

*Quelques clés morphopédologiques
pour le Nord Cameroun
à l'usage des agronomes*

Michel Raunet

Septembre 2003

*Quelques clés morphopédologiques
pour le Nord Cameroun
à l'usage des agronomes*

Michel Raunet

Septembre 2003

SOMMAIRE

Avant propos	
1. - Les grands traits explicatifs de l'évolution morphopédologique du Nord du Cameroun	1
2. - Les reliefs rocheux résiduels	2
2.1. - Le socle cristallin précambrien	3
2.2. - Les grès créacés	3
3. - Les glacis et plaines de la région de Maroua (extrême Nord)	4
3.1. - Les glacis	4
3.1.1. - Modelé	4
3.1.2. - Les matériaux qui sous-tendent les glacis	4
3.1.3. - Les sols des glacis	5
3.1.3.1. - Les sols peu évolués sur arène quartzo-feldspathique	6
3.1.3.2. - Les sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes	6
3.1.3.3. - Les planosols halomorphes	8
3.1.3.4. - Les vertisols	10
3.1.3.5. - Les « sols rouges »	11
3.2. - Les plaines	12
3.2.1. - Les plaines d'accumulation alluviale fluviale sans recouvrement sableux éolien	12
3.2.1.1. - Les sols peu évolués d'apport alluvial	13
3.2.1.2. - Les vertisols topomorphes	13
3.2.1.3. - Les planosols halomorphes	14
3.2.2. - Les plaines d'accumulation alluviale fluviale à recouvrement sableux éolien	14
4. - Les glacis-versants de la région de Garoua (Nord)	15
4.1. - Les glacis-versants sur grès	15
4.2. - Les glacis-versants sur granito-gneiss	16
5. - Précisions concernant l'usage des termes « dégradation » et « hardé »	17

AVANT-PROPOS

L'objectif de ce rapport est d'explicitier schématiquement et en langage clair, d'une part les caractéristiques, d'autre part les clés d'organisation des paysages et des sols de la région du projet ESA/SCV dans le Nord (Garoua) et l'extrême Nord (Maroua) du Cameroun. Il s'agissait, non pas de refuter, mais, à la lumière de nos observations, de « traduire » les divers documents antérieurs sur la pédologie de cette région, qui, sans doute clairs pour des spécialistes, apparaissent un tantinet obscures pour des agronomes.

Malgré notre courte présence (quelques jours) sur le terrain et sans vouloir contredire ces écrits nous avons, par rapport à ces derniers, d'une part ajouté quelques considérations personnelles permises par notre expérience comparative de diverses situations, africaines ou autres, d'autre part « lissé » certaines considérations susceptibles d'entretenir auprès des agronomes une certaine confusion entre ce qui, pour eux, est important et ce qui est plus accessoire en particulier les nomenclatures spécialisées.

1. - LES GRANDS TRAITS EXPLICATIFS DE L'EVOLUTION MORPHOPEDOLOGIQUE DU NORD DU CAMEROUN

L'évolution morpho-climato-hydro-pédologique de la région du Nord Cameroun a été sensiblement différente de celle que nous connaissons en Afrique Occidentale (Mali, Sénégal, Nigéria, Niger, Côte d'Ivoire) dans les mêmes gammes climatiques dites « soudanienne » et « soudano-sahélienne ».

Une différence majeure est ici la quasi-absence, excepté très localement, d'indurations ferrugineuses (cuirasses, carapaces, gravillons) de grande ampleur, auxquelles nous sommes habitués en Afrique de l'Ouest et qui y imprègnent fortement les paysages morpho-pédologiques.

Cette différence tient à l'histoire morpho-climatique et aux grands systèmes de drainage qui ont affecté ces régions.

L'Afrique de l'Ouest est drainée par les systèmes des fleuves Sénégal et Niger dont les niveaux de base littoraux ont été affectés par les variations climatiques européenne de l'ère quaternaire, en particulier les périodes glaciaires et interglaciaires, avec leurs répercussions sur les niveaux marins et les périodes pluviales-interpluviales d'Afrique.

L'Afrique Centrale, au contraire, a été et est en partie encore, drainée dans sa partie Nord par la cuvette endoréique du Lac Tchad qui était peu affectée par les niveaux marins et a donc conditionné en amont un drainage et un façonnement géomorphologique différents de ce qui s'est passé et de ce qu'on voit en Afrique de l'Ouest.

Le bassin de La Bénoué, actuellement drainé par le système Niger, l'est depuis peu. Auparavant (10 000 ans ?) il était rattaché à la cuvette tchadienne via le Logone. Le Mayo Kébi en témoigne. Une partie de ses eaux coule encore vers le Logone. Son lit majeur est jalonné de lacs et hésite encore entre les systèmes hydrographiques Logone/Tchad et Bénoué/Niger.

Le modelé et les sols actuels du Nord Cameroun reflètent et traduisent cette histoire hydro-climatique différente de celle de l'Afrique Occidentale. En gros on observe les faits suivants interdépendants :

- l'abondance d'aplanissements en glaci ;
- l'absence de cuirassement et indurations ferrugineuses qui, sinon, auraient généré les tronçatures des altérites et l'aboutissement des aplanissements ;
- des réseaux de bas-fonds peu encaissés ;
- des sols moins bien drainés, peu de sols rouges (sauf sur roches vertes et cipolins) ;
- la présence de remblaiements importants : épandages alluviaux et colluviaux ;
- en dehors des remblaiements, « arènes » plus proches de la surface (absence de plinthite) et sols donc plus « jeunes » riches en minéraux 2/2 (argiles gonflantes) ;
- une rareté corrélative des nappes phréatiques d'altérites ;
- l'abondance d'inselbergs, boules et chicots rocheux.

La « capture » du système Bénoué par le système Niger n'est pas très ancienne. Il en a résulté, autour et au Sud de Garoua, un léger encaissement du système hydrographique et une reprise

