quelques concrétions calcaires et cristaux de gypse; peu friable.  
(B)ca

Caractéristiques physico-chimiques:

Ces sols brun à brun rouge sableux très fin limoneux en surface argileux en profondeur présentent des caractères vertiques assez marqués à partir de 80 cm.

Les teneurs en calcaire sont voisines de 15 % sans gradient notable.

Les teneurs en matière organique de 2,1 % (A<sub>11</sub>) descendent graduellement en profondeur jusqu'à 1 % [(B) ca].

Le taux d'azote est de 1,4 ‰.

Le pH est supérieur à 8,0.

Le potassium échangeable est un niveau élevé 0,9 mé./100 g. Les réserves en phosphore sont moyennes 1,2 ‰.

Le rapport  $\frac{N \text{ total}}{P_{25} \text{ total}}$  est voisin de 1 et indique une carence nette en azote.

Les teneurs en sodium échangeable augmentent avec la profondeur jusqu'à 5,6 mé./100 g. de terre avec un Na/T voisin de 8,0.

Aptitudes culturales :

Par leur capacité de rétention importante pour l'eau grâce à leur texture argileuse ces sols peuvent se révéler intéressants pour la culture du sorgho à condition que les eaux de pluie puissent être retenues dans les parcelles par le système des petites diguettes. Des apports d'engrais azotés, (sulfate d'ammonium) sont nécessaires pour obtenir des rendements satisfaisants.

33. Sols vertiques BRUN ROUGE calcaires issus des grès de Gesoma et de calcaires de Kebri Dahar.

Ces sols se développent sur les colluvions calcaro-gréseuses des grands glacis qui s'étendent de part et d'autre du Jerer entre Kaho et Degahbour. Ils occupent une surface totale de 1538 km<sup>2</sup>. La pluviométrie est voisine de 450 mm.

Caractéristiques physico-chimiques :

Brun à brun rouge ces sols sont généralement sableux fin argileux en surface à argileux en profondeur avec des caractères vertiques bien marqués.

Il y a peu de calcaire dans le sol.

La teneur en matière organique est voisine de 2,5 % et les sols bien pourvus en potassium échangeable et en phosphore.

Aptitudes culturales :

Ces sols constituent une zone possible d'extension de la culture du sorgho. Les grands glacis faiblement inclinés apparaissent favorables à la mécanisation de la culture à condition :

- que les façons culturales soient faites dans le sens perpendiculaire à la pente générale, c'est-à-dire en suivant les courbes de niveau, labour isohypse notamment, ceci :
- pour limiter l'érosion au minimum,
- pour faciliter la rétention de l'eau et éviter les pertes d'eau par ruissellement. (Voir chap. VI B).

Les apports d'engrais azotés sont recommandés (urée, nitrate d'ammonium et sulfate d'ammonium).

Groupe à ACCUMULATION MASSIVE FRIABLE.

34. Chernozems issus de tufs volcaniques.

Ces sols sont représentés uniquement dans la plaine de Gedeb dont ils occupent la majeure partie avec une extension de 983 km<sup>2</sup>

Cette "plaine" est en fait un double glacis en pente douce dont le Wabi au Centre occupe le point le plus bas et qui se raccroche à la périphérie aux collines de Dodola et Adaba au Sud, au Nord aux flancs des Mts Kaka et Enkolo et à l'Ouest aux ondulations de Kofele. Elle se rétrécit vers l'Est pour se fermer au niveau des chûtes de Malka Wacana.

Cette plaine est essentiellement d'origine volcanique ; la coupe du gué d'Assasa montre en effet une succession de formations tuffacées et cendreuse généralement calcaires avec un niveau ryolithique à la côte + 30 m par rapport au Wabi. L'ensemble repose sur du basalte (niveau de base actuel du Wabi).

Ce niveau ryolithique constitue en quelque sorte l'armature qui sous-tend l'ensemble de la plaine du Gedeb. Il est recouvert par une quinzaine de mètres de cendres andésitiques provenant des éruptions de la "Rift-Valley".

Ce sont ces cendres riches en verre qui constituent la roche-mère des chernozems.

Le climat est caractérisé par une pluviométrie annuelle de 800 mm en moyenne avec une sécheresse marquée de Novembre à Janvier et une température moyenne annuelle basse de l'ordre de 13°.

La végétation est essentiellement graminéenne par suite de la mise en culture. Les arbres ne subsistent que dans certains vallons.

Morphologie : le profil suivant est observé à 7,5 km de Dodola sur piste d'Assassa.

Végétation à Pennisetum dominante ; vieille jachère.

0-7 cm	A <sub>11</sub>	Brun foncé (7,5 Y R 4/4); sableux très fin ; structure grumeleuse moyenne bien développée; sec , friable;radicelles nombreuses;transition nette et régulière avec
7-35 cm	A <sub>12</sub>	Brun foncé (7,5 Y R 4/4); sableux très fin limoneux; structure grenue moyenne bien développée; sec friable ; Nombreuses radicelles ; transition graduelle avec
35-75 cm	A <sub>13</sub>	Brun (7,5 Y R 5/4); sableux très fin limoneux; structure polyédrique émoussée à tendance grenue bien développée;sec , friable;radicelles assez nombreuses transition brève et régulière avec
75-105cm	(B)	Brun jaune (10 Y R 5/6);argileux sableux très fin;structure polyédrique émoussée grossière peu développée ; sec friable ; quelques radicelles ; transition nette avec
105-140cm	C.Ca	Accumulation calcaire jaune blanc;sableux très fin non durci poudreux (soft powdery lime) avec nodules et amas calcaires (poupées calcaires). Transition progressive avec
150 cm +	R	Tuf jaune grisâtre non calcaire avec nombreuses ponces.

L'horizon A est donc <sup>important</sup> puisqu'il atteint 75 cm. Cependant on note en fonction de la position des épaisseurs variables. Les molles ondulations de la plaine du Gedeb ayant une allure convexe les sols sont les plus épais par la partie supérieure des ondulations mais deviennent très minces en bas de pente.

Caractéristiques physico-chimiques :

Group. e Sol	Profondeur cm	Type d'Horizon	Texture	Structure	CO <sub>2</sub> Ca %	Matière organique %	N%	C/N	pH	T mé/100g	BE mé/100g	V %	K <sup>+</sup> mé./100g	Na <sup>+</sup> mé./100g	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %
	0-7cm	A <sub>11</sub>	stf	Gr.	0	6,2	2,8	12,7	6,6	24,0	20,6	86	2,25	0,10	0,90
	7-35cm	A <sub>12</sub>	stf	gr.	0	2,7	1,3	12,1	6,6	25,0	23,6	94	1,90	0,17	0,80
	35-75cm	A <sub>13</sub>	stfl	pd.ém	0	1,9	0,72	15,0	7,3	27,0	28,6	100	2,51	0,27	0,75
	75-105cm	(B)		pd.ém	traces	1,0	0,64	9,3	7,6	30,0	29,3	98	2,84	0,72	0,80
	105-140cm	C Ca	stf	-	15,6	0,4	0,28	7,1	9,0		-		3,60	2,10	0,80

Les sols brun foncé ont une texture relativement légère, sableux très fin à sableux très fin limoneux. Le pourcentage d'argile est très faible contrairement aux vertisols voisins formés sur basalte.

Deux faits d'observation permettent de classer ces sols dans les chernozems.

- la structure grenue très développée que l'on observe sur une grande épaisseur 75 cm en moyenne passant à polyédrique éoussée en dessous.
- la présence d'un horizon d'accumulation calcaire (15,6 %) en profondeur sous forme poudreuse (soft powdery lime) à consistance "fluffy". On note, de plus, des poupées calcaires parfois de grande taille jusqu'à 50 cm.
- Les horizons A et (B) ne sont pas calcaires.

Les teneurs en matière organique sont élevées, voisines de 6 % en moyenne et décroissent régulièrement avec la profondeur. Elles donnent à l'horizon A sa coloration brune (horizon mélanique). Les teneurs en azote sont élevées en surface et moyennes à faible profondeur.

Le rapport C/N voisin de 12 indique un mull calcique.

La matière organique très liée à la matière minérale est un des éléments qui favorise la formation de la structure grenue.

La capacité d'échange est moyenne dans tout le profil. Le complexe absorbant est faiblement désaturé en surface mais saturé à partir de 35 cm.

La teneur en potassium échangeable est élevée et voisine de 2 mé./100 g de terre.

L'augmentation relative du sodium échangeable en profondeur est due à l'al-tération du matériau de type andésitique.

Les réserves en phosphore total sont moyennes.

Le rapport  $\frac{N \text{ total}}{P_{2,5} \text{ total}}$  est voisin de 3 ce qui signifie que l'équilibre nutritionnel entre ces deux éléments est correct.

#### Aptitudes culturales :

Ces sols à pédoclimat relativement sec à cause de leur structure grenue fortement développée conviennent surtout à la céréaliculture. La plaine de Gedeb est entièrement cultivée depuis une trentaine d'années suivant un système de culture traditionnelle basé sur les céréales blé-orge en alternance avec une jachère de longue durée à graminées (Pennisetum) utilisée comme pâturage.

Les rendements céréaliers pourraient être fortement augmentés en combinaison avec un élevage rationnel :

- en améliorant les techniques culturales avec utilisation d'instruments modernes pour le travail du sol,
- en utilisant des variétés de céréales plus productives avec essai préalable,
- en supprimant la jachère et en pratiquant la prairie cultivée,
- Des apports d'engrais azotés (urée notamment, sulfate d'ammonium et nitrate d'ammonium) et phosphatés (superphosphate de chaux) sont nécessaires pour obtenir

un niveau de rendement élevé.

La plantation de brise vents distants de 400 à 500 m en moyenne disposés en carré permettra une amélioration des rendements par augmentation du bilan hydrique du sol (Voir Ch. VI C).

groupe à ENCROUTEMENT MASSIF DURCI (encroûtement nodulaire)

35. Sols BRUNS carbonatés issus des calcaires de Kebri Dahar.

Ces sols à croûte calcaire peu profonde occupent tous les petits mamelons du plateau de Jijiga, les collines basses au sud de Shekum et de Borale dans le Nord-Est du Bassin, et la grande zone de petites collines qui s'étend de part et d'autre de l'oued Dare-Ledae entre Hara Gura et le Wabi dans le Sud-Ouest du Bassin. Leur extension totale est de 1852 km<sup>2</sup>. Ils portent de maigres pâturages.

Morphologie : le profil suivant est généralement observé :

0-20 cm	Brun foncé (7,5 YR 4/4); sableux très fin à sableux très fin argileux ;
A <sub>1</sub>	polyédrique moyen et fin développé.
20-90 cm	Carapace calcaire très dure de type nodulaire.
B Ca	
90 cm	altération faible du calcaire en place.
C Ca	

Caractéristiques physico-chimiques :

Ce sont des sols brun foncé sableux très fin à sableux très fin argileux avec un horizon A<sub>1</sub> bien structuré mais toujours d'épaisseur faible; souvent même il est complètement érodé et la carapace apparaît en surface.

Cette carapace calcaire très dure est constituée de nodules jaune clair noyés dans un ciment grisâtre. Si l'on ne peut avec certitude affirmer l'âge de cette carapace par contre l'observation d'un horizon d'altération sur calcaire en place (C ca) indique que les conditions du pédoclimat permettent dans cette zone une migration actuelle du calcaire.

- L'horizon de surface reste très calcaire 30 %.

- La teneur en matière organique de l'horizon A<sub>1</sub> est élevée et voisine de 3 %.

Aptitudes culturales:

Les aptitudes culturales de ces sols sont nulles à cause de la faible épaisseur du sol exploitable par les racines des plantes. Ils sont à laisser en pâturages naturels.

### 36. Sols BRUN ROUGE calciques issus des grès de Gesoma.

Ces sols sont observés sur les grands plateaux gréseux qui dominent la cuvette de Degah-Bur à l'Est du Jerer. Leur extension est de 1070 km<sup>2</sup>.

Ces plateaux très mollement ondulés portent une savane claire à grands acacias avec un tapis graminéen dense dans les zones légèrement déprimées. La pluviométrie y est voisine de 400 mm.

#### Morphologie :

- 0 - 30 cm Brun rouge foncé (2,5 Y R 3/2); sable grossier à sable fin argileux avec  
 A<sub>1</sub> nombreux graviers de quartz, polyédrique émoussé à tendance particulière.  
 30 cm + carapace faiblement calcaire très dure de type nodulaire à petits nodules.  
 B ca

#### Caractéristiques physico-chimiques :

Ces sols brun rouge foncé sont peu épais en général. Toutefois dans les zones légèrement déprimées (colluvions de plateaux) l'épaisseur du sol peut atteindre 50 cm.

La carapace est formée de nodules englobant de nombreux éléments quartzeux. Les nodules de petites tailles 1/2 à 1 cm sont fortement soudés par un ciment calcaire mais laissant de nombreux vides où viennent s'infiltrer de la terre fine provenant des horizons supérieurs ainsi que les racines des arbres et les radicelles des graminées.

L'encroûtement calcaire est beaucoup plus faible que dans la famille précédente. Ceci est dû à la pauvreté du matériau originel gréseux en calcaire ce qui se traduit également par l'absence de carbonates dans l'horizon de surface.

Le taux de matière organique est voisin de 2 % dans l'horizon A<sub>1</sub> mais est encore de 1,5 % dans la terre fine se trouvant dans les vides de la carapace. Le taux d'azote est moyen avec 1,1 % dans l'horizon A<sub>1</sub>.

Les teneurs en potassium échangeable sont moyennes 0,4 méq./100 g et les réserves en phosphore sont faibles (0,4 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total).

#### Aptitudes culturales et pastorales.

Les aptitudes culturales des sols sont nulles. L'abondance de l'herbe dans les zones légèrement déprimées<sup>en</sup> fait de bons pâturages pendant et après la saison des pluies.

### 37. Sols vertiques BRUN ROUGE calciques issus des grès de Gesoma.

Ces sols s'étendent sur les plateaux gréseux au nord de Degah-bour jusqu'à Kebri-Beyah. On les retrouve également sur le plateau de Gelelcha. Leur surface totale est de 1236 km<sup>2</sup>.

Faiblement ondulés ces plateaux portent une véritable savane boisée à dominance de grands acacias et à couvert graminéen dense. La végétation apparaît donc beaucoup plus

importante que sur les mêmes plateaux à la hauteur de Degahbour- Aware (famille 36), et est significative d'une augmentation de la pluviométrie qui est sans doute supérieure à 500 mm.

Morphologie :

0 - 30 cm A <sub>11</sub>	Brun foncé (7.5 Y R 3/2); argileux sableux fin; grenu très développé; friable.
30 - 60 cm A <sub>12</sub>	Brun foncé (7.5 Y R 3/2); argileux polyédrique bien développé à tendance verticale.
60 cm + B ca	carapace calcaire.

Caractéristiques physico-chimiques :

Les sols brun foncé argileux sableux fin à argileux très structuré en surface à structure grenue présentent des caractères vertiques en profondeur.

L'épaisseur de l'horizon A est variable. De l'ordre de 1 m en bas d'ondulation elle est parfois de quelques centimètres seulement sur les parties les plus hautes.

L'horizon de surface n'est pas calcaire.

Le taux de matière organique est voisin de 3 % dans l'horizon supérieur et les teneurs en potassium échangeable et en phosphore sont moyennes.

Aptitudes culturales et pastorales.

Sauf dans les zones déprimées des plateaux où des cultures pourraient être pratiquées le sol étant suffisamment épais il est préférable de laisser cette zone en savane boisée. Elle constitue d'excellents pâturages une grande partie de l'année. De plus en contrôlant le déboisement qui pourrait s'accroître à cause des besoins croissants des villes de Jijiga et de Degahbur, cette zone est particulièrement indiquée pour la création d'une réserve de faune. (voir chap. VI G.)

SOUS - CLASSE DES SOLS A HORIZON PALLIDE.

L'horizon supérieur est clair avec des teneurs en matière organique voisine ou inférieure à 1 % sur 20 cm. Cette sous-classe correspond à tous les sols à différenciation calcaire de la zone aride du Bas Ogaden.

Groupe à CALCAIRE DIFFUS. 38 (a et b). Sols modaux sur alluvions ROUGE JAUNE à JAUNE ROUGE issus de calcaires de Kebri-Dahar, de Mustahil et des grès de Gesoma.

Ces sols se développent sur  $3000 \text{ km}^2$  dans les vallées en U à fond très large et sur les cônes de déjection des affluents du Fafen dans la région de Shedosh Kebri-Dahar (38 a) d'une part, et dans les vallées très encaissées des oueds de la région

d'El Kere (38 b). La pluviométrie est voisine 300 mm.

Morphologie et caractéristiques physico-chimiques.

Ces sols sont rouge jaune (5 Y R 5/6) à jaune rouge (5 Y R 6/6) sableux à sables fins et moyens (Shekosh 38 a) ou grossiers (El Kere 38 b) à structure particulière. Les horizons sont généralement bouillants et constitués de niveaux interstratifiés où l'on peut noter la présence de galets.

L'ensemble du sol est calcaire 20 % dans (38 a) mais peu calcaire 2 à 3 % dans (38 b). Les carbonates restent à l'état diffus et ne s'individualisent pas.

Les teneurs en matière organique sont faibles, 1,2 % en surface.

Il en est de même du taux d'azote 0,6 ‰.

Les teneurs en potassium échangeable sont moyennes à faibles 0,1 à 0,3 méq/100g.

Les réserves en phosphore sont moyennes 1,5 ‰ dans (38 a) et faibles 0,5 ‰ dans (38 b).

Le rapport  $\frac{N \text{ total}}{P_{25} \text{ total}}$  est voisin de 1 dans (38 b) et indique un déséquilibre nutritionnel au détriment de l'azote.

Aptitudes culturales :

Dans la région de Shekosh Kebri-Dahar (38 a) l'intérêt agricole de ces sols est nul. Ils ne constituent que maigres pâturages pendant la saison des pluies.

Par contre, dans la région d'El Kere (38 b) et malgré la texture sableuse, ces sols présentent un intérêt agricole certain. Les crues des oueds drainent les pluies qui tombent sur les plateaux gréseux de la région d'El Kere sont importantes, ce qui permet de faire une bonne culture de sorgho. Dans un autre cas on note la présence permanente à faible profondeur d'une nappe phréatique ou malgré la texture très grossière du sol la culture du sorgho est possible ("Ashawa Bota" : piste El Kere Kugno).

Une fumure minérale complète azote phosphore et potasse est nécessaire pour obtenir des rendements plus élevés (sulfate d'ammonium, superphosphate et chlorure de potassium).

Groupe à AMAS et NODULES.

39. (a. b. c. d. e.)\* Sols ROUGE JAUNE issus des calcaires de Kabri Dahar de Mustahil et Belet-Uen.

Ces sols se développent sur les vastes plateaux calcaires du Sud du Bassin dont les formes tabulaires caractéristiques barrent l'horizon de leurs quelques 50 m de hauteur constituant un des traits les plus classiques du paysage ogadénien. Ces plateaux

\* Les lettres a. b. c. d. concernent la classification des sols sur la carte 1/250.000. Les explications sont données dans la suite du texte.

sont formés de couches géologiques différentes selon les régions :

calcaires de Kebri-Dahar : au nord d'une ligne Korahé - Hamaro Hadad

calcaires de Mustahil : approximativement au sud d'une ligne El-Kere - Dalad - Burkur

calcaires de Belet-Uen : représentés uniquement au Nord du Ferfer.

Les plateaux sont d'extension moyenne sur les calcaires de Mustahil et de Belet-Uen (39 c. d. e.). Ils sont déchiquetés par les entailles hydrographiques dans la région de Kebri-Dahar-Shekosh-Maleiko (39 a). Par contre ils forment une vaste zone absolument plate sans une seule rivière du nord de Maleiko jusqu'au Bulul et au Dakota. (39 b).

Dans d'autres cas, et ceci est surtout vrai pour les calcaires de Mustahil, ils constituent souvent des buttes témoins ilots isolés dans la grande "plaine gypseuse" : Montagnes de Goja, Menelik Tarara, Galue etc... (39 c).

Sur le vaste glacis en pente douce à soubassement calcaire (calcaire de Mustahil) de la région Lola Shilavo dominé à l'Est par la corniche érodée des grès de Gesoma et qui vient mourir vers l'Ouest aux confins de la dépression de Dobowein, là non plus on ne note aucune trace d'un réseau hydrographique organisé (39 d).

Le climat qui règne sur ces plateaux est chaud et sec, la pluviométrie est inférieure à 300 mm et descend parfois à moins de 150 mm.

La densité de la végétation surprend pour un climat aussi aride. Constituée d'un bush dense à Boscia minimifolia et Delonix elata de 3 à 4 m de hauteur en moyenne, il est souvent difficile de s'y frayer un chemin avec un véhicule.

Cette importance de la végétation sur les plateaux peut s'expliquer de la façon suivante en plus de l'adaptation des plantes :

- il y a deux saisons des pluies au cours de l'année dont l'intervalle saison sèche n'est jamais très long.
- ces zones sont peu parcourues par les troupeaux donc peu dégradées.
- le point le plus important c'est sans doute que les dalles calcaires sont profondément fissurées et que les racines des arbustes peuvent profiter de conditions de pédoclimat humide longtemps après les pluies en plongeant leurs racines dans les profondeurs du calcaire.

La végétation prend fréquemment un aspect de "brousse tigrée" très net surtout lorsque les étendues planes sont suffisamment vastes (zone de Maleiko, Sud-Segag, grands plateaux à l'Est de Gode).

L'extension totale de ces sols est de 24792 km<sup>2</sup> environ.

Morphologie : Le profil moyen suivant est observé.

	Profil 6-117 à 30 km environ à l'est de Gode-sur un plateau calcaire.
0 - 10 cm A <sub>11</sub>	Jaune rouge (5 Y R 6/8); sableux très fin limoneux polyédrique émousée à tendance particulière; très friable; nombreux graviers de calcaire fin non émousé; radicelles nombreuses; transition assez brève et régulière avec
10 - 30 cm (B) Ca	Rouge jaune clair (5 Y R 5/8) sableux très fin limoneux; structure polyédrique émousée à tendance particulière; sec friable; nombreux nodules très arrondis de calcaire de taille moyenne 2 cm constitués de calcaire dur enveloppé de couches concentriques de teinte rouge sombre; certains nodules sont soudés entre eux en amas calcaires de la taille du poing; nombreux graviers calcaires non émousés; radicelles encore nombreuses; transition brutale et irrégulière avec
30 cm + R -	Dalle de calcaire fin gris blanc en place.

Ce profil caractérise les sols peu épais en place.

Dans les zones faiblement déprimées sur les grands plateaux on a des colluvionnements vers les points les plus bas et les sols sont plus profonds. Nous les avons observés plus spécialement dans les régions d'Hamaro - Maan - Degah-Medo - et à l'Est de Shilavo. Ils sont d'ailleurs très repérables sur photographie aérienne par l'aspect "tigré fin" de la végétation. Sur le vaste plateau de Degah-Medo - Maleiko on<sup>a</sup> sur la piste Degah-Medo - Segeg le profil suivant :

0 - 30 cm A <sub>11</sub>	Brun jaune (10 Y R 5/8); sableux fin argileux; grenu fin à tendance particulière.
30 - 90 cm A <sub>12</sub>	Jaune rouge (5 Y R 6/8); sableux fin argileux; polyédrique émousé fin à tendance particulier.
90 - 120 cm B Ca	Rouge jaune (5 Y R 5/8) argileux sableux fin; polyédrique émousé fin peu développé; 60 % de nodules calcaires de 1 cm de diamètre moyen très durci non soudés entre-eux.
120 cm + R.	Dalle de calcaire en place.

Ce profil caractérise les sols colluvionnés sur plateau.

Par contre dans d'autres zones principalement dans les régions à réseau hydrographique dense, les plateaux sont étroits et le sol souvent érodé faisant apparaître des dalles en place.

La combinaison des facteurs: type de la roche-mère, morphologie des plateaux, importance des colluvionnements sur les plateaux, ont permis de différencier les sols à l'échelle du 1/250.000.

- 39 a. sols en place peu épais sur les plateaux morcelés/<sup>des</sup> calcaires de Kebri-Dahar.
- 39 b. sols colluvionnés sur plateau dominants + sols en place peu épais sur les vastes plateaux sur calcaires de Kebri-Dahar avec "brousse tigrée".
- 39 c. sols en place peu épais sur les plateaux calcaires de Mustahil.
- 39 d. sols colluvionnés dominants sur plateaux + sols en place peu épais sur les plateaux sur calcaires de Mustahil et de Belet Uen avec "brousse tigrée".
- 39 e. sols en place peu épais sur les plateaux morcelés sur calcaires de Belet Uen.

Sur la carte à l'échelle du 1/1.000.000 tous ces types de sols sont regroupés sous le n° 39.

Morphologie et origine des nodules :

Les nodules calcaires de forme très arrondie sont toujours nombreux en dessus de la dalle calcaire en place. Ils sont très durs formés d'un noyau central de même "texture" que la dalle calcaire, enrobé dans une série de couches calcaires concentriques colorées en rouge brun plus ou moins sombre. Sont-ils le résultat d'une dynamique actuelle du calcaire ou les reliques d'un pédoclimat ancien plus humide ? Il est difficile de répondre à la question. On peut envisager que la formation de ces nodules a été très lente et a pu se réaliser sous le type climatique actuel ou qu'elle s'est effectuée sous un climat facilitant plus largement le déplacement du calcaire comme le climat méditerranéen.

Nous pencherions pour la deuxième hypothèse que nous avons déjà soutenue au sujet des dépôts des galets calcaires dans les anciens cônes de déjection de la région de Godé.

Propriétés physico-chimiques :

Groupe de sol	Prof. cm	Type d'Horizon	Texture	Structure	CO <sub>3</sub> Ca %	m. o. %	N ‰	C/N	pH	conductivité extrait saturé mmhos/cm	K <sup>+</sup> mé. / 100g	Na <sup>+</sup> mé. / 100g	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> tot. ‰
39	0-10cm	A <sub>1</sub>	stf1 stf	P.	30	1,1	0,60	11	8,2	1,0	0,7	0,1	0,8
	10-30cm	B ca	stf	P. pd.ém	31	0,8	0,33	14	8,3	1,0	0,6	0,1	0,7

Les sols sont de teinte jaune-rouge à rouge-jaune mais parfois brun-jaune en surface dans les zones colluvionnées sur plateau.

La texture est le plus souvent peu argileuse de type sableux très fin limoneux à sableux très fin.

L'ensemble de la terre fine du sol est très calcaire.

Les teneurs en matière organique sont faibles en surface 1.1 % mais varient peu avec la profondeur 0.8 %. Le taux d'azote est faible et le rapport C/N bas indique un mull de type calcique et un humus minéralisant rapidement. Cette pauvreté des sols en matière organique n'est pas en contradiction avec l'importance de la végétation décrite plus haut. En effet, les espèces végétales installées sont à cycle végétatif court et fournissent très peu de litière.

Le pH est supérieur à 8.0 ce qui est lié à la présence de calcaire en quantité importante.

Remarquons que la conductivité de l'extrait saturé est très faible. Le matériau calcaire fournit très peu de chlorures <sup>et</sup> de sulfates.

Les teneurs en potassium échangeable sont élevées.

Les réserves en phosphore sont moyennes.

#### Aptitudes culturales et pastorales.

Ces sols ne présentent pas d'intérêt pour l'agriculture à cause de la sécheresse du climat, de la faible épaisseur des sols.

Les plateaux calcaires de l'Ogaden servent de zones de parcours pour le bétail pendant la saison des pluies. Dans les zones déprimées et colluvionnées sur les plateaux l'accumulation des eaux de pluies favorise le développement de pâturages qui sont recherchés par les nomades et leurs troupeaux. Cependant, même sur le plan pastoral l'intérêt économique des plateaux calcaires est extrêmement faible surtout par le fait de l'éloignement des points d'eau. Ces vastes régions peuvent être intégrées dans une réserve de faune quoique paraissant moins intéressantes que les zones gypseuses.

#### 40. Sols ROUGES carbonatés issus des grès zoogènes.

Ils se développent sur un banc de grès zoogène de la formation gypseuse principale qui affleure au Nord d'Imi de part et d'autre du Wabi en formant de petits plateaux tabulaires de 20 m de hauteur environ aux contours très déchiquetés.

Ils occupent une surface cartographiée de 370 km<sup>2</sup> plus 1/5 de l'association Imi nord soit en tout 970 km<sup>2</sup>.

Les sols sont rouges (2.5 Y R 5/8), de texture sableux très fin avec une structure à tendance particulière. L'horizon B ca est souvent riche en nodules calcaires et la terre fine est très calcaire.

Les aptitudes culturales et pastorales de ces sols sont nulles. La zone occupée par ces sols s'intégrera éventuellement dans une réserve de faune au nord d'Imi.

(Voir ch. VI G)

#### 41. Sols carbonatés sur alluvions BRUN ROUGE du Jerer.

Ces sols se développent sur des alluvions du Jerer, du Nord de Kaho au sud de Bulale sur une surface de 370 km<sup>2</sup>.

Ces sols rouge jaune (5 Y R 6/6) à brun rouge (5 Y R 5/4) sont sableux très fin à sableux moyen argileux et caractérisés par la présence à la base du profil de très nombreuses concrétions calcaires friables.

L'ensemble est calcaire, 16 % en surface et 30 % en profondeur.

Les teneurs en matière organique sont faibles 1 % en surface.

La conductivité de l'extrait saturé atteint 16 mmhos/cm en profondeur ce qui est caractéristique de l'influence des eaux chargées en sels du Jerer pendant les crues.

Les aptitudes culturales de ces sols sont nulles.

Les aptitudes pastorales sont très faibles.

#### 42. Sols carbonatés sur alluvions ROUGES JAUNES issues des grès de Gesoma.

Ils se développent sur les alluvions des oueds, <sup>qui</sup> descendent des plateaux de grès de Duhun. Ils occupent 1/5 de l'association de sols de : Duhun (n° IV) soit 430 km<sup>2</sup>.

##### Morphologie :

- |                               |  |
|-------------------------------|--|
| 0 - 10 cm<br>A <sub>11</sub>  | Jaune rouge (5 Y R 6/6); sableux moyen; particulière; très friable.  |
| 10 - 60 cm<br>A <sub>12</sub> | Rouge jaune (5 Y R 4/6); sableux moyen argileux; polyédrique émoussé moyen. friable.   |
| 60 cm +<br>Bca                | Rouge jaune (5 Y R 4/6); sableux moyen argileux; polyédrique moyen et fin; nombreuses concrétions calcaires friables; assez friable. |

##### Caractéristiques physico-chimiques :

De couleur jaune rouge à rouge jaune avec une texture à dominance de sables moyens, ces sols sont meubles à friables.

L'accumulation calcaire se fait en moyenne à partir de 60 cm sous la forme de nodules peu consolidés ou friables.

L'ensemble du sol est calcaire mais avec un gradient croissant avec la profondeur. La teneur de la terre fine passe de 5.0 % dans l'horizon A<sub>11</sub> à 14.6 % dans l'horizon B ca.

Les teneurs en matière organique sont très faibles et voisines de 0.4 % dans tout le profil.

Les teneurs en azote sont également très faibles.

Le pH est de 8.3 en moyenne.

Le taux de potassium échangeable est élevé 0.6 mé/100g

Les réserves en phosphore sont moyennes 0.7 ‰.

Le rapport  $\frac{N \text{ total}}{P_{25} O_5 \text{ total}}$  est nettement inférieur à 1 et traduit une carence en azote.

#### Aptitudes culturales et pastorales :

Ces sols sont partiellement cultivés en sorgho autour de Duhun. L'aménagement des vallées des oueds pourrait être prévu pour accroître l'efficacité de la submersion par les eaux descendant des plateaux (Voir ch. VI G). Des apports d'engrais azotés (ammonitrate ou sulfate d'ammoniac) sont recommandés.

Les aptitudes pastorales de ces sols sont très moyennes. Ils sont cependant très parcourus par le bétail pendant la saison des pluies.

#### 43. Sols ROUGES carbonatés sur complexe alluvial et éolien.

Ils sont observés en association avec des sols à gypse diffus vertiques (famille 52) dans les vastes dépressions de Dobowein et de Nord-Danan. Ils occupent les points hauts du moutonnement très faible qui caractérisent la topographie de ces zones. Leur extension totale est de  $800 \text{ km}^2$  environ.