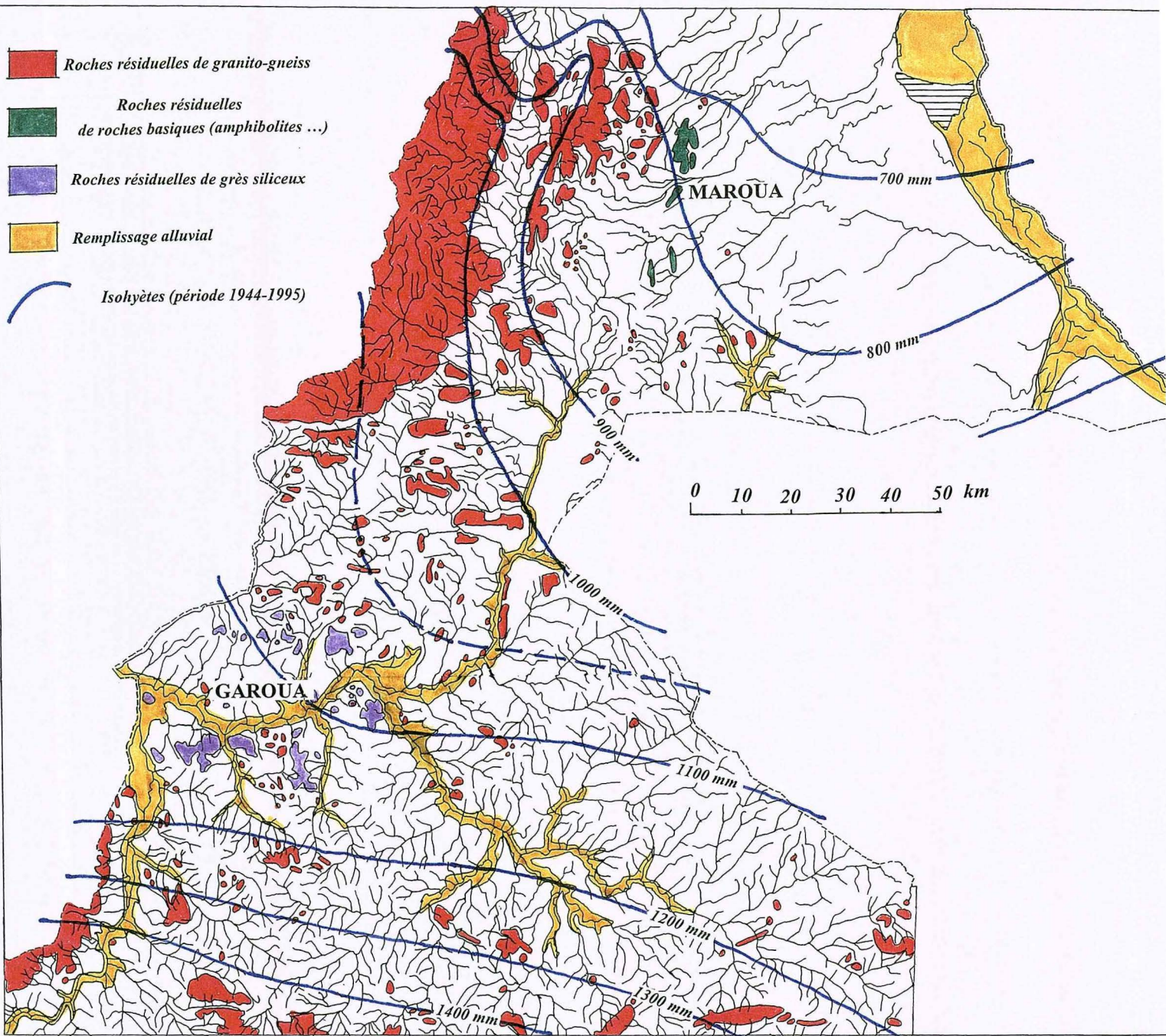


Fig. 1 Réseau hydrographique et isohyètes de la région du projet SCV/ESA

du façonnement des interfluves, des glacis (pentes < 1 %) vers les glacis-versants (pentes 1 à 3 %) avec un drainage général des sols, réactivés.

Le système Tchad n'a pas subi les fluctuations morpho-climatiques du quaternaire et il n'était pas affecté par les variations du niveau marin. Son bassin a donc eu moins de cuirasse et plus de glacis.

Pendant les phases humides du quaternaire (périodes « pluviales » correspondant aux périodes « interglaciaires » européennes) le climat était propice à l'altération et à la pédogenèse.

Les roches ont subi des profondes altérations de type « ferrallitique » avec la séquence verticale du haut vers le bas « sol rouge (1 à 3 cm), altérite argileuse tachetée (2 à 8 m), arène grenue (2 à 5 m), roche saine (vers 10-15 m de profondeur).

Pendant les phases « sèches » (ou « interpluviales ») correspondant aux périodes glaciaires du quaternaire avec donc abaissements du niveau des mers, le climat, avec sa couverture végétale plus rare, était propice à la « morphogenèse » c'est à dire à l'érosion géologique et aux façonnements de glacis et glacis-versants. Les altérations précédentes ont subi des processus de déblaiement et donc de « troncature » à différents niveaux qui les ont « rajeunies » : plus la troncature est profonde plus près on est de l'arène des roches (dite « roche pourrie »), riche en minéraux donc source de sols chimiquement plus « riches » et moins acides.

La faculté d'entaille et de façonnement par les eaux (« compétence ») a atteint son aboutissement sur les glacis de l'extrême Nord. Plus qu'à la troncature, il y a maintenant tendance à l'ennoyage des matériaux, qui sont peu déblayés, les Mayos étant peu encaissés (1 à 2 m) par rapport aux glacis.

Donc prédominance d'ennoyage plus ou moins sur les glacis de l'Extrême Nord avec faible encaissement du bas-fonds (Mayos) et prédominance de colluvionement de transit sur les versants-glacis du Nord et de différenciation de bas-fonds enfoncés dans ces versants-glacis.

2. - LES RELIEFS ROCHEUX RESIDUELS

Ce sont les montagnes et collines, parfaitement circonscrites, qui dominent, avec des ruptures de pentes brutales, les paysages environnants aplanis de glacis, glacis-versants ou dômes surbaissés. On peut y distinguer les reliefs constitués de roches du socle cristallin (précambrien) et les reliefs gréseux (crétacé).

On qualifie ces reliefs de « résiduels » car leur mise en relief progressive au cours des temps géologiques résulte de leur résistance aux aplanissements généralisés dus aux multiples cycles « altération/érosion » (déblaiement). Pour les reliefs résiduels le déblaiement a été plus rapide que l'altération, qui, dès que la roche est à nu, ne se produit plus (donc ne s'érode plus) alors que le paysage environnant, raboté, « s'abaisse ».

2.1.- Le socle cristallin précambrien

Il s'agit des roches « cristallines » qu'elles soient intrusives granitiques ou bien métamorphiques (gneiss, granito-gneiss, schistes cristallins, amphibolites, cipolins, quartzites ...).

Les massifs les plus courants et spectaculaires sont les massifs granitiques et gneissiques qui sont recouverts de chaos de grosses boules empilées les unes sur les autres. Ces boules, de 1 à 10 mètres de diamètre, se concentrent de façon « relative » et s'amoncellent par déblaiement différentiel des arènes quartzo-feldspathiques qui occupent les multiples diaclases (fissures) qui parcourent le granite, et où les premiers stades de la désagrégation et de l'altération, permis par la pénétration de l'eau, ont pu progresser. Lorsqu'il n'y a pas de diaclases, le granite « s'exfolie » en grosses écailles en « pelures d'oignons », formant des faces rocheuses, lisses et convexes où l'eau de pluie ne peut rentrer et où donc l'altération ne peut pénétrer. De tels « monolithes » émergeant du paysage s'appellent « inselbergs ». Quand ils sont près de la surface du glacier, on parle de « dos de baleine » ou de « chicots ».

Les massifs résiduels les plus spectaculaires sont situés à l'Ouest d'une ligne Garoua-Maroua. Un site où on peut en observer toute la diversité est la vallée de Mandaya-Gudur-Kilwo, entourée et dominée par de magnifiques « reliefs résiduels en boules ».

Dans ces régions, comme dans les Monts Mandara, il est étonnant de constater que les ethnies arrivent à valoriser et cultiver en sorgho tous les espaces « interboules » à poches d'arènes, susceptibles de piéger de l'eau en hivernage. On voit aussi des flancs montagneux à chaos de boules, aménagés et cultivés en minuscules terrasses étagées et consolidées par des murets en pierres, parsemées de groupes de cases et greniers ronds à chapeaux pointus.

2.2.- Les grès crétacés

On les appelle « grès de la Benoué » car ils dominent cette vallée, de part et d'autres, entre 400 et 732 mètres d'altitude. La ville de Garoua en est entourée.

Les massifs sont le plus souvent tabulaires et forment des plateaux perchés épousant la stratigraphie horizontale des roches (on parle de morphologie « structurale »). Celles-ci sont à dominance de grès quartzeux, à « stratification entrecroisée » fréquente, mais ces grès sont intercalés avec de nombreux bancs de conglomérats (quartzeux) et de bancs plus tendres à base de schistes gréseux (pélites) et parfois d'argiles où l'altération plus rapide a permis à l'érosion différentielle d'affouiller plus rapidement. Les bancs « durs » qui ont résisté à l'érosion coiffent les massifs résiduels. Les grès affleurants sont parfois altérés et « ferruginisés » en carapace, imprégnant la roche et libérant localement des gravillons ferrugineux.

Les glacis représentent la majeure partie des paysages de l'extrême Nord du Cameroun.

Les glacis-versants représentent ceux du Nord Cameroun.

Mais qu'appelle-t-on glacis et glacis-versants ?

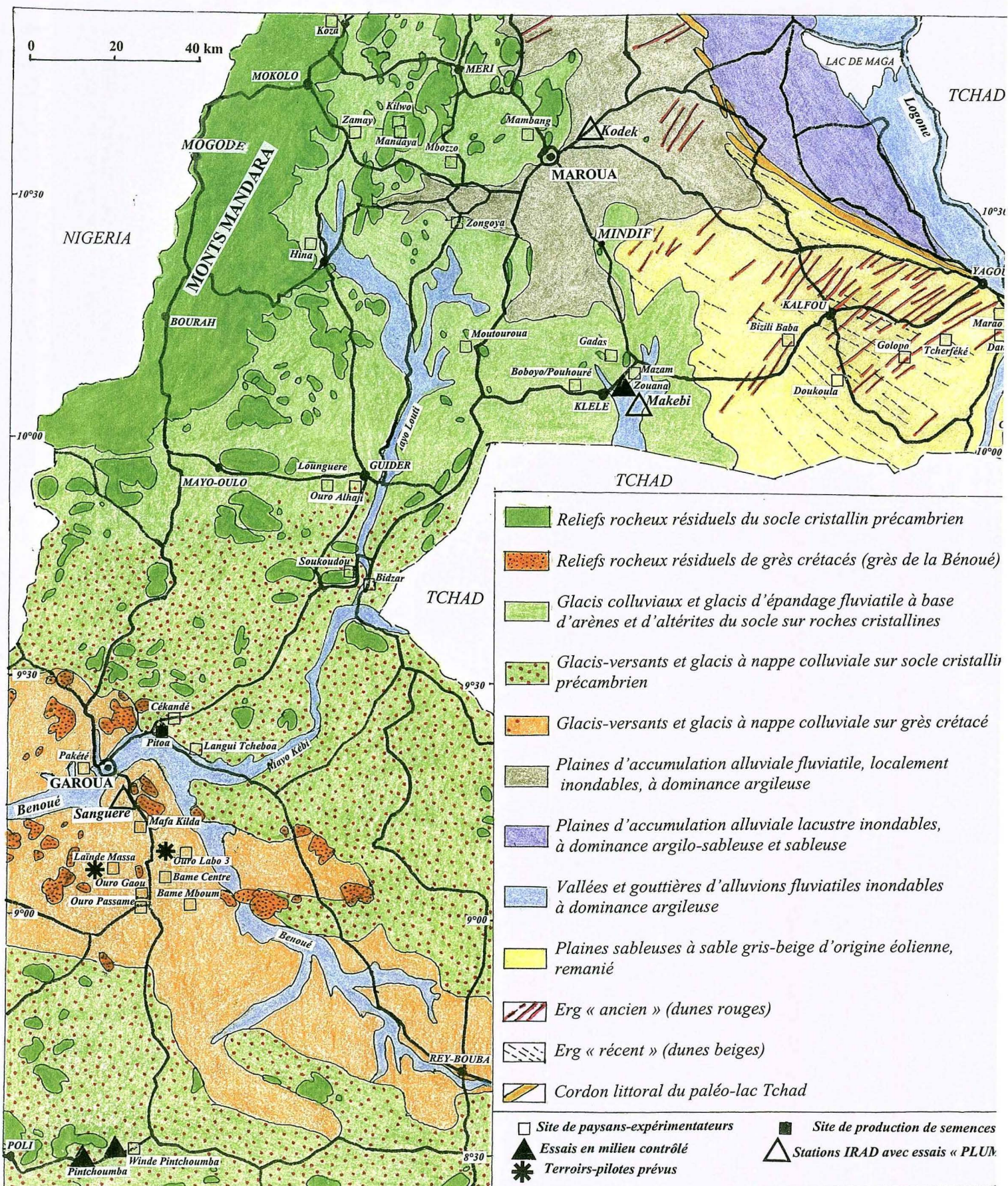


Fig. 2

Esquisse morphopédologique des régions de Garoua et Maroua (Nord Cameroun)

3. - LES GLACIS ET PLAINES DE LA REGION DE MAROUA (EXTREME NORD)

3.1. Les glacis

3.1.1. Modelé

Un glacis est une surface plane et régulière, bien « tendue » et sans dénivelées, sub-horizontale, dont le raccrochement avec les reliefs dominants appelé « glacis de piémont », montre un léger redressement concave.

Les axes d'écoulement (bas-fonds et vallées) sont très peu encaissés dans le paysage et sans versants latéraux dominants. Les axes d'écoulement sont marqués par des « mayos » à fond sableux et à fonctionnement d'Oued, enchassés de 1 à 2 mètres dans les matériaux colluvio-alluviaux des glacis.

Un vrai glacis n'a pas de sommet et son profil, à pente très faible (moins de 1 % en général) et très régulière est horizontal à légèrement concave, mais jamais convexe. Il ne montre pas « d'interfluves » convexes (bombements ou dômes) comme dans le cas des « glacis-versants » de la région de Garoua (voir plus loin).

De ce fait (absence de pente sensible, de sommets et de bas-fonds), un glacis est toujours d'une extrême monotonie topographique. En saison sèche, on distingue mal l'aval de l'amont, c'est à dire le sens des écoulements d'hivernage. Cette monotonie est parfois interrompue par des affleurements granitiques, en boules ou en « dos de baleine ». Il peut aussi montrer des figures manifestes d'érosion en champs de ravins et ravines (« bad-lands »), à progression « remontante » à partir d'un axe d'écoulement, dans les zones dites « dégradées » à plages nues battantes.

Les glacis caractérisent les « surfaces d'aplanissement » arrivées à leur terme, non retouchées par un cycle d'entaille postérieur (contrairement aux glacis-versants).

Un tel modelé caractérise, dans l'extrême Nord, les régions Ouest de Maroua et Est des Monts Mandara, jusqu'au Sud de Guider. Il s'agit particulièrement du « polygone » Méri-Maroua-Klelé-Guider-Mayo Oulo-Mokolo.

3.1.2. Les matériaux qui sous-tendent les glacis

Les matériaux, colluviaux ou d'épandage, des glacis, résultent de l'érosion des altérites (formées en climat plus humide qu'actuellement) qui couvraient le modelé des paysages préexistants dont les reliefs résiduels actuels, déblayés de leurs matériaux meubles, sont les ultimes vestiges, les « noyaux durs ».

Un glacis arrivé à son terme est, d'amont en aval, une « surface » à la fois de troncature, de « transit » et de remblaiement. Un tel « continuum » s'explique aisément (à l'échelle de milliers d'années) : les axes et gouttières d'écoulement, concentrés, en nappe ou en diverticules anastomosés, rabotent les parties les plus amont des glacis (glacis de piémont des reliefs résiduels) dans les arènes quartzo-feldspathiques. Leurs produits transitent en colluvions vers l'aval où ils s'accumulent en épandages, colluviaux et sub-alluviaux,

d'avantage triés (sables, limons, argiles) et assez épais. Ainsi, d'amont en aval, les matériaux des glaciers augmentent d'épaisseur, se trient et se stratifient, du grossier (arènes) vers le fin (argiles).

Les glaciers sont donc des glaciers d'accumulation « colluviale ». Les dépôts peuvent y atteindre 10 mètres d'épaisseur.

En fin de course, c'est à dire en extrême aval, les particules fines décantent et se déposent dans les plaines (voir plus loin) et gouttières constituant les « niveaux de base ». Les dépôts peuvent alors y dépasser 40 mètres d'épaisseur (sable et cailloux à la base).

La région Ouest de Maroua (voir figure) illustre parfaitement cette morphodynamique (topo-litho-séquence) : reliefs résiduels – glaciers de piémont (arènes dominantes) – glaciers colluvio-alluviaux (strates sableuses, argilo-sableuses et limono-sableuses) – plaine d'envoyage (argiles fines dominantes), inondable sporadiquement.

Un cas particulier est constitué par les glaciers de piémont des « roches vertes » (amphibolites, dolérites, métavolcanites, granites sombres riches en minéraux noirs ...).

Dans ce cas, les matériaux ne sont plus des arènes quartzo-feldspathiques mais des colluvions brun-rougeâtres, issus du décapage des altérites des reliefs amont. Leur sols sont parmi les meilleurs de la région (voir plus loin). Un tel cas se présente au Nord de Maroua (Mont Mogazang, près du village de Mambang).