La végétation est constituée par des groupements graminéens très denses dont les chaumes subsistent en saison sèche en touffes. Les points bas de ces dépressions sont souvent soulignés par des lignes de grands acacias (Nord-Danan) ou d'arbustes (Dobowein). La pluviométrie est inférieure à 200 mm en moyenne mais les dépressions sont affectées partiellement par des inondations des oueds pendant la saison des pluies (Nord-Danan) ou du Fafen (Dobowein).

#### Morphologie :

0 - 30 cm A <sub>11</sub>	Rouge jaune (5 Y R 4/6); sableux à sables grossiers et sables fins; particulière; friable.
30 - 70 cm A <sub>12</sub>	Rouge (2.5 Y R 4/8); sableux à sables grossiers et sables fins; polyédrique émoussé fin; quelques taches calcaires; friable.
70 cm + B ca.	Rouge (2,5 Y R 4/8); sableux à sables fins argileux; polyédrique émoussé moyen à fin; 40 % de nodules calcaires très friables de forme irrégulière; assez friable.

L'ensemble est riche en petits graviers de quartz émoussés et en graviers calcaires de teinte brun foncé.

A la surface du sol les graviers de quartz sont abondants. L'érosion éolienne a en effet entraîné les éléments fins et laissé sur place les quartz plus grossiers. Ils donnent sur les photos aériennes des plages blanches caractéristiques qu'il ne faut pas confondre avec des efflorescences salines.

### Propriétés physico-chimiques :

Les sols rouge jaune à rouge sont à dominance sableuse à sables grossiers indiquant une origine gréseuse du matériau originel. La structure particulière en surface devient polyédrique éoussée en profondeur et l'ensemble du profil reste meuble à friable.

Les teneurs en carbonates de la terre fine augmentent avec la profondeur ( de 17 % à 28 %).

L'accumulation du calcaire s'observe sous la forme de petits nodules de forme irrégulière très friables et donnant une poudre blanche.

Le taux de matière organique est faible 1,2 % en surface / <sup>et</sup> diminue très progressivement en profondeur (encore 0.9 % dans B ca).

Les teneurs en azote sont faibles et inférieures à 0.5 ‰.

La conductivité de l'extrait saturé est faible. De 1 mmhos/cm en surface, elle passe à 2 mmhos/cm en profondeur.

Le niveau du potassium échangeable est moyen 0,3 mé /100 g.

Les réserves en phosphore sont faibles 0,45 ‰.

### Aptitudes culturales et pastorales :

Ces sols étant situés en sommet des ondulations faibles de la plaine, ils ne reçoivent que les eaux de pluies dont la quantité est très faible. Les aptitudes culturales sont donc nulles.

Les grandes touffes de graminées sèches qui couvrent le sol paraissent avoir des qualités très faibles pour les pâturages. Elles sont en effet ligneuses et peu digestibles.

Par contre, ces zones peuvent être transformées en réserve de faune, les antilope y étant particulièrement nombreuses. (voir chapitre VI G.)

#### 44. Sols ROUGES calciques issus des grès de Gesoma.

Ces sols se développent sur l'arène d'altération rouge vif des grès ferrugineux de Gesoma sur une vaste zone de 5450 km<sup>2</sup> à l'extrême Nord-Est du Bassin dans la région de Shilavo.

Les grès ferrugineux de Gesoma à grain très grossier facilement désagrégés ont fourni une arène d'altération particulièrement importante en noyant le paysage tout entier. Elle repose directement sur un calcaire à nodules (calcaire de Belet Uen) qui forme de petites marches d'escalier qui montent en allant vers l'Est, séparées par de larges paliers recouverts du manteau d'altération des grès. La corniche des grès elle-même apparaît à 18 km au Nord-Est de Shilavo sur la route de Warder. Elle ne fait que 4 m de hauteur et est constituée de grès très bruns et très ferrugineux. De petites collines résiduelles

en avant de la corniche montre des faciès de grès altéré très bariolé. Sur le plateau on note également ces petites marches d'escalier constituées cette fois de grès durs avec de vastes paliers ennoyés sous l'arène sableuse rouge vif.

Ces plateaux présentent trois particularités qui en font une entité réellement à part dans le Bas Ogaden.

- il n'y a pas de réseau hydrographique organisé, ce qui peut s'expliquer par la perméabilité en grande importance des grès. Cependant, on note de petites dépressions où les sols sont de couleur grise, qui pourraient être des zones deferrifiées. Les puits sont creusés dans ces cuvettes dont le diamètre moyen n'excède pas 500 m. On peut les observer sur la piste Shilavo-Mustahil et dans la région de Bulaye et de Gembari.

- les termitières très nombreuses d'un rouge très vif atteignent souvent plus de 4 mètres de hauteur et présentent une forme spéciale. La base est en effet plus étroite que le sommet ce qui leur donne un peu l'aspect d'un cornet reposant sur sa pointe.

- la végétation est constituée d'un fourré Gardeniee et Cordia gharaf de 4m de hauteur en moyenne peu dense vers Wardermas qui se transforme en un bush impénétrable au nord de Shilavo.

Contrairement aux plateaux calcaires on n'observe jamais de brousse tigrée mais la végétation apparaît répartie régulièrement et présente sur la photographie aérienne un aspect piqueté fin de teinte gris clair.

**Morphologie :** A 5 km au Nord-Est de Shilavo on observe le profil suivant sous végétation dense à Gardeniee et Cordia gharaf. Surface du sol ondulée sous l'action du vent.

0 - 15 cm A <sub>11</sub>	Rouge (2.5 Y R 5/8); sableux grossier et fin ; particulaire ; meuble ; chevelu radiculaire dense ; transition graduelle avec,
15 - 120 cm A <sub>12</sub>	Rouge vif (2.5 Y R 4/8); sableux grossier et fin particulaire ; meuble ; radice et petites racines nombreuses ; quelques grosses racines ; transition graduelle avec,
120 cm + B ca	Rouge sableux grossier et <sup>fin</sup> (2.5 Y R 5/8); avec nombreux amas concrétionnés de 1 à 4 mm friables de sables cimentés par un ciment blanc calcaire; Particulaire; friable ; radice encore nombreuses.

L'épaisseur du sol est fonction de celle du manteau d'altération des grès. Par exemple lorsqu'on approche des marches d'escalier constituées par du grès ou du calcaire dont nous avons parlé plus haut, l'épaisseur du sol diminue.

Le profil est peu différencié. On note une accumulation calcaire en profondeur sous forme d'amas concrétionnés de petite taille très faible formés de sables cimentés par des carbonates. On remarque d'autre part de petits éléments arrondis de 1 à 2 mm de diamètre, ferrugineux préexistant dans la roche-mère elle-même.

### Caractéristiques physico-chimiques :

De couleur rouge à rouge vif très caractéristique les faisant reconnaître de suite sur le terrain ces sols sont très sableux à dominance de sables grossiers. La structure est particulière. L'ensemble est très friable à meuble mais on observe une augmentation très faible de la compacité dans l'horizon d'accumulation des nodules.

La terre fine n'est pas calcaire ce qui doit être mis en relation avec l'absence de carbonate dans les grès. La formation des nodules paraît être liée à des battements de nappe se chargeant en carbonates au contact des formations calcaires sous-jacentes.

Les teneurs en matière organique sont très faibles et voisines de 0.4 % dans tout le profil.

Le pH est voisin de 8 %.

Le complexe absorbant est saturé en bases.

Les teneurs en potassium échangeable et en phosphore total sont faibles.

### Aptitudes culturales et pastorales :

Les aptitudes culturales de ces sols sont très faibles à nulles. Toutefois en ce qui concerne les arbres le volume de sol facilement exploitable par le système racinaire est très important, ce qui explique le développement de la végétation arborée. De plus, les sables grossiers favorisent la rétention de l'eau par suite de l'absence de capillarité. Il est donc possible que certains arbres fruitiers puissent s'adapter à ces conditions.

Dans ces sols sableux les pâturages sont de mauvaise qualité même pendant la saison des pluies.

Ces zones de sable rouge possèdent une faune très variée et souvent spécifique et que l'on ne rencontre pas dans les autres régions de l'Ogaden. Il serait donc souhaitable de placer toute cette région en réserve de faune. (voir chapitre VI G.)

### 45 (a-b), Sols ROUGES calciques issus des grès de Gesoma.

Ces sols se développent sur les alluvions<sup>(45 b)</sup> et les colluvions<sup>(45 a)</sup> de grès rouge qui s'étalent du pied de la corniche des plateaux de grès de l'Est de Degah-bour à l'oued Jerer. Ils correspondent à ce qu'on a coutume d'appeler "la cuvette de Degah-bour" et s'étendent sur une surface de 2700 km<sup>2</sup> environ.

Les alluvions et colluvions rouges sont d'une épaisseur de 7 m environ dans la plaine de Degah-bur. Elles reposent directement sur le calcaire de Kebri-Dahar en place. Dans cette zone les grès de Gesoma sont transgressifs sur cette formation.

Très dégradée par la culture autour de Degah-bour, la végétation naturelle est constituée d'une savane dense à grands acacias avec tapis graminéen discontinu. La pluviométrie est voisine de 400 mm. Durant la saison sèche le vent souffle violemment de l'Est en provoquant une forte érosion éolienne dans la "plaine" elle-même.

Morphologie : A 3 km à l'est de Degah-bour- graminées pâturées.

0 - 40 cm A <sub>11</sub>	Rouge (2.5 Y R 4/6); sableux grossier ; Hébits moyens polyédrique émoussé friables donnent une structure particulière ; Meuble à friable ; Sec ; Radicelles peu nombreuses ; Passage net et régulier avec
40 - 90 cm A <sub>12</sub>	Rouge foncé (2.5 Y R 3/6); sableux grossier argileux ; Hébits polyédriques émoussés friables donnent une structure polyédrique émoussée à tendance particulière; Petits mycéliums calcaires très blancs ; Sec friable ; quelques radicelles ; Transition graduelle et régulière avec
90 - 300 cm et + B ca	Rouge (2.5 Y R 4/6); sableux grossier argileux ; débits aplatis moyens donnent une structure polyédrique émoussée moyenne à tendance particulière ; petits amas concrétionnés bien durcis de grès cimenté par du calcaire et graviers de grès altérés taille moyenne de l'ensemble 0,5 cm ; Humide peu friable ; pas de radicelles.

Les sols sont donc profonds et l'accumulation calcaire est progressive. De petits mycéliums apparaissent déjà vers 40 cm. A partir de 90 cm se développent un horizon riche en petites concrétions calcaires. L'individualisation des carbonates est certainement liée aux fluctuations de la nappe phréatique temporaire qui se forme à la discontinuité entre le manteau alluvio-colluvial de l'altération des grès et les calcaires de Kebri-Dahar sous-jacents pendant la saison des pluies.

Propriétés physico-chimiques :

Sols de la cuvette de Degah-bour

Groupe de Sol	Prof. cm	Type d'horizon	Texture	Structure	CO <sub>3</sub> Ca %	Matière Organ.	N %	C/N	pH	Conductivité extrait saturé mmhos/cm	K <sup>+</sup> mé / 100g	Na <sup>+</sup> mé / 100g	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> % tot
45 (a et b)	0-40	A <sub>11</sub>	s.g.	P.	0	0,9	0,7	8,5	8,5	1,0	0,4	0,1	0,7
	40-90	A <sub>12</sub>	s.g. avec a.	pd.ém	3,4	0,8	0,3	15	8,4	1,0	0,5	0,1	0,5
	90 +	B ca	s.g. avec a.	pd.ém	8,1	0,4	0,2	11	8,9	2,0	0,5	1,0	0,4

Ces sols rouges à dominance de sables grossiers deviennent plus argileux avec la profondeur. La structure reste cependant peu développée et les sols sont généralement friable jusqu'en profondeur.

Les teneurs en calcaire de la terre fine nulles de 0 à 40 cm augmentent ensuite progressivement avec la profondeur mais avec des valeurs toujours faibles.

Le taux de matière organique est bas. Il descend très progressivement avec la profondeur. Il en est de même pour l'azote.

Le pH est élevé puisqu'il dépasse 8.4 mais la faible conductivité de l'extrait saturé montre que les solutions du sol sont très peu chargées en sels et que le sodium fixé sur le complexe reste à un niveau très bas.

Les teneurs en potassium échangeable sont moyennes à élevées.

Les réserves en phosphore sont moyennes.

Le rapport  $\frac{N \text{ total}}{P_{25} O_5 \text{ total}}$  est voisin de 1 ou inférieur à 1. Il y a donc carence

nette en azote.

#### Aptitudes culturales et pastorales :

La plaine de Degah-bur est déjà largement cultivée en sorgho. Des extensions importantes vers le Nord et vers le Sud sont possibles mais dès que l'on s'approche trop des plateaux la présence de nombreuses ravines de ruissellement des eaux empêche la mise en valeur. Cependant, les plantations de sorgho sont actuellement soumises à de véritables "vents de sables" provoqués par l'érosion éolienne du sol lui-même et en même temps subissent des actions mécaniques violentes et un régime évapotranspiratoire intense qui fait diminuer considérablement les rendements dans une région où la pluviométrie est faible.

En conséquence, il est absolument nécessaire de planter des brise-vent dans toute la plaine de Degah-bur si l'on veut que la culture du sorgho qui se trouve déjà dans des conditions limites ait un maximum de chance d'arriver à des rendements convenables.

Ces brises vents pourront être formés avec des Tamarix (existant déjà sur place) ou avec toute autre essence résistante à la sécheresse et de bonne croissance. Ils seront plantés à 200 m en carré avec un côté face aux vents dominants. (voir chapitre VI C)

Des apports d'engrais azotés sont nécessaires (sulfate d'ammonium).

On peut envisager la mécanisation de la culture dans ces grandes zones planes sans éléments grossiers dans le sol. Elle devra être conduite cependant avec précaution pour éviter l'érosion des horizons supérieurs sableux avant les semis sous l'action du vent.

#### 46. Sols BRUN ROUGE vertiques carbonatés issus des calcaires de Kebri Dahar.

Ces sols se développent sur les colluvions et dans les thalwegs entre les petites collines arrondies calcaires aux pentes convexes de la région de Sesebene-Degah-bour à l'Est du Gerer et la région Degah-Medo - Gelelcha à l'Est du Fafen.

Ils occupent une surface totale de 1300 km<sup>2</sup>.

Morphologie : sur la piste Degah-bour- Sassebeneh, le profil suivant est observé :

0 - 20 cm    B brun rouge foncé (5 Y R 4/4) ; sableux très fin ; polyédrique émoussé moyen ;  
meuble.

A<sub>11</sub>

20 - 60 cm	B run rouge foncé (5 Y R 4/4); argileux ; débits polyédriques à tendance prismatique donnent une structure polyédrique moyenne à grossière ; sec ferme .
A <sub>12</sub>	
60 - 235 cm	B run rouge foncé (5 Y R 4/4); argileux avec fentes de retraits de 1 à 4 mm ; débits prismatiques avec faces de glissement nettes en profondeur ; Cristaux de gypse assez nombreux ; amas concrétionnés calcaires friables très nombreux surtout vers la base ; humide, compact.
B ca	
235 cm +	Dalle de calcaire en place.

#### Caractéristiques physico-chimiques :

Ces sols brun-rouge foncé sont sableux très fin dans l'horizon supérieur et argileux en profondeur.

Une accumulation calcaire se produit sous forme d'amas concrétionnés friables à la base du profil au-dessus de la dalle calcaire. Les cristaux de gypse sont également assez abondants à ce niveau.

Le sol est moyennement calcaire avec un taux moyen de 26 % dans la terre fine.

Les teneurs en matière organique sont faibles mais bien réparties 1,1 % dans A<sub>1</sub> et 0,5 % dans Bca.

Le niveau d'azote est, moyen surface 1,4 ‰ .

Le pH est voisin de 8,5 et la conductivité de l'extrait saturé élevée en profondeur 14 mmhos/cm dans B ca. Les sols sont donc chargés en sels solubles en profondeur, principalement chlorure de sodium et gypse.

Le potassium échangeable est à un niveau élevé 0,7 méq/100 g .

Les réserves en phosphore sont moyennes 0,8 ‰.

#### Aptitudes culturales et pastorales :

Ces sols souvent fortement ravinés ne sont pas cultivables. Ils constituent cependant lors de la saison des pluies de bons pâturages parcourus par le bétail.

#### Groupe à ENCROÛTEMENT MASSIF DURCI (encroûtement nodulaire).

##### 47. Sols BRUN CLAIR carbonatés issus des calcaires de Kebri Dahar.

Ces sols se développent dans la même zone que les sols de la famille précédente mais sur les collines calcaires elles-mêmes. Ils occupent une surface totale de 3900 km<sup>2</sup>.

Morphologie : le profil moyen suivant est observé :

0 - 25 cm	B run clair (10 Y R 6/4); sableux très fin limoneux ; 70 à 90 % de graviers calcaires peu ou non émoussés.
A <sub>1</sub>	
25 - 35 cm	croûte calcaire de type conglomératique formée d'éléments calcaires gris jaune nodulaires enrobés dans un ciment calcaire rubané rouge clair.
B ca	

35 - 90 cm dalle calcaire présentant par place un début d'altération en donnant des  
 R éléments friables blancs crayeux.

Propriétés physico-chimiques :

Ces sols brun clair sableux très fin limoneux sont encroûtés à très faible profondeur. La croûte calcaire est bien développée et très dure, d'aspect conglomératique et l'on observe souvent un début d'altération de la roche-mère elle-même.

La terre fine est très riche en calcaire 42 % dans l'horizon A<sub>1</sub>.

Le taux de matière organique est faible voisin de 1,0 % dans A<sub>1</sub>. Il en est de même des teneurs en azote, 0,8 ‰ dans l'horizon intérieur.

Le pH est de 8.4. La conductivité de la pate saturée est faible 2 mmhos/cm.

Le potassium échangeable et le phosphore sont à des niveaux moyen et faible (respectivement 0,3 mé/100 g. et 0,30 ‰).

Aptitudes culturales et pastorales :

Les aptitudes culturales de ces sols sont nulles. Ils constituent seulement de maigres pâturages pendant la saison des pluies.

## F. CLASSE DES SOLS A DIFFERENCIATION GYPSEUSE.

Cette classe comprend les sols dont le profil est marqué uniquement par une redistribution du gypse. Elle est représentée uniquement dans le Sud du Bassin, c'est-à-dire dans la zone climatique de type "Ogédanien" qui ne permet pas la migration et l'accumulation du calcaire.

Tous les sols appartiennent à la sous-classe à horizon pallide. En effet, la couleur de l'horizon supérieur est toujours très pâle avec un taux de matière organique très faible. Il n'a pas été observé de sols à horizon mélanique. Cette sous-classe a été différenciée en deux groupes :

- groupe à gypse diffus : l'accumulation de gypse s'observe sous la forme de petits cristaux translucides généralement plus nombreux à la base des profils mais jamais soudés entre eux. C'est le cas de la zone alluviale du Wabi Shebelle et du Fafen où les eaux de la nappe sont peu chargées en gypse.
- groupe encroûté : il y a prise en masse des cristaux de gypse qui donne une véritable croûte de gypse. Elle peut atteindre plusieurs mètres d'épaisseur dans les berges des oueds dont les eaux sont chargées en gypse pendant la saison des pluies. La croûte gypseuse reste cependant toujours relativement friable avec de nombreux espaces vides, ce qui la différencie de la croûte calcaire beaucoup plus dure. Ces encroûtements gypseux sont fréquents sur les colluvions et les alluvions rouges dans toute la zone où affleure la formation gypseuse principale.

A l'intérieur de chaque groupe, les sous-groupes suivants ont été définis :

- pour les sols à gypse diffus deux sous-groupes:
  - sous-groupe modal
  - sous-groupe verticale
- pour les sols encroûtés : un seul sous-groupe:
  - sous-groupe modal

### SOUS - CLASSE DES SOLS A HORIZON PALLIDE.

#### Groupe à GYPSE DIFFUS.

#### 48. Sols BRUNS à BRUN ROUGE modaux issus de la formation gypseuse principale des calcaires de Mustahil et des grès de Gesoma.

Ces sols se développent sur les vastes glacis autour des plateaux gréseux de Duhum. Ils sont cartographiés dans l'association IV Duhum dont ils occupent 1700 km<sup>2</sup> environ.

Sur le plan géologique on observe la succession suivante :

- à la base la formation gypseuse principale qui forme le niveau de base actuel du système hydrographique.

- en dessus les calcaires de Mustahil qui ne subsistent que sous la forme de quelques îlots, de collines basses (10 à 20 m) et tabulaires mais que l'on observe sur une plus grande épaisseur à Duhum ceux-ci ayant été protégés par les grès qui les recouvrent.
- l'ensemble est coiffé par les grès de Gesoma dont l'épaisseur atteint 110 m environ sur les plateaux de Duhum. Ces plateaux sont en fait des témoins ayant résisté à l'érosion.

Aussi le matériau originel des colluvions des zones plus basses sont un mélange complexe provenant de l'altération de ces trois formations géologiques.

Une végétation souvent dense à grands acacias avec tapis graminéen continu est observée surtout à proximité des plateaux de grès. Lorsque l'on s'éloigne de ceux-ci la végétation se clarsème et fait place à un "bush" ouvert à petits épineux dominants.

Morphologie : à 2 km au nord de Duhum sur la piste Duhum-Segeg on a le profil suivant : n° 3-22. Position de bas de pente sous les collines de gypse - Végétation dense à grands épineux et graminées par place.

0 - 7 cm	Brun jaune (10 Y R 5/6); sableux très fin limoneux ; structure polyédrique émoussée moyenne à fine bien développée ; friable sec ; radicelles très nombreuses.
A <sub>11</sub>	
7 - 40 cm	Brun gris foncé (10 Y R 4/2); sableux très fin argileux ; structure grenue moyenne à fine très développée ; quelques petits cristaux de gypse ; friable sec ; radicelles et petites racines très nombreuses ; Passage net et régulier à
A <sub>12</sub>	
40 cm +	Brun foncé (7.5 Y R 3/2); argileux ; débits anguleux assez friables donnant une structure polyédrique grossière bien développée, quelques faces de glissements peu nettes par place et quelques fentes de retrait; nombreux petits cristaux de gypse blanchâtre donnant une poudre blanche; compact ; un peu humide ; quelques radicelles.
B gy	

On note déjà quelques cristaux de gypse dans l'horizon A<sub>12</sub>, mais l'accumulation est nette seulement à partir de 40 cm dans l'horizon Bgy.

#### Caractéristiques physico-chimiques :

Ces sols brun jaune à brun foncé, sableux très fin limoneux en surface deviennent argileux en profondeur. La structure est très développée de type grenu jusqu'à 40 cm. Par contre, en profondeur des caractères vertiques frustrés apparaissent.

L'ensemble du sol est calcaire 25 % de carbonate en moyenne.

Les teneurs en matière organique de 1,9 % dans l'horizon A<sub>1</sub> de 0 à 40 cm décroissent très lentement en profondeur. Encore 1,5 % dans l'horizon Bgy.

Les teneurs en azote sont faibles 0,8 ‰ dans A<sub>1</sub>.

- le pH est de 8,0.
- les teneurs en potassium échangeable sont élevées 2,2 mé./100 g dans l'horizon A<sub>1</sub>.
- les réserves en phosphore sont moyennes (1 ‰).

#### Aptitudes culturales et pastorales :

Les conditions climatiques sont défavorables à la culture sur ce type de sol. Par contre, ils portent de bons pâturages pendant la saison des pluies.

#### 49 a et b. Sols modaux sur alluvions JAUNE-BRUN à BRUNES du Wabi Shebelli et du Fafen. \*

Ces sols comprennent tous les sols sur alluvions à l'exception des vertisols et des sols hydromorphes dans la vallée du Wabi Shebella entre Imi et Burkur (49 a) et dans la vallée du Fafen entre Nord-Kebri-Dahar et Koraha (49 b).

- Ils s'étendent - sur 1300 km<sup>2</sup> environ dans la vallée du Wabi Shebelle  
 - sur 560 km<sup>2</sup> environ dans la vallée du Fafen

La végétation est généralement constituée par une prairie à graminées très rases mais dans de nombreux secteurs on observe un bush clairsemé à arbustes épineux ou non de deux à trois mètres de hauteur ou une véritable savane à grands acacias (plaine de Fanad au Nord de Kebri Dahar).

#### Morphologie :

Cette famille de sols associe deux séries de sols correspondant à deux types d'alluvions.

- une série à dominance sableuse sur alluvions JAUNE BRUN.
- une série à texture moyenne (stratifications sableuses et argileuses) sur alluvions BRUNES.

La série à dominance sableuse se développe surtout sur les bourrelets de berge actuels ou anciens du Wabi et du Fafen. L'accumulation gypseuse en profondeur est généralement très faible et se limite à quelques cristaux de gypse. La structure est particulière et l'ensemble du profil est très friable.

La série à texture moyenne se développe en position topographique intermédiaire entre la série à dominance sableuse et les vertisols situés dans des zones déprimées. L'accumulation gypseuse est plus notable : les cristaux de gypse apparaissent nettement dans les stratifications argileuses. La structure est particulière dans les niveaux sableux qui sont bouillants. Par contre, elle est prismatique ou cubique fine dans les stratifications argileuses qui restent friables.

---

\* L'étude de ces sols est reprise en détail dans les rapports - Etude et mise en valeur des sols de la Basse Vallée du Wabi Shebelli - Notice de la carte des sols de la Basse Vallée du Fafen.

### Caractéristiques physico-chimiques.

Pour les caractéristiques physico-chimiques complètes se reporter aux études plus détaillées effectuées dans les vallées du Wabi Shebelle et du Fafen.

Voici cependant quelques caractéristiques chimiques concernant l'ensemble des deux séries.

Les teneurs en calcaire sont voisines de 18 % sans gradient notable avec la profondeur. Le calcaire est sous forme diffuse, à l'état de particules de carbonates de la taille des limons.

Les teneurs en matière organique sont voisines de 1 % dans l'horizon supérieur donc faibles et descendent progressivement en profondeur jusqu'à 0,5 %.

Le taux d'azote est inférieur à 0,5 ‰.

Le pH est voisin de 8.2 mais la conductivité de l'extrait saturé passe de 2 mmhos/cm en surface à 7 mmhos/cm à plus d'un mètre. Les sols sont faiblement salés en profondeur les deux sels dominants étant les chlorures et les sulfates (gypse).

Les teneurs en potassium échangeable sont élevées dans la série à dominance sableuse (plus de 3 méq/100 g. de terre).

Les réserves en phosphore sont également élevées (1,5 ‰ en moyenne).

### Aptitudes culturales et pastorales :

Dans la vallée du Wabi Shebelle (49 a) ces sols sont placés dans la classe I, sols très favorables à l'irrigation avec des aptitudes culturales<sup>en</sup> fonction de la texture du sol.

Par contre, dans la vallée du Fafen (49 b) où les possibilités d'irrigation sont pratiquement nulles, ces sols sont peu favorables à l'agriculture. Ils sont parfois cultivés au nord de Korahe en sorgho avec des fortunes diverses. En saison des pluies, ils constituent cependant de bons pâturages temporaires.

### 50. Sols vertiques sur alluvions ROUGES issues des calcaires de Kebri-Dahar, de la formation gypseuse principale et des calcaires de Mustahil.

Ils occupent les petites dépressions qui parsèment le Bas-Ogaden, principalement les zones gypseuses et qui se forment souvent à l'occasion de l'élargissement de certaines vallées d'oueds, ou à l'aval des cônes de déjection. Remblayées par des alluvions provenant des calcaires et des gypses, ces cuvettes présentent un intérêt économique certain dans cette région car elles permettent la culture. Elles sont en effet inondées périodiquement mais moins que les sols de la famille 12 représentés principalement par la cuvette de Danan, ce qui explique aussi les caractères vertiques plus atténués. Leur extension totale est de 700 km<sup>2</sup> environ.

La végétation est généralement formée de petits épineux gris avec un couvert graminéen très dense.

Morphologie : le profil suivant a été observé à 4 km au Sud-Ouest de Kelafo. Microrelief chahuté avec grandes fentes de retrait.

- 0 - 20 cm Brun jaune rougeâtre (7.5 Y R 5/6); sableux très fin limoneux structure polyédrique émoussée moyenne à fine assez bien développée; agrégats peu stables poudreux - ombreuses petites fentes de retrait; friable; transition brève et régulière avec
- A<sub>11</sub>
- 20 - 100 cm Jaune rouge (5 Y R 6/8); sableux très fin limoneux argileux; grandes fentes de retrait subverticales de 1 à 3 cm délimitant de gros débits subangulaires friables donnant une structure particulière; ensemble compact; quelques cristaux de gypse; encore des radicelles; transition graduelle avec
- A<sub>12</sub>
- 100 cm + Rouge jaune (5 Y R 5/8); argileux; petites fentes de retrait; petits débits angulaires aplatis; ensemble massif très compact; nombreux petits cristaux de gypse; radicelles rares.
- B gy

Caractéristiques physico-chimiques :

Profil de Sol	Prof. cm	Type d'Horizon	Texture	Structure	CO <sub>3</sub> Ca %	Matière organique %	N %	C/N	pH	Conductivité extrait saturé mmhos/cm	K <sup>+</sup> mé//100g	Na <sup>+</sup> mé//100g	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %
50	0-10	A <sub>11</sub>	stfl	pd.ém p.	32	0,6	0,30		8,2	1,0	0,9	0,1	1,9
	10-60	A <sub>12</sub>	stfa	pd.ém p.	32	0,5			8,2	0,5	0,5	0,1	1,7
	60 +	B gy	a.	pol. pr.	27	0,4			8,1	28,0	0,5	2,6	1,7

Le sol de couleur jaune rouge à rouge jaune a une texture sableux très fin limoneux à sableux très fin limoneux argileux sur 60 cm. Elle devient argileuse en profondeur.

La structure est caractérisée par un fendillement général du profil à sec avec fentes de retraits dans tous les sens dans l'horizon A<sub>1</sub>.

En profondeur la structure devient massive à tendance prismatique, mais les faces de glissements sont rarement observées.

L'accumulation de gypse se manifeste à partir de 60 cm en moyenne dans l'horizon argileux mais toujours sous forme diffuse (cristaux séparés).

Les sols sont très calcaires en liaison avec l'origine des alluvions provenant des calcaires ou des gypses.

Les teneurs en matière organique sont faibles malgré la couverture végétale importante. En fait la végétation n'est active qu'une faible partie de l'année et l'humus se minéralise très rapidement.

Les taux d'azote sont très faibles.

Le pH est voisin de 8,2 et la conductivité de l'extrait saturé augmente fortement en profondeur. Il y a accumulation importante de chlorure de sodium dont la teneur est voisine de 6,3 g/1000 g. de terre dans les profils analysés.

Les teneurs en potassium échangeable sont élevées.

Les réserves en phosphore sont également élevées. Le rapport  $\frac{N \text{ total}}{P_{25} \text{ total}}$  indique une carence très nette en azote.

#### Aptitudes culturales et pastorales :

Dans le contexte aride de l'Ogaden ces cuvettes constituent des zones de cultures intéressantes. Cependant à cause de la salure du sol en profondeur, seules des cultures résistantes au sel comme certaines variétés de sorgho peuvent être envisagées. Certaines de ces dépressions sont cultivées périodiquement ou épisodiquement. Elles sont répertoriées d'une façon plus précise sur la carte au 1/250.000 ème.

Une amélioration sensible des rendements devrait pouvoir être obtenue en combinant les effets des inondations des oueds et des précipitations : à cet effet, il serait nécessaire - d'améliorer l'efficacité des inondations en les répartissant de façon homogène dans les cuvettes.

- d'éviter les pertes d'eau pluviales par ruissellement par le système des petites diguettes/ en courbes de niveau obligeant les eaux de pluies à s'infiltrer sur place (voir chapitre VI D).

Les apports d'engrais azotés (sulfate d'ammonium et nitrate de chaux à la fin des pluies) sont absolument nécessaires à l'obtention de rendements satisfaisants.

#### 51. Sols vertiques sur alluvions BRUN FONCÉ du Dakota et de ses affluents.

Ils occupent les grandes zones alluviales du Dakota, du Sulul et de leurs affluents au Nord de Segeg. Ils s'étendent sur une surface totale de  $915 \text{ km}^2$  environ. La végétation est constituée de petits épineux épars avec par place des touffes de graminées.