3.1.3. Les sols des glaciers

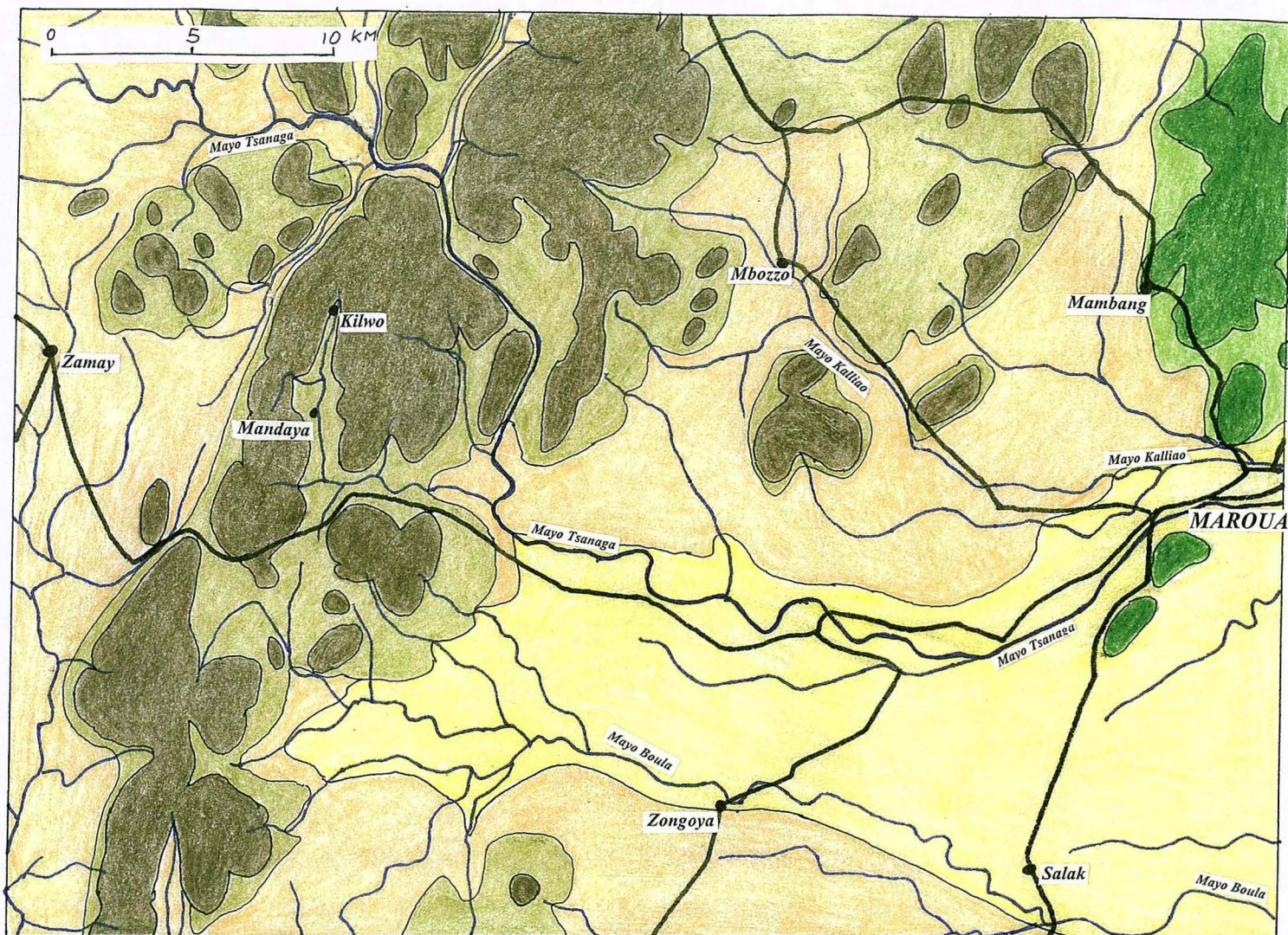
La nature des sols est très « litho-dépendante » de celle des matériaux constitutifs des glaciers, essentiellement des arènes et produits d'altération colluviaux, déplacés et déposés par l'hydromorpho-dynamique qui a façonné et remblayé les glaciers durant les périodes sèches du quaternaire moyen et récent (moins de 50 000 ans).

Dans l'extrême Nord c'est la richesse relative des matériaux (roches, arènes colluviales, altérites) en quartz, en minéraux noirs calco-ferro-magnésiens et en feldspaths sodiques qui oriente la pédogenèse.

De façon simple on peut déjà distinguer, d'une part les matériaux issus de « **roches sombres** » (ou « **roches vertes** ») dites basiques – amphibolites, granites à amphiboles, dolérites – sans quartz et riches en « ferro-calco-magnésiens », libérant oxydes de fer et éléments basiques, d'autre part les matériaux issus de **roches claires** dites acides – granites, granito-gneiss riches en quartz et en feldspaths. Dans ces dernières on distingue à nouveau deux types :

- les granites à feldspath à dominance calcique (anorthite, orthose),
- les granites à feldspath à dominance sodique (albite) ou sodi-potassique (anorthose).

Les sols peuvent être formés directement sur l'arène « en place » c'est à dire non colluvionnée (hauts des glaciers de piémont), mais le plus souvent ils sont formés sur colluvo-alluvions plus ou moins stratifiées, issues du déblaiement des arènes et altérites des reliefs amont quand ceux-ci étaient couverts d'altérations (phase humide). Ces alluvions, essentiellement quand elles sont à base d'arènes, ont hérité des caractéristiques chimiques des roches dont elles









	MODELE	MATERIAU	HYDROLOGIE	SOLS	FERTILITE
	RELIEFS RESIDUELS	Granites. Boules arrondies et dômes lisses. Arènes interstitielles.	-	Poches d'arènes quartzo-feldspathiques..	-
		Amphibolites (« roches vertes »). Pavages de blocs anguleux. Altérites brun-rougeâtre. Colluvions de pente.	-	Entre les cailloux : altérite brun-rougeâtre compacte.	-
	GLACIS DE PIEMONT	Dominance d'arènes en place et de colluvions aréniques quartzo-feldspathiques issues de granites.	Ruissellement en nappe, parfois concentré, avec érosion ravinante régressive.	. Sols peu évolués sur arène plus ou moins compacte. . Sols ferrugineux tropicaux. . Vertisols lithomorphes. . Planosols halomorphes (« hardés »).	+ ++ +++ 0
		Argile colluviale brun-rougeâtre issue de « roches vertes ».	Ruissellement-infiltration. Bon drainage en général.	. Sols « fersiallitiques » . Sols bruns eutrophes . Sols bruns vertiques	+++ ++++ ++++
	GLACIS D'EPANDAGE	Colluvio-alluvions épaisses. Alternance de sables grossiers, limono-sableux et argiles sableuses.	Ruissellement en nappe et hypodermique intenses (sauf sur les vertisols). Mayo sableux peu encaissés, sans versants latéraux.	. Sols ferrugineux tropicaux plus ou moins hydromorphes. . Vertisols topo-lithomorphes (« karals »). . Planosols halomorphes (« hardés »).	++ +++ 0
	PLAINE INONDABLE	Alluvions à argiles fines dominantes, lentilles sableuses.	Axes d'écoulement intermittents, non ou peu encaissés. Inondations localisées et sporadiques.	. Sols argileux drainés. . Sols argileux hydromorphes. . Vertisols (« karals »). . Planosols halomorphes (« hardés »).	+++ ++ +++ 0

Fig. 3 *ESQUISSE MORPHOPEDOLOGIQUE DE LA REGION OUEST DE MAROUA*

dérivent (richesses relatives en quartz, en minéraux noirs, en feldspaths calciques et en feldspaths sodiques) et qui induisent telle ou telle pédogénèse.

Ainsi les glacis colluviaux, en fonction de la nature des roches dont ces colluvions dérivent, montrent les sols suivants :

- sols peu évolués sur arène (« régosol »),
- sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes,
- sols bruns eutrophes ferruginisés (vertiques ou non),
- vertisols topomorphes ou lithomorphes,
- planosols halomorphes (« hardés » ss. str.).

3.1.3.1. - Les sols peu évolués sur arène quartzo-feldspathique

On trouve ces sols dans les situations de piémont proches des reliefs granitiques. La pente est généralement sensible (2 à 4 %). L'érosion est présente, avec décapage en nappe et souvent petits ravinements.

Ces arènes sont, soit en place, soit colluvionnées (couches d'arènes alternées avec des couches plus limono-argileuses). Dans le premier cas, elles sont massives et compactes, difficiles à pénétrer par les racines. Dans le second cas, elles sont davantage meubles et plus intéressantes pour les cultures, bien que non « structurées » aussi.

La surface, de couleur gris-brunâtre, est jonchée de sables grossiers et graviers à base de quartz et de feldspaths. Il y a souvent des pavages caillouteux de quartz (filons démantelés).

Des affleurements de roches lisses (boules ou dômes émergents) sont fréquents. Ces sols excessivement sableux, riches chimiquement du fait de l'abondance de cristaux de feldspaths qui libèrent des nutriments, possèdent une faible réserve en eau, surtout concernant les arènes en place.

Dans le cadre du projet SCV/ESA, les sites « paysans-expérimentateurs » des villages de Kilwo et de Mandaya dans la vallée de Gudur Mandaya (40 km à l'Ouest de Maroua), sont représentatifs de ces sols peu évolués sur arènes. Kilwo est situé sur colluvions aréniques, Mandaya est plutôt sur arènes en place moins favorable, à pente plus marquée, plus compacte et où l'eau s'infiltrerait difficilement au bénéfice du ruissellement et de l'érosion.

3.1.3.2. - Les sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes

Ces sols, associés aux vertisols et aux planosols (voir plus loin), représentent une surface importante des glacis d'épandage (hors glacis de piémont). Ils sont formés sur l'épais remblaiement colluvio-alluvial (jusqu'à 10 à 20 mètres ?), issu de l'érosion d'altérites préexistantes, recouvrant le substratum granito-gneissique aplani.

Ces matériaux, à héritage lithologique du socle, sont, dans ce cas, ni riches en feldspaths sodiques qui donnent des planosols, ni riches en minéraux ferro-magnésiens (qui donnent des vertisols). Autrement dit, en règle générale, si, sur les glacis de l'extrême Nord, les sols ne sont ni des planosols halomorphes (« hardés » ss. str.) ni des vertisols, deux catégories somme toute assez bien identifiables en surface, on peut dire que ce sont des ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes (ou carrément des sols hydromorphes s'ils sont très gris ou tachetés).

Le matériau de remblaiement d'origine est à dominance argilo-sableuse avec des passages de sables grossiers et de graviers.

La pente est faible (de l'ordre de 0,5 – 2 %) le glacis est drainé par des mayos sableux, encaissés de 1 à 3 mètres et coulant par intermittence.

Ces sols ont une texture limono-sableuse à limono-argilo-sableuse dans leur partie supérieure (0 – 50 cm) avec 15 à 20 % d'argile passant progressivement à argilo-sableuse (20 à 40 % d'argile) en profondeur.

Une « semelle sableuse » arénique (quartz + feldspath non sodique) du matériau colluvial est souvent présente en profondeur (1 à 2 mètres) et occupée par une nappe perchée.

Leur structure est le plus souvent massive (on parle de « prise en masse ») : en effet le sable quartzueux est pris dans un ciment argileux à base de kaolinite et d'illite donc non gonflant. Les fissures, quand elles existent, sont fines.

La couleur d'ensemble est brun-grisâtre à grisâtre, au dessus, brun-jaunâtre en profondeur, à taches diffuses d'oxydes de fer (goethite) brunes à rouille en forme fréquente de traînées verticales.

Une nappe phréatique perchée, probablement lenticulaire, logée dans les couches inférieures ou profondes plus sableuses du remblaiement colluvio-alluvial, remonte et fluctue jusque vers 30 cm de la surface.

Ces sols sont donc marqués par un régime hydrique très contrasté avec un engorgement temporaire et discontinu qui sature le matériau en hivernage, avec battement vertical puis écoulement oblique et latéral dans les 50 centimètres supérieurs du fait du colmatage argileux et de la faible perméabilité du sous-sol. Cet « inféro-flux » (ou « nappe perchée ») circulante entretient le lessivage des colloïdes (rétroaction positive).

Cet engorgement provoque une redistribution du fer (fer ferreux soluble vers fer ferrique immobilisé en oxydes), en larges taches de goethite, horizons qu'on appelle « pseudogley ».

Ces sols sont pauvres chimiquement, avec un taux de matière organique en surface (0 – 20 %) de l'ordre de 1 %. Le pH est compris entre 5,5 et 6 en profondeur comme en surface. La capacité d'échange est de l'ordre de 4 à 8 mé % ; elle est saturée à 30 – 50 %.

Dans bon nombre de cas, il est erroné de parler de sols ferrugineux tropicaux. Il s'agit carrément de sols hydromorphes lessivés à pseudogley. Les couleurs sont grisâtre à brun-grisâtre ou jaune-grisâtre. Elles ne sont jamais dans la gamme des rouges, ce qui prouve que, sur ces glacis à pente faible, le drainage interne est toujours déficient et le drainage externe lent.

Lorsqu'ils ont été cultivés, l'érosion en nappe est forte sur ces sols avec localement « glaçage » et colmatage de la surface, donnant le faciès des « sols dégradés ».

Les sites SCV/ESA de Mbozzo (18 km Ouest de Maroua) et Zamay (60 km Ouest de Maroua) sont sur ces types de sols.

Des variantes existent à l'intérieur de cette catégorie de sols.

Il en est ainsi des sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes carapacés ou gravillonnaires. Ce sont des sols dont la zone tachetée (« plinthite »), signe d'une fluctuation de la nappe phréatique avec hydromorphie saisonnière et avec redistribution du fer en taches et traînées rouille, s'est indurée par anastomose des taches ou évolution de ces dernières en gravillons ferrugineux plus ou moins soudés. Cette zone carapacée/gravillonnaire peut se situer entre 20 et 80 cm de profondeur et être épaisse de 40 à 100 cm. Au dessus, on a un limon sableux grisâtre, au dessous une argile sableuse à gros grains de quartz et de feldspath restant humide ou fraîche en saison sèche.

Le site d'essais en milieu contrôlé de Zouana (10 km Est de Klelé) représente ce type de sol qui paraît cependant relativement peu répandu.

3.1.3.3. - *Les planosols halomorphes*

Ces sols présentent une extension importante essentiellement sur les glacis et plaines de l'extrême Nord. On les reconnaît assez aisément à deux caractéristiques **simultanées** :

- un état de surface battant, glacé, fermé, très ruisselant où ne pousse presque rien, c'est ce qu'il est convenu par habitude de nommer une surface « dégradée »,
- un horizon supérieur de 10 à 20 centimètres d'épaisseur lavé, blanc, poreux, limoneux à limono-sableux (10 % d'argile), massif, reposant, très brutalement (discontinuité planique) sur une argile (20 à 40 % d'argile) brun-jaunâtre avec ou sans caractères « vertiques ». L'argile contient fréquemment des concrétions ferro-manganiques noires et rondes. En profondeur, on peut observer des mycellium et concrétions blanches calcaires. On observe parfois à la base des rognons blanchâtres de silice de 1 à 4 cm de large. La discontinuité à 10/20 cm peut passer à une fissure horizontale et à un véritable « décollement ». Cet horizon blanchi est particulièrement net dans les zones de ravinement où il forme une petite paroi verticale au dessus du « talus » argileux qui, lui, est oblique et convexe. C'est ce qu'on pourrait appeler les sols « hardés » sensu stricto.

Le terme vernaculaire « hardé » (« sol stérile ») s'applique à toutes les zones battantes, non végétalisées, même si elles ne concernent pas les planosols et dans ces cas là elles sont d'origine anthropique. Ces zones sont appelées « zippelé » au Burkina, « Naga » au Tchad.

Par contre, les planosols halomorphes ne semblent pas être des sols « dégradés » par l'homme. La présence de l'horizon blanchi battant au dessus de la discontinuité brutale est congénitale à leur pédogenèse.

Une autre caractéristique constante des planosols halomorphes, chimique cette fois, donc non « visible » directement, est leur teneur élevée en sodium échangeable à partir de 40 cm de profondeur accompagnée de pH élevés, entre 8 et 10.

La présence du sodium dans ces sols est un héritage du matériau « parental » lorsque celui-ci est riche en feldspaths sodiques. La corrélation « planosol-sodium » (même ailleurs qu'au Nord Cameroun) est si forte qu'on est conduit à penser que le sodium joue un rôle primordial dans cette pédogenèse. La présence de sodium et d'un régime hydrique contrasté sur un matériau argileux dispersé où l'eau ne pénètre plus, induit sans doute une destruction

superficielle (0-10/20 cm) des réseaux cristallins, des argiles (kaolinite, illite et montmorillonite) dont les « sous-produits solubles ou colloïdaux sont évacués dans l'écoulement latéral hypodermique intense de sub surface.

Quelles sont les propriétés très défavorables des planosols halomorphes du Nord Cameroun ? Elles sont fortement interdépendantes :

- la discontinuité planique brutale

A 10/20 cm de profondeur l'horizon lavé blanchi repose brutalement sur le plancher argileux. Cet obstacle est rhédibitoire au passage des racines même en dehors des a-coups hydriques permanents, de l'absence de porosité et structure du sous-sol « dispersé » et de ses propriétés chimiques très défavorables.

- la dispersion des argiles

Du fait des feldspaths sodiques en cours d'hydrolyse, par dispersion, s'opposant à la floculation des argiles, les ions sodium, remplaçant les ions calcium, s'opposent à la structuration et à la formation d'agrégats. Sous l'horizon limoneux blanchi supérieur, le sous-sol argileux est fermé et à faible porosité (30 à 34 %), à partir de 40 cm de profondeur. L'eau et l'air ne peuvent y circuler et à peine y pénétrer. Les racines n'y pénètrent donc pas également.

- un régime hydrique très défavorable

L'eau, qui ne peut s'infiltrer en dessous de 20 cm, s'écoule latéralement dans l'horizon blanchi supérieur. Ceci en fonction des épisodes pluvieux. Dès qu'il ne pleut pas quelques jours, cet écoulement hypodermique tarit et le sol est sec très vite. Donc l'horizon blanchi est soit engorgé (période de pluie), soit sec. Les racines, de toute façon bloquées par la discontinuité mécanique brutale du contact planique, y trouvent un milieu hostile et ne peuvent donc survivre.