Morphologie : dans la plaine du Dakota sur la piste Fik - Degah-Medo on observe le profil suivant :

- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| 0 - 30 cm<br>A <sub>11</sub>   | Brun foncé (10 Y R 5/4); sableux très fin limoneux ; grenu moyen ; petites fentes de retraits dans tous les sens ; friable.                             |
| 30 - 120 cm<br>A <sub>12</sub> | Brun foncé (7.5 Y R 4/4); sableux très fin limoneux polyédrique moyen; petites fentes de retraits verticales.   |
| 120 cm<br>(B gy)               | Brun foncé (7.5 Y R 4/4); sableux très fin argileux ; débits angulaires avec faces de glissement nettes par place ; ferme ; quelques cristaux de gypse. |

### Propriétés physico-chimiques :

Le sol brun à brun rougeâtre sableux très fin limoneux en surface devient sableux très fin argileux en profondeur. La texture reste légère mais riche en limons.

Le sol est très fendillé par de petites fentes dans tous les sens qui donnent au sol une structure grenue en surface. Cependant en profondeur, des caractères verticales apparaissent.

L'aspect très moutonné, en vagues de la surface du sol laisse à penser que des processus de gonflement se produisent en profondeur lors de la remontée de la nappe phréatique liée aux crues des oueds.

L'accumulation gypseuse est faible en profondeur.

Les sols sont très calcaires (30 % de carbonates en moyenne).

Le taux de matière organique est faible mais reste de 1,1 % de la surface jusqu'à 120 cm et <sup>est</sup> encore de 0,9 % en dessous. Cette uniformité doit être due à la présence des fentes qui favorisent la descente en profondeur des éléments végétaux se décomposant à la surface du sol.

Les teneurs en azote sont faibles dans tout le profil 0,4 à 0,5 ‰.

Le pH est voisin de 8,1 mais la conductivité est élevée dans tout le profil (entre 8 et 11 mmhos/cm de l'extrait saturé).

Les sols contiennent 2 g/1000 environ de chlorure de sodium

Les teneurs en potassium échangeable sont élevées 0,9 méq/100 g.

Les réserves en phosphore total sont moyennes 10 ‰.

Le rapport  $\frac{N \text{ total}}{P_{25} \text{ total}}$  nettement inférieur à 1 indique une forte carence en azote.

### Aptitudes culturales et pastorales :

Malgré leur salinité assez élevée ces sols pourraient être utilisés pour la culture du sorgho par exemple en utilisant les crues du Daketa et du Sulul. Malheureusement, ces deux oueds coulent très encaissés dans leurs propres alluvions : le Daketa de 4 m environ, et le Sulul de 7 m environ à Segeg.

La violence et la soudaineté des crues sur le Daketa spécialement rend problématique la construction de barrages de dérivation pour inonder la plaine à l'aval. Le "quadrillage" par levées de terre pourrait peut-être être envisagé dans certaines zones.

Dans le cas de possibilités de cultures, l'apport d'engrais azotés est nécessaire (sulfate d'ammonium).

Les aptitudes pastorales de ces zones paraissent très faibles. Il semble que l'enherbement soit faible même en saison des pluies.

## 52. Sols ROUGES vertiques sur complexe alluvial et éolien.

Ces sols occupent les creux des faibles ondulations des grandes dépressions de Dobowein et de Nord-Danan. Ils sont cartographiés avec les sols à différenciation calcaire de la famille 43 dans l'association V(Dobowein Nord Danan) dont ils représentent la moitié de la surface environ soit 780 km<sup>2</sup>.

Un tapis graminéen très dense constitué en fait de touffes de graminées rapprochées couvre le sol. Ce développement important des graminées est dû à la position relative basse de ces sols ce qui leur permet de recueillir les eaux de ruissellement provenant des zones légèrement plus haute où par contraste les graminées sont beaucoup moins denses (Voir famille 43). Par place on observe des grands acacias. Un microrelief gilgai très accentué se développe à la surface du sol ce qui rend la circulation très difficile.

Morphologie : dans la dépression de Dobowein le profil moyen suivant est observé :

0 - 40 cm	Rouge jaune (5 Y R 4/8); grenu bien développé ; très friable.
A <sub>11</sub>	
40 - 120 cm	Rouge (2.5 Y R 4/8); argileux ; débits polyédriques peu friables avec quelques faces de glissement ; peu friable.
A <sub>12</sub>	
120 cm	Accumulation de cristaux de gypse dans une matrice argileuse à sables moyens
B gy	le tout donnant une couleur bariolée gris et rouge ; compact.

L'accumulation gypseuse est ici très nette sous forme de cristaux. Dans certains profils une tendance à l'encroûtement gypseux se manifeste mais ce n'est pas le cas le plus courant.

### Caractéristiques physico-chimiques :

Ces sols rouge jaune à rouge sont à dominance argileuse mais avec des sables moyens. La structure est grenue sur une forte épaisseur (40 cm) mais s'élargit en profondeur avec l'apparition de caractères vertiques.

L'ensemble du sol est fortement calcaire avec 30 % de carbonate de calcium. Les teneurs en matière organique sont relativement élevées pour la région dans l'horizon A<sub>11</sub> avec 1,5 %. Elles tombent à 0,9 % dans l'horizon A<sub>12</sub>.

Le pH est voisin de 7.8 et la conductivité de l'extrait saturé est faible 1 mmhos/cm dans les horizons A<sub>11</sub> et A<sub>12</sub>.

Aptitudes culturales et pastorales :

A la limite, ces sols peuvent être cultivés en sorgho mais avec des fortunes diverses selon l'importance des précipitations. Dans la plaine de Dobowein et sur ces types de sol vers l'ouest, nous avons vu d'anciens campements de cultures abandonnées depuis quelques années.

Il apparaît que le quadrillage par des levées de terre dans ces zones relativement basses devrait permettre une amélioration des conditions de croissance du sorgho (voir ch. VI C). Un apport d'azote serait souhaitable (sulfate d'ammoniac).

La zone située au nord de Danan constitue de très bons pâturages pendant et après la saison des pluies. Elle peut être utilisée aussi comme réserve de faune. La dépression de Dobowein pourrait également jouer le même rôle. (voir chapitre VI G.)

Groupe ENCROUTE.

53. Sols modaux sur alluvions ROUGES issus des grès de Gesoma et des calcaires de Mustahil.

Ces sols s'étendent à l'extrémité Sud-Est du Bassin sur les alluvions rouges d'un système d'oueds descendant des plateaux calcaires à l'Ouest et des grands plateaux gréseux à l'Est (région d'El Habred) et qui se termine par un grand cône de déjection salé entre Burkur et Ferfer. Ils occupent une surface de  $642 \text{ km}^2$  environ.

Les sols jaune rouge à rouge (5 Y R 4/8) à (2.5 Y R 4/8) sont de texture sableuse à sables fins et sables moyens. Ils sont fréquemment encroûtés à faible ou moyenne profondeur mais cet encroûtement est souvent discontinu et l'on observe alors des alluvions riches en cristaux de gypse reposant directement sur la dalle de gypse en place (région de Bargun).

Ces sols ont des aptitudes culturales nulles. En saison des pluies ils constituent des pâturages médiocres.

54. Sols JAUNE ROUGE à ROUGE JAUNE issus de la formation gypseuse principale et des calcaires de Mustahil.

Ces sols occupent toutes les zones colluviales ou alluviales de la formation gypseuse du Bas-Ogaden. Ils sont cartographiés en association avec les sols peu évolués d'érosion des collines de gypse de la famille 3. dans l'association I (Bas-Ogaden) dont ils occupent plus de la moitié de la surface soit  $21.000 \text{ km}^2$  environ et en association avec les sols à différenciation calcaire des petits plateaux de grès zoogènes du Nord d'Imi (famille 4<sup>0</sup>) dans l'association III, dont ils occupent les 4/5 de la surface soit  $2400 \text{ km}^2$  environ.

La surface totale occupée par ces sols est donc de  $23400 \text{ km}^2$  environ ce qui est très important (plus de 1/9 de la surface totale du Bassin).

L'érosion par recul des versants des plateaux dont il ne reste souvent que des témoins: plateaux gréseux de Duhun, collines de Goja au nord d'Imi, puis l'érosion des gypses eux-mêmes ont fourni un matériel d'altération considérable. Celui-ci a été repris par les oueds qui les ont transporté en aval.

En amont de leur cours les alluvions sont rares, les rivières temporaires se fraient difficilement un chemin entre les collines de gypse encore peu attaquées par l'érosion. Par contre, vers l'aval, le paysage s'élargit les alluvions s'étalent davantage. La limite entre les alluvions et les formations gypseuses en place est en général très nette et bien visible sur le terrain par une différence de couleur (alluvions rouge<sup>jaune</sup>, sols sur gypse gris jaune). Le cours de l'oued se termine par un cône de déjection dont la taille varie avec l'importance de celui-ci.

Dans la partie alluviale le long de l'oued ou sur le cône de déjection les zones déprimées donnent naissance à des vertisols (famille 12) ou des sols à gypse diffus vertiques (famille 48) intéressants pour l'agriculture.

Cette famille de sol comprend également les vastes zones colluviales qui s'étendent souvent sur des surfaces presque planes, avec par places seulement, de petits témoins calcaires ou gypseux.

La végétation est constituée d'un bush clair à arbustes épineux ou non de hauteur moyenne 2 m avec une association végétale à dominance de Gyrocarpus habebensis. Le lit des cours d'eau temporaire est jalonné généralement d'une ligne de grands arbres de type acacia. Le sous-bois de type graminéen est peu dense et ne se développe que pendant les saisons des pluies.

Sur les zones colluviales on observe sur le terrain des zones nues alternant avec des zones à végétation dense qui donnent un aspect "de brousse tigrée" sur les photographies aériennes (au sud de Dalad par exemple).

Morphologie : sur alluvions (région de Gode).

- |                 |  |
|-----------------|--|
| 0 - 30 cm       | jaune rouge (7.5 Y R 6/6); sableux très fin argileux; polyédrique émoussé      |
| A <sub>11</sub> | tendance particulière.   |
| 30 - 80 cm      | Rouge jaune (5 Y R 5/8); argileux; polyédrique émoussé;                        |
| A <sub>12</sub> |  |
| 80 - 120 cm     | Rouge jaune foncé (5 Y R 5/8); argileux; compact.                              |
| A <sub>13</sub> |  |
| 120 cm +        | C route de gypse friable.  |
| B gy            | - sur colluvions (Nord-Danan)  |
| 0 - 20 cm       | Jaune rouge (7.5 Y R 6/8); sableux très fin limoneux; grumeleux peu développé. |
| A <sub>11</sub> |  |
| 20 - 50 cm      | Rouge jaune (5 Y R 5/8); sableux très fin argileux; ébīts angulaires friables. |
| A <sub>12</sub> |  |

50 - 70 cm C croûte de gypse rougeâtre .

B gy

70 cm + Dalle de gypse en place .

R

L'encroûtement gypseux se produit de façon différente dans les alluvions et les colluvions.

Les alluvions sont généralement très épaisses et l'encroûtement gypseux se produit sous l'effet du battement de la nappe phréatique provoquée par les variations du régime hydrologique des oueds.

Les colluvions sont par contre peu épaisses et reposent le plus souvent sur une dalle de gypse peu profonde. Celle-ci joue le rôle d'un horizon imperméable qui favorise le maintien d'une petite nappe perchée chargée en gypse pendant la saison des pluies et la formation progressive d'une croûte de gypse.

Dans les alluvions, les encroûtements gypseux peuvent être très épais. Ils paraissent dépendre de l'importance de la hauteur de berge mouillée par les eaux de crues qui sont presque toujours chargées en gypse. Ainsi pour l'oued ~~En-Yà~~ à l'Ouest de Danan, dont le niveau peut passer de la cote 0 m à la cote 8 m on observe un encroûtement gypseux de 6,5 m d'épaisseur avec de plus des efflorescences salines importantes.

Dans les cônes de déjection des oueds l'accumulation est souvent beaucoup plus faible, de l'ordre de 20 à 50 cm et prend quelquefois une forme diffuse.

Dans les colluvions, la carapace de gypse est toujours peu épaisse. Elle se réduit souvent à des amas gypseux discontinus.

#### Caractéristiques physico-chimiques :

Ces sols jaune rouge à rouge jaune ont une texture sableux très fin limoneux à sableux très fin argileux en surface devenant le plus souvent argileux en profondeur.

La structure est généralement peu développée ; les horizons de surface ont une consistance très friable, poudreuse à sec alors qu'en profondeur au-dessus de l'accumulation de gypse le sol devient compact. L'encroûtement gypseux reste friable.

Les sols sont calcaires de 25 à 35 %.

Les teneurs en matière organique sont faibles voisines de 0,9 % dans l'horizon A<sub>11</sub> et de 0,6 % dans l'horizon A<sub>12</sub>.

Les taux d'azote sont faibles à moyens (0,5 à 1,2 ‰).

Le pH est voisin de 8,1 mais la conductivité faible dans les horizon A<sub>1</sub> (2 mmhos/cm) augmente très fortement dans l'encroûtement gypseux (24 mmhos/cm). Elle dénote un accroissement important de la teneur en chlorure de sodium à ce niveau qui est voisin de 5,6/1000 gr de terre. Ceci apparait normal quand on sait que l'accumulation de gypse s'

accompagne fréquemment de celle du chlorure de sodium. On n'observe pas de processus d'alcalisation du milieu, ceci grâce à la présence de gypse et de carbonate de calcium qui empêche toute fixation importante du sodium sur le complexe absorbant.

Les teneurs en potassium échangeable sont élevées de 0,6 à 1,1 méq/100 gr de terre.

Les réserves en phosphore sont moyennes à élevées (0,9 ‰ à 1,6 ‰).

Les analyses faites sur les sols de la région de Godé indiquent de fortes teneurs en Bore assimilable de l'ordre de 75 ppm, concentration éminemment toxique pour la plupart des plantes cultivées.

#### Aptitudes culturales et pastorales :

Les aptitudes culturales de ces sols sont nulles. Mis à part les zones dépressionnaires, les zones alluviales et colluviales constituent cependant de bons pâturages pendant la saison des pluies.

Ces vastes zones sont peuplées en antilopes et autres animaux. Elles peuvent constituer des réserves de faunes intéressantes (voir chapitre VI G).

G - CLASSE des SOIS BRUNIFIES .

Les sols brunifiés se développent dans le Bassin du Wabi Shebellè sous climat humide et tempéré avec une pluviométrie supérieure à 900 mm, à une altitude dépassant 2000 m sur les pentes faibles ou fortes des massifs basaltiques (Chercher) ou sur des formations cendreuses (Arussi). Ils se distinguent par une couleur brune, l'absence de calcaire dans le profil et dans le matériau en altération, un pH neutre ou acide avec un taux de saturation en bases du complexe voisin ou inférieur à 1, une teneur élevée en matière organique dans l'horizon supérieur. Ces sols ne présentent pas de caractères vertiques en profondeur. Deux groupes ont été distingués :

Groupe des sols bruns eutrophes à pH neutre avec deux sous-groupes :

- sous-groupe modal .
- sous-groupe peu développé humifère .

Groupe des sols bruns mésotrophes à  $\text{pH} < 6,5$  avec un seul sous-groupe.

- sous-groupe hydromorphe.

Groupe DES SOIS BRUNS EUTROPHES .

55 . Association de sols BRUNS modaux (55 a) et développés humifères (55 b), issus des basaltes des plateaux et des massifs montagneux.

Ces sols se développent sur les pentes et les méplats des massifs montagneux basaltiques du Chercher (région de Kurfachele , Deder , Burka) et plus vers l'Ouest sur les pentes des Monts Gugomana , Gugu et Meto. On les retrouve également sur les bords des cañons du Magna et de l'Ilili. Leur extension totale est de 2824 km<sup>2</sup> environ..

Mis à part les cañons du Magna et de l'Ilili toutes ces régions sont très cultivées sur les pentes faibles , déboisées et transformées en pâturages sur les pentes fortes. Aussi là forêt naturelle à Juniperus procera (Tid) et Podocarpus gracilor (Zigba) ne subsiste-t-elle que sur des pentes très fortes ou dans certaines têtes de talweg.

L'association cartographique de la carte au 1/1.000.00 comprend 2 sous-groupes :

- sous-groupe modal développé sur des pentes faibles les sols y sont profonds et très cultivés.

sous-groupe humifère peu développé sur les pentes fortes avec des sols peu profonds et réservés aux pâturages.

Ces deux sous-groupes sont séparés sur la carte au 1/250.000 avec les symboles (55a et 55b).

### Morphologie :

Sols bruns modaux (55a) Sur la piste de Girawa - Kurfachele on observe à 14 km de Girawa le profil suivant sur pente faible :

- 0 - 30 cm : Brun rouge foncé (5 YR 2/2); sable très fin ; polyédrique émoussé à A<sub>11</sub> grenu fin ; très friable .
- 30 - 90 cm : Brun foncé (10 YR 4/3); argileux lourd débits angulaires moyens ; peu A<sub>12</sub> compact .
- 90 -160 cm : Bariolé rouge et brun foncé; argileux lourd; polyédrique moyen; friable . B.
- 160 cm + Basalte en altération . R

Dans l'horizon B le bariolage rouge gris et brun foncé peut être considéré comme un "reliquat" de l'altération du matériau basaltique ce qui paraît confirmé par la friabilité de cet horizon.

Sols bruns peu développés humifères (55b) dans la même zone que plus haut mais sur la pente forte d'une colline de basalte .

- 0 - 15 cm : Brun gris très foncé (10 YR 3/2); sableux très fin; polyédrique émoussé A<sub>11</sub> à tendance particulière ; meuble .
- 15 cm + Brun gris très foncé (10 YR 3/2); mélange de graviers de basalte A<sub>12</sub> R friable altéré et de terre fine ; sableux très fin polyédrique émoussé à tendance particulière ; très friable .

### Propriétés physico-chimiques

grou. de sol	prof. cm	type d'horizon	texture	struc- ture	CO <sub>2</sub> %	Ca %	matière orga- nique%	N%	C/N	pH	T mé/ 100 g	B E mé/ 100g	V %	K <sup>+</sup> mé/ 100g	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %
55a	0-30	A <sub>11</sub>	stf	p.d. ém.	0	8,3	4,2	11	7,1	25,0	27,0	100	0,7	0,86	
55a	30-90	A <sub>12</sub>	a.	p.d.	0	1,4	0,6	12	7,2	21,0	22,5	100	1,0	0,55	
	90-160	B	a.	p.d.	0	0,6	0,3	10	7,1	24,0	24,0	100	0,8	0,50	
55b	0-15	A <sub>11</sub>	stf	p.	0	13,8	6,0	13	7,1	30,8	28,1	90	2,4	1,59	
55b	15 +	A <sub>12</sub> <sup>R</sup>	stf	p.	0	12,2	5,3	13	7,2	25,5	26,0	100	0,8	1,58	

### Sols bruns modaux (55 a)

Ces sols à texture sableux très fin en surface devenant argileuse en profondeur ont une structure de type polyédrique émoussé ou polyédrique angulaire donnant aux horizons une grande friabilité jusqu'à la base du profil.

Il n'y a pas apparition de caractères vertiques car le drainage du sol est favorisé par deux facteurs: la pente générale du terrain qui entraîne un drainage latéral des eaux de ruissellement ou d'infiltration; la roche-mère formée "d'orgues basaltiques" dont la perméabilité verticale "en grand" est importante.

Les teneurs en matière organique sont élevées en surface ainsi que les taux d'azote mais décroissent fortement à partir de 30 cm.

Le C/N faible est caractéristique d'un humus à minéralisation rapide.

Le pH est neutre et le sol n'est pas calcaire.

Le complexe absorbant est saturé en bases.

Le taux de potassium échangeable est élevé.

Par contre les réserves en phosphore sont moyennes.

Le rapport  $\frac{N \text{ total}}{P_2O_5 \text{ total}}$  voisin de 5 indique un faible déséquilibre au détriment du phosphore.

### Sols bruns peu développés humifères (55 b)

De texture sableux très fin avec une structure à tendance particulière ces sols sont peu épais si l'on considère uniquement l'horizon  $A_{11}$  mais l'altération des basaltes est poussée et l'horizon  $A_{12}$  constitué d'un mélange de terre fine et de basalte en altération épais. Ceci les différencie des sols peu évolués d'érosion humifères de la famille 9 (Shek-Hussien) où l'horizon humifère repose directement sur le matériau non altéré.

Les teneurs en matière organique sont très élevées sur au moins 40 cm là où l'épaisseur de l'horizon  $A_1$  le permet.

Il en est de même pour l'azote. Le C/N faible caractérise un humus à minéralisation rapide.

Le pH est proche de la neutralité.

On note une très faible désaturation du complexe en surface.

Le taux de potassium échangeable est très élevé en surface.

Les réserves en phosphore sont également élevées.

Le rapport  $\frac{N \text{ total}}{P_2O_5 \text{ total}}$  est voisin de 4 indiquant un déséquilibre faible au détriment du phosphore.

Aptitudes culturelles, pastorales et forestières :

Les sols bruns modaux sont cultivés largement dans toutes les zones où ils s'étendent : cultures de céréales, petits pois, lentilles, en fait, toutes les cultures vivrières nécessaires à la nourriture locale. La configuration généralement en pente de ces sols rend la mécanisation des cultures difficiles. La pratique de billons isohypses est conseillée (voir chap. VI B), l'apport d'engrais phosphatés est souhaitable (superphosphate de chaux).

Les sols bruns humifères : ils sont cultivés par endroits malgré les déclivités très fortes mais dans la plupart des cas ils sont recouverts d'un tapis graminéen très serré fortement pâturé par les animaux. Si la pression démographique n'était pas aussi forte il est certain que toutes ces zones accidentées possèdent de très grandes possibilités pour le reboisement en forêt jardinée : les résineux paraissent convenir parfaitement dans ces zones fréquemment embrumées. Ces zones apparaissent également très favorables à l'élevage intensif par amélioration de la flore herbagère et de la fertilité des sols (apport d'engrais phosphatés).

Groupe des SOLS BRUNS MESOTROPHES.

56 - Sols bruns mésotrophes hydromorphes issus de cendres volcaniques GRISES.

Ils sont observés à l'extrême ouest du Bassin dans la région de Kore, Kofele et Ibano (sources du Wabi) s'étendent sur 1270 km<sup>2</sup> environ.

Ils se développent sur des formations cendreuses, d'altitude moyenne 2700 m, et qui dominent la plaine de Gedeb (zone des chernozems) de 200 m environ. Ces matériaux tendres ravinés par l'érosion ont donné un paysage très caractéristique de collines en "arrondies" profondément entaillées par des vallées en U. Sur les pentes des collines affleurent des bancs trachytiques de faible épaisseur 50 cm à 100 cm intercalés dans les cendres. C'est à ce niveau que naissent les nombreuses sources alimentant les petits affluents qui vont se jeter dans le Wabi qui n'est encore ici qu'une petite rivière.

Le climat de cette région est de type "Tichéen". Les collines de Kofele, premier obstacle pour les vents d'Est porteurs de pluie, sont très arrosées près de 1000 mm. Par suite de l'altitude et de la pluviométrie importante les températures restent basses toute l'année avec des maxima dépassant rarement 20° et des gelées blanches assez fréquentes pendant les mois les plus froids.

La végétation est constituée d'une pelouse graminéenne surpâturée à dominance de Pennisetum et de chiendent. Des reliques forestières à Juniperus procera (Tid) sont encore observées entre Kofele et Kore et dans les régions d'Ibano et Hogiso.

Par contre les régions de Kore et de Sire qui portent des sols rouges ferrallitiques (ils seront étudiés plus loin) et qui sont protégées des vents d'Est ont un régime climatique beaucoup plus doux et les pâturages font place à la culture des céréales sous forêt claire. (Tids et oliviers sauvages).

Morphologie : à 2,7 km de Kofele sur la piste de Dodola on observe le profil suivant sur pente faible :

- 0 - 10 cm : Brun; sableux grossier; structure grumeleuse à tendance particulière ;  
A<sub>11</sub> humide friable ; radicules nombreuses ; passage net
- 10 - 40 cm : Brun clair sableux grossier; structure polyédrique émoussé moyenne  
A<sub>12</sub> à fine ; à tendance particulière ; humide friable ; radicules nombreuses ; transition graduelle avec
- 40 - 90 cm : Brun jaune à brun rougeâtre clair; sableux très fin; structure polyédrique.  
A<sub>13</sub> émoussée fine bien développée ; humide friable ; encore des radicules passage net à
- 90 - 165 cm : horizon concrétionné gris jaune brunâtre; sable grossier argileux faible-  
B<sub>Fe-Mn</sub> ment tacheté de rouille avec de nombreuses petites concrétions brunes arrondies friables ; horizon souvent durci par place passage net à
- 165 cm + : bariolé gris et jaune rouge; sable grossier argileux; hydromorphe -  
gley

De nombreux petits fragments de verre sont visibles dans tout le profil. La différenciation avec la pente sur les collines est généralement faible toutefois le sol à souvent tendance à s'éclaircir dans l'horizon A<sub>12</sub>. De plus sur les pentes on rencontre fréquemment des profils complexes en liaison avec la présence de niveaux trachytiques de faible épaisseur interstratifiés dans les cendres.

Caractéristiques physico-chimiques :

groupe de sol	Prof. cm	Type horizon	Texture	Structure	CO <sub>3</sub> Ca %	matière organique %	N %	C/N	pH	T. mé/100 g	B E mé/100 g
	0-10	A <sub>11</sub>	s g	p.	0	19,6	5,9	13	5,9	88	31,4
56	10-40	A <sub>12</sub>	s g	p.	0	3,9	1,7	12	6,0	58	16,9
	40-90	A <sub>13</sub>	s t f	p d.	0	1,3	0,8	9	6,1	23	12,8
	90-165	B <sub>Fe-Mn</sub>	s g a	-	0	0,25			6,1	25	12,8
	165 +	gley	sg a	massive	0	0,18			6,5	35	9,70

Ces sols bruns mésotrophes sont caractérisés par une texture à sables grossiers dominants dans les horizons supérieurs avec des niveaux sableux très fin.

En profondeur le taux d'argile augmente. La fraction sables grossiers est représentée presque uniquement par du verre qui ne paraît pas assurer une bonne perméabilité même des niveaux supérieurs les éléments fins des cendres jouant un rôle "colmatant" peu favorable à la pénétration de l'eau.

L'accumulation de matière organique est très importante dans l'horizon  $A_{11}$ . Les teneurs sont nettement plus faibles dans l'horizon 10 - 40 cm mais indique une pénétration nette de la matière organique en profondeur.

Le taux d'azote est très élevé dans l'horizon  $A_{11}$  et reste encore élevé dans l'horizon  $A_{12}$ . L'azote est surtout constitué d'azote organique.

Le rapport C/N et compte tenu du pH caractérise un humus acide minéralisant lentement.

Le pH est acide mais et augmente faiblement avec la profondeur. Ces sols constituent avec les andosols les seuls sols du Bassin ayant une réaction acide.

Le taux de saturation en bases est bas par rapport aux autres familles de sol et varie entre 30% et 56%.

Le rapport  $\frac{Ca}{Mg}$  est voisin de 1 ou inférieur à 1 ce qui risque de provoquer un blocage de l'assimilation du calcium et du potassium par les plantes. Il est donc nécessaire de remonter le niveau du calcium.

Le potassium échangeable est à un niveau assez élevé.

Les réserves en phosphore sont élevées à très élevées en surface.

Le rapport  $\frac{N \text{ total}}{P_2O_5 \text{ total}}$  voisin de 2,5 en surface descend en-dessous de 1 à

faible profondeur et caractérise une carence en azote.

Les caractéristiques physico-chimiques particulières de ces sols sont dues aux conditions climatiques très humides et fraîches et à un mauvais drainage général du paysage lié à :

- la mauvaise perméabilité des cendres qui s'engorgent rapidement,
- la présence parfois à faible profondeur de niveaux trachytiques imperméables

Mais contrairement à ce que nous avons observé pour les vertisols ou les chernozems des zones proches, l'engorgement temporaire des niveaux inférieurs du sol n'induit plus une individualisation du calcaire. Le calcaire s'il en préexistait dans la roche-mère a été complètement éliminé, le milieu s'est acidifié favorisant les mouvements du fer et du manganèse et l'expression de caractères d'hydromorphie.

Les concrétions ferrugineuses et manganésifères sont en général très abondantes et forment quelquefois de véritables blocs de carapace observés sur la piste de Kofele - Kore.

### Aptitudes culturales et pastorales -

Les conditions climatiques sont peu favorables à l'agriculture : on observe seulement quelques cultures d'ensete (*Musa ensete*) autour des maisons d'habitations.

La vocation de cette zone est l'élevage. Toutefois les pâturages sont de mauvaises qualités. Il est nécessaire de corriger l'acidité du sol et le déséquilibre  $Ca^{++} / Mg$  par des amendements calcaires et d'améliorer la composition floristique des pâturages par l'introduction de plantes fourragères plus intéressantes pour les animaux.

L'apport d'engrais azotés est essentielle pour la production d'herbe en quantité importante. S'il est impossible d'apporter des amendements calcaires au sol on utilisera le nitrate de chaux engrais azoté qui contient 1/4 de son poids en chaux. L'emploi de l'urée est également conseillé dans ces sols bien pourvus en matière organique. L'installation de brise vent (*eucalyptus*) est recommandée pour améliorer les microclimats locaux qui sont généralement très froids (voir aussi chapitre VI C ).

## H - CLASSE DES SOLS FERRIALLITIQUES ..

Les sols fersiallitiques se rencontrent dans le Nord du Bassin dans la région d'Harar - Bapile sur des colluvions granito - gréseuses, dans la région de Gebiba en place sur roche mère calcaire et dans le Sud du Bassin sur les plateaux gréseux de Duhun, El Kere et du N.E. Ginir. La pluviométrie est de 400 à 800 mm.

Ils appartiennent tous à la sous-classe des sols fersiallitiques saturés. Les principales caractéristiques morphologiques et physico-chimiques retenues permettant de classer les sols en fersiallitiques sont les suivantes :

- le profil est peu épais en situation plane ou de faible pente.
- le sol est de couleur vive généralement de teinte brun rouge à rouge dans l'horizon B.
- les horizons A et B sont décarbonatés mais saturés en bases.
- par contre on peut encore en trouver des traces dans l'horizon C d'altération des granites.

Le type d'argile est variable en fonction de la roche-mère (tableau ci-dessous). Les sols sur granites présentent une dominance d'illite.

Les sols sur calcaires ont une fraction métahalloysite dominante mais avec de l'illite dite ouverte.

Les sols sur grès sont par contre à dominance de kaolinite ou "fire clay". minéral hérité du matériau parental.

Horizon :	sur granite (Babile)	sur calcaire (Gebiba)	sur grès (Duhun)
type :			
A <sub>1</sub> :	illite kaolinite ou fire clay traces de montmorillonite traces d'hématite	métahalloysite trace d'illite ouverte hématite importante	kaolinite ou fire clay hématite importante gibbsite trace de goethite
B :	illite kaolinite ou fire clay un peu de montmorillonite nité traces d'hématite	métahalloysite illite ouverte hématite importante	kaolinite ou fire clay hématite très importante un peu de gibbsite traces de goethite
C :	illite montmorillonite		
altération :	kaolinite ou fire clay traces d'hématite		
R :	montmorillonite kaolinite ou fire clay illite trace d'hématite		kaolinite

Les différentes fractions minérales sont indiquées par importance décroissante.

- l'horizon B présente encore souvent de nombreux minéraux en voie d'altération dans le cas de granites. Ce sont surtout des feldspaths (plagioclases et andésine).

La sous classe des sols saturés comprend 1 groupe :

le groupe typique avec deux sous groupes :

sous groupe modal avec un horizon C d'altération à 80 cm au moins,

sous groupe peu développé avec un horizon C d'altération à moins de 80 cm.

57 - Sols typiques modaux BRUN ROUGE, issus des granites et des grès d'Adigrat.

Ces sols se développent dans la région d'Harar, de Babile - Fugnanbira, sur les plateaux ondulés et les pentes où l'altération des granites ou les recouvrements de colluvions de grès et de granites sont les plus importants. Ils sont facilement reconnaissable par leur couleur brun rouge à rouge qui contraste avec la couleur gris clair des sols peu évolués sur les granites. Sur ces plateaux des pointements isolés de granites sont fréquents. A l'Ouest de la route Harar - Dire - Dawa on les retrouve également sur des pentes assez fortes dont les sommets sont constitués par des témoins calcaires portant des sols bruns calcaïques. Leur extension totale est de 1470 km<sup>2</sup>.