Les apports éventuels d'engrais solubles dans ces sols sont très rapidement évacués du sol par la nappe superficielle latérale.

- des pH excessifs (8,5 à 10) en dessus de 40 cm

La forte proportion de sodium échangeable (le rapport Na/T pouvant dépasser 40 % !) confère des pH alcalins très élevés pouvant atteindre 10. Ce pH étant compris entre 6 et 7 dans l'horizon supérieur blanchi.

Il y a aussi une brutale discontinuité de pH donc des conditions d'assimilabilité des éléments minéraux. Dans ce type de sol, on a constaté des toxicités en bore (Australie) et de graves déséquilibres nutritionnels pour les plantes.

Les planosols halomorphes (« hardés » ss. str.) peuvent s'observer en 3 situations dans le paysage :

- sur les glacis de piémont : pied des reliefs granitiques à gros grains dont des feldspaths sodiques. Ces sols sont associés à des sols peu évolués sur arènes (voir précédemment) ;
- sur les glacis de remblaiement colluvio-alluvial. Le sodium est ici alimenté par des couches d'arènes colluviales riches en feldspath sodique. Ces sols sont associés à des ferrugineux tropicaux hydromorphes et à des vertisols qui eux mêmes peuvent être battants en surface, qualifié de « sols dégradés » et de « hardés » (au sens large) ;
- dans les plaines d'accumulation alluviales argileuse mais à lentilles sableuse albitique. Ils sont alors associés à des vertisols topomorphes et des sols « peu évolués » d'apport argileux.

Les planosols halomorphes sont donc inféodés systématiquement à la présence de feldspaths sodiques à faible profondeur du matériau.

Cela explique pourquoi on les observe souvent en « taches » au milieu d'autres sols. Le matériau colluvio-alluvial des glacis et plaines est assez imprévisible par nature. Il en est de même des sols.

3.1.3.4. - *Les vertisols*

Les vertisols sont des sols argileux (généralement plus de 40 % d'argile) dès la surface, de teinte sombre en surface (et brun-olivâtre en profondeur), qui se fissurent fortement en saison sèche.

Ils occupent, dans le paysage, des positions plutôt basses à drainage externe lent. Ils se forment sur des matériaux déjà riches en argiles gonflantes (certaines alluvions) ou sur des matériaux « basiques » riches en calcium et en minéraux ferro-magnésiens (amphiboles, pyroxènes, ...) type amphibolites ou autres roches ou arènes « mélanocrates » (sombres) ou « mésocrates » (mi-sombres).

Leurs propriétés sont dues à la présence de fortes teneurs en argiles gonflantes (smectites) du type montmorillonite. En présence d'eau les inter-feuillets de ces argiles, saturés, se remplissent et s'écartent, faisant dilater l'ensemble avec des mouvements de ces argiles provoquant des faces de friction luisantes et striées (« slicken sides »).

A l'inverse, une dessiccation vide les inter-feuillets, provoquant une forte rétractation aboutissant à une fissuration poussée (2 à 8 cm de large en surface) jusqu'à 1 mètre de profondeur.

Autres aspects des vertisols :

- en surface, les mouvements profonds de retrait-gonflement des argiles, se répercutent souvent par un micro-relief appelé « gilgai » montrant des creux et des bosses ;
- parfois, même assez souvent, la structure fine superficielle, grenue à micro-polyédrique, se traduit par un « auto-mulch », intéressant (pour retarder la dessiccation et faciliter le travail du sol) ;
- la structure de la partie qui se dessèche est souvent polyédrique grossière à prismatique, avec des « agrégats » très durs et « lourds » ;
- la partie inférieure (vers 80 – 120 cm), de couleur olivâtre caractéristique, montre des « faces de glissement » obliques. Dans sa partie supérieure, elle libère souvent des

concrétions rondes et noires, ferro-manganiques, puis (dans sa partie inférieure) des concrétions calcaires blanches et des amas siliceux beige de quelques centimètres de large en profondeur ;

- les pH sont plutôt alcalins : 6,5 à 7 en surface, 7 à 8 en profondeur ;
- la capacité d'échange est élevée : (15 à 45 mé %) et le plus souvent saturée (9/10 de calcium, le reste du Mg et du Na) ;
- leur comportement hydrique : les vertisols sont quasiment imperméables lorsqu'ils sont saturés. Ils sont alors engorgés et certaines cultures (maïs) peuvent en souffrir. Les vertisols dits « lithomorphes » (dépendant uniquement du matériau), qui peuvent avoir une pente sensible (1 – 2 %) présentent un drainage externe qui fonctionne et sont donc plus favorables ... Le coton et les céréales, surtout le sorgho, poussent bien sur ces sols, du fait de leur bonne fertilité chimique intrinsèque et de leur bon tampon hydrique qui amortit les fluctuations. Par contre, l'arachide ne s'y plaît pas. Les vertisols « topomorphes » sur argile montmorillonitique colluvio-alluviales, en position basse, évacuent l'eau de surface plus lentement. Ce sont surtout ces sols qui constituent les « karals », dans les cuvettes à drainage lent des plaines d'accumulation alluviales (exemple, le « Karal » de Salak, au Sud de Maroua). Ces « karals » conservent leur eau assez loin en saison sèche, pour permettre la culture du sorgho de contre-saison dit « muskwari » alors qu'en hivernage trop d'eau en surface et engorgement empêchent les cultures pluviales.

3.1.3.5. - Les « sols rouges »

Ce sont des sols, d'étendue très limitée, que l'on trouve sur les glacis de piémont, en auréoles autour des reliefs résiduels de certaines roches métamorphique du socle : les roches « vertes » (amphibolites), les cipolins (marbres) et certains micaschistes. Ces roches sont pauvres en silice, riches en minéraux ferro-magnésiens et/ou en bases (calcaire, magnésium). Les plus typiques sont les sols rouges situés autour de Maroua, particulièrement le massif de Mogazang au Nord de cette ville où est situé le village de Mambang près duquel se trouve un site-paysan du projet SCV/ESA. Il est convenu d'appeler ces sols :

- soit sols fersiallitiques,
- soit sols bruns eutrophes ferruginisés.

Cela n'a guère d'importance. Il suffit de les appeler « sols rouges ».

Les caractères généraux en sont les suivants :

Ils sont formés sur matériaux argileux colluviaux provenant de l'érosion des sols rouges qui couvraient autrefois les massifs d'amphibolites.

Ce matériau colluvial rougeâtre a une épaisseur de 1 à 4 mètres. Il repose souvent, par l'intermédiaire d'une couche de cailloux, sur un sol noir vertique formé aussi sur colluvions antérieurement mais en conditions de drainage lent. En fait, sur les glacis de piémont on observe le plus souvent une mosaïque de sols noirs (vertisols) et de sols rouges.

Le taux d'argile est compris entre 30 et 55 %. Il y a très peu de sable. La teneur en matière organique est de 1 à 2 % (0 – 20 cm). Les pH ne sont pas acides : 6 à 6,5 en surface, 6,5 à 7 en profondeur. Le complexe absorbant possède une capacité d'échange élevée, de l'ordre de 20 à 30 mé % et est saturé à 60 – 90 % (calcium dominant).

Du point de vue physique, ces sols sont très bien structurés (structure polyédrique fine à moyenne) et perméables (la couleur rougeâtre indique un excellent drainage). Il n'y a pas d'obstacle physique à la descente des racines.

Ces sols possèdent donc une bonne fertilité sans doute la meilleure parmi la gamme des sols existants dans la région.

La variante « verticale » peut exister avec, malgré une couleur brun-rougeâtre en surface, une couleur brun-olive avec des « faces de glissement » en profondeur. On parle alors de « sols brun eutrophes vertiques » qui dont la transition avec les vrais vertisols.

3.2. - Les plaines

Les plaines sont situées en aval des glacis c'est à dire à l'Est de ces derniers (voir carte). Elles sont délimitées, au Nord et à l'Est, par le cordon littoral du Paléolac Tchad au delà duquel commence le véritable remblaiement lacustre du bassin du Lac Tchad dont nous ne parlons pas ici.

Il s'agit d'accumulations alluviales pouvant atteindre plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur. Ces épandages sont, au moins dans leur partie supérieure, essentiellement argileuses, c'est à dire qu'ils témoignent de conditions de décantation fine et terminale des produits d'altération antérieurs qui couvraient autrefois les monts Mandara (période humide du quaternaire). La plupart des matériaux les plus grossiers, riches en arènes granitiques, se sont déposés plus en amont pour former les glacis colluviaux étudiés précédemment (voir cartes).

Dans ces plaines, on peut distinguer deux ensembles, suivant qu'elles sont ou non recouvertes de dépôts sableux d'origine éolienne :

- au Nord : ce sont les accumulations argileuses sans dépôts sableux éoliens,
- au Sud : ce sont les accumulations argileuses à dépôts sableux éoliens (anciens ergs).

3.2.1. - Les plaines d'accumulation alluviale fluviale sans recouvrement sableux éolien

Ces étendues sont d'une grande platitude (pentes inférieures à 0,3 %) de sorte qu'il n'y a jamais de départ d'érosion ravinante régressive comme parfois sur les glacis. La plupart des mayos et axes d'écoulement en provenance des monts Mandara, peu organisés, étalent leurs épandages en y formant localement de grandes nappes d'inondation, ceci, essentiellement à l'Est de Maroua.

En gros on y trouve trois grands types de sols :

- les sols dits « peu évolués d'apport alluvial »,
- les vertisols topomorphes,
- les planosols halomorphes.

3.2.1.1. - *Les sols peu évolués d'apport alluvial*

Ce sont des sols, non inondables, qui ne sont marqués par aucune pédogenèse caractéristique soit des ferrugineux tropicaux, soit des vertisols, soit des planosols.

On trouve essentiellement ces sols au Nord du Mayo de la Tsanaga (région de Kodek).

Ils sont de couleur brun-grisâtre foncé, montrant parfois quelques taches et traînées rouille indiquant localement une hydromorphie de courte durée (mais en principe, pas d'inondation).

Leur texture est limono-argileuse à argilo-limoneuse (20 à 40 % d'argile). Mais des lentilles de sable grossier à très grossier, signes de dépôts en milieu plus turbulent (arrivée d'un mayo par exemple), peuvent exister entre 60 et 200 cm de profondeur. Elles fonctionnent comme réserve d'eau (nappes perchées) ou comme drain. Ces lentilles sableuses restent souvent humides en saison sèche.

La structure de ces sols est bien développée (polyédrique anguleuse à sur-structure prismatique). Le taux de matière organique (0 – 20 cm) est inférieur à 2 %. Le pH est de l'ordre de 6 – 6,5 en surface et en profondeur. La capacité d'échange est de 15 à 20 mé % (calcium largement dominant).

Ces sols sont globalement d'excellente qualité, physique et physico-chimique. Ce sont parmi les meilleurs observés dans la région de Garoua. Les terrains de la station IRAD de Kodek sont situés sur ces sols.

3.2.1.2. - *Les vertisols topomorphes*

Ces sols sont situés en particulier au Sud de Maroua, entre le Mayo Tsanaga et le Mayo Boula (région de Salak).

Ils constituent ce que les paysans appellent les « karals », inondables ou très engorgés et incultivables (sauf riz) en hivernage, à ressuyage lent en saison sèche, propices au sorgho de contre saison (« Muskwari »).

Nous avons déjà décrit les vertisols précédemment.

Ceux des plaines sont nettement topomorphes et lithomorphes c'est à dire qu'ils occupent de larges cuvettes sans ou à très faible drainage externe et sont formés sur des argiles déjà riches en montmorillonite au moment de leur dépôt.

Ils sont constitués d'une « argile noire » supérieure (sur 0 – 100 cm) à grosse fissuration et très dure en saison sèche suivie d'une argile plus olivâtre en profondeur présentant de nombreuses faces de glissement caractéristiques et des concrétions calcaires blanchâtres de 1 à 4 cm de diamètre. Le taux d'argile est élevé (40 à 65 %).

La surface du Karal, en l'absence de sorgho, peut présenter un micro-relief dit « gilgai » (bosses et creux de 10 à 20 cm de dénivelée).

Ces sols ont des pH de l'ordre de 6,3 en surface, 7 à 8 en profondeur. La CEC est élevée : 20 à 35 mé % 80 à 100 % de saturation.

3.2.1.3. - Les planosols halomorphes

Ce sont les sols « hardés » sensu stricto. Les planosols halomorphes se développent sur des argiles alluviales et arènes déjà riches en sodium (l'origine en sont les feldspaths sodiques) au moment de leur dépôt.

La dynamique alluviale du dépôt et l'origine lithologique de l'argile font que la répartition de ces sols dans la plaine peut paraître aléatoire. Dans la plaine de Salak cependant, les vertisols topo-lithomorphes occupent les larges cuvettes inondables alors que les parties « amont » périphériques ont plutôt évolué en « planosols ». Il y a donc quand même une certaine logique de répartition.

Nous ne reviendrons pas sur la description de ces sols, réalisée précédemment.

3.2.2. - Les plaines d'accumulation alluviale fluviale à recouvrement sableux éolien

Il s'agit de l'ensemble situé au Sud et à l'Est du précédent, centré sur Kalfou.

Sur un plancher alluvial épais se sont déposés des ergs dunaires (sables siliceux) durant les périodes arides pendant lesquelles les vents ont repris les sédiments sableux des bordures asséchées de la cuvette tchadienne.

Il semble y avoir eu 2 phases sèches à dépôts dunaires éoliens surbaissés plus ou moins émoussés et d'orientations contraires :

- *les dunes « rouges »* : dépôt des dunes vers 20 000 ans (« Kanémien » ou « ogolien » d'Afrique de l'Ouest), rubéfaction pendant la période plus humide suivante (« Bossoumien », 10 000 ans ?), orientation SO-NE. Chaque cordon dunaire a environ 0,7 km de large ; leur hauteur est de 7 à 12 mètres. Ces cordons dunaires ont pour nom « erg de Kalfou ». Chaque cordon peut atteindre 30 km de long ;
- *les dunes beiges* : dépôt vers 5 000 ans remaniant l'erg précédent. Ces dunes sont peu nettes. Leur orientation est orthogonale à celle de l'erg rouge précédent : NO-SE. Ces dunes ont la même direction que le grand cordon dunaire littoral (320 mètres d'altitude) du Paléo Tchad (voir carte).

Dans les sillons interdunaires (1 à 10 km de large) se trouve un « plancher » alluvio-éolien à base d'argiles sableuses et de sables superficiels à pédogenèses diverses : sols hydromorphes, planosols, vertisols, sols ferrugineux tropicaux (lessivés hydromorphes) ...

Les « sables rouges »

Déposé il y a environ 20 000 ans en période sèche, ils ont été rubéfiés (sur environ 4 mètres de profondeur) en période plus humide, il y a environ 10 000 ans.

Ces sols sont classés en sols ferrugineux tropicaux, sableux et rouge sur toute leur épaisseur.

Leur taux de matière organique est très faible (0,5 %). Le taux d'argile est faible mais peut atteindre 10 % à certains niveaux. La structure est massive mais la consistance est friable. Les pH s'étalent entre 5,3 et 6,5. Ils peuvent être donc relativement acides.

La capacité d'échange est très faible (3 à 4 mé %), saturée à 30 – 40 %. La fertilité chimique de ces sols est donc plutôt faible. Leur réserve hydrique est limitée. Par contre, ils sont très faciles à travailler, prisés pour l'arachide et surtout le mil.

Les « sables beiges »

On englobe dans ce vaste ensemble, tout ce qui n'est pas rubéfié. En général, il s'agit de sols ferrugineux tropicaux jaune-grisâtres, profonds, très sableux, meubles, ayant des caractéristiques chimiques et hydriques comparables à celles des sols rouges précédents.

Le site « paysan expérimentateur » de Marao paraît représenter ces sols beiges.

4. - LES GLACIS-VERSANTS DE LA REGION DE GAROUA (NORD)

La moitié Sud du territoire (entre Guider et Poli) couvert par le projet SCV/ESA (voir carte) passe à un paysage ondulé de glacis-versants. Les glacis comme observés dans la moitié Nord disparaissent.

Ici, le réseau hydrographique drainé par la Benoué est enfoncé et bien dessiné. Les bas-fonds, à remblais colluvio-alluviaux, plats, de 50 à 150 mètres de large, sont dominés par des pentes longues (1 à 3 %) et rectilignes que l'on appelle « glacis-versants ». Les croupes sont planes ou en dômes surbaissés largement convexes. Ces amples ondulations sont dominées de loin en loin par des reliefs résiduels rocheux (grès crétacés ou granito-gneiss précambriens).

4.1. - Les glacis-versants sur grès

On les trouve sur les « grès de la Bénoué », au Nord, et surtout, au Sud, de Garoua, jusqu'à Rey-Bouba (cf. carte).