Morphologie : sur le plateau de Babile on observe le profil suivant :

- 0 - 40 cm : Brun (7,5 YR 5/4); sableux grossier ; grumeleux moyen et fin; friable.  
A<sub>1</sub>
- 40 - 100 cm : Brun rouge (5 YR 5/4); sableux fin argileux ; polyédrique émoussé  
B "stone line" de graviers de quartz peu émoussés ; nombreux micas ; jaunes ; friable.
- 100 - 180 cm : altération avancée du granite en place bariolé blanc et rouge avec  
C quelques poches de terre rouge argileuse ; friable .
- 180 cm + : granite pourri à mica noir ; friable .  
R

Les variations jouent surtout sur l'épaisseur de l'horizon A<sub>1</sub>. Il arrive fréquemment que par l'érosion la "stone line" de l'horizon B se retrouve très près de la surface (région d'Hadaw, piste de Fugnanbira).

Caractéristiques physico-chimiques :

groupe de sol	profon. cm	type horizon	Texture	Structure	CO <sub>3</sub> Ca	matière organique %	N %	C/N	pH	T mé/100 g	B mé/100 g
	0 - 40	A <sub>1</sub>	s g	p	0	2,1	1,2	10	7,7	10	11,8
57i	40 - 100	B	s g a	polém.	0	1,2	0,8	9	7,5	18	18,4
	100 - 180	C	s g	-	0,8	0,6	0,5	8	8,0		

Ces sols bruns rouge parfois rouges sont très sableux en surface (sables grossiers). Ils deviennent plus argileux à faible profondeur.

Dans l'horizon altéré C des granites on note quelques traces de carbonate de calcium.

Les teneurs en matière organique sont moyennes à faibles ainsi que les teneurs en azote. Le C/N très bas indique un humus à minéralisation rapide.

Le complexe absorbant est saturé mais la capacité d'échange est très faible à cause de la texture peu argileuse des sols.

- le rapport Ca / Mg est correct.
- les teneurs en potassium échangeable sont moyennes à faibles.
- les réserves en phosphore sont moyennes.

Le rapport  $\frac{N \text{ total}}{P_2O_5 \text{ total}}$  voisin de 2 indique un déséquilibre nutritionnel

au détriment de l'azote.

Cependant les niveaux des trois éléments majeurs N P K restent moyens et nécessitent d'être relevées pour la culture intensive.

Aptitudes culturales :

D'une façon générale des sols sont très cultivés dans l'Harar à cause de la pression démographique et les jachères sont rares. Les principales cultures pratiquées sur ce type de sol sont : le sorgho, l'arachide et la patate douce ainsi que quelques cultures légumières. Les pentes fortes sont aménagées en terrasse pour la culture du chat (*Catha edulis*).

Malgré l'apport régulier de fumier par les agriculteurs les sols sont fortement carencés en azote. De plus ils sont peu pourvus en potassium et en phosphore. Les déficiences en azote sont faciles à observer sur le sorgho et sur le chat. L'application d'une fumure minérale complète N P K avant la culture et d'apports fractionnés d'azote au cours de la végétation devraient permettre d'améliorer considérablement le rendement des récoltes. Cependant les sols étant très filtrants d'une part et à faible capacité d'échange, donc à faible rétention des fertilisants d'autre part le fractionnement des apports d'engrais azotés devra être calculé judicieusement pour éviter les pertes par lessivage.

Les engrais seront apportés de préférence sous les formes suivantes :

azote : urée, nitrate d'ammonium de chaux et sulfate d'ammonium.

phosphore : superphosphate.

potasse : chlorure de potassium.

Le problème de l'érosion qui atteint des proportions inquiétantes dans l'Harar sera traité avec les sols ferrallitiques (famille 60).

#### 58 - Sols BRUN ROUGE foncé typiques modaux, issus des calcaires de Ketri-Dahar.

Ces sols brun rouge à rougisse développent sur des plateaux calcaires tabulaires très faiblement ondulés dont les principaux sont les suivants :

- plateau de Boko-Midagola qui couvre une surface de 500 km<sup>2</sup> environ à une altitude moyenne de 1800 m.

- plateau de Gebiba entre les rivières Omashivo et Sekota et un autre plateau entre les rivières Sekota et Ungwata dont la surface totale est de 600 km<sup>2</sup> environ à une altitude moyenne de 1600 m.

#### Morphologie :

LE profil suivant est observé dans la région de Gebiba sous végétation graminéenne et bush à acacias

0 - 20 cm : Brun rouge foncé (5 YR 3/3); limono-argileux ; grenu ; friable.

A<sub>11</sub>

20 - 80 cm : Brun rouge foncé (5 YR 3/4); argilo-limoneux à argileux; polyédrique moyen ; ferme.

A<sub>12</sub>

80 cm + : Rouge foncé (5 YR 3/6); argileux ; débits "platty" ; très compact.

(B)

La dalle calcaire se trouve <sup>à</sup> 2 m de profondeur environ.

Caractéristiques physico-chimiques :

groupe de sol	profondeur cm	type d'horizon	Texture	Structure	CO <sub>2</sub> Ca %	matière organique %	N ‰	C/N	pH	T mé/100 g	B E mé/100 g.
	0-20	A <sub>11</sub>	l.a.	gr.	0	7,6	3,4	13	7,5	50	44,2
5B	10-80	A <sub>12</sub>	l.a.-a.	pd.	0	2,5	1,2	11	7,3	33	38,3
	80 +	(B)	a.	pd.	0	1,5	1,0	9	7,5	28	26

Les sols brun rouge foncé à rouge foncé ont une texture limono-argileuse à argileuse. La structure grenue en surface devient polyédrique à moyenne profondeur. L'ensemble du sol reste ~~assez~~ de consistance friable à ferme donc facile à travailler..

Il n'y a pas de traces de calcaire dans le sol. Les teneurs en matière organique sont très élevées dans l'horizon 0 - 20 cm. Elles descendent progressivement en profondeur mais elles sont encore de 1,5 % dans l'horizon B. Il en est de même pour les teneurs en azote qui sont en surface et moyennes entre-20 et 80 cm. <sup>élevées</sup>

- Le rapport C/N est faible et caractérise un humus à minéralisation rapide.
- Le pH est voisin de 7,4 et le complexe absorbant est presque saturé.
- Le rapport Ca / Mg est normal.
- Le potassium échangeable est très élevé en surface et élevé en profondeur.

Les réserves en phosphore sont moyennes. Le rapport N / P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total est déséquilibré dans les horizons A<sub>11</sub> et A<sub>12</sub> au détriment du phosphore. Les engrais phosphatés sont donc recommandés..

Aptitudes culturales :

Lorsque les conditions de pluviométrie le permettent, ces sols ont des aptitudes culturales nettement supérieures aux sols traités précédemment. En effet leur texture argileuse leur donne une capacité de rétention beaucoup plus importante.

- Dans la région de Boke Fadis ces sols sont très cultivés en maïs, sorgho, chat et plantes légumières (oignons surtout).
- Les grands plateaux permettent une mécanisation de la culture qui est actuellement en cours (voir chapitre VI E)

Dans le cas de sols cultivés de longue date la fumure phosphatée doit être complétée par une fumure azotée les taux de matière organique étant souvent beaucoup plus faible que celui indiqué ci-dessus (sol sous jachère).

- Sur les plateaux situés au sud-est de Gebiba et de Soddu des possibilités d'extension des cultures paraissent possible en "dry farming" après correction de la carence en phosphore des sols.

59 (a et b) Association de sols ROUGES typiques modaux (59a) et ) typiques peu développés ( 59 b) , issus des grès de Gesoma.

Ces sols rouges s'étendent sur les grands plateaux de grès situés entre le Labu et le Wabi Shebellé d'une part et d'autre part vers le Sud sur une série de plateaux - témoins dont l'extension est variable:

- plateaux de Duhun et d'El Kere qui occupe des surfaces importantes.
- Monts Aouatou (Nord-Est Ginir) et quelques petits plateaux entre le Madiso et l'oued Gelmiye (Nord-Est Imi) plus réduits.
- La surface totale occupée par ces plateaux est de 1530 km<sup>2</sup> environ.

Dans la région d'El Kere un groupe peu développé sur les plateaux de très faible extension érodés a été reconnu sur la carte au 1/250.000. Il a été associé en groupe typique sur la carte au 1/1.000.000.

Morphologie :

Sur les plateaux gréseux de Duhun sous végétation graminéenne dense avec grands arbres on observe le profil suivant.

- 0 - 20 cm Rouge (2,5 YR 4/6); sableux fin argileux ; débits peu friables donnant une structure particulière et polyédrique émoussée moyenne ; ensemble assez ferme sec ; radicelles très nombreuses ; transition graduelle et régulière avec
- A<sub>1</sub>
- 20 - 80 cm Rouge foncé (2,5 Y R 3/6); sableux fin argileux ; débits polyédriques friables donnant une structure polyédrique émoussée moyenne bien développée un peu humide friable ; radicelles très nombreuses ; passage net à
- (B)
- 80 cm + Dalle de grès très dur en place.
- R

Les sols typiques modaux (59 a) sont généralement assez profonds :

Par exemple les profils observés dans la région d'El Kere montrent la dalle de grès à 130 cm et sur les plateaux du Nord du Wabi à plus de 150 cm.

Par contre les sols typiques peu développés modaux (59 b) qui s'étendent sur les plateaux étroits érodés dans la région d'El Kere ont une dalle de grès très proche de la surface.

#### Caractéristiques physico-chimiques :

groupe de sol	prof. cm	type d'horizon	Texture	Structure	CO <sub>3</sub> Ca %	matière organique %	N‰	C/N	pH	T mé/100 g	BE mé/100 g	V %	Ca <sup>++</sup> mé/100 g	Mg <sup>++</sup> mé/100 g	K <sup>+</sup> mé/100 g	Na <sup>+</sup> mé/100 g	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %
	0-20	A <sub>1</sub>	a.s.	pol. ém.	0	1,5	0,9	10	7,7	15,0	11,0	73	9,0	1,2	0,4	0,4	0,40
59a	20-80	(B)	a.s.	p. d.	0	1,1	0,6	11	7,5	16,0	14,0	87	13,2	0,6	0,1	0,1	0,40

Ces sols rouge à rouge foncé sont en général sableux fin argileux toutefois ils sont argileux sur les plateaux du Labu. La consistance du sol reste friable dans la terre fine.

Il n'y a pas de calcaire.

Les gènes en matière organique sont faibles mais décroissent lentement en profondeur. Il en est de même de l'azote. Le rapport C/N est bas indiquant un humus de type à minéralisation rapide.

La capacité d'échange est généralement faible mais sur les plateaux du Labu elle est plus élevée à cause de l'importance de la teneur en argile.

Le rapport Ca/Mg est très élevé et les teneurs en potassium échangeable sont moyennes et faibles à Duhun et El Kere, plus élevés sur les plateaux du Labu.

Les réserves en phosphore sont moyennes.

#### Aptitudes culturales et pastorales :

Les sols fersiallitiques typiques modaux (59 a) sur grès sont susceptibles d'aménagements agro-pastoraux intéressants.

— Il y a certainement des possibilités d'extension des cultures en "dry-farming" sur les plateaux du Labu.

Dans le Bas-Ogaden les plateaux sur grès constituent les seules zones de plateaux où l'on puisse trouver de l'eau douce. La nappe phréatique suspendue des plateaux repose en effet sur le calcaire de Mustahil sous-jacent.

Elle donne naissance à des sources permanentes dans la région d'El Kere et des puits auraient été creusés sur les plateaux de Duhun. La végétation des plateaux gréseux apparaît nettement plus luxuriante et souvent même très différente de la végétation des zones gypseuses environnantes.

Ils constituent de très bons pâturages une grande partie de l'année mais qui pourraient sans doute être grandement améliorés. La connaissance des possibilités de la nappe phréatique suspendue sur ces plateaux est primordiale dans tout essai d'aménagement agro-pastoral.

Dans le cas d'une mise en culture ou même d'amélioration des pâturages un relèvement du niveau général de la fertilité concernant les trois éléments majeurs N P K est nécessaire. Les engrais seront apportés sous la forme suivante :

- azote : nitrate de chaux, d'ammonium, sulfate d'ammonium et éventuellement urée.
- phosphore : superphosphate de chaux.
- potasse : chlorure de potassium.

Les sols fersiallitiques typiques peu développés (59 b) qui occupent les pentes fortes et les zones érodées sont favorables au reboisement dans la région des Monts Aouatou et aussi dans celle d'El Kere.

## I - CLASSE DES SOLS FERRALLITIQUES .

Les sols ferrallitiques se développent dans le Bassin à une altitude comprise entre 2.500 et 3.500 m sous une pluviométrie voisine ou supérieure à 1.000 mm et uniquement dans un paysage bien drainé, ils correspondent aux sols rouges et brun rouge parfois brun jaune des petites collines et des pentes des montagnes à bon drainage interne et externe qui les oppose aux vertisols gris foncé des zones planes mal drainées de la plaine.

Les sols ferrallitiques du Bassin du Wabi appartiennent tous à la sous-classe des sols ferrallitiques faiblement désaturés ou saturés. Ils se caractérisent :

- par un profil très épais sans aucune trace de calcaire même dans le cas des sols peu développés, <sup>ou</sup> la roche mère qui est proche de la surface (moins d'un mètre en moyenne ) est très altérée et friable.

- la structure du sol est polyédrique émoussée à angulaire dans tout le profil. La consistance du sol est donc très friable ce qui permet de reconnaître ces sols facilement sur le terrain.

- la fraction argileuse est à dominance de métahalloysite ou de kaolinite mais avec des teneurs en illite encore importantes qui confèrent au sol une capacité d'échange élevée.

- dans les horizons profonds d'altération du matériau on note de la montmorillonite sur les sols issus de matériau complexe (colluvions de calcaire de grès et de granites).

- les teneurs en hématite sont généralement importantes (voir tableau)

- la couleur du sol (horizon B) varie de rouge à brun rouge avec teintes pouvant aller jusqu'au brun jaune pour certains sols sur grès.

Matériau originel			
Horizon	sur colluvions de calcaire + granite (Harar)	sur colluvions de Balsate (Kuni)	sur colluvions de grès (Micheta)
A <sub>1</sub>	Métahalloysite Illite Hématite assez importante	Métahalloysite Illite ouverte Hématite importante	Kaolinite Illite ouverte traces de goethite
B	Métahalloysite Illite Hématite importante	Métahalloysite Illite ouverte Hématite importante	Kaolinite Illite ouverte un peu de goethite
C			Kaolinite Illite ouverte un peu de goethite
Altération			

Les différentes fractions minérales sont représentées par importance qualitative décroissante.

Dans la fraction sableuse on trouve encore des minéraux altérables constitués essentiellement de feldspaths (sur matériau basaltique).

Il est donc certain que les sols fersialitiques et ferrallitiques ne se différencient pas nettement tant sur le plan minéralogique que sur le plan physico-chimique, que ces derniers constituent un intergrade entre sols fersialitiques et ferrallitiques. Toutefois les caractéristiques morphologiques du profil (épaisseur, structure, friabilité, type d'altération de la roche-mère) sont ceux qu'on reconnaît habituellement aux sols ferrallitiques.

La sous-classe des sols ferrallitiques faiblement désaturés ou saturés comprend deux groupes:

- le groupe typique avec deux sous-groupes :

- sous-groupe modal, épais, avec un horizon C d'altération à plus d'1,5 m de profondeur,
- sous-groupe peu développé avec un horizon C d'altération à moins d'1,5 m de la surface. Ce dernier sous-groupe comporte un faciès humique avec un taux de matière organique compris entre 3% et 7%.

- le groupe humifère avec plus de 7% de matière organique sur 20 cm avec un sous-groupe :

- sous-groupe peu développé avec un horizon C d'altération à moins de 1,5 m de profondeur.

60 - Sols ROUGES typiques modaux, issus des calcaires de Kebri Dehar, des grès d'Adigrat et des granites.

Ces sols se développent sur les pentes et les colluvions de bas de pentes des moutonnements collinaires de l'Harar dans le triangle Harar - Adelle - Melkerafu . Leur extension est de 375 km<sup>2</sup> environ. Les colluvions sont complexes et comprennent des produits d'altération

- des calcaires des collines tabulaires qui dominent le paysage (Akim-Gara - Kondudo etc ...)
- des grès d'Adigrat sous-jacents mais qui sont peu épais.
- des granites du socle qui affleurent sur de grandes surfaces plus au Sud et au Nord vers Kersa.

#### Morphologie :

A la sortie d'Harar vers le Nord sur une coupe naturelle d'érosion on observe le profil suivant sous couvert graminéen.

- 0 - 50 cm <sup>B</sup> Brun rouge foncé (2,5 YR 3/4 ) ; argileux ; structure grumeleuse à grenue très développée.  
A<sub>1</sub>
- 50 - 470 cm Rouge foncé (10 R 3/3) ; argileux ; petites fentes horizontales et verticales délimitant des prismes à surface très brillante ; les prismes sont très friables et donnent un matériau à structure polyédrique moyenne très développée avec des agrégats également très brillants ; ensemble friable.  
B
- 470 - 800 cm Grès brun rouge altéré.  
C

La friabilité de l'horizon B est caractéristique d'un sol ferrallitique de même <sup>la</sup> profondeur de l'altération.

Un point remarquable c'est que les éléments structuraux de l'horizon B sont brillants comme passés au vernis. Cette caractéristique serait liée à la

présence d'halloysite dominante dans la fraction argileuse.

La nature du matériau en altération C varie en fonction de la position sur la pente :

- en haut et en milieu de pente le sol repose généralement sur l'arène d'altération du grès.

- en bas de pente par contre on trouve plutôt une arène d'altération granitique.

Dans les régions d'Alemaya et Adele l'horizon supérieur du sol est brun à brun foncé. Ceci n'est pas dû à une augmentation du taux de matière organique mais à la présence en position plus haute de témoins calcaires qui donnent des produits d'altération bruns <sup>et</sup> qui recouvrent les pentes par colluvionnement. En haut des collines cette altération des calcaires donnent naissance aux sols bruns calciques et rendzines claciques décrits précédemment (famille 25).

Caractéristiques physico-chimiques :

groupe de sol	profondeur cm	type d'horizon	Texture	Structure	CO <sub>3</sub> Ca %	matière organique %	N%	C/N	pH	T mé/100 g	B.E mé/100 g	V %	Ca <sup>++</sup> mé/100g	Mg <sup>++</sup> mé/100 g	K <sup>+</sup> mé/100 g	Na <sup>+</sup> mé/100 g	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %
	0-50	A <sub>1</sub>	a	gr	0	2,7	1,2	12	7,0	26,0	26,3	100	16,6	9,3	0,30	0,1	0,5
60	50-470	B	a	pd.	0	0,3			6,7	17,6	17,9	100	10,0	7,6	0,20	0,1	0,4
	470 +	C		-	0				6,5	5,0							0,4

Les sols brun rouge foncé en surface à rouge foncé en profondeur sont argileux. Ce sont des sols très épais à structure grenue dans l'horizon A<sub>1</sub> devenant polyédrique moyenne très développée en profondeur. L'ensemble du profil est très friable.

Le sol n'est pas calcaire.

Les teneurs en matière organique sont moyennes sur 50 cm.

La teneur en azote est également moyenne en surface.

Le C/N est faible caractérisant un humus à minéralisation rapide.

Le pH est neutre en surface et devient légèrement acide en profondeur.

Le complexe absorbant est saturé en bases.

Le rapport Ca/Mg est correct.

Les teneurs en potassium échangeable sont moyennes à faibles.

Le rapport N total voisin de 2 indique un déséquilibre nutritionnel

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total  
au détriment de l'azote.

### Aptitudes culturales :

Ces sols très cultivés. Les cultures principales sont le maïs, le sorgho et le chat (*Catha edulis*) qui constitue la "cash crop". Les haricots, les patates douces et diverses autres plantes légumières (pomme de terre, oignons, tomates etc ...) sont également produits en quantités importantes.

Le niveau de fertilité de ces sols peut être considéré comme moyen pour le phosphore et la potasse mais il est très bas en ce qui concerne l'azote.

L'utilisation des engrais azotés est donc nécessaire et doit permettre une augmentation importante des rendements aussi bien dans les plantations de chat que pour les cultures annuelles.

D'autre part les niveaux du phosphore et de la potasse étant moyens l'addition d'engrais phosphatés et potassiques sont conseillés si les conditions économiques de la culture le permettent .

Les engrais utilisés seront les suivants :

- azote : urée, nitrates de chaux, d'ammonium, sulfate d'ammonium.
- phosphore : superphosphate de chaux.
- potasse : chlorure de potassium.

Mais sur le plan des actions à mener, la lutte contre l'érosion est particulièrement urgente. Toute la région de l'Harar est affectée par une érosion régressive extrêmement sévère. Elle aboutit à la formation de ravines d'érosion très profondes souvent de lavaka de 3 à 15 m de profondeur qui monte rapidement sur le flanc des collines.

La lutte contre l'érosion consiste donc à limiter le ruissellement sur les pentes d'une part et à colmater les ravines d'érosion d'autre part.

### Lutte contre l' érosion par ruissellement:

- sur les pentes fortes supérieures à 8% les agriculteurs ont construit des terrasses spécialement pour la culture du chat. Parfois en murettes de pierres sèches elles sont le plus souvent constituées avec des ados de terre. La partie plane de la terrasse est également cloisonnée perpendiculairement ce qui dénote une bonne technicité dans l'aménagement anti-érosif des fortes pentes.

- Cependant il est nécessaire d'étendre le système anti-érosif aux pentes plus faibles :

- pour les pentes entre 3,5 et 8% le billonnage isohypse sera adopté (voir chapitre VI B ).

- pour les pentes inférieures à 3,5% on utilisera la technique du labour isohype (voir chapitre VI B).

Ces techniques permettent en outre une amélioration nette du bilan hydrique du sol (voir chapitre VI C).

#### Stabilisation des ravines d'érosion :

Il s'agit de freiner la vitesse d'écoulement de l'eau dans les ravines par l'installation de petits barrages en pieux, en gabions, en grillage ou même en maçonnerie dans les lavaks qui favorisent en même temps le colmatage par les produits de l'érosion et l'installation progressive d'une végétation naturelle (voir détails dans chapitre VI B).

#### 61 . Sols ferrallitiques typiques humiques sur matériau BRUN ROUGE issu des basaltes des plateaux.

Ces sols se développent à une altitude comprise entre 1.600 m et 2000 m sous une pluviométrie supérieure à 1.000 mm - d'une part sur les colluvions de pente et de bas de pente des collines basaltiques au modelé arrondi du Chercher, contrefort des chaînes basaltiques ceinturant le Bassin au Nord et au Nord-Ouest dans les régions de Kuni, Geleriso et Minne.

- d'autre part sur les ondulations des plateaux basaltiques du Nord-Ginir aux confins des montagnes de Shek` Hussien.

Leur extension totale est de 1.270 km<sup>2</sup> environ.

Morphologie : description d'une tranchée de route observée sur la piste Kuni Bédessa à 4 km à l'est de Karakurkura.

- |                               |  |
|-------------------------------|--|
| 0 - 30 cm<br>A <sub>11</sub>  | : Brun rouge foncé (5 Y R 3/3); argileux ; grenu moyen ;<br><u>friable</u> .   |
| 30 - 90 cm<br>A <sub>12</sub> | : Brun rouge foncé (5 Y R 3/3); argileux ; polyédrique fin bien développé ; <u>friable</u> .   |
| 90 - 600 cm<br>(B)            | : Brun rouge foncé (2 Y R 2/4) argileux ; polyédrique moyen à grossier peu développé ; <u>friable</u> ; quelques concrétions friables de manganèse à la base . |
| 600 cm +<br>C                 | : Basalte très altéré en petits rognons de teinte bariolée avec écailles d'altération ; non calcaire .   |

Dans tout le profil on note la présence de magnétite en abondance qui donne la couleur foncée au sol.

Le profil n'est pas toujours aussi développé, son épaisseur varie localement avec l'importance du colluvionnement.

Caractéristiques physico-chimiques : (sols du Chercher).

groupe de sol	profondeur cm	type d'horizon	Texture	Structuré	CO <sub>3</sub> Ca %	matière organique %	N%	C/N	pH	T mé/100 g	BE mé/100g	V %
	0-30	A <sub>11</sub>	a	gr	0	4,1	2,5	9	6,9	56	29	50
61	30-90	A <sub>12</sub>	a	pd.	50,0	1,9	1,6	7	6,8	37	28	80
	90-600	(B)	a	pd.	0				7,1	36	26	80

Ces sols brun rouge foncé ont une texture très argileuse (plus de 65% en moyenne). Mais le développement de la structure polyédrique confère cependant une très grande friabilité aux horizons et une très bonne perméabilité.

Le drainage interne et externe de ces sols est très bon. Dès que l'on atteint les zones mal drainées au pied de ces collines on a des vertisols bruns.

Le profil n'est pas calcaire. Il n'y a pas de traces non plus de carbonates dans le basalte en altération.

Les teneurs en matière organique sont élevées dans l'horizon A<sub>11</sub> et on note une certaine pénétration de celle-ci dans l'horizon A<sub>12</sub>.

Les taux d'azote sont élevés dans l'horizon A<sub>11</sub> et moyens en dessous.

Le rapport C/N est très bas indiquant une minéralisation intense de l'humus.

Le pH très légèrement acide dans les horizons pourvus en matière organique devient neutre dans l'horizon (B).

La capacité d'échange est élevée mais le taux de saturation est moyen dans l'horizon organique. Il s'élève en dessous, mais le complexe absorbant n'est pas complètement saturé.

sont

Les sols de Nord-Ginir par contre pratiquement saturés en bases, dès la surface avec un taux de saturation de 94 % en surface et de 100 % en profondeur.

Le rapport Ca/Mg est correct.

Les teneurs en potassium échangeable sont élevées ainsi que les réserves en phosphore.

Le rapport  $\frac{N \text{ total}}{P_2O_5 \text{ total}}$  voisin de 2 indique une carence en azote assez marquée

Aptitudes culturales :

Par leur grande épaisseur, leur bon drainage interne et externe, la facilité pour les racines de pénétrer en profondeur, ces sols sont très favorables aux plantations arbustives et aux vergers. Ils conviennent également à la plupart des cultures annuelles, notamment pour leur bonne rétention en eau.

- Dans le Chercher, les conditions climatiques sont favorables à un grand nombre de cultures tempérées et tropicales. Les sols rouges ferrallitiques des pentes ont été aménagés en terrasses où prospèrent les caféiers et le chat. Les plantations sont souvent de très belle venue. Les cultures du maïs, du sorgho, de la patate douce sont également intensément pratiquées.

- Dans les régions des plateaux du Nord- Gindir les conditions climatiques apparaissent un peu moins favorables, les températures étant plus fraîches. Cependant il est certain que de grandes possibilités d'extension de la culture du café sont possible dans cette zone.

Sur le plan de la fertilité ces sols sont bien pourvus en potassium et en phosphore. Par contre à cause de l'intense minéralisation de l'humus il y a un déficit en azote par rapport au phosphore total. L'utilisation d'engrais azotés permettrait d'augmenter fortement les rendements (urée, nitrate de chaux, d'ammonium et sulfate d'ammonium).

62 - Sols ferrallitiques BRUN JAUNE typiques humiques, issus des grès de Gésoma.

Ces sols s'étendent sur les méplats et les pentes faibles du Massif montagneux de Shek Hussien. Ils occupent 140 km<sup>2</sup> environ et sont associés cartographiquement avec des sols lithiques humifères sur pente forte (famille 9) dans l'association n° VI Shek Hussien.

Morphologie : sur la piste Shek Hussien- Djara à 20 km de Shek Hussien. le profil suivant est observé.

0 - 20 cm : Brun; humifère; sableux à sables moyens particulière ; meuble.  
A<sub>1</sub>

- 10 - 180 cm : Rouge clair; non humifère; sableux à sables moyens et fins avec quelques  
B poches plus riches en humus ; particulière ; meuble .
- 180 - 300 cm : Altération bariolé des grès rouge jaune et blanchâtre ; friable.  
C

Aptitudes culturales et forestières :

Ces sols portent une très belle forêt de Tids. Par place des défrichements récents ont été effectués pour la culture du café et du maïs. Etant donné la texture très sableuse des sols, ils risquent d'être très rapidement érodés.

La vocation naturelle reste la forêt (voir aussi commentaires sur les aptitudes de la famille de sols n° 9).

63 . Association de sols BRUN JAUNE typiques modaux (63 a) et peu développés (63 b),

issus des grès de Gesoma.

Ces sols se développent sur les plateaux , les collines de la formation des grès de Gesoma qui affleure sur une surface importante dans les régions de Debre Salam , Ejerso et Belbeletti. Ces plateaux sont donc situés du point de vue altitude en dessous des massifs basaltiques et de leur colluvions qui les recouvre dans les régions de Minne et Micheta mais au-dessus des formations calcaires affleurent vers le Sud (vers Dara Gudo par exemple).

L'altitude moyenne de ces plateaux et collines varie entre 1.300 m et 2000 m en moyenne. C'est la zone de la Woina-Dega où le climat est déjà chaud mais où la pluviométrie est suffisante pour un grand nombre de cultures tropicales.

Ces sols s'étendent sur 1.770 km<sup>2</sup> environ.

Morphologie:

Sols typiques modaux : profil observé à 15 km de Micheta sur la piste de Dara Gudo ; Pente 6% .

- 0 - 30 cm : Brun foncé (7,5 Y R 4/4) sableux fin ; particulière ; friable .  
A<sub>11</sub>
- 30 - 60 cm : Brun foncé (7,5 Y R 4/4) ; sableux fin argileux ; polyédrique émoussé  
A<sub>12</sub> peu développé ; friable .
- 60 - 180 cm : Brun foncé (7,5 Y R 5/6) ; sableux fin argileux ; polyédrique émoussé  
(B) peu développé ; friable ; quelques concrétions ferrugineuses .
- 180<sub>R</sub> cm + : Grès jaune en place friable .

Sols peu développés : profil observé à 61 km de Debore - Selam vers Micheta ; pente 3%.

- 0 - 15 cm : Brun foncé (10 Y R 4/3); sableux fin ; particulaire ; friable.  
A<sub>1</sub>
- 15 - 45 cm : Jaune pâle (2,5 Y R 8/4); sableux grossier ; particulaire ; friable.  
(B)
- 45 cm + : Grès jaune en place friable.  
R

Les sols typiques sont donc profonds alors que dans les sols peu développés, le matériau en altération remonte près de la surface. La distribution relative de ces deux types de sol est difficile à définir. en fonction de la topographie, les affleurements de grès peuvent être proches de la surface sur des faibles pentes ou en profondeur sur des pentes fortes.

Caractéristiques physico-chimiques :

Les résultats sont donnés uniquement pour les sols typiques.

groupe de sol	profondeur cm	type d'horizon	Texture	Structure	CO <sub>3</sub> Ca %	matière organique %	N%	C/N	pH	T mé/100 g	B E mé/100 g	V %	Ca ++ mé/100g	Mg ++ mé/100g	K + mé/100g	Na + mé/100g	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %
	0-30	A <sub>11</sub>	s f	p.	0	1,8	1,0	10	6,6	20	11,1	55	6,0	4,2	0,8	0,1	0,32
63	30-60	A <sub>12</sub>	s fa	pol.ém.	0	1,2	0,7	9	6,4	17	9,0	53	4,9	3,3	0,7	0,1	0,24
	60-180	(B)	s fa	pol.ém.	0	0,5			6,4								

Les sols ferrallitiques sur grès sont de couleurs variées qui vont du jaune au rouge dans les horizons profonds mais les horizons de surface sont presque toujours brun à brun foncé. Ces sols sont très sableux à sables fins. Lorsque les sols sont épais (63 a) le taux d'argile augmente en profondeur. La consistance du sol reste friable à meuble.

Les sols ne sont jamais calcaires.

Les teneurs en matière organique et les taux d'azote sont faibles.

Le pH est légèrement acide.

La capacité d'échange est faible et le taux de saturation du sol est bas.

Les teneurs en calcium et magnésium échangeables sont faibles, le rapport Ca/Mg est déséquilibré au détriment du calcium.

Par contre les teneurs en potassium échangeable sont bonnes.

Les réserves en phosphore sont moyennes à faibles.

### Aptitudes culturales :

Ces zones sont très cultivées surtout à l'Est de leur zone d'extension. Le climat chaud et relativement humide permet un grand nombre de cultures : maïs, sorgho, arbres fruitiers, légumes, mais les deux cultures les plus importantes sont le café et le chat.

L'érosion dans cette zone est très sévère mais la plupart des collines ont été aménagées savamment en terrasses cloisonnées (63 b). Dans le cas des zones moins accidentées (63a) la culture en billonnage isohypse peut être envisagée.

Malgré l'apport de fumier pratiqué habituellement et dans la mesure du possible, par les agriculteurs, les niveaux de l'azote et du phosphore sont bas dans les sols. Par contre le niveau du potassium est élevé.

Les caféiers et le chat notamment pourraient bénéficier fortement d'une fumure azotée et phosphatée avec les engrais suivants:

Azote : nitrate de chaux, d'ammonium, urée.

Phosphore : superphosphate de chaux.

### 64 - Association de sols BRUN ROUGE ferrallitiques humifères peu développés (64a) et de sols typiques peu développés humiques (64b), issu des basaltes des massifs montagneux.

Ces sols se développent sur les pentes des hautes montagnes et leurs contreforts qui ceignent l'extrême Ouest du Bassin dans les provinces d'Arussi et Nord Bale à une altitude comprise entre 2.500 m et 3.400 m d'altitude en moyenne. Leur extension totale est de 2.040 km<sup>2</sup> environ.

Les sols humifères peu développés bruns en surface brun rouge à rouges en profondeur et qui ont une teneur en matière organique supérieure à 7% sur au moins 20 cm se rencontrent sur les pentes fortes des massifs montagneux entre 2.800 m et 3.400 m d'altitude :

- au Sud sur les pentes des Monts Korduro, Somkaru, Beranta, Gara Arewa.
- au Nord sur les pentes des Monts Kakka, Enkolo, Galama, Boraluku, Erosa, Bada et Gugu.

Les conditions climatiques sont intermédiaires entre les climats "Tichéen" et "Boraluku" avec une température moyenne annuelle voisine de 12° et une pluviométrie supérieure à 1.500 mm.

La végétation naturelle est une belle forêt à dominance de Juniperus procera (Tids) avec également par place Podocarpus gracilor (Zigbas) .

Sur les pentes du Boraluku on observe de nombreuses épiphytes accrochées aux arbres.

Les sols typiques peu développés humiques brun rouge à rouge avec une teneur en matière organique comprise entre 3 et 7% se développent sur les petites collines basaltiques situées au pied des massifs montagneux entre 2.500 m et 2.800 m d'altitude environ.

- au Sud sur les collines de l'arrière pays de Dodola et d'Adaba.

- au Nord sur les contreforts des Monts Kakka : région de Kore, Sire, Meraro et sur les petites collines de Ticho et dans l'arrière pays d'Ido de Gobessa et de Dixis.

Le climat de type "Tichéen" est caractérisé par une température moyenne annuelle voisine de 13° et une pluviométrie comprise entre 1.00 mm et 1.700 mm.

La végétation originelle constituée par la forêt de Juniperus et Podocarpus à disparu presque partout pour faire place à l'agriculture et aux pâturages.

Morphologie :

sols humifères peu développés ; profil observé sur les pentes du Mont Boraluku à 6 km à l'Ouest de Ticho ; forêt de Juniperus ; 2.800 m d'altitude.

- 0 - 15 cm : Brun rouge foncé (5 Y R 3/2) ; humifère ; sableux fin ; grumeleux  
 A<sub>11</sub> moyen à fin très développé ; très friable.
- 15 - 60 cm : Brun rougeâtre (5 Y R 3/4) ; assez humifère ; sableux très fin limoneux ;  
 A<sub>12</sub> polyédrique émoussé fin ; bien développé ; friable.
- 60 - 300 cm : Rouge foncé (2,5 YR 3/6) ; argilo-limoneux ; polyédrique fin et moyen  
 (B)C bien développé ; nombreux fragments de basalte altéré en boules dont certains très friables ; ensemble friable.

sols typiques peu développés humiques : profil observé sur une colline à 4 km à l'Est de Ticho piste de Robi , végétation graminéenne

- 0 - 50 cm : Brun rouge (5 Y R 4/4) ; moyennement humifère ; argileux ; polyédrique  
 A<sub>1</sub> émoussé moyen à fin ; bien développé ; friable.
- 50 - 100 cm : Rouge (2,5 Y R 4/6) argileux ; polyédrique fin bien développé ;  
 (B) friable.
- 100 cm + : Altération bariolée en petites boules qui s'écaillent, du basalte  
 C-R en place.

Dans les deux cas si le sol présente des caractères morphologiques typiques des sols ferrallitiques : friabilité des horizons B et altération poussée de la roche-mère, on constate que le matériau altéré remonte haut dans le profil, 60 cm dans le premier, 100 cm dans le second. Il a rajournissement du profil par érosion.

Sur les pentes et les collines autour du Mont Gugu l'horizon B des sols est souvent riche en concrétions ferrugineuses et manganésifères.

groupe de sol	profondeur cm	type d'horizon	Texture	Structure	CO <sub>3</sub> Ca %	matière organique %	N%	C/N	pH	T mé/100 g	LB E mé/100g	B %	Ca <sup>++</sup> mé/100g	Mg <sup>++</sup> mé/100g	K <sup>+</sup> mé/100g	Na <sup>+</sup> mé/100g	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %
	0 -15	A <sub>11</sub>	sf	gr.	0	8,7	3,6	14	6,5	43,0	44,7	100	35,5	6,5	2,6	0,15	1,42
64 a	15 -60	A <sub>12</sub>	stfl	pol.ém.	0	6,4	2,9	13	6,6	25,0	21,5	94	16,5	4,5	2,4	0,06	0,92
	60 +	(B)-C	a	pd.	0	0,7	0,4	12	6,4	21,0	20,2	98	11,0	7,0	2,8	0,12	1,10
	0 -50	A <sub>1</sub>	a	pd.	0	4,6	2,5	11	6,0	35,0	35,6	100	25,2	9,0	1,2	0,25	1,13
64 b	50-100	(B)	a	pd.	0	1,7	1,0	10	6,3	31,0	22,6	75	14,0	8,0	0,6	0,05	0,7
	100 +	C.R		-	0				6,6		-						0,7

### Caractéristiques physico-chimiques (voir aussi tableau ci-contre)

Les sols humifères peu développés ont une texture plus légère que les sols peu développés humiques qui sont argileux dès la surface. La structure est très développée dans les deux types et les horizons sont très friables.

Les teneurs en calcaire sont nulles.

La matière organique pénètre fortement le profil jusqu'à 50 - 60 cm de profondeur. Les teneurs sont très élevées dans les sols humifères peu développés ce qui confère à ces sols une couleur brune en surface. Elles sont moins élevées mais encore importante dans les sols peu développés humiques dont l'horizon supérieur est brun-rouge.

Les teneurs en azote sont élevées dans les deux types de sol.

Le C/N est assez bas et caractérise un humus à minéralisation rapide.

Le pH est légèrement acide, plus nettement acide dans l'horizon supérieur des sols rajeunis humiques.

La capacité d'échange reste élevée ce qui est en grande partie liée à l'abondance de la matière organique.

Le complexe absorbant est saturé ou faiblement désaturé.

Le rapport Ca/Mg est correct.

Les teneurs en potassium échangeable sont très élevées dans les sols humifères et élevées dans les sols humiques.

Les réserves en phosphore sont élevées dans le premier type de sol et moyennes dans le second.

Toutefois dans le type humique (64 b) le rapport  $\frac{N \text{ total}}{P_2O_5 \text{ total}}$  (peu différent de 2) indique un déséquilibre nutritionnel au détriment de l'azote.

#### Aptitudes culturales et pastorales et forestières :

Les sols humifères peu développés (64 a) des pentes des massifs montagneux sont laissés en forêt naturelle lorsque les pentes sont fortes. Par contre les replats sont cultivés ou en pâturages.

Les sols peu développés humiques (64 b) qui se développent sur les collines au pied des montagnes sont entièrement consacrés à l'agriculture et aux pâturages. Dans les deux types de sols les cultures les plus pratiquées sont le blé, l'orge, les petits pois et les lentilles. Par contre le "tef" y végète très mal. Les conditions climatiques sont défavorables aux caféiers et autres plantes tropicales.

Il apparait que la vocation naturelle de ces zones de collines et des pentes montagneuses soit surtout l'élevage qui devrait devenir intensif.

Des forêts de résineux pourraient également être installées sur les pentes les plus fortes (64 b).

Le niveau de fertilité de ces sols est bon dans l'ensemble cependant les sols peu développés humiques (64 b) bénéficieront d'un apport d'engrais azotés (urée, nitrate de chaux, d'ammonium).

## K. - CLASSE DES SOLS HYDROMORPHES .

Cette classe comprend les sols dont l'évolution est dominée par l'effet d'un excès d'eau en raison d'un engorgement temporaire ou permanent d'une partie ou de la totalité du profil. L'extension de cette classe est faible dans le Bassin.

Deux sous-classes sont distinguées :

- une sous-classe moyennement organique avec une teneur en matière organique supérieure à 8% sur 20 cm au moins.

Elle comprend un seul groupe humique à gley c'est-à-dire avec une nappe phréatique peu profonde permanente.

- une sous-classe de sols hydromorphes minéraux avec une teneur en matière organique inférieure à 8% sur 20 cm.

Elle comprend un seul groupe à pseudo-gley c'est-à-dire avec une nappe phréatique peu profonde une faible partie de l'année seulement.

Ces deux groupes se divisent en trois sous-groupes :

- un sous-groupe à calcaire diffus,
- un sous-groupe à amas et nodules calcaires,
- un sous-groupe calcique : non calcaire mais saturé en bases.

### SOUS-CLASSE DES SOLS MOYENNEMENT ORGANIQUES :

65 a et b : Sols humiques à gley à calcaire diffus sur alluvions BRUNES  
du Wabi Shebelle et du Fafen .

Ces sols sont développés dans le Bas Ogaden :

- sur les alluvions inondables du Wabi Shebellé en aval de Kelafo dans la plaine de Shebälla et dans la plaine de Mustahil avec une extension de 100 km<sup>2</sup> (65a)
- sur les alluvions inondables du Fafen dans la plaine de Korahé Maharato sur 50 km<sup>2</sup> environ (65 b).

Ces sols qui présentent des teneurs en matière organique élevées pour cette région souvent supérieure à 10 % sur 10 cm dans la plaine de Shebelle et de 5% dans la plaine de Maharato et une texture argilo-limoneuse sont particulièrement intéressants :

- pour les aménagements hydro-agricoles dans la vallée du Wabi Shebelle \*
- pour les pâturages dans la vallée du Fafen.\*

\* Voir rapport sur les sols de la Basse Vallée du Wabi Shebelle et Notice de la carte des sols de la Basse Vallée du Fafen.

66. Sols humiques à gley calcique sur alluvions BRUNES des lacs de l'Harar.

Ces sols ont une extension très faible en auréole autour des lacs d'Alemaya, d'Adele et de Kersa. Ils sont cartographiés uniquement sur la carte en 1/250.000.

De texture très argileuse avec un taux de matière organique élevé ces sols sont inondés pendant la saison des pluies par suite de la montée du niveau des lacs et reste sous l'influence d'une nappe phréatique peu profonde 50 cm environ pendant la saison sèche.

SOUS-CLASSE DES SOLS HYDROMORPHES MINÉRAUX .

67 . Sols à pseudo gley à calcaire diffus sur alluvions BRUN CLAIR sableuses du Wabi Shebellé et des ses affluents .

Ils occupent le fond de la vallée encaissée du Wabi Shebelle des chutes de Malca Wacana à la sortie du fleuve de son cañon au nord d'Imi et aussi le fond des cañons des affluents du Wabi Shebellé en amont de sa confluence avec l'Errorr. L'extension totale de ces sols est de 1.830 km<sup>2</sup>.

Morphologie :

Au fond du cañon de Lagehida : dénivellée 800 m par rapport au plateau sous végétation arborée dense, le profil suivant a été observé :

- 0 - 30 cm : Brun clair (7,5 Y R 5/4); sableux fin particulaire ; friable sec.
- 30 - 110 cm : Brun clair (7,5 YRR 5/4); sableux très fin particulaire; friable sec.
- 110 - 260 cm : Brun clair (7,5 Y R 5/4); sableux très fin limoneux avec petites tâches calcaires ; friable humide.
- 260 cm + : Brun clair (7,5 Y R 5/4); sableux fin particulaire ; humide friable.

Caractéristiques physico-chimiques :

Ces sols brun clair ont une texture à dominance de sables fins. Ils ont une consistance très friable liée à leur structure particulaire.

On ne remarque pas les signes classiques d'hydromorphie (taches d'oxydes de fer) car le sol est légèrement calcaire entre 4 et 7%. Les manifestations de l'hydromorphie se traduisent uniquement par la formation de taches calcaires au niveau de battement habituel de la nappe phréatique en liaison avec le niveau du Wabi tout proche.

Les teneurs en matière organique sont moyennes à faibles ainsi que les teneurs en azote.

Le pH est nettement alcalin 8,3 à 8,8 et l'on note une augmentation de la conductivité de l'extrait saturé assez nette en profondeur.

La teneur en chlorure de sodium dans l'horizon 110 - 260<sup>cm</sup> est de 0,3 g pour 100 g de terre, le profil ne montre pas cependant aucun signe d'alcalisation.

Le potassium échangeable est à un niveau élevé 1,3 à 2,9 mé/100 g.

Les réserves en phosphore sont également élevées.

Le rapport  $\frac{N \text{ total}}{P_{25} \text{ total}}$  nettement inférieur à 2, indique une carence nutritionnelle en azote.

#### Aptitudes culturales :

Les alluvions du fond des canons du Wabi et de ses affluents sont d'extension très faible en largeur souvent une cinquantaine de mètres. Elles sont recouvertes d'une forêt galerie forestière dense à acacias <sup>en</sup> remontant vers les Hauts-Plateaux et à dominance de palmiers à têtes multiples (*Hyphenea thebaica*) vers le Sud-Est.

Peu accessibles elles sont cependant cultivées, par place en sorgho, dans les régions de Lageida et de Shek-Hussien par des agriculteurs pêcheurs qui ont sans doute remonté les canons depuis la région d'Imi. L'apport d'engrais azotés permettrait d'améliorer fortement le niveau des rendements (nitrate et sulfate d'ammonium).

#### 68 - Sols GRIS à pseudo-gley à amas et nodules calcaires, issus des grès de Gesoma.

Ces sols gris se développent dans les petites dépressions observées sur les plateaux de grès de la région Shilavo Gembari. Ils sont cartographiés uniquement sur la carte au 1/250.000.

La couleur grise de ces sols contraste fortement avec la couleur rouge vif des sols des plateaux gréseux qui les dominent de quelques mètres seulement. (famille 44).

De texture moyenne sableux très fin argileux ces sols sont faiblement calcaires en surface 8% et moyennement calcaires en profondeur 15%.

On observe une accumulation progressive de nodules calcaires qui atteint son maximum à partir de 80 cm. Le sol contient également de nombreux graviers rouges roulés de grès.

Tout se passe comme si le matériel rouge des colluvions de grès avait été déferrifié par des actions de nappe phréatique. Toutefois la présence de taches ou des concrétions ferrugineuses n'est jamais observée.

Présence de nappes d'eaux peu profondes:

Nous avons déjà signalé dans l'étude des sols rouges de la région de Shilavo (famille 44) l'absence de réseau hydrographique superficiel organisé dans cette zone de plateaux et d'épandages gréseux.

Les nappes d'eau<sup>peu</sup> profondes se trouvent uniquement dans ces zones dépressionnaires. La nappe éouifère repose sur les couches imperméables constituées par les calcaires ou les gypses sous-jacents. Des puits ont été creusés notamment à Shilavo mais il semble bien que toutes les possibilités de la nappe ne soient pas exploitées.

La prospection systématique de ces cuvettes par forage peu profond devrait d'une part améliorer les conditions de vie des hommes et du bétail et d'autre part favoriser le développement de la faune si caractéristique de ces immenses étendues rouges dans le cadre de la création d'une réserve de faune. (voir ch. VI G).

69 . Sols à pseudo gley calciques sur alluvions BRUN JAUNE sableuses de l'Errer et de ses affluents et du Daketa.

Ces sols se développent d'une part dans les hautes vallées peu encaissées de l'Errer et du Daketa.

d'autre part au fond des canõns du Gobele et de la vallée moyenne de l'Errer.

L'extension de ces sols est faible 438 km<sup>2</sup> environ.

Ils sont très sableux à sables grossiers et sables moyens, , ne sont pas calcaires et présentent au niveau du battement habituel de la nappe des petites taches rouille ferrugineuses.

Leur intérêt économique est très faible.

Inondés lors des crues de l'Errer et du Daketa ces sols sont uniquement utilisés pour les pâturages dans les vallées supérieures de ces deux rivières.

Au fond des canõns du Gobelã et de l'Errer on observe fréquemment une forêt galerie assez dense mais qui n'occupe pas toute la zone alluviale .

## L - CLASSE DES SOLS SODIQUES .

---

Cette classe dont l'évolution est dominée par la présence de sels solubles (chlorures sulfates etc...) n'est représentée dans le Bassin que par une seule sous-classe dont l'extension est d'ailleurs faible, la sous-classe des sols à structure non dégradée traduisant l'absence d'alcalisation du sol.

Cette sous-classe comprend un seul groupe ; le groupe des sols salins avec un seul sous groupe également, à efflorescences salines.

### 70 . Sols salins à efflorescences salines sur alluvions rouges complexes

issu des grès de Gesoma des calcaires de Belet Uen et des gypses de

FERFER. \*

Ces sols s'étendent sur 136 km<sup>2</sup> environ au nord de Ferfer sur des alluvions rouges provenant de la convergences de plusieurs rivières temporaires ayant formé un vaste cône de déjection. La pluviométrie est de 150 mm par an environ.

La végétation est entièrement constituée d'espèces halophiles et les efflorescences salines sont très fréquentes à la surface du sol.

#### Caractéristiques physico-chimiques :

Le sol formé d'un niveau alluvial rouge sableux très fin à argileux reposant sur une dalle de gypse (gypse en place) est fortement salé ; la teneur moyenne de l'extrait saturé au 1/2 du sol dépasse 2,9 gr de chlorure de sodium pour 100 gr de terre.

On observe par place un début d'alcalisation qui se traduit par une augmentation importante de la compacité du sol en surface sur une dizaine de centimètres environ. Cependant ce processus est toujours très limité car les sols sont très riches en gypse et en calcaire. Ceci est confirmé par le fait que le pH est voisin de 8,0 et que la saturation du complexe absorbant par le sodium ne dépasse pas 5%.

#### Aptitudes culturales et pastorales :

L'aptitude culturale de ces sols est nulle en sec. Ils constituent des pâturages maigres mais qui sont appréciés par le bétail et les animaux sauvages, pour leur teneur en sel.

---

\* Voir étude plus détaillée dans le rapport sur les sols et leur mise en valeur dans la Basse Vallée du Wabi Shebellé.

VI- AMELIORATION des POSSIBILITES AGRICOLES PASTORALES ET FORESTIERES dans le Bassin du Wabi Shebelle. - CREATION de RESERVES DE FAUNE \*

L'agriculture dans le Bassin du Wabi Shebelle est essentiellement concentrée dans le Nord du Bassin sur les Hauts Plateaux à une altitude comprise entre 1600m et 3200 m. Les conditions climatiques de ces zones permettent un grand nombre de cultures tempérées entre 2500 m et 3200 m et tropicales entre 1600 m et 2500 m d'altitude.

Au dessus de 3200 m le froid constitue le facteur limitant. Néanmoins ces zones sont peu étendues et se trouvent à l'extrême Ouest du Bassin sur les massifs montagneux au niveau des étages botaniques à Alchemilla spp et à Ericacées (zone des andosols).

En dessous de 1600m c'est la sécheresse qui devient le facteur limitant. On peut distinguer cependant deux zones :

- la zone des plateaux compris entre 1000 m et 1600 m que l'on appelle Middle Belt où les conditions de sécheresse ne sont pas encore très sévères et où la culture de plantes peu exigeantes en eau peut être encore envisagée sur les types de sols qui le permettent.

- la zone comprise entre 200 m et 1000 m du Bas-Ogaden où le climat ne permet pas les cultures sauf dans les conditions suivantes :

- par irrigation dans la Basse Vallée du Wabi Shebelle
- par inondation dans certaines zones de la vallée du Fafen
- par la concentration des eaux collectées par certains oueds dans de petites dépressions que l'on retrouve disséminées dans tout le Bas-Ogaden principalement la zone gypseuse.

---

\* - Ce chapitre est en partie une synthèse des paragraphes " Aptitudes culturelles pastorales et forestières " qui accompagne la description et les caractéristiques physico-chimiques de chaque famille de sol. Il est donc conseillé de s'y reporter. L'ensemble des données concernant ce chapitre sont résumées dans le tableau 2.

## A. FERTILITE des SOLS.

Les principaux facteurs de la fertilité des sols sont la matière organique, l'azote le phosphore le potassium, le soufre (éléments majeurs) et les oligo-éléments (éléments mineurs).

### La matière organique.

Les taux de matière organique sont liés principalement aux conditions climatiques.

Dans les zones fraîches et humides sur les Hauts Plateaux à une altitude supérieure à 2500 m avec une pluviométrie de plus de 700 mm le taux de matière organique est généralement supérieur à 3%.

Dans la zone de la Middle Belt entre 1000 et 2500 m sous climat plus chaud et une pluviométrie supérieure à 400 mm les taux de matière organique sont compris entre 1,5 et 3%.

Dans le Sud du Bassin à une altitude inférieure à 1000 m voisine le plus souvent de 300 m sous climat semi-aride et chaud avec une pluviométrie inférieure à 400 mm les taux des matières organiques sont inférieurs à 1,5% souvent moins de 1%. Toutefois, dans les zones inondables on observe une accumulation de matière organique supérieure à 7% ( Ouest de la plaine de Korahe, plaine de Shebellè ).

Pratiquement cet humus se minéralise rapidement, et disparaît très vite si les apports de matière végétale sont insuffisants.

Or l'humus en plus de son rôle protecteur vis à vis de l'érosion et de son effet favorable sur le bilan hydrique du sol constitue un véritable réservoir d'éléments majeurs facilement disponibles pour la croissance des plantes ainsi que d'oligo-éléments. Ce rôle est particulièrement net en ce qui concerne l'azote et le phosphore. Il y a donc nécessité, dans la mesure du possible, de conserver lors de la culture le stock d'humus actuel pour les sols des Hauts Plateaux et de la Middle Belt. de l'augmenter dans les zones irriguables de la Basse Vallée du Wabi Shebelle jusqu'à un taux de 2% par restitution au sol des déchets de récoltes, pâturages temporaires etc...

Dans le tableau<sup>2</sup> ci-joint les niveaux de matière organique ont été classés comme suit :

Teneur en matière organique	niveau
moins de 1,5%	bas
de 1,5% à 3%	moyen
plus de 3%	élevé

## L'azote

Les teneurs en azote des horizons superficiels des sols sont corrélatives de la teneur en matière organique dans le Bassin du Wabi Shebellé. Elles sont donc :

- élevées sur les Hauts-Plateaux
- moyennes dans le Middle-Belt
- basses dans le Bas-Ogaden

Comme il est indiqué par la suite les teneurs n'ont qu'une valeur relative. Elles doivent être comparées aux teneurs en phosphore total afin de déterminer si l'équilibre nutritionnel entre ces deux éléments est compatible avec une bonne croissance des plantes.

Ainsi on constate que dans la plupart des sols du Bassin l'élément limitant de la fertilité est l'azote (voir tableau 2). Il y a donc nécessité de correction du niveau de l'azote par des apports d'engrais azotés.

L'échelle de fertilité adoptée concernant l'azote est la suivante.

<u>Teneurs en azote</u>	<u>niveau de fertilité</u>
moins de 1°/∞∞	bas
de 1°/∞∞ à 1,5°/∞∞	moyen
au dessus de 1,5°/∞∞	élevé

## Le phosphore

Le dosage du phosphore total permet de connaître les réserves en phosphore du sol. Une partie seulement de ce phosphore total est utilisé par les plantes : c'est le phosphore assimilable.

- Dans les sols calcaires et peu organiques (Middle Belt et Bas-Ogaden), il est souvent difficile d'apprécier le niveau du phosphore assimilable. Une grande partie du phosphore est en effet sous forme tricalcique peu soluble dans les solutions du sol. Toutefois, le phosphore total est à un niveau toujours élevé dans les sols calcaires du Bassin. De plus le calcaire se présente à l'état de particules fines de la taille du limon. Il y a donc possibilité, surtout sous irrigation d'une solubilisation faible mais constante du phosphore tricalcique et de son utilisation par les plantes. On peut estimer que le phosphore assimilable par les plantes est 1/20 du phosphore total dans les sols où la teneur en calcaire est voisine de 20%.

- Dans les sols non calcaires mais saturés en bases ou légèrement acides (Hauts Plateaux) et plus riches en matière organique le phosphore total comprend une plus grande partie de phosphore soluble dans la solution du sol. On peut estimer alors que le phosphore assimilable par les plantes correspond à 1/10 du phosphore total.

L'échelle de fertilité adoptée concernant le phosphore est la suivante : ( $P_2O_5$  en %.)

Sols non calcaires	sols calcaires (20% en moyenne)	niveau de fertilité
pH voisin ou inférieur à 7	pH supérieur à 7	
inférieur à 0,25%.	inférieur à 0,50%.	bas
de 0,25 à 0,75%.	de 0,50 à 1,50%.	moyen
au-dessus de 0,75%.	au-dessus de 1,50%.	élevé

#### Shebelle

D'une façon générale dans le bassin du Wabi/les sols sont bien pourvus en phosphore. Il ne constitue l'élément limitant de la fertilité que dans quelques cas. (voir tableau 2).

#### Le potassium

Le potassium existe dans le sol sous trois formes :

une forme complexe localisée entre les feuillets de certains minéraux (muscovite, biotite). Parmi les argiles, seule l'illite en possède encore. Les sols fersiallitiques et ferrallitiques de l'Harar du Chercher et de l'Arrusi en contiennent donc une certaine quantité.

une forme fixée qui concerne le potassium qui tend dans les montmorillonites en particulier à migrer des faces externes vers les faces internes des feuillets d'argile. C'est le phénomène connu sous le nom de rétrogradation du potassium qui n'est plus alors que peu échangeable. Cette forme fixée est particulièrement répandue dans les vertisols calciques des Hauts Plateaux ou les vertisols calcaires de la Middle-Belt et du Bas-Ogaden.

une forme échangeable faiblement retenue sur la face externe des feuillets. C'est cette forme qui est directement assimilable par les plantes.

Il existe un équilibre entre ces trois formes les deux premières constituant les " réserves " du sol en potassium.

La plupart des sols du Bassin sont bien pourvus en potassium échangeable.

L'échelle de fertilité adoptée concernant le potassium est la suivante :

K en mg/100 g de terre	niveau de fertilité
inférieur à 0,2	bas
de 0,2 à 0,4	moyen
supérieur à 0,4	élevé

<u>Utilisation de rapport</u>	<u>N total ‰</u>
	<u>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total ‰</u>

Ce rapport renseigne sur la balance nutritionnelle entre l'azote et le phosphore vis à vis des plantes.

Il a été utilisé pour la première fois sur des sols acides ou à pH neutre en Afrique de l'Ouest (DABIN 1964). Dans les sols à teneur moyenne en calcaire (20%) on peut considérer que l'efficacité du phosphore total est diminuée de moitié.

On utilise alors les rapports suivants :

sols non calcaires pH voisin ou inférieur à 7

$N/P_{2}O_{5} > 5$  sol fortement carencé en phosphore

$N/P_{2}O_{5} < 2$  sol bien pourvu en phosphore et carencé en azote.

Sols calcaires (20% de calcaire total en moyenne)

$N/P_{2}O_{5} > 2,5$  sol fortement carencé en phosphore

$N/P_{2}O_{5} < 1$  sol bien pourvu en phosphore et carencé en azote.

Dans le cas où la valeur du rapport est intermédiaire entre les valeurs extrêmes l'équilibre nutritionnel est bon mais les besoins des plantes dépendent à ce moment du niveau de chacun de ces deux éléments dans le sol.

Dans la plupart des sols l'équilibre nutritionnel est rompu au détriment de l'azote.

Le Rapport  $\frac{Ca^{++}}{Mg^{++}}$

Les ions  $Ca^{++}$  et  $Mg^{++}$  sont fixés sur le complexe absorbant et participent directement à la croissance des plantes. Bien que le magnésium ne soit pas à proprement parlé toxique il manifeste un phénomène d'antagonisme vis à vis de l'absorption du calcium notamment lorsque le rapport  $Ca^{++}/Mg^{++}$  devient égal ou inférieur à 1 sur le complexe.

- Dans la majorité des cas calcium et magnésium sont à des niveaux élevés mais  $\text{Ca}^{++}/\text{Mg}^{++}$  est largement supérieur à 1 ce qui est très favorable sur le plan de l'assimilation de ces deux ions :

- Dans deux cas seulement ce rapport  $\text{Ca}^{++}/\text{Mg}^{++}$  est voisin ou inférieur à 1 avec des teneurs respectives faibles (sols développés sur cendres famille 19 et 56) qui s'accompagne d'un pH acide voisin de 6,0. Il est alors conseillé d'apporter de la chaux pour corriger l'acidité et renverser les proportions de calcium et de magnésium dans le sol au profit du calcium ou d'apporter un engrais azoté riche en calcium comme le nitrate de chaux contenant 1/4 de son poids en chaux et qui permet en même temps de remédier à la carence en azote.

#### Le soufre .

- Dans les sols calcaires de la Middle Belt et du Bas-Ogaden il n'y a pas à craindre de carence en soufre les sols contenant des quantités notables ou importantes de gypse ( $\text{SO}_4 \text{ Ca}, 2 \text{ H}_2\text{O}$ ).

- Dans les sols non calcaires des Hauts-Plateaux une carence éventuelle en soufre pourra être corrigée en même temps que les carences en azote ou en phosphore par du sulfate d'ammonium ou par des super-phosphates de chaux.

#### Les Oligo-éléments ..

Les oligo-éléments sont indispensables à la nutrition des plantes en tant que " catalyseurs " diastasiques ou vitaminiques, les besoins sont donc très faibles mais on atteint rapidement le seuil de toxicité.

Ainsi pour les sols rouges alluviaux de la périphérie de la Basse Vallée du Wabi Shebell, et sans doute dans tous les sols rouge à rouge jaune des dépressions du Bas-Ogaden (famille de sols 12 et 50 principalement) on observe un niveau très élevé de bore assimilable qui dépasse 75 ppm dans la région de Godé. Cette valeur est nettement supérieure au seuil de toxicité admis pour de nombreuses plantes cultivées.

## Types d'engrais conseillés pour la correction des facteurs limitant de la Fertilité.

Les principaux facteurs limitant de la fertilité dans les sols du Bassin sont, outre la matière organique dans les zones irriguables de la Basse-Vallée du Wabi Shebelle l'azote et plus rarement le phosphore et le potassium, quelquefois les trois à la fois. L'amélioration du potentiel de fertilité est donc lié à l'utilisation de fertilisants pour remonter son niveau : engrais azotés, phosphatés et potassiques

### Les engrais azotés :

L'urée est très intéressante par sa haute concentration et sa facilité de conservation et en fait un engrais particulièrement valable dans les zones où les communications sont difficiles. Toutefois les réserves suivantes sont à faire:

Tant qu'elle n'est pas hydrolysée l'urée traverse le sol comme un nitrate et n'est pas retenue par le complexe absorbant. Son hydrolyse est facilitée par une bonne activité microbienne donc dans des sols où la teneur en humus est suffisamment élevée. Elle se comporte ensuite comme un engrais ammoniacal.

L'utilisation de l'urée demande donc pour être efficace et qu'une grande partie ne soit perdue par lessivage une bonne teneur du sol en matière organique. On l'utilisera donc surtout dans les sols calcaires ou calciques de la Middle Belt et des Hauts-Plateaux.

- Le sulfate d'ammonium : cet engrais à la particularité d'acidifier le sol. Il pourra donc être utilisé avantageusement dans les sols calcaires de la Middle Belt et dans toutes les zones irriguables ou inondables dans le Bas-Ogaden. De plus c'est un grand pourvoyeur de soufre et son emploi permettra de prévenir des carences en soufre sur les sols non calcaires des Hauts-Plateaux.

- L'ammonitrate ou nitrate d'ammonium : C'est un engrais intéressant sur tous les types de sol mais il est conseillé d'utiliser des formules concentrées. Il nécessite de plus certaines précautions au cours du stockage.

- Le nitrate de calcium : cet engrais azoté contient le 1/4 de son poids en chaux. C'est un produit très hygroscopique dont la conservation est difficile. Il présente cependant des domaines d'utilisation intéressants :

Il est recommandé pour les sols acides (essentiellement les sols sur cendres des Hauts Plateaux famille 19 et 56).

- pour les sols calcaires de la Middle Belt en culture sèche. En effet à cause de son hygroscopicité le nitrate de chaux est l'engrais le plus rapidement absorbé par les plantes en période de sécheresse.

En résumé l'utilisation des engrais azotés peut se répartir comme suit :

Hauts-Plateaux :- urée sulfate d'ammonium nitrate d'ammonium (sols calciques).

- urée nitrate de chaux nitrate d'ammonium (sols acides) .

Middle Belt :- urée, sulfate d'ammonium (avant et pendant les pluies) nitrate de chaux (après les pluies) .

Bas Ogaden :- Zones irriguables de la Basse Vallée du Wabi Shebelle

sulfate d'ammonium.

urée (si le taux de matière organique est supérieur ou voisin de 2%).

Zones inondables(" dépressions ").

sulfate d'ammonium .

éventuellement nitrate de chaux à la fin des pluies.

Les engrais azotés sont utilisés généralement de deux façons :

- en fumure de fond avant un cycle cultural.

- par apport fractionné au fur et à mesure des besoins des plantes.

Les épandages d'engrais seront toujours suivis d'une façon culturale les enfouissant à faible profondeur, 10 à 15 cm en culture sèche, pour éviter les pertes d'azote ammoniacal dans l'atmosphère.

Dans le cas de culture irriguée l'irrigation suivra rapidement les épandages.

#### Les engrais phosphatés :

Dans les sols carencés en phosphore on utilisera de préférence les superphosphates de chaux en fumure de fond. Ces engrais qui "descendent " difficilement dans le sol seront enfouis profondément par labour en même temps que les engrais potassiques s'il y a lieu, 2 à 3 semaines avant la culture.

#### Les engrais potassiques :

Dans les quelques cas où le relèvement du niveau potassique est nécessaire pour les sols des Hauts-Plateaux il est conseillé d'utiliser le chlorure de potassium qui sera enfoui par labour profond 2 à 3 semaines avant la culture dans le sol.

Si le besoin en potasse se faisait sentir dans les sols irrigués de la Basse Vallée du Wabi il serait préférable d'utiliser le sulfate de potassium. En effet le chlorure de potassium contient encore une certaine proportion de chlorure de sodium élément toxique pour les plantes qui dans les sols de la Basse Vallée <sup>du</sup> Wabi et du Bas-Ogaden est déjà suffisamment abondant. Il sera enfoui par un labour léger avant les semis.

## B. CONSERVATION des SOLS et LUTTE contre l'ÉROSION

### 1. L'érosion dans le Bassin du Wabi Shebelle

1.1. L'érosion due aux eaux de ruissellement : Ce type d'érosion est très important dans tout le Bassin mais présente un maximum d'activité dans le moyen et le haut Bassin. On peut le relier à deux causes géographiques qui ne sont d'ailleurs pas indépendantes :

- La différence d'altitude importante qui existe entre des zones ayant un réseau hydrographique commun, de 4139 m au Mont Bada à l'Ouest à 150m à Ferfer, soit une pente moyenne de 5,7 ‰ ce qui est important.

- Le réseau hydrographique qui n'a pas retrouvé <sup>son</sup> profil d'équilibre ce qui se traduit par la présence de chutes ou de rapides sur le Wabi, de canyons profonds se terminant en amont par des cirques. Il y a donc une reprise d'érosion importante sur tous les plateaux du Centre et du Nord du Bassin.

Lors de la saison des pluies les transports solides des rivières atteignent des valeurs considérables. Ainsi on a noté à Gode des teneurs en limons des eaux de crues du Wabi de 70 kg pour 1 m<sup>3</sup> d'eau.

A ces deux causes géographiques il faut aussi ajouter l'action de l'homme qui a tendance à accélérer le processus.

En effet la surface des Hauts-Plateaux est un équilibre précaire vis à vis de l'érosion. Tant que le couvert forestier a été suffisamment abondant l'érosion est restée faible et de type géographique, donc lente.

Les déboisements presque complets, la mise en culture et le surpâturage ont déclenché des processus d'érosion accélérée.

L'érosion la plus fréquemment observée dans le Bassin est l'érosion en ravines. Pendant la saison des pluies lorsque le sol est gorgé d'eau et que le drainage interne est mauvais ce qui est le cas pour les vertisols sur les Hauts Plateaux, le ruissellement dans les champs entame la terre en donnant de petites griffes d'érosion. Les différentes griffes se rejoignent, les ruisselets grossissent et creusent leur lit comme des torrents en réductions. Il y a formation de ravines qui descendent les pentes perpendiculairement aux courbes de niveau. On les observe le plus souvent sur les pistes fréquentées par les animaux ou les véhicules. Ainsi en une saison des pluies une piste sur une pente faible de colline dans le sens de la plus grande pente peut se transformer en une ravine de 2 à 3 m de profondeur.

Dans la région de l'Harar on observe une forme d'érosion régressive un peu différent sur les sols fersiallitiques et ferrallitiques, de type lavaka.<sup>(1)</sup> C'est en fait une ravine se terminant en doigts de gant avec des parois verticales pouvant dépasser 10 mètres.

La progression des ravines ou des lavaka vers l'amont est rapide et souvent de plusieurs mètres par an.

En l'absence de travaux de défense une ravine évolue en 4 stades:

- creusement d'un chenal par affouillement.
- mouvement remontant (érosion régressive) s'accompagnant d'un approfondissement jusqu'à un horizon résistant à l'érosion.
- cicatrisation et installation de la végétation naturelle.
- stabilisation.

Ces deux derniers stades de vieillissement de la ravine ne se produisent souvent qu'après disparition complète du sol à l'entour.

La profondeur de la ravine est directement fonction de l'épaisseur de sol ou de l'arène meuble. Le niveau de base de la ravine est en effet toujours constitué par le matériau géologique dur en place (basalte, granite, grès ou calcaire). Cette profondeur varie de 2 à 3 mètres à plus de 15 à 20 m parfois dans l'Harar.

En Amérique du Nord les ravines se classent comme suit :

Ravines	Profondeur en mètres	surface drainée hectares
Petites	< 0,90	< 2
Moyennes	0,9 à 4,5	2 à 20
Grandes	> 4,5	> 20

Sur les Hauts-Plateaux on se situe presque toujours dans les deux derniers cas : les surfaces drainées par chaque ravine sont importantes et nécessitent la mise en oeuvre de mesures antiérosives sur une grande échelle.

(1) Lavaka, mot malgache désignant ce type d'érosion.

1.2.- L'érosion éolienne : elle se manifeste avec un maximum d'intensité dans tout le Bas-Ogaden et sur une partie de la Middle-Belt où elle affecte surtout les sols à texture sableuse. Elle se caractérise par la formation de tourbillons peu dangereux sur le plan de l'ablation des sols mais surtout par l'apparition de véritables vents de sables qui sévissent principalement dans les régions de Shilavo et de Degahbour sur des sols sableux formés sur colluvions gréseuses. La lutte contre l'érosion éolienne dans les parties cultivables de ces zones se confond avec l'amélioration du bilan hydrique par l'installation de brises vents (voir paragraphe C).

## 2- Lutte contre l'érosion par ruissellement et conservation des sols.

La conservation des sols dans le Bassin se présente sous deux aspects :

- lutte contre l'érosion par ruissellement au niveau du Bassin en général
- lutte contre l'érosion par ruissellement au niveau de la zone de culture.

### 2.1.- Lutte contre l'érosion par ruissellement au niveau du Bassin.

Il s'agit de lutter contre l'érosion géographique c'est-à-dire de ralentir la vitesse générale des eaux de ruissellement dans le Bassin et de diminuer les quantités d'eau ruisselées par unité de temps.

Cette lutte peut se faire par la sauvegarde ou l'installation de la forêt sur toutes les zones à pentes fortes du Bassin spécialement à altitude élevée : pentes des massifs montagneux de l'Ouest et du Nord du Bassin mais aussi quand cela est possible pentes des canyons des rivières surtout aux abords des Hauts-Plateaux de l'Arussi, du Chercher et de l'Harar. La végétation jouant le rôle "d'éponge" permet de diminuer fortement l'érosion d'une part et d'autre part de limiter le ruissellement en améliorant la stabilité du régime hydrologique des rivières.

### 2.2.- Lutte contre l'érosion par ruissellement au niveau de la zone de cultures.

On observe que l'érosion par ruissellement est déjà particulièrement importante sur les Hauts-Plateaux. Elle risque de s'aggraver encore par suite de l'extension progressive et inévitable de la culture mécanisée si des mesures de conservation du sol ne sont pas prises en même temps.

La conservation du sol passe donc par :

- la limitation de l'eau ruisselée à la surface du sol cultivée.
- par la stabilisation des ravines d'érosion.

### 2.2.1.- Limitation de l'eau ruisselée à la surface du sol :

Les techniques utilisées dépendent de l'importance de la pente.

Le labour isohypse (en courbes de niveau) est efficace sur les pentes inférieures à 3-3,5%. Ce sont les pentes les plus fréquentes dans les zones de vertisols des Hauts-Plateaux et de <sup>la</sup> Middle Belt. Le labour isohypse consiste à labourer en suivant les courbes de niveau ce qui permet de retenir les eaux de pluies entre les sillons et éviter ainsi le ruissellement. Pour simplifier le travail d'une année sur l'autre il est bon de mettre en place des bandes enherbées de 2 à 3 mètres de large suivant les courbes de niveau tous les 200 m par exemple qui serviront de ligne de repère pour le labour et les autres façons culturales (semis en ligne, ...).

Le billonnage isohypse (en courbes de niveau) est recommandé pour les pentes comprises entre 3,5 et 8% ce qui est le cas de nombreuses régions dans le Chercher et dans l'Harar. Le billonnage peut se faire mécaniquement ou à la main: les billons auront 25 cm de haut environ et seront distants de 1 m en moyenne. L'utilisation de bandes enherbées suivant les courbes de niveau est moins intéressante ici car les billons sont visibles d'une année sur l'autre.

Les terrasses sont utilisées pour les pentes plus fortes supérieures à 8%. Ces terrasses sont déjà largement répandues dans les zones de l'Harar où elles ont atteint un bon niveau de développement : terrasses avec ados en terre ou murettes de terre sèche avec levées de cloisonnement perpendiculaires.

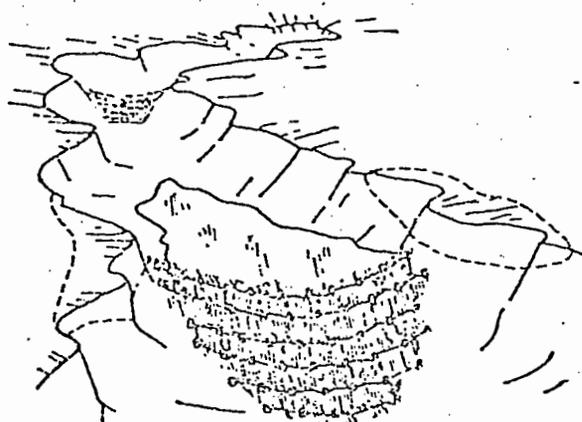
Noter que la différence entre le billonnage isohypse et les terrasses est que dans le billonnage isohypse la surface du sol entre deux billons conserve une certaine pente alors qu'entre deux terrasses la surface du sol est horizontale.

### 2.2.2.- Stabilisation des ravines d'érosion. (voir fig.5)

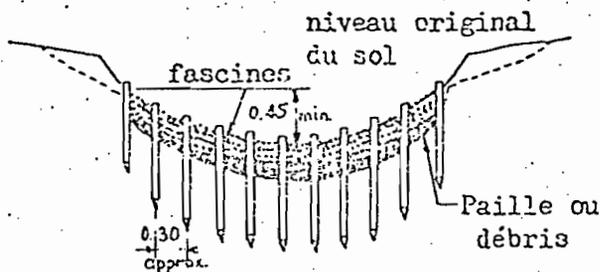
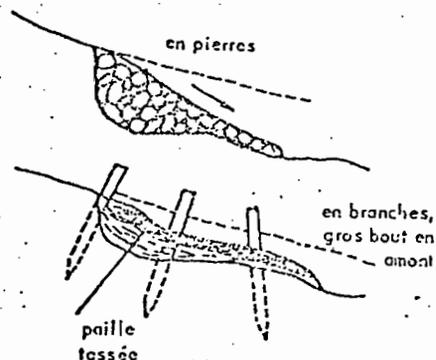
Les voies naturelles de drainage que constituent les ravines d'érosion devront être aménagées dans le sens d'une diminution générale de la pente de celles-ci. Le principe consiste à installer des barrages au fond de la ravine qui obligent les eaux de ruissellement à ralentir et à déposer leurs sédiments. Peu à peu, la ravine se comble et la végétation s'installe consolidant ainsi le fond et les berges.

En pratique, on installera donc des barrages en gabions, des fascines en grillage ou plus simplement en gros pieux de bois. Si les pentes sont trop fortes des barrages en pierre maçonnés fortement ancrés dans les berges pourront être nécessaires.

Quelques méthodes de lutte contre l'érosion en ravines d'après TONDEUR, cité par Techniques Rurales en Afrique n° 12 (Centre Technique Forestier Tropical 1969).

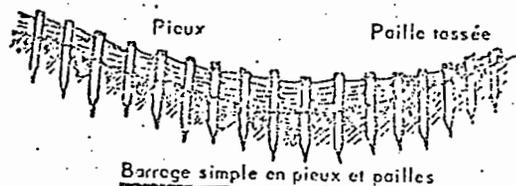


Obturation d'une chute de ravine

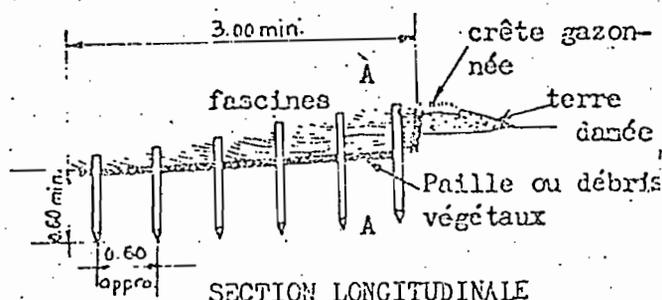


SECTION A-A TRANSVERSALE

(Profil en travers)



Barrage simple en pieux et pailles

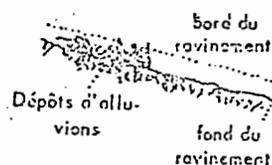


SECTION LONGITUDINALE

a. Plan



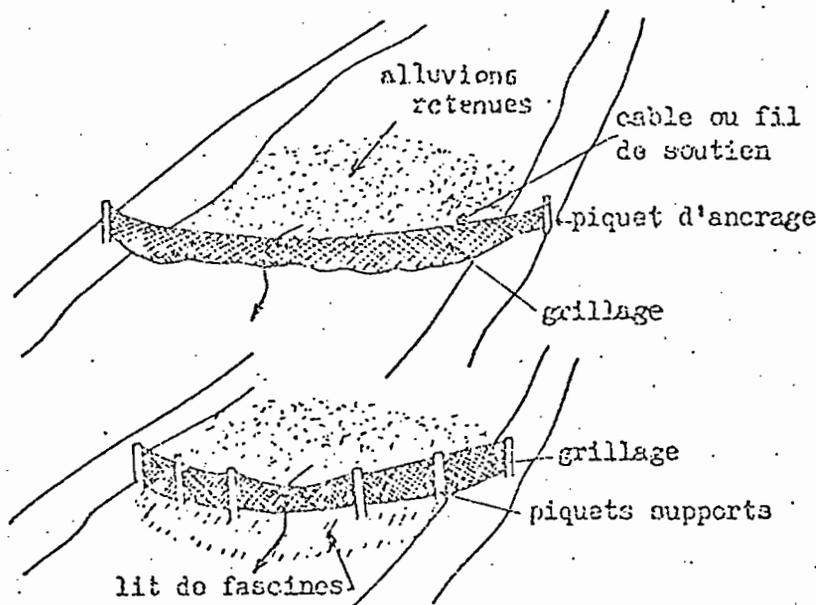
b. (Profil en long)



Barrage triple en pieux et pailles

Barrage en fascines de grandes ravines

Barrage en pieux de petites ravines



Barrage en grillage de lavakas

### 3. Conclusion.

L'érosion par ruissellement sur les Hauts-Plateaux constitue un problème grave mais qui pourrait devenir inquiétant dans le cadre d'une mécanisation mal conduite de l'agriculture entre autre par diminution du stock de matière organique dans les horizons supérieurs dont le rôle anti-ruissellement est bien connu. De plus la mise en place d'un système antiérosif perturbe fréquemment le parcellaire, le mode de travail des agriculteurs et finalement coûte cher. Il serait cependant impardonnable de ne pas profiter du passage de l'agriculture du stade manuel ou à traction animale à la culture mécanisée pour introduire la pratique des méthodes antiérosives.

### C. AMELIORATION DU BILAN HYDRIQUE DES SOLS.

L'amélioration du bilan hydrique des sols est une des conditions essentielles de l'augmentation de la production agricole dans des zones déjà cultivées (Hauts-Plateaux) ou de la création d'une agriculture dans les zones les plus sèches de la Middle Belt ou dans les dépressions du Bas-Ogaden.

Cette amélioration du bilan hydrique du sol comporte deux volets :

- diminution du pourcentage d'eau ruisselée .
- diminution de l'évaporation.

#### 1. La diminution du pourcentage d'eau ruisselée :

L'utilisation des méthodes <sup>anti</sup>érosives décrites précédemment en limitant le ruissellement, donc en augmentant le pourcentage d'eau infiltrée est un des facteurs essentiels de l'augmentation du bilan hydrique du sol.

Aussi la pratique du labour isohypse devrait être particulièrement bénéfique sur les rendements dans toutes les grandes zones d'extension possibles de la culture en sec dans la Middle Belt - (famille de sols n° 15-16-17-18). Il devrait en être de même dans les régions de Bahile Harar associées dans cette région au billonage isohypse et aux terrasses en fonction de la pente.

#### 2. La diminution de l'évaporation : importance des brise-vents :

Le vent sec est un facteur d'évaporation important dans les sols non seulement par son effet direct sur le sol mais par augmentation de la transpiration au niveau des stomates des plantes cultivées.

Sur les Hauts-Plateaux d'Arussi (plateau de Robi, régions de Kofele Adaba; Dodola) et plus particulièrement dans la plaine de Gedeb au climat frais mais relativement sec, le quadrillage par des rideaux d'arbres peu épais (3 rangées d'Eucalyptus élagués à des dates différentes pour obtenir un rideau continu de bas en haut), espacés de 400 à 500 m, devraient modifier très favorablement le micro climat des cultures d'une part et les conditions de l'élevage du bétail d'autre part. (dépressions)

Dans le Middle-Belt et le Bas-Ogaden, les vents sont fréquemment violents et provoquent souvent sur les plantes, des dégâts physiologiques et mécaniques qui font baisser fortement les rendements. Dans la région de Legah-bour et de Danan par exemple, les cultures de sorgho sont souvent soumises à de véritables vents de sables. L'installation de brise-vents devrait limiter considérablement ces inconvénients, diminuer fortement les pertes par évaporation et améliorer les rendements.

Les brise-vents seront installés suivant le principe du quadrillage, un des côtés <sup>du</sup> carré face au vent dominant, à une distance maximum de 200 m. Ils devront avoir deux qualités principales.

- être constitué d'essences rustiques Tamarix\* dans la région de Degah-bour et le Bas-Ogaden, Eucalyptus plus au Nord.

- ne pas constituer un obstacle brutal au vent mais jouer le rôle de filtre afin d'éviter les remous et tourbillons d'air violent, susceptible d'abîmer les cultures.

\* donné à titre d'exemple indicatif.

#### D. PETITS AMENAGEMENTS HYDRO-AGRICOLES DANS LE BAS-OGADEN.

Les possibilités agricoles dans le Bas-Ogaden sont de trois types :

- la culture sous irrigation dans la vallée du Wabi qui est de loin le volet le plus intéressant pour le développement agricole dans cette région. Elle fait l'objet d'une étude détaillée dans un autre rapport.

- la culture sous inondation à partir du Fafen dans la région de Maharato avec cultures de sorgho et de maïs mais qui doit être réservée en priorité aux pâturages.

- la culture sous inondation à partir des petits oueds du Bas-Ogaden et qui retiendra plus particulièrement notre attention. Le Bas Ogaden est parsemé de petites dépressions mais dont les superficies dépassent toujours 100 hectares. Zones déprimées dans les formations gypseuses, elles sont remplies de matériau alluvial déposé par les oueds qui les traversent (cuvette de Danan etc... (familles de sol 12 et 50). Certaines de ces dépressions sont cultivées en sorgho mais toutes sont pâturées, même surpâturées par les troupeaux nomades. Les vallées en U de la région d'El Keré sont également inondées et portent des cultures de sorgho.

Il apparaît possible d'améliorer fortement le potentiel agricole de ces cuvettes et de ces vallées en U. Il s'agit pour cela de contrôler et de moduler la distribution des eaux ~~de~~ <sup>des inondations</sup> afin de prolonger la durée et d'augmenter les surfaces inondées rationnellement. Le schéma de l'aménagement peut être le suivant :

- ouvrage en amont avec vanne de régularisation du débit de crue de l'oued ("écrêtement" de la crue pour la distribution) et répartition de l'eau dans la zone à inonder.

- "arêtes de poisson" alimentant des casiers de terrain avec talus isohypses et fermés successivement après remplissage par un bouchon de terre. On peut arriver <sup>ainsi</sup> à une certaine homogénéité dans la distribution <sup>de l'eau</sup> de la crue. Ce système permet, de plus, une récupération presque complète des eaux de pluies qui ne peuvent ruisseler en dehors des parcelles.

En aval, la dépression peut être fermée par une petite diguette de terre et des cultures pourront être pratiquées en amont de la diguette à partir des eaux non utilisées dans les casiers.

Cette technique ne peut se pratiquer que sur de petits oueds où les crues sont modestes. En effet, dès que l'oued devient important les crues sont trop subites et trop violentes pour espérer les maîtriser même momentanément. C'est le cas du Madiso et du Daketa et de certains grands oueds de la région Duhur-Danan.

Dans la région de Shekosh la culture du sorgho sur les cônes de déjection des oueds venus de l'Est est pratiquée.

Elle pourrait être améliorée là aussi simplement par l'installation tous les 100 m de petites levées de terre en courbe de niveau à partir desquelles on pourrait facilement contrôler le niveau de l'inondation.

L'utilisation du système du quadrillage avec levées de terre isohypse peut être également envisagée dans certaines dépressions ou zones faiblement en pente pour retenir : uniquement les eaux pluviales.

#### E. MECANISATION de L'AGRICULTURE.

La mécanisation est un facteur important de l'augmentation des rendements en agriculture.

L'agriculture de type traditionnel avec des animaux ne permet pas d'obtenir un travail suffisant du sol. En effet, l'araire attelé gratte seulement les horizons supérieurs du sol sur 15 cm au maximum avec deux effets défavorables :

- une épaisseur meuble de sol insuffisante pour la croissance des plantes cultivées.
- la difficulté à détruire les mauvaises herbes vivaces. Toutefois, les <sup>entailles</sup> ~~ou/elles~~ d'érosion sont relativement faibles.

Par contre

-/l'agriculture avec des façons manuelles telle qu'elle est pratiquée dans l'Harar et le Chercher, est très efficace tant du point de vue du travail du sol que pour la lutte contre l'érosion.

#### Zones prioritaires de mécanisation de l'agriculture.

La mécanisation de l'agriculture dans le Bassin doit se développer prioritairement dans les zones où elle est possible sur de grandes surfaces ici notamment pour favoriser l'amortissement du matériel qui est cher et obtenir une concentration suffisante permettent la création de stocks de pièces détachées et d'ateliers d'entretien.

Dans un plan général de modernisation de l'agriculture, les efforts de mécanisation devront porter sur des zones présentant les caractéristiques suivantes :

- proportion de surface cultivable importante,
- pentes faibles pour éviter l'érosion,
- sols profonds, plus de 50 cm sans éléments grossiers en surface pour faciliter le travail de sol et le passage des machines de récolte (Moissonneuses. batteuses notamment).

Ces conditions sont remplies dans les régions suivantes (voir tableau I )

Tableau 1

GRANDES ZONES de MECANISATION dans le CADRE d'une MODERNISATION de L'AGRICULTURE sur un

PLAN REGIONAL.

ZONE	LOCALISATION	FAMILLE DE SOL
Hauts-Plateaux	Plaine de Gedeb (Arussi)	34
	Plateau de Robi (Arussi)	18
	Plateau de Setre Dollo (Ginir)	17
	Plateaux de Boke (Harar) et Gebiba (Chercher)	58
Middle Belt	Plaine de Jijiga, plateaux Babile-Fik', Midegalola, Sud Godane, Soddu, Nord Dara-Gudo, Gabelle-Mojo.	15
	Plateau de Lagehida et Dara-Gudo	17
	Région de Lagehida	16
	Cuvette de Degah bour	45 (c et b)
Bas-Ogaden	Zones irrigables dans la Basse vallée du Wabi Shebelle	13 - 49 a
	éventuellement zone inondable de la plaine de Korahé	65 b
	éventuellement dépressions inondables du Bas-Ogaden	12 et 50

Type de matériel agricole utilisable.

Le matériel de traction (tracteurs) devra comprendre une large gamme de puissance adaptée aux types de façons culturales mais avec une dominance de tracteurs de forte puissance.

Ceci se justifie, d'une part, par les grandes étendues à mécaniser et d'autre part par la texture des sols lourde sur les Hauts Plateaux (vertisols et sols ferrallitiques sur calcaires) et dans le Middle Belt (vertisols). Les tracteurs à quatre roues motrices paraissent avoir les performances les plus intéressantes.

Cependant dans la plaine de Degah Bour (sols à dominance sableuse) et dans la vallée du Wabi Shebellé (sur les sols à dominance sableuse) des tracteurs plus légers conviennent parfaitement.

En ce qui concerne les façons culturales elles-mêmes, l'utilisation de charrues à disques et d'appareils brise-mottes est conseillée.

#### Mécanisation de l'agriculture et conservation du sol.

Nous avons déjà dit qu'une mécanisation mal conduite de l'agriculture peut aboutir à des processus d'érosion catastrophiques. Il est donc absolument nécessaire de pratiquer :

- le labour en courbes de niveau pour les zones dont les pentes sont inférieures à 3 % - 3,5 %.

- le billonnage en courbes de niveau pour les zones où les pentes sont comprises entre 3 et 8 %.

Nous avons également déjà mentionné l'intérêt de telles techniques pour l'amélioration du bilan hydrique des sols dans les régions où la pluviométrie est limitée pour la culture.

#### Remarque importante :

En dehors des grandes régions définies ci-dessus, il y a de nombreuses petites zones où les possibilités de mécanisation existent, mais sur de faibles surfaces. La rentabilisation du matériel n'est de ce fait, pas toujours évidente. C'est le cas dans les régions d'Harar Babile Hirna Bedessa Sud-Adaba Dodola.

## F. L'UTILISATION de VARIETES SELECTIONNEES

### CONDITION IMPORTANTE DE L'AMELIORATION DU POTENTIEL AGRICOLE PASTORAL et FORESTIER.

#### AGRICULTURE.

L'amélioration du niveau de fertilité des sols et des techniques culturales seraient économiquement un échec si les plantes cultivées n'étaient pas capables d'apporter un supplément de rendement justifiant les dépenses et les efforts déployés.

Il y a donc nécessité :

1) d'introduire des variétés plus modernes et plus productives en ce qui concerne le blé, l'orge et le maïs sur les Hauts-Plateaux. La culture dans le Middle Belt ainsi que dans les dépressions du Bas Ogaden doit être réservée au sorgho, des variétés résistantes à la sécheresse et au sel (Bas Ogaden) devront être expérimentées.

2) d'améliorer les plantes cultivées traditionnellement en Ethiopie. Nous pensons plus spécialement au tef qui constitue la base de l'alimentation et dont les rendements devraient s'accroître et au café dont la production est loin d'être à la hauteur de sa renommée.

Dans ce dernier cas, l'amélioration des conditions de la culture (taille et fumure notamment) pourrait déjà permettre de franchir un palier important dans l'augmentation de la production.

Dans la Basse Vallée du Wabi Shebelle, ces problèmes perdent de leur importance car les plantes sont testées à la ferme expérimentale de Godé avant leur introduction dans le cycle cultural.

#### PATURAGES.

L'utilisation de races d'animaux d'élevage sélectionnés pour la production de viande et de lait passe par l'amélioration de la qualité des pâturages qui se traduit en terme d'augmentation des unités fourragères par hectare.

La plupart des pâturages actuels dans le Haut Bassin sont des pâturages naturels constitués soit de jachères dans les zones cultivées soit de prairies naturelles permanentes dans les régions où le climat ou le sol ne permettent pas l'agriculture.

Nous préconisons l'utilisation des graminées fourragères et de légumineuses après expérimentation dans les conditions locales avec :

- suppression de la jachère dans les zones cultivées et installation de prairies temporaires à haut rendement fourrager,
- amélioration des pâturages permanents dans les zones non cultivées par transformation progressive de la flore par des façons superficielles (griffage par exemple) et l'ensemencement avec des plantes à meilleur rendement fourrager après relèvement du niveau de fertilité des sols (spécialement sur les plateaux <sup>de</sup> Kofèle et d'Adele).

## FORETS.

1. La forêt naturelle dont les bois ont une valeur marchande faible par suite de défauts, pourrait être progressivement remplacée par une forêt de résineux sur les pentes des grands massifs forestiers. Malheureusement, la détermination des espèces favorables est une oeuvre de longue haleine.

Notons à ce sujet que des bois de qualité ont été observés dans les montagnes de Shek Hussein (variété de Tid). Leur exploitation paraît dépendant délicate à cause du manque de voies de communications.

2. Un reboisement à caractère mixte pour la lutte contre l'érosion et usages locaux tels la construction et les besoins domestiques pourrait être envisagé sur les pentes fortes des canons des rivières des hauts Plateaux et également au Nord de Ginir dans la région des Monts Aouatou.

## G. CREATION de RESERVES de FAUNE.

La variété et l'abondance de la faune dans le Bassin du Wabi Shebelle et plus spécialement dans le Bas Ogaden risque de diminuer peu à peu à mesure que ces zones seront mieux pénétrées. Il sera donc nécessaire à plus ou moins court terme de protéger la faune de ces régions ; deux types d'action sont proposés :

1. La création de Parcs Nationaux dans des zones proches de villes disposant d'un équipement hôtelier ainsi que de facilités d'accès avec possibilités d'aménagement pour l'amélioration des conditions de vie de la faune.

2. La création de Réserves Intégrales de faune dans des zones plus éloignées des centres importants mais présentant un grand intérêt quant à la diversité et à l'abondance des animaux. Ces réserves pourraient se transformer en partie en parcs nationaux en fonction des équipements futurs (moyen de communication, hébergement).

### 1. Création de Parcs Nationaux (voir carte d'utilisation des sols au 1/250.000.)

#### 1.1. Parc National de l'Harar :

Il est proposé un territoire de 3000 km<sup>2</sup> environ situé à 70 km au Sud-Est de Dire Dawa et à 20 km à l'Est d'Harar ces deux villes disposant de l'équipement touristique de base ainsi que des facilités d'accès, soit par la route avec la capitale, soit par l'aéroport international de Dire Dawa.

Les limites du parc seraient les suivantes :

- au Nord la route Harar-Jijiga
- au Sud le parallèle 8° 40' sur une longueur de 70 km environ
- à l'Est la rivière Fafen sur 60 km de longueur environ
- à l'Ouest la rivière Errer sur 60 km de longueur environ

Dans ce territoire il existe actuellement des éléphants le long de l'Errer, des lions, des léopards, différentes espèces de gazelles, dikdiks, grands koudous, oryx, des renards, des chacals, des porcs épics, des cheetahs, des phacochères, des oiseaux variés, des petits mammifères de toutes espèces, différents types de singes, etc...

- Les voies de communication du Nord vers le Sud seront faciles à créer ou à améliorer (piste Babile-Fick et Borale Gelelcha la zone étant constituée de plateaux en lanière d'orientation Nord-Sud). Par contre dans le sens Ouest-Est la présence des vallées profondément encaissées par rapport aux plateaux posent des problèmes difficiles.

- En saison sèche le problème de l'abreuvement des animaux va se poser. Des camions citernes assurent temporairement le ravitaillement en eau des éléphants de la Vallée de l'Erer. Il sera donc nécessaire de multiplier les réservoirs d'eau à ciel ouvert sur les plateaux et d'aménager des abreuvoirs par pompage dans la nappe phréatique dans les vallées de l'Erer et du Fafen notamment.

### 1.2. Parc National de l'Arussi :

Ce parc national serait créé sur les sommets des massifs montagneux culminant à 3000 m en moyenne de l'Ouest du Bassin essentiellement pour la protection du Nyala. Il serait divisé en deux zones géographiques :

La chaîne de montagne de l'Arussi comprenant les Monts Kakka, Enkolo, Galama, Erosa et Bada.

La chaîne de montagne de l'Arena au Sud et à l'Ouest de Dodola comprenant les monts Korduro, Somkaru, Beranta, Gara Arewa.

L'aménagement de voies de communication dans ces zones montagneuses est difficile cependant on pourra :

- pour la zone de l'Arena construire des bretelles à partir de la grande route Shasheme ne - Ginir au niveau de Dodola Abada et au col limitant le Bassin du Wabi vers Ginir.
- pour la zone de l'Arussi - améliorer la piste Saguré-Ticho qui passe au sommet du Mont Boroluku et construire une piste partant de cette montagne vers le Nord (Mont Bada) et vers le Sud (Mont Galama) rejoignant vers l'Ouest la grande route Bokodji-Assela.

## 2. Création de Réserves Intégrales (voir carte d'utilisation des sols au 1/250.000).

La Middle-Belt et le Bas-Ogaden sont riches en animaux de toutes sortes. Nous proposons donc la création de réserves intégrales dans les zones où la faune apparaît le plus nombreuse, ou lorsqu'elle présente des caractères spécifiques, ou lorsque des modifications des conditions locales (création de lac de barrage) peuvent favoriser un accroissement et une diversification de celle-ci. Compte-tenu de ces critères trois grandes zones ont été retenues :

### 2.1. Réserve Intégrale du Wabi Shebelle :

Elle possède une grande variété de biotopes ceci grâce à la diversité de la géologie (calcaire, gypse, grès) et de la végétation, de l'altitude qui passe de 300 m vers Godé à plus de 1000 m vers le Nord-Ouest, un important réseau d'oueds rejoignant le Wabi Shebelle aux eaux perennes. Cette réserve s'étendrait sur un territoire de 32.000 km<sup>2</sup> environ. Elle s'articulerait au Nord sur le lac de barrage du site 2 bis et au Sud-Est sur la Basse Vallée du Wabi Shebelle. Ses limites seraient les suivantes :

- au Nord l'Oued Dare-Ledae, la confluence Daketa Wabi Shebelle, l'Oued Gelansalle, Duhun. Au Nord-Est une ligne Duhun Danan mais comprenant la grande dépression au Nord de Danan.

La réserve serait limitée à 55 km à l'ouest de Godé par l'oued Lac-Dima venant d'El Kere et l'oued Baoua venant de Danan ceci en raison des projets de développement hydroagricoles prévus dans la région de Godé.

Dans la région de Kugno où un projet d'irrigation est également prévu il serait nécessaire de "neutraliser" les abords de cette zone.

### 2.2. Réserve Intégrale du Bas-Fafen :

Cette réserve comprendrait principalement les vastes plateaux d'arène d'altération rouge vif de la région de Shilavo où la faune est spécifique (gazelles "garanouk" de couleur feu et pintades huppées entre autres) pour se prolonger vers l'Ouest par la dépression de Dobowein où vivent de nombreuses gazelles et s'appuyer au Sud sur le Wabi entre Mustahil et Ferfer. Elle s'étendrait sur 8000 km<sup>2</sup> environ.

### 2.3. Réserve Intégrale de Kebri Beya :

Elle s'étendrait sur un territoire de 1600 km<sup>2</sup> environ sur les plateaux gréseux situés entre Kebri Beya et Degah bour et qu'empruntent la grande piste. Cette zone par son aspect de "savane parc" présente le caractère typique des réserves habituellement visitées du Kenya ou de l'Afrique de l'Ouest. De plus, la faune est pour l'instant très abondante et diversifiée. La présence d'une grande route et la proximité relative de Harar devrait permettre de transformer dans un avenir proche cette réserve en Parc National.

La liste des catégories de sols susceptibles d'être utilisés comme réserve de faune (voir tableau 2) est assez longue. D'autres Réserves Intégrales ou partielles pourraient alors être créées dans un second temps après la construction de voies de communication notamment.

3. Annexe : Principaux animaux observés dans le Bas Ogaden et la Middle Belt : la localité à la suite d'un nom d'animal concerne la zone où celui-ci a été le plus fréquemment observé.

- Antilopes.

- gazelle à cul blanc (medafiyel), tout le Bas Ogaden
- gazelle chameau (garanuk), Imi, El Kere, Degah bour, Kebri Beya
- Oryx (Salah) : Mustahil, Godere, Kelafo
- Water Buck : entre Kelafo et Mustahil
- Ambarailé : entre Kelafo et Mustahil, Imi
- Dick-Dick : tout le bas Ogaden
  
- phacochères (karkaro) : tout le bas Ogaden et spécialement région d'Imi et Mustahil
- cochons sauvages : région de Ginir Lege-Hida
- lions (ambessa) : tout l'Ogaden mais spécialement au nord d'Imi vers Hamaro-Hadad et jusqu'à Shek Hussein
- éléphants (Zohon) : rive sud du Wabi entre Imi et Kugno, vallée de l'Errer
- hippopotames : dans le Wabi Shebelle
- crocodiles : dans le Wabi Shebelle et le lac de Kelafo
- babouins : dans le Middle Belt et l'Harar et les canons des rivières en Arussi
- singes à queue : dans les lisières de la forêt galerie sur le Wabi Shebelle
- autruches : vallée du Wabi Shebelle
- des girafes et des zèbres ont été aperçus entre Dolo et El Kere. Leur présence n'a pas été signalée dans le Bassin mais la possibilité de leur introduction par le Sud apparaît plausible.

Nous pouvons ajouter à cette liste non exhaustive les chacals, marabouts, différentes espèces de charognards et de petits oiseaux.

Les serpents semblent peu nombreux. Des boas sont signalés dans les zones marécageuses de la plaine de Shebelle.

Tableau 2 - Localisation, Extension et principales caractéristiques des Sols du Bassin du Wabi Shebelle, concernant leur Fertilité et leur Utilisation.

(1) Classe de Sols	(1) N°	(2) Localisation	Extension km <sup>2</sup>	Fertilité (3)				Facteur limitant de la fertilité (3)	Utilisation actuelle (4)	Utilisation suggérée (4)	type d'engrais à utiliser (5)	Possibilité de mécanisation (6)	Aménagement anti-érosifs ou pratiques culturales an- ti-érosives (7)	Amélioration du bilan hy- drique. Aménagements hydro-agricole (8)	
				m.o.	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total	K								N tot. P tot. 25
Sols peu évolués	1	Godere - Mustahij	6037	B	B	M	E		p.	p. réserve					
	2	N.O. du Bassin - canon du Wabi et affluents	7663	B											
	3	Bas Ogaden	20000	B	B	M	M-E		p.	p. réserve					
	4	Sud-El Kere	500	B	B	M	M-E		p.	p. réserve					
	5	Bas - Ogaden	331	B	B-M	E	B-E			Forêt (Fik - Degah - Medo)					
	6	Babile													
	7	Ramis et Galetti	720	M											
	8	Arussi			E	E	E			culture-forêt	Forêt-paturages				
	9	montagnes de Shek Ussien	540		E	E	E			Forêt	Forêt-jardinées Résineux				
	10 a	Harar - Babile	905		M	M	M	B-M	4		10 a Forêt	urée, ammonitrate sulfate d'ammonium	oui (10 b)	labour ou billonnage	
10 b				M	M	M	B-M		Azote-Phosphore potasse	10 b culture	superphosphate de chaux, chlorure de potasse (10 b),		isohypse		
Vertisols	11	Degah-Medo, El Har	545	B	B	E	E	< 1	Azote	P. Sorgho	Sorgho et P.	sulfate d'ammonium			
	12	Bas Ogaden	1411	M	E	M		< 1,5	Azote	P. Sorgho	Sorgho et P.	sulfate d'ammonium	oui		
	13 a	Basse Vallée Wabi	2155	M	M	E	E	< 1	Azote		Culture et pâ- turages	urée, sulfate d'am- monium	oui		
	13 b	Fafen									pâturages et sorgho maïs	sulfate d'ammonium, nitrate de chaux (fin des pluies)	oui		
	14	Vallées supérieures Fafen et du Borale	710								P.	P.			
	15	Plateaux Jijiga, Babile, Fik etc...	6339		E	E	M	E	< 1	Azote	pâturages ex- tensifs, un peu de sorgho	extension im- portante de la culture du Sorgho	urée, nitrate d'am- monium, sulfate d'ammonium et ni- trate de chaux (fin des pluies)	oui	labour isohypse
	16	Lege-Hida	710		E	M	M	M		niveau général moyen	P; et un peu de sorgho	extension im- portante de la culture du sorgho	urée, nitrate d'am- monium, sulfate d'ammonium, super- phosphate de chaux	oui	
	17	Nord Sebre-Dollo Lege-Hida, Dara-Gudo	1382		E	E	E-M	E-M		niveau général moyen	culture au Nord de Sebre-Dollo Bush dominant vers Lege-Hida	extension im- portante des cultures (maïs, blé, sorgho)	urée, nitrate d'ammonium, sulfate d'ammonium, super- phosphate de chaux.	oui	labour isohypse
18	Arussi - Nord Bole Adiba	3000		E	E	E-M	E		azote	cultures	cultures in- tensives	urée, sulfate d'am- monium, nitrate d'ammonium, nitrate de chaux	oui	labour isohypse	brise-vent

	19	Kula, Adele, Kofele Dodola	2356	E	E	E	B	< 2	azote, potassium	pâturages extensifs	intensification des pâturages	nitrate de chaux, urée, chlorure de potassium, chaulage éventuel			brise-vent
	20	Hirna-Kuni, Bedessa Gelamso	311	E						cultures	cultures				
Andosols	21	au-dessus de 3200m d'altitude	880	E	E		E			vierge	réserve				
Sols Calcimagnétiques	22	Sud Chercher -Harar a et b	9645	E	E	M	E	4,4	phosphore	P. culture par place 22 a sur- tout	P. culture par place 22 a surtout	superphosphate de chaux		labour et bil- lonnage isohypse	
	23	alluvions des Hautes Vallées du Chercher	964	E	E	M	E	2,6	phosphore	cultures	cultures	superphosphate de chaux			
	24	Collines au Nord de Gurgura	1743							p.	p.				
	25	Collines calcaires de l'Harar a et b	555	E	E	E-M	M		azote potasse	p. (25 b) cultures(25 a)	cultures(25 a)	urée, nitrate d'am- monium, sulfate d'ammonium, chlorure de potassium		labour et bil- lonnage isohypse	
	26	Cañon du Wabi	2160	E	E	E				bush	reboisement				
Sols à diffé- renciation cal- caire à horizon mélanique	27	Fik, DegahMedo, Segg g	1431	M	B	E	M-E			p.	reboisement autour de Fik Degahmedi-Segeg				
	28	Fik, Degah-Medo	340							p.	p.				
	29	chaine de Caramera (Jijiga)	253	E	E	E	M			P.	P. reboisement				
	30	Asa Osmane	75	M						Culture irriguée en partie	culture ir- riguée		oui	irrigation pa gravité	
	31	Ginir - Wabi (a b c): Shebelli - EL Kere:	9360	B	M	M	E	1,5	Azote, phos- phore (31 b)	p.	Sorgho; pâtu- rages, (31b)	Sulfate d'ammonium, urée, superphosphate de chaux (31 b)	possible	labour isohypse	
	32	Sud d'Harar Gura	700	M	M	M	E	1	Azote	p.	Sorgho	Sulfate d'ammoniac	possible	labour isohypse	
	33	Kaho Degahbour		M	M	E	E	< 2	Azote	p.	Sorgho	Sulfate d'ammoniac urée	oui	labour isohypse	
	34	plaine de Gedeb	983	E	E	M	E	3	phosphore azote	culture	culture	superphosphate de chaux, urée, nitrate d'ammonium, sulfate d'ammonium	oui	brise-vent	
	35	Jijiga - Shekum Borale	1852	M-E	M	E	M			P.	P.				
	36	plateau Est Gerer	1070	M	M	B	M			P.	P.				
	37	Degahbour - Kebribeyah	1236	M	M	M	M			P.	P. réserve				
Sols à diffé- renciation cal- caire à hori- zon pallide	38	Shekosh - Kebri- (a - b): Dahar (38a) EL Kere (38 b)	1699 300	B					niveau de fer- tilité bas	P. Sorgho (38 b)	P. Sorgho (38 b)	nitrate d'ammonium sulfate d'ammonium superphosphate de chaux, chlorure de potassium (38 b)		contrôle des inondations (38 b) quadrillage isohypse	



Sols Ferrallitiques	60	Harar	375	M	M	M	B-M	azote surtout	cultures	cultures	nitrate de chaux, nitrate d'ammonium, sulfate d'ammonium, urée, si possible	possible sur pente inférieure à 8%	labour et billonnage isohypses
											superphosphate de chaux, chlorure de potassium		
	61	Chercher - Nord Ginir	1270	E	E	E	E	azote	cultures	cultures	nitrate de chaux, nitrate d'ammonium, urée	possible sur pente inférieure à 8% (63a)	labour et billonnage isohypses
	62	montagne de Shek-Hussien	140	E	E				forêt	forêt jardinée Résineux			
	(a - b)	Debte Selam	1770	B	B	B-M	E	azote phosphore	cultures	cultures	nitrate de chaux, nitrate d'ammonium, urée, superphosphate de chaux	possible sur pente inférieure à 8%	
	64	Ticho - Sud Adaba - Dodola	2040	E	E	E	E	azote (64 b)	forêt culture, élevage (64 a)	forêt, élevage (64 a) élevage (64 b)	nitrate de chaux, nitrate d'ammonium, urée		
Sols Hydromorphes	65 a	Alluvions Wabi Shebelli	100	E	E-M	E	E	azote	P. un peu de sorgho et Maïs	culture irriguée	nitrate d'ammonium, sulfate d'ammonium	oui	irrigation par gravité
	b	du Fafen	50	E	E				P. un peu de sorgho	pâturages et sorgho		éventuellement	inondation
	66	pourtour des lacs de l'Harar		E	E				P.	P.			
	67	Alluvions du Wabi Shebelli - Cañons	1830	M-B	M-B	E	E	azote	quelques cultures de sorgho	quelques cultures de sorgho	nitrate d'ammonium sulfate d'ammonium		inondation possible par place
	68	Shilavo							puits	recherche d'eau			
	69	Alluvions Errer Daketa - Gobelle	438	M	B	E	M		P.	P.			
Sols Sodiques	70	Ferfer	136				salés		P.	P.			

(1) Voir légende de la carte au 1/1.000.000 et chapitre V.

(2) Voir légende au 1/1.000.000 et chapitre V

(3) Voir échelle de fertilité chapitre VI A

(4) Voir également chapitres V et VI.

(5) Voir également chapitres V et VI A

(6) Voir également chapitres VI E.

(7) Voir également chapitre VI B

(8) Voir également chapitres VI E et D

\* p. pâturages médiocres pendant la saison des pluies.

\*\* P. bons pâturages pendant une grande partie de l'année.

## VI - CONCLUSION

Le Bassin du Wabi Shebelle d'une superficie de 180.000 km<sup>2</sup>, s'étend sur un territoire dont l'altitude varie de plus de 3.500 m sur les montagnes de l'Ouest et du Nord-Ouest à moins de 300 m dans l'extrême Sud-Est.

Les variations d'altitude liées à une pluviométrie qui va en croissant du Sud-Est vers le Nord-Ouest ont conduit à la délimitation de 6 types climatiques : Ogadénien, Ethiopien, Fickien, Gedebien, Tichéen, Boraluku qui sont reliés aux groupes climatiques habituellement décrits par l'utilisation de la grille de Péguy.

La végétation forestière sur les montagnes a disparu presque entièrement sur les Hauts-Plateaux par suite des défrichements. A mesure que l'on descend en altitude et que le climat devient plus sec la végétation prend un aspect de fourré qui s'éclaircit progressivement vers le Sud-Est. Le substratum géologique influence fortement la composition qualitative de la végétation plus spécialement dans les zones sèches.

Dans sa plus grande partie le Bassin est constitué d'assises sédimentaires calcaires gypseuses ou gréseuses. Vers le Nord, l'Ouest et le Nord Ouest, essentiellement sur les Hauts-Plateaux, les formations volcaniques sont largement représentées alors que le socle apparaît dans l'Harar.

Les mouvements tectoniques y sont très faibles et soulignés seulement par des failles dont les deux plus importantes sont occupées actuellement par les Basses Vallées du Wabi Shebelle et du Fafen.

Les différences d'altitude, les variations climatiques et le déséquilibre hydrostatique caractérisant le réseau hydrographique entre l'aval et l'amont du Bassin permettent de dégager trois grandes unités géomorphologiques:

- le pourtour Ouest et Nord du Bassin formé par les montagnes et les Hauts-plateaux où le relief est convexe sans encaissement des rivières.
- la zone du Bas-Ogaden à relief concave avec plateaux et glacis.
- ces deux grandes régions sont reliées entre elles par une zone charnière de plateaux profondément entaillés par des cañons témoins du déséquilibre hydrostatique entre l'aval et l'amont du Bassin.

En raison de la variété des climats et des roches mères les processus de formation des sols sont diversifiés et nombreux :

Les processus de pédogenèse les mieux représentés sont la vertisolisation, la fersiallitisation, la migration et l'accumulation des sels solubles d'autres processus contribuent à la formation des andosols ou à l'accumulation de matière organique.

Les minéraux argileux identifiés sont les suivants :

- l'illite que l'on retrouve dans de nombreux sols calcaires ainsi que dans les sols ferrallitiques et fersiallitiques.
- la montmorillonite qui est abondante dans tous les vertisols mais aussi à la base des profils des sols ferrallitiques et fersiallitiques et des sols calcaires lorsque le drainage se ralentit.
- la kaolinite qui est peu abndante et considérée davantage comme un minéral résiduel (matériaux provenant des grès notamment).

La présence de produits amorphes a été observée notamment dans les andosols des massifs montagneux et en plus faible quantité dans les chernozems d'Arussi.

Les teneurs en matière organique augmentent progressivement des zones les plus sèches et les plus chaudes (moins de 1%) vers les zones les plus humides et les plus froides (8%). Sur les sommets montagneux elles peuvent atteindre 20%. La matière organique est presque toujours de type calcique.

L'accumulation des sels solubles et notamment du calcaire constitue le facteur essentiel de la différenciation des sols dans le Bas-Ogaden et la Middle-Belt. La dynamique du calcaire se présente sous son aspect complet : dissolution dans certains sols, accumulation dans d'autres avec différents stades : accumulation diffuse, à amas et nodules, formation de croûtes. Il en est de même pour le gypse mais les différents stades sont observés seulement dans les zones les plus sèches (Bas-Ogaden).

L'accumulation de chlorure de sodium ne s'observe nettement que dans les parties sèches du Sud-Est du Bassin (zone de Ferfer). Toutefois, les processus d'alcalisation ne sont jamais observés.

L'accumulation de sesquioxydes de fer et d'alumine est rarement observée pour deux raisons :

- il n'y a pas eu de cuirassement généralisé comme en Afrique Centrale ou occidentale
- les conditions de redox liée à un pH basique ne sont pas favorables à la mise en mouvement du fer et à son accumulation.

On observe seulement dans les parties les plus humides du Bassin mais aussi dans les zones sèches une rubéfaction du profil. Une exception cependant : dans la région de Kofele le pH faiblement acide du sol favorise la formation de nombreuses concrétions de fer et de manganèse et par place d'une carapace friable.

La formation de gley et de pseudo gley n'est observé qu'exceptionnellement.

Toutes les classes de sols sont représentées dans le Bassin à l'exception des sols minéraux bruts et des sols podzolisés. L'application de la classification n'a pas présenté de difficultés sauf au niveau de la classe des sols isohumiques qui a été modifiée pour tenir compte de l'influence du calcaire et du gypse sur la morphologie du profil. Les sols peu évolués, les vertisols, les sols calcimagnésiques et les sols à différenciation calcaire ou gypseuse forment les cinq classes de sols les plus répandues.

Les possibilités agricoles, pastorales et forestières dans le Bassin du Wabi Shebelle sont très importantes. Elles sont étroitement liées aux conditions climatiques et dépendant principalement de l'altitude.

L'agriculture est essentiellement concentrée actuellement entre 2.500 m et 3.200 m pour les cultures tempérées et entre 1.600 m et 2.500 m pour les cultures tropicales.

- au-dessus de 3.200 m le froid constitue le facteur limitant.
- en-dessus de 1.600 m par contre c'est la sécheresse qui constitue le facteur défavorable. On peut distinguer en fait deux zones:
  - entre 1.000m et 1.600 m (Middle Belt) la culture des plantes peu exigeantes en eau est possible en "dry farming" sur de vastes zones définies comme zones d'extension de cultures.
  - entre 200 m et 1.000 m (Bas-Ogaden) les cultures ne sont possible que
    - par irrigation dans la Basse Vallée du Wabi Shebelle.
    - par inondation dans la Basse Vallée du Fafen.
    - dans de petites dépressions où les eaux pluviales et ruissellées se rassemblent.

L'élevage est extensif dans tout le Bassin. Toutefois sur les Hauts-plateaux les agriculteurs maintiennent le cheptel en bon état la plus grande partie de l'année. Par contre dans le Sud en dessous de 1.600 m d'altitude le bétail nomadise à la recherche de zones de pâturages et de points d'eau et l'état des troupeaux devient précaire à la fin de la saison sèche.

la forêt a presque disparu sur les Hauts-Plateaux par suite de défrichements intensifs et ne subsiste que sur les pentes fortes des massifs montagneux.

L'amélioration du potentiel agricole, pastoral et forestier mal exploité est lié à la combinaison des quatre grands facteurs suivants :

- amélioration de la fertilité des sols
- lutte contre l'érosion, conservation des sols
- amélioration du bilan hydrique des sols
- amélioration des techniques de cultures (mécanisation)
- utilisation de variétés sélectionnées plus productives

Sur le plan de la fertilité les sols sont généralement très carencés en azote mais bien pourvus en phosphore et en potasse. Le niveau azoté devra être relevé par des apports de fertilisants en même temps que le taux de matière organique dans les zones sèches où la minéralisation de celle-ci est rapide (surtout dans les périmètres irrigués de la Basse Vallée du Wabi Shebelle). Dans quelques cas sur les Hauts-Plateaux notamment le niveau général de fertilité est bas <sup>et</sup> nécessite une fumure minérale complète et parfois une correction de l'acidité (région de Kofele).

la lutte contre l'érosion et la conservation des sols constituent à long terme l'objectif prioritaire de l'agriculture intensive. Schématiquement on observe deux grands types d'érosion :

. l'érosion par ruissellement très active sur les Hauts-Plateaux et une partie de la Middle Belt liée à la reprise d'érosion généralisée en rapport avec le déséquilibre hydrostatique du réseau hydrographique entre les Hauts-Plateaux et l'Ogaden. C'est une érosion de type géographique donc lente. Mais l'équilibre est précaire et on observe actuellement une érosion accélérée à cause de la disparition des massifs forestiers. Elle prend le plus souvent la forme de ravines et parfois de lavakas (Harar). Les progrès de la mécanisation vont accentuer cette tendance.

Des actions anti-érosives sont donc à entreprendre d'urgence par le reboisement des massifs montagneux et au niveau des zones cultivées par le contrôle des eaux de ruissellement (stabilisation des ravines, labour ou billonnage isoyses, terrasses).

. l'érosion éolienne est particulièrement importante sur tout le Bas-Ogaden et la Middle Belt où elle affecte surtout les sols à dominance sableuse ou limoneuse. Elle peut être freinée par l'installation de brise-vent

L'amélioration du bilan hydrique des sols : peut être considérée pour une grande part comme une conséquence des actions menées pour la conservation des sols. Elles peuvent être complétées par l'installation de brise-vent dans certaines régions à climat assez sec et venteux des Hauts-Plateaux (région de Dodola et Robi notamment).

La mécanisation de l'agriculture est possible sur de grandes surfaces notamment sur les Hauts-Plateaux et la Middle Belt. Toutefois pratiquée d'une façon anarchique elle pourrait aboutir rapidement au déclenchement d'une érosion catastrophique. C'est donc une arme à double tranchant mais elle peut faciliter grandement la généralisation des pratiques anti-érosives.

L'utilisation de variétés sélectionnées à forte productivité est indispensable pour valoriser l'élévation générale du potentiel de production des sols (agriculture et élevage surtout).

Le Bassin du Wabi Shebelle possède en outre une faune riche et diversifiée. Nous avons proposé la création de deux parcs nationaux (Harar et Arussi) et de trois réserves intégrales de faune (Wabi Shebelle, Bas Fafen et Kebri Beyah).

## BIBLIOGRAPHIE

- AUBERT (G.), 1971, *Encyclopedia Universalis*, vol. IX, (interférences à Liszt) Paris, pp. 197-199.
- AUBREVILLE (A.), 1949, *Climats, forêts et désertification de l'Afrique Tropicale*, Soc. Ed. Geog. Mar. Colon. Paris, p. 351.
- DABIN (B.), 1964, *Analyse physique et fertilité dans les sols des régions humides de Côte d'Ivoire*, Cah. ORSTOM 1964, Pédol. I, pp. 29-40.
- DAINELLI (G.), 1948, *Carta Géologica dell'Africa orientale*, 1/2.000.000, Roma.
- FIELDER (M.), PERROTT (K.W.), 1966, *Rapid field and laboratory test for allophane*, New-Zeal., J. Sci., 9, 3, pp. 623-629.
- FURON (R.), 1960, *Géologie de l'Afrique*, Payot Ed. Paris, p. 400.
- FURON (R.), COMBART (J.), 1964, *Notice explicative de la Carte Géologique de l'Afrique (1/5.000.000)*, UNESCO-Asga, p. 39.
- RUELLAN (A.), 1971, *Les sols à profil calcaire différencié des plaines de la basse Moulouya (Maroc Oriental)*, Mém. ORSTOM n° 54, p. 302.
- TERMIER (H. et G.), 1956, *L'évolution de la lithosphère, Orogenèse I*, Masson Ed. Paris, p. 498.

APPENDICE TECHNIQUE sur les METHODES de TRAVAIL de la SECTION des SOLS

---

Cet appendice comprendra les divisions suivantes :

- 1- Prospection de terrain
- 2- Interprétation photographique
- 3- Analyses de Laboratoire
- 4- Cartographie et légende des sols
- 5- Rapports

1- PROSPECTION de TERRAIN

1.1. Méthodes de travail.

1.1.1. Echelles de prospection :

La prospection a été plus ou moins lâche en fonction de la maille de l'échelle de cartographie.

Pour la carte au 1/50.000 de la Basse Vallée du Wabi Shebelle des transversales distantes de 10 km environ orientées après examen des photographies aériennes ont été parcourues systématiquement avec un profil de sol (trou) tous les kilomètres. De plus dans la zone de Godé des sondages ont été faits sur des perpendiculaires aux transversales tous les 1300 m.

Pour la carte au 1/60.000 de la vallée du Fafan les cheminements ont été placés en fonction des types de couvertures végétales liés à l'intensité des inondations. Ainsi les trous ont été creusés et examinés dans des zones où des différences notables de végétation apparaissent.

Pour la carte au 1/250.000 de l'ensemble du Bassin les observations ont été faites d'une part, le long des pistes et d'autre part, dans des zones choisies après étude des photographies aériennes, sous forme de chaînes ou séquence de sols. Grâce à la qualité des prises de vue et à l'homogénéité des unités géomorphologiques, nous pensons que tous les grands types de sols ont pu être étudiés malgré les difficultés de pénétration et la superficie des zones à cartographier.

Parallèlement à la prospection des sols l'étude géologique qui manquait pour la plus grande partie du Bassin a été également réalisée.

1.1.2. Prélèvement des échantillons de sols :

Le profil du sol ayant été décrit et les différents horizons définis les prélèvements se font sur chaque horizon "en entier" et portent sur 800 gr de sol environ. On obtient ainsi un échantillonnage en continu du profil.

1.2. Bilan de <sup>la</sup> prospection.

Au total, plus de 9000 km de cheminements et pistes ont été parcourus, 1502 trous creusés et observés dont 250 à la tarière, avec prélèvements de 4157 échantillons. L'ensemble se décompose comme suit :

- Basse Vallée du Wabi Shebellé : 1600 km de cheminements, 800 trous dont 245 à la tarière et 2700 échantillons prélevés,
- Vallée du Fafan : 1500 km de cheminements, 102 trous et 357 échantillons prélevés,
- Bassin du Wabi Shebellé pour la carte au 1/250.000 6000 km de cheminements et pistes, 355 trous, 5 sondages et 1200 échantillons prélevés.

## 2- INTERPRETATION PHOTOGRAPHIQUE

L'interprétation des photographies aériennes a été réalisée soit sur un couple de photos soit sur mosaïques établies au Water Resources Department". Ceci a demandé un travail considérable étant donné l'extension des zones à interpréter.

Environ 4000 photographies (échelle variant du 1/50.000 au 1/60.000) ont été ainsi examinées.

Le "piqué" des prises de vues ainsi que l'importance très faible de la couverture végétale naturelle donnent à penser que l'extrapolation des observations de terrain à des zones présentent de même aspect sur les photographies confère à l'interprétation un degré de vraisemblance optimum. Ceci est valable pour toutes les échelles de carte. Par exemple :

- La délimitation des types de sols pour la carte au 1/50.000 dans la Basse Vallée du Wabi Shebellé est grandement facilitée par la corrélation entre la couverture végétale (couleur de la photo) et le type de sol qui la porte. Ainsi et schématiquement :

- zones claires : sols sableux,
- zones grises : vertisols et sols argileux,
- zones noires : sols organiques.

L'extrapolation des limites de sols entre les cheminements observés est donc relativement aisée et présente un bon degré de précision.

- La délimitation des grands types de sols pour la carte au 1/250.000 et aussi des roches-mères et matériaux originels (les deux étant étroitement liés en milieu aride) est aussi souvent facilitée par l'aspect de la végétation ou d'autres caractères spécifiques. Ainsi on observe les relations : "Aspect de la végétation-sols" suivants :

- végétation à aspect tigré lâche : sols rouges à dalle calcaire d'épandages,
- végétation à aspect tigré fin : sols jaune-blanc à dalle de gypse d'épandages,
- végétation pommelée fine uniforme : sols rouge vif d'épandages sur grès,
- végétation pommelée grossière uniforme : vertisols calcaires sur calcaires
- végétation zébrée indiquant des dépôts discontinus de sables éoliens peu épais,
- végétation dense de couleur sombre dans les cuvettes inondables etc ...

Un autre aspect particulièrement original est la morphologie en "cocar-  
des" avec piqueté fin régulier correspondant aux termitières. On peut citer égale-  
ment la forme en "chenille" des collines basaltiques parsemant des formations sé-  
dimentaires de l'Ogaden.

Cette liste est donnée à titre indicatif et n'est pas limitative. Elle  
donne seulement quelques exemples des liaisons étroites qui peuvent exister entre la  
nature du sol et l'aspect de la végétation, entre la morphologie et la roche-mère  
en milieu aride.

### 3.- LES ANALYSES de LABORATOIRE \*

#### 3.1. Méthodes d'analyses des sols

Toutes les analyses susceptibles d'être exploitées en vue d'apprécier  
les aptitudes des sols à la culture en sec ou sous irrigation et d'établir les  
caractéristiques pour leur classification sont réalisées à savoir :

##### Analyses physiques

- humidité du sol
- pourcentage de refus
- texture (méthode Robinson)
- extraction des argiles pour ATD et rayons X
- capacité de rétention en eau des sols par la détermination des pF à la  
presse à membrane (point de flétrissement et humidité équivalente)
- fabrication de pate saturée pour la mesure de conductivité électrique
- carbonate de calcium (méthode du calcimètre Bernard)
- conductivité électrique et pH

##### Analyses chimiques

- carbone organique
- azote
- bases échangeables avec sols contenant  $\text{CO}_3 \text{ Ca}$   
sans  $\text{CO}_3 \text{ Ca}$
- $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$  par complexométrie
- $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  par photométrie de flamme
- capacité d'échange
- phosphore total
- sels solubles dans les sols et dans les eaux
  - sulfates par complexométrie
  - chlorures méthode Volhard

\* Tous les protocoles des méthodes d'analyses utilisées sont détaillés dans la  
"Methods of Analyses used in soil Laboratory" by J.O. JOB WABI SHEBELLI PROJECT  
WATER RESSOURCES COMMISSION ADDIS ABEBA.

D'autre part, sur le terrain les mesures suivantes ont été effectuées pour les sols voués à l'irrigation :

- perméabilité des sols par la méthode des double cylindres
- densité apparente par la méthode des prélèvements par cylindre

### 3.2. Choix des profils analysés.

439 profils de sols ont été analysés. Ils font partie, soit de chaînes ou séquences de sols, ceci pour la cartographie à toutes les échelles ; soit d'unités cartographiques pour la cartographie au 1/50.000 et au 1/60.000. Dans ce dernier cas, l'analyse de plusieurs profils pour un même type de sol permet de serrer de plus près les caractéristiques moyennes de l'unité.

## 4- CARTOGRAPHIE

3 types de cartes ont été dessinées :

- Des cartes au 1/50.000 et au 1/60.000 dites de semi-détail mais que l'on peut considérer comme suffisamment détaillées sur le plan de l'étude des sols pour la réalisation d'un avant-projet d'irrigation.

- Une carte au 1/250.000 qui délimite les zones possibles d'intervention pour un projet régional de développement.

- Une carte au 1/1000000 synthèse générale des données pédologiques sur le Bassin.

### 4.1. La carte au 1/50.000 de la Basse Vallée du Wabi Shebelle :

11 feuilles.

Terminée en Juillet 1970, cette carte couvre une surface de 1,3 million d'hectares entre Imi et Ferfer le long du fleuve sur une longueur de 410 km et une largeur moyenne de 30 km.

Elle comprend 11 feuilles et est présentée avec deux types de légende :

- une légende pédologique classant les sols selon leur provenance et leur type d'évolution,
- une légende concernant des aptitudes des sols à l'irrigation et les surfaces occupées par chaque catégorie.

Ainsi 382.000 ha [ 9.550 gashas ] ont été reconnus aptes à l'irrigation avec deux grandes classes de sols :

- Classe I Sols très favorables à l'irrigation : environ 280.000 ha,
- Classe II Sols peu favorables à l'irrigation : environ 100.000 ha.

En fonction de la nature des sols, des sous-classes de sols à vocations culturelles différentes ont été distinguées. Chaque sous-classe est affectée de symboles désignant les altérations des qualités des sols en vue de leur préparation à l'irrigation [ nécessité d'un drainage faible ou important, salure faible ou excessive, topographie, microrelief, etc ... ]

#### 4.2. La carte au 1/60.000 de la Vallée du Fafan : 6 feuilles

Cette carte des sols en plus des différents types de sols qui y sont représentés rend compte également de l'étendue des zones inondables, de l'intensité et de la nature des inondations [provenance Fafan ou affluents du Fafan]. Ces indications permettent d'apprécier la durée des pâturages ainsi que les possibilités de culture.

#### 4.3. La carte au 1/250.000 de l'ensemble du Bassin du Wabi-Shebellè : 16 feuilles.

Cette carte couvre l'ensemble du Bassin soit 180.000 km<sup>2</sup>, soit 1/6 de l'Empire.

##### 4.3.1. Méthode d'établissement de la carte :

La délimitation des contours des différents types de sol, des zones favorables à l'agriculture en sec, mécanisée et des zones d'extension a été exécutée directement sur les photographies aériennes au 1/50.000 soit par vision stéréoscopique soit sur mosaïque. La réduction au 1/250.000 a été effectuée ensuite par projection. Ce travail important [7200 dm<sup>2</sup> de surface] présente l'avantage d'obtenir des limites cartographiques précises mais aussi de disposer d'originaux de cartes au 1/50.000 pour l'ensemble du Bassin susceptible d'être utilisé à la demande pour des projets de mise en valeur localisés.

##### 4.3.2. Utilisation de la carte au 1/250.000 :

Sur le plan pédologique. Elle présente un grand intérêt car elle constitue le premier document de ce type réalisé en Ethiopie. De plus, elle couvre des zones ou des grandes variations d'altitude donc de climat contribuant à une diversification étonnante des processus de pédogénèse.

Sur le plan de l'utilisation pratique. Elle permettra de connaître avec précision :

- les zones de dry farming dans l'Ogaden aride ainsi que les zones de pâturages prolongés,
- les zones d'extension des cultures dans la Middle Belt.
- les zones possibles de mécanisation agricole sur les Hauts Plateaux (Arussi-Chercher - Harar).
- Toutes les données essentielles concernant la fertilité des sols.

#### 4.4. La carte des sols au 1/1.000.000 du Bassin du Wabi-Shebellè.

Elle est réalisée à partir d'une réduction de la carte au 1/250000 avec simplification des limites et regroupements de certains types de sols.

Cette carte synthétique a l'avantage sous un format pratique de résumer les connaissances pédologiques acquises dans le Bassin du Wabi et leurs implications sur le plan du développement agricole.

#### 4.5. Les légendes des sols :

- Pour les cartes au 1/50.000 de la vallée du Wabi Shebelli et au 1/60.000 de la vallée du Fafen des légendes des sols spécifiques ont été établies jusqu'au niveau de la phase de sol.

- Pour les cartes au 1/250.000 et 1/1.000.000 une seule légende des sols a été établie jusqu'au niveau de la famille. Pour la carte au 1/1.000.000 un certain nombre de familles de sols ont été regroupées. Celles-ci n'apparaissent sur le plan cartographique que sur la carte au 1/250.000.

- Pour la carte au 1/250.000 une légende d'utilisation des sols (possibilités de mécanisation, zones d'extension des cultures, zones d'aménagement hydro-agricole) accompagne la légende pédologique.

#### 5. Rapports :

Il a été rédigé :

- un rapport général concernant les types de sols et leur utilisation sur le Bassin du Wabi Shebellé qui développe les caractères morphologiques physico-chimiques les aptitudes culturales, pastorales et forestières de tous les types de sol du Bassin et accompagnant la note pédologique au 1/1.000.000.
- un rapport concernant les sols et leur utilisation dans la basse vallée du Wabi Shebellé appuyé sur la carte au 1/50.000 de la Basse vallée du Wabi Shebelli.
- une notice accompagnant la carte au 1/60.000 de la basse vallée du Fafen.
- des notes à caractères scientifiques sont également prévues.

Planche I - ARUSSI - CHERCHER



Plaine de GUEDEB (ARUSSI) , au fond Mont ENKOLO



Cañons aux confins Est des plateaux basaltiques, région de SERU (ARUSSI).

Planche II - ARUSSI - CHERCHER (suite)



Une vallée sur les Hauts-Plateaux Basaltiques -  
Région de INDETU (ARUSSI)



Scène de labour dans le CHERCHER, (région de KURFACHELE)  
- sols brunifiés sur basaltes -

Planche III - HARAR



Plateau d'HADOW (piste HARAR JIJIGA).



Chaos granitique de BABILE.

Planche IV - HARAR (suite)



Cultures (maïs et arachide) sur sol fersiallitique -  
Région de BABILE - au fond chaos granitiques.



Région de BABILE -

au 1er plan : culture de sorgho sur sol fersiallitique

au 2ème plan : chaos granitiques

au 3ème plan : table calcaire de KONDUDO

Planche V - BAS-OGADEN



Affleurements gypseux et colluvions gypseuses -  
Au fond plateaux tabulaires et témoins calcaires  
(calcaires de MUSTAHILL) - région de GODE - KELAFO



Colline de gypse (formation gypseuse principale)  
en cocarde - région de GODE.

Planche VI - BAS-OGADEN (suite)



Témoin calcaire (calcaire de MUSTAHIL)

Remarquer le versant concave et les griffes d'érosion -  
région de GODE.



Corniche de gypse (formation gypseuse principale)

- Sud de KUGNO .

Planche VII - BAS-OGADEN (suite)



Corniche des grès de GESOMA - région d'EL KERE.



Le WABI aux environs de KELAFO, remarquer le contact net entre alluvions du fleuve et alluvions d'oueds.

Planche VIII - BAS-OGADEN (suite)



Brousse tigrée - Région de KEBRI DAHAR.

Planche IX - VERTISOIS



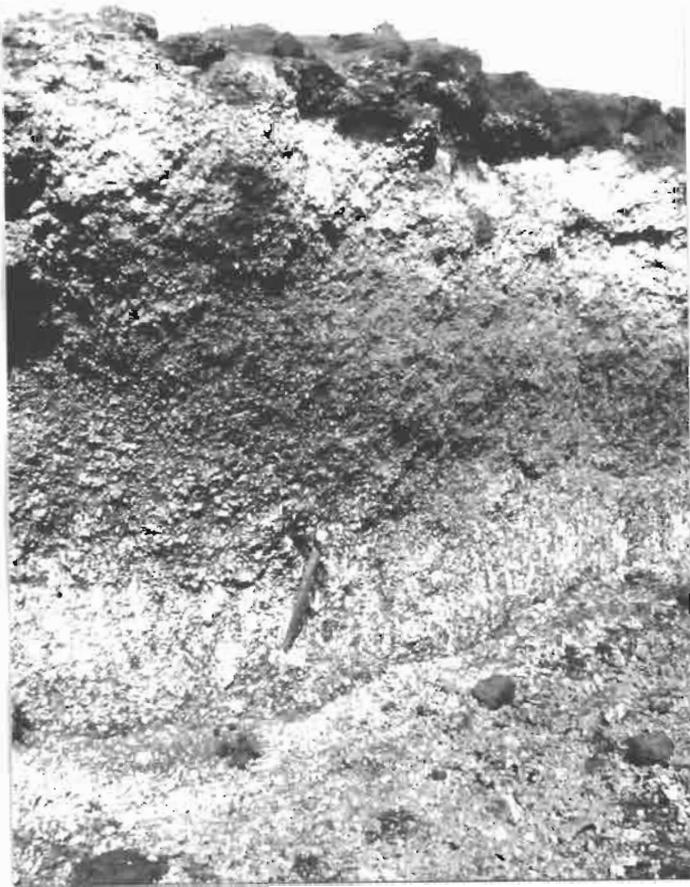
Vertisol grumosolique carbonaté  
(Basse Vallée du Wabi Shebelle)  
Noter en profondeur l'accumulation  
de gypse sous forme de cristaux.



Vertisol grumosolique calcique  
Hauts-Plateaux d'ARUSSI.

Planche X - SOLS A ACCUMULATION CALCAIRE

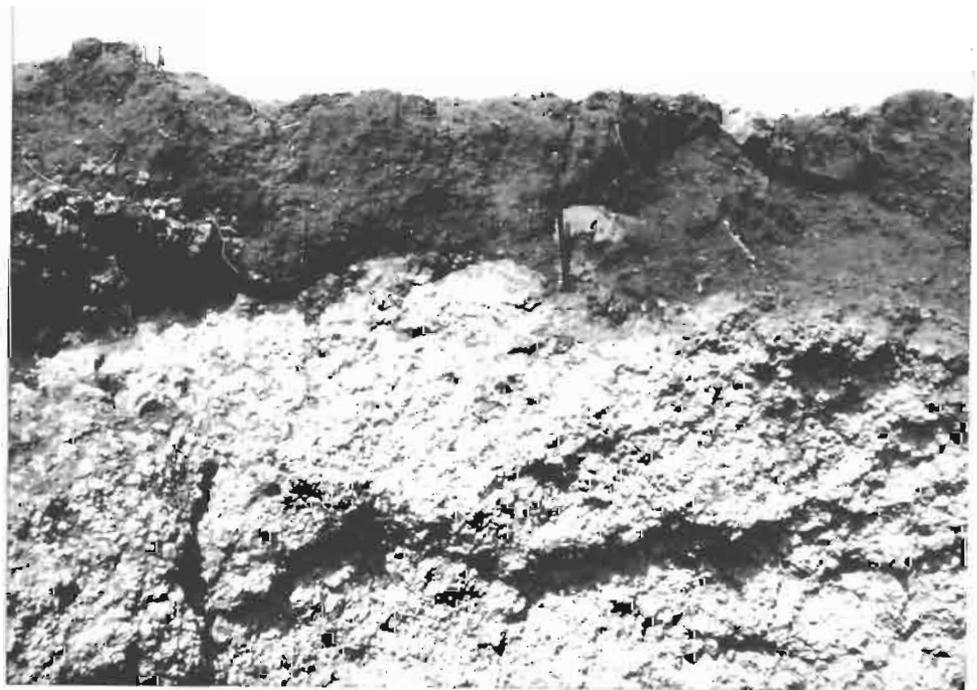
- à horizon mélanique -



Sol à encroûtement nodulaire (JIJIGA)

de haut en bas

- horizon mélanique
- en encroûtement nodulaire
- matériau en altération



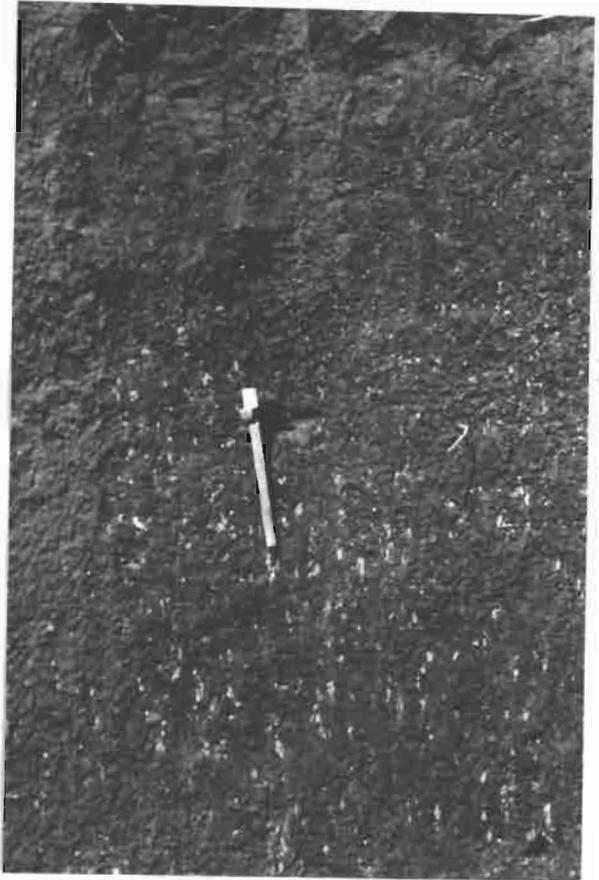
Détail de l'encroûtement nodulaire

Planche XI - SOLS A ACCUMULATION CALCAIRE (suite)

- à horizon pallide -



Sol à calcaire diffus sur alluvions  
(région d'EL KERE)



Sol calcique à amas et nodules sur  
colluvions gréseux (cuvette DEGAHBOUR)



Sol calcaire à amas et nodules sur  
plateaux calcaires du BAS-OGADEN.



Erosion en ravines sur les Vertisols, région d'ADABA.  
Noter le concrétionnement calcaire important à la  
base des sols.



Erosion en Lavakas sur les sols fersiallitique  
région d'HARAR.



**ETHIOPIA - FRANCE COOPERATIVE PROGRAM**  
**WABI SHEBELLE SURVEY**

IN COLLABORATION WITH  
 FRENCH MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS  
 NATIONAL WATER RESOURCES COMMISSION  
 BCEOM, ORSTOM, EDF  
 IGN, B DPA

**V**  
**SOILS MAP-CARTE DES SOLS**

**Wabi Shebelle Basin**

OCTOBER 1973

**LEGEND OF THE SOILS MAP**  
**LEGENDE DE LA CARTE DES SOLS**

**WEAKLY DEVELOPED SOILS SOLS PEU EVOLUES**

**XEROSOLS SOLS XERIQUESES**

**GRAY SOILS SOLS GRIS**

**NON CLIMATIC SOILS SOLS D'ORIGINE NON CLIMATIQUE**

**ERODED SOILS SOLS D'EROSION**

**LITHIC SOILS WITH POWDERY LIME SOLS LITHIQUES A CALCAIRE POUDREUX**

**WITH SUPERFICIAL GYPSE SOLS AVEC UNE COUCHE DE GYPSE SURFACE**

**LITHIC CALCIC SOILS SOLS LITHIQUES CALCARIQUES**

**HUMIC SOILS SOLS HUMIFERES**

**SOILS DEVELOPED ON COLLUVIA SOLS DEVELOPPES SUR COLLUVIUM**

**VERTISOLS VERTISOLS**

**GRIMOSOLS GRIMOSOLIS A DRAINAGE EXTERNE REDUIT**

**CARBONATED VERTISOLS VERTISOLS CARBONATES**

**WITH POWDERY LIME AND POWDERY GYPSUM A CALCAIRE POUDREUX ET CRISTAUX DE GYPSE**

**REDISH BROWN SOILS ON ALLUVIA DERIVED FROM KABI-DABAR AND MASHALI LIMESTONES AND FROM THE MAIN GYPSUM FORMATION**

**BROWN SOILS ON ALLUVIA DERIVED FROM THE WABI-SHEBELLE (12a) AND FABA (12b) RIVERS**

**BROWN SOILS ON ALLUVIA FROM THE BERA AND THE FABA RIVERS**

**WITH CALCAREOUS NODULES A AMAS ET NODULES CALCARIQUES**

**BROWN SOILS ON ALLUVIA DERIVED FROM GESSINA SANDSTONE AND MASHALI LIMESTONE**

**WITH NODULES IN THE DEPTH A NODULES EN PROFONDEUR**

**REDISH BROWN SOILS ON COLLUVIA DERIVED FROM BASALT OF THE PLATEAU AND GESSINA SANDSTONE**

**REDISH BROWN SOILS DERIVED FROM PLATEAU BASALT**

**DARK GRAY SOILS DERIVED FROM PLATEAU BASALT**

**DARK GRAY SOILS DERIVED FROM PLATEAU BASALT WITH CALCIC SOILS ON THE COLLUVIA**

**BLACK GRAY SOILS ON ALLUVIA DERIVED FROM KABI-DABAR LIMESTONE**

**ANDOSOLS ANDOSOLS**

**DIFFERENTIATED SOILS SOLS DIFFERENCIES**

**SATURATED SOILS SOLS SATURES**

**WITH A MELANIC HORIZON MELANIQUE**

**CALCIMAGNETIC SOILS SOLS CALCIMAGNETIQUES**

**CARBONATED SOILS SOLS CARBONATES**

**ASSOCIATION OF MODAL BROWN CALCAREOUS SOILS (22a) AND MODAL RENDZINA (22b)**

**ASSOCIATION OF SOILS BRUNS CALCAIRES MODAUX (22a) ET DE RENDZINES MODALES (22b)**

**BROWN CALCAREOUS SOILS SOLS BRUNS CALCAIRES**

**MODAL SOILS SOLS MODAUX**

**RENDZINA RENDZINES**

**MODAL RENDZINA RENDZINES MODALES**

**SATURATED SOILS SOLS SATURES**

**ASSOCIATION OF MODAL BROWN CALCAREOUS SOILS (25a) AND MODAL CALCIC RENDZINA (25b)**

**ASSOCIATION OF SOILS BRUNS CALCAIRES MODAUX (25a) ET DE RENDZINES CALCARIQUES (25b)**

**CALCIC RENDZINA RENDZINES CALCARIQUES**

**MODAL RENDZINA RENDZINES MODALES**

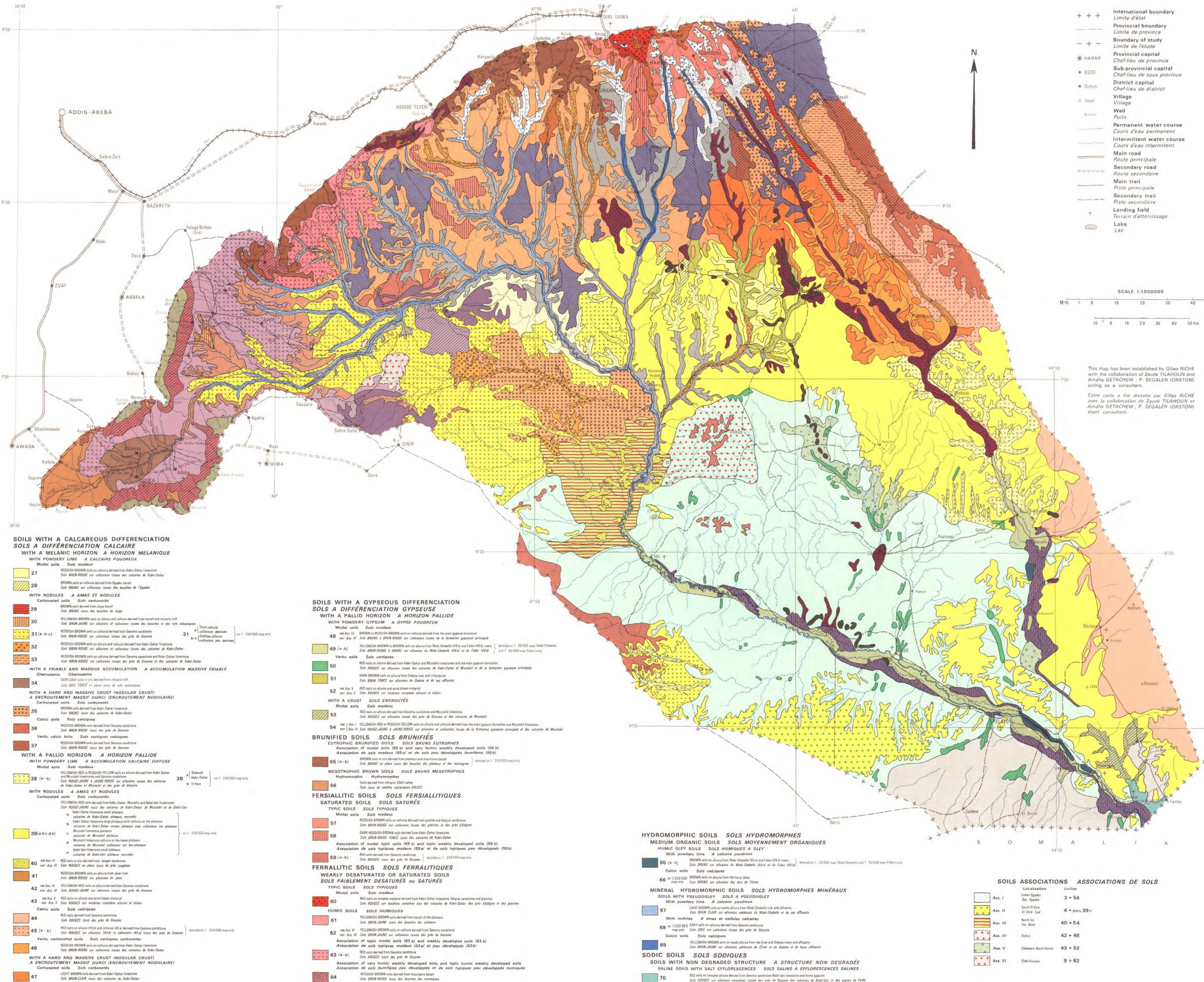
**SODIC SOILS SOLS SODIQUES**

**SOILS WITH NON DEGRADED STRUCTURE A STRUCTURE NON DEGRADEE**

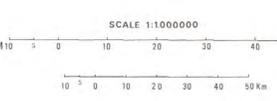
**SALINE SOILS WITH SALT EFFLORESCENCES SOLS SALINS A EFFLORESCENCES SALINES**

**RED SOILS ON COMPLEX TERRAIN DERIVED FROM KABI-DABAR LIMESTONE, AGASSA SANDSTONE AND GRANITE**

**RED SOILS ON COMPLEX TERRAIN DERIVED FROM KABI-DABAR LIMESTONE, AGASSA SANDSTONE AND GRANITE**



**International boundary** Limite d'état  
**Provincial boundary** Limite de province  
**Boundary of study** Limite de l'étude  
**Provincial capital** Chef-lieu de province  
**Sub-provincial capital** Chef-lieu de sous province  
**District capital** Chef-lieu de district  
**Village** Village  
**Well** Puits  
**Permanent water course** Cours d'eau permanent  
**Intermittent water course** Cours d'eau intermittent  
**Main road** Route principale  
**Secondary road** Route secondaire  
**Main trail** Piste principale  
**Secondary trail** Piste secondaire  
**Landing field** Terrain d'atterrissage  
**Lake** Lac



This map has been established by Gilles RICHE with the collaboration of Zauwa TILAHOUN and Amaha GETACHEW, P. SEGALEN (ORSTOM) acting as a consultant.  
 Cette carte a été dressée par Gilles RICHE avec la collaboration de Zauwa TILAHOUN et Amaha GETACHEW, P. SEGALEN (ORSTOM) étant consultant.

**SOILS WITH A CALCAREOUS DIFFERENTIATION SOLS A DIFFERENTIATION CALCAIRE**  
 WITH A MELANIC HORIZON A HORIZON MELANIQUE  
 WITH POWDERY LIME A CALCAIRE POUDREUX  
 Modal soils Sol. modaux  
 27 REDISH BROWN soils on colluvia derived from Kabi-Dabar limestone  
 28 BROWN soils on colluvia derived from Ogaden basalt  
 29 BROWN soils derived from Faba basalt  
 30 REDISH BROWN soils on colluvia derived from Gessina sandstone  
 31 (a-b) REDISH BROWN soils on colluvia derived from Gessina sandstone  
 32 REDISH BROWN soils on colluvia derived from Kabi-Dabar limestone  
 33 REDISH BROWN soils on colluvia derived from Gessina sandstone and Kabi-Dabar limestone  
 34 WITH A FRAGILE AND MASSIVE ACCUMULATION A ACCUMULATION MASSIVE FRAGILE  
 Chernozems  
 35 WITH A HARD AND MASSIVE CRUST (MODULAR CRUST) A ENCRUMENTEMENT MASSIF DURCI (ENCRUMENTEMENT MODULAIRE)  
 Carbonated soils Sol. carbonatés  
 36 CALIC SOILS Sol. calciques  
 37 VERTIC CALCIC SOILS Sol. vertiques calciques  
 38 (a-b) YELLOWISH RED to REDISH YELLOW soils on colluvia derived from Kabi-Dabar  
 WITH NODULES A AMAS ET NODULES  
 Carbonated soils Sol. carbonatés  
 39 (a,b,c,d) YELLOWISH RED to REDISH YELLOW soils on colluvia derived from Kabi-Dabar  
 40 RED soils on alluvia (45a) and colluvia (45b) derived from Gessina sandstone  
 41 REDISH BROWN soils on colluvia derived from Kabi-Dabar limestone  
 42 RED soils on alluvia derived from Gessina sandstone  
 43 CALIC SOILS Sol. calciques  
 44 RED soils derived from Gessina sandstone  
 45 (a-b) RED soils on alluvia (45a) and colluvia (45b) derived from Gessina sandstone  
 46 VERTIC CARBONATED SOILS Sol. vertiques carbonatées  
 47 LIGHT BROWN soils derived from Kabi-Dabar limestone

**SOILS WITH A GYPSOUS DIFFERENTIATION SOLS A DIFFERENTIATION GYPSEUSE**  
 WITH A PALLID HORIZON A HORIZON PALLIDE  
 WITH POWDERY GYPSUM A GYPSE POUDREUX  
 Modal soils Sol. modaux  
 48 RED soils on alluvia derived from Kabi-Dabar and Mashali limestones and the main gypsum formation  
 49 (a-b) YELLOWISH BROWN to BROWN soils on alluvia from Wabi-Shebelle (49a) and Faba (49b) rivers  
 50 VERTIC SOILS Sol. vertiques  
 51 RED soils on alluvia derived from Kabi-Dabar and Mashali limestones and the main gypsum formation  
 52 DARK BROWN soils on alluvia from Dakara fine and tributaries  
 53 WITH A CRUST SOLS ENCRUTES  
 Modal soils Sol. modaux  
 54 RED soils on alluvia derived from Gessina sandstone and Mashali limestone  
 55 (a-b) YELLOWISH-RED to REDISH-YELLOW soils on alluvia and colluvia derived from the main gypsum formation and Mashali limestone  
**BRUNIFIED SOILS SOLS BRUNIFIES**  
 EUTROPHIC BRUNIFIED SOILS SOLS BRUNIFIES EUTROPHES  
 Association of modal typical soils (55a) and very humic weakly developed soils (55b)  
 56 MESOTROPHIC BROWN SOILS SOLS BRUNS MESOTROPHES  
 Humic soils Sol. humiques  
**FERRILLITIC SOILS SOLS FERRILLITIQUES**  
 SATURATED SOILS SOLS SATURES  
 TYPIC SOILS SOLS TYPIQUES  
 Modal soils Sol. modaux  
 57 REDISH BROWN soils on colluvia derived from granite and Adiga sandstone  
 58 DARK REDISH BROWN soils derived from Kabi-Dabar limestone  
 59 (a-b) RED soils derived from Gessina sandstone  
**FERRALLITIC SOILS SOLS FERRALLITIQUES**  
 WEAKLY DESATURATED OR SATURATED SOILS SOLS FAIBLEMENT DESATUREES OU SATURES  
 TYPIC SOILS SOLS TYPIQUES  
 Modal soils Sol. modaux  
 60 RED soils on complex terrain derived from Kabi-Dabar limestone, Agassa sandstone and granite  
 HUMIC SOILS SOLS HUMIQUES  
 61 YELLOWISH BROWN soils derived from basalt of the plateau  
 62 REDISH BROWN soils on colluvia derived from Gessina sandstone  
 63 (a-b) RED soils on colluvia derived from Gessina sandstone  
 64 Association of very humic weakly developed soils and typical humic weakly developed soils

**HYDROMORPHIC SOILS SOLS HYDROMORPHES**  
 MEDIUM ORGANIC SOILS SOLS MOYENNEMENT ORGANIQUES  
 HUMIC GLEY SOILS SOLS HUMIQUES A GLEY  
 With powdery lime A calcaire poudreux  
 65 (a-b) BROWN soils on alluvia from Wabi-Shebelle (65a) and Faba (65b) rivers  
 66 (a-b) BROWN soils on alluvia from Wabi-Shebelle (66a) and Faba (66b) rivers  
**MINERAL HYDROMORPHIC SOILS SOLS HYDROMORPHES MINERAUX**  
 SOILS WITH PSEUDOGLEY SOLS A PSEUDOGLEY  
 With powdery lime A calcaire poudreux  
 67 LIGHT BROWN soils on alluvia from Wabi-Shebelle (67a) and Faba (67b) rivers  
 68 (a-b) BROWN soils on alluvia from Wabi-Shebelle (68a) and Faba (68b) rivers  
 69 YELLOWISH BROWN soils on sandy alluvia from the Faba and Dakara rivers and alluvia  
**SODIC SOILS SOLS SODIQUES**  
 SOILS WITH NON DEGRADED STRUCTURE A STRUCTURE NON DEGRADEE  
 SALINE SOILS WITH SALT EFFLORESCENCES SOLS SALINS A EFFLORESCENCES SALINES  
 70 RED soils on complex terrain derived from Gessina sandstone, Kabi-Dabar limestone and Faba gypsum

**SOILS ASSOCIATIONS ASSOCIATIONS DE SOLS**

Localisation	Unités
Ass. I Laven-Ogaden	3 + 54
Ass. II South-Est	4 + part. 39c
Ass. III North-Est	40 + 54
Ass. IV Duhok	42 + 48
Ass. V Dobeen-North-Daba	43 + 52
Ass. VI Shik-Russen	49 + 62