Les grès portent des « sols ferrugineux tropicaux » de teinte rougeâtre à brun-rougeâtre, sableux, de profondeur variable, en fonction de la distance aux reliefs résiduels ou des sommets des dômes. Ces sommets des dômes voient fréquemment apparaître (cf. les tranchées de la RN) des affleurements gréseux, souvent ferrugineux (carapacés) en place. Ces sommets, à sols peu épais, forment les « noyaux durs » des ondulations où l'érosion a déjà tout déblayé jusqu'à la roche, alors que les glacis versants sont tapissés par les colluvions corrélatives de cette érosion.

En dehors des dômes, sur les glacis versants et les piémonts de grès, les sols sont développés la plupart du temps sur des matériaux colluviaux de 50 cm (piémonts des massifs) à plusieurs mètres d'épaisseur, issus du décapage des altérites qui couvraient autrefois les reliefs grésos-quartzueux (alternance phase humide avec altération et phase sèche avec érosion et remblaiement colluvial).

Les colluvions constituent des couches d'épaisseur métrique, riches en sables, parfois en cailloux gréseux, de teintes grise, beige, gris-olive. La nappe phréatique peut être située entre 5 et 10 mètres. Le sommet, qui constitue le sol, est rougeâtre et sableux. La structure est généralement « massive », mais la consistance est meuble (très friable en humide) et l'infiltration est rapide.

Ces sols sont légèrement acides (pH 5,5 à 6), ils ont une faible capacité d'échange (moins de 10 mé %). Le taux de matière organique (0 – 20 cm) est inférieur à 1 % en général. Ils présentent donc une fertilité chimique plutôt faible. Leur intérêt est (en général) leur grande profondeur (sauf au piémont des reliefs) exploitable par les racines et l'absence de discontinuités brutales dans les profils. Les réserves hydriques sont, bien sûr, faibles.

Cependant du fait d'un bon drainage et d'une bonne infiltration verticale (pas d'écoulement oblique ni nappe perchée), le sol est peu sensible à la battance et à l'érosion en nappe. Presque toute l'eau rentre, ce qui constitue une qualité appréciable dans la région. Sur ces sols, le labour n'est absolument pas nécessaire (sinon pour enfouir les mauvaises herbes).

Un certain nombre de situations du projet ESA/SCV sont concernées par ces sols (voir carte) :

- paysans-expérimentateurs : Mafa Kilda, Laïnde Massa, Ouro Gaou, Ouro Passame, Ouro Labo 3, Bame Centre, Bame Mboum ;
- station IRAD : Sanguéré ;
- terroirs-pilotes prévus : Laïnde Massa et Ouro Labo 3.

4.2. - Les glacis-versants sur granito-gneiss

Les sols sont formés sur un manteau « arénique-altéritique » colluvial pouvant faire 5 mètres d'épaisseur au dessus de la roche saine. De façon générique, on observe la succession suivante : à la base, il y a quelques mètres d'arènes quartzo-feldspathiques plus ou moins riches en minéraux noirs (nécessaires à la genèse éventuelle d'argile gonflante). L'arène peut contenir, au moins en hivernage, une nappe phréatique discontinue. Au dessus, on peut observer (sur moins de 2 mètres) une argile kaolinique tachetée (taches rouille) pouvant s'indurer localement en carapace ou cuirasse ferrugineuse ou bien libérer des gravillons. Cette « plinthite » marmorisée est (ou a été) le siège de la fluctuation de la nappe phréatique d'arène sous-jacente. Au sommet, sur 1 à 2 mètres, se situe une couche argilo-sableuse (localement à lentilles sableuses) colluviale souvent avec couche caillouteuse (quartz) à sa base.

Cette couche colluviale a donné naissance à un « sol ferrugineux tropical lessivé hydromorphe » qui semble être le sol le plus courant de la région et qui présente les caractéristiques générales suivantes :

La couleur est gris-brunâtre à gris-jaunâtre, parfois tachetée de rouille à partir de 60 cm.

Le taux de matière organique (0 – 20 cm) est de l'ordre de 1 à 2 %. A l'état naturel, ces sols sont soumis à une activité biologique importante : nombreux turricules gris de vers de terre en surface, termitières petites et grandes. Cette activité est sans doute en relation avec la présence temporaire d'une nappe phréatique perchée. La texture est limono-sableuse à limono-argilo-sableuse en surface (12 à 25 % d'argile) ; elle est argilo-sableuse (35 à 45 % d'argile) à partir de 60 cm de profondeur. Il y a donc appauvrissement en argile en surface avec colmatage du

sous-sol. La structure est à tendance massive à polyédrique en surface, polyédrique en profondeur.

Le pH est aux alentours de 6. La capacité d'échange, de l'ordre de 10 mé % en surface, atteint 20 mé % en dessous. Le taux de saturation est de l'ordre de 50 %.

La teinte générale, plutôt terne de ces sols, ainsi que les taches rouilles nombreuses font penser à la présence d'engorgements temporaires en hivernage. C'est pourquoi si on doit nommer ces sols, on parlera plutôt de « sols ferrugineux tropicaux hydromorphes ».

Naturellement autour de ce faciès moyen, et suivant la lithologie du substrat rocheux, on rencontrera un certain nombre de variantes :

- davantage d'hydromorphie : passage aux sols hydromorphes ;
- individualisation du fer, soit en gravillons, soit en carapace ou soit en cuirasse ; éventuellement affleurement de cuirasse (rare) en surface (souvent à l'approche des bas-fonds) ;
- formation d'argile gonflante (teinte olivâtre) dans l'arène sous-jacente ;
- charge en cailloux (quartz en général) plus ou moins proche de la surface ;
- la présence de sable grossier colluvial proche de la surface.

Les sites ESA/SCV de Pintchoumba et Winde Pintchoumba (à l'Est de Poli) sont caractéristiques de ces sols.

5. - PRECISIONS CONCERNANT L'USAGE DES TERMES « DEGRADATION » ET « HARDE »

Il est dans les habitudes, depuis « toujours » (années 50 ?), de la part des agronomes et pédologues travaillant au Nord Cameroun d'utiliser le terme « **dégradation** » (on sous-entend « **dégradation par l'homme** ») dès que la surface du sol passe à une teinte claire, devient nue, battante, sans végétation, et est le lieu d'un ruissellement en nappe intense où l'eau rentre peu.

Il est également fréquent qu'un tel « paysage » soit appelé « **hardé** » (« stérile » en langue peulh), terme générique pour désigner ces plages nues.

Le terme de « dégradation » nous paraît parfois être utilisé abusivement sans esprit critique. Il est source de malentendus et de confusion.

L'habitude consiste à appeler « hardé » un vertisol dit « dégradé » et de considérer que tous les vertisols ont vocation à se « dégrader » en « hardé » si on les surexploite. Ce terme de « hardé » est alors utilisé comme terme englobant divers types de sols battants et fermés.

On a donc « hardé = dégradé = stérile ». Cette équivalence nous paraît dangereuse.

En toute logique, et linguistiquement parlant, un état « dégradé » se réfère à un témoin initial « non dégradé » dont il dériverait. Ce serait une « évolution défavorable ». « Dégradé »

signifie « pire qu'avant » ou « moins favorable », concernant certains usages, ici, agricoles et ceci sous l'effet de certains agents.

Un sol « dégradé » doit pouvoir être « réhabilité » en principe aussi, sinon plus, rapidement qu'il a été dégradé par l'homme.

Il faut faire la distinction entre « hardé, provoqué par l'homme » (donc effectivement dégradé) et sans doute réversible (en particulier avec les SCV) et « **hardé à évolution pédogénétique naturelle** » pour laquelle l'appellation « dégradée » est donc impropre et dont l'état est très difficile à améliorer pour les cultures.

Le hardé « naturel » est le **planosol halomorphe**. Il ne s'agit pas d'un sol dégradé puisqu'il ne dérive pas d'un état plus favorable. En particulier, celui-ci ne dérive pas (comme on l'admet souvent) de la dégradation d'un vertisol, mais bien d'une pédogenèse propre et parallèle due à la **présence de sodium** en quantité importante sur le complexe absorbant des argiles. Il ne s'agit en aucun cas d'un sol « dégradé ». Un tel sol est difficilement réhabilitable (de multiples essais n'y sont pas arrivés).

Le « hardé » provoqué par l'homme, qu'on pourrait, **à la rigueur** qualifier de vrai **sol dégradé** par perturbation du régime hydrique d'origine du fait des défrichement et mise en culture, est soit un vertisol soit un ferrugineux tropical lessivé hydromorphe, soit un sol hydromorphe dont la surface est devenue lisse et battante et dont la structure s'est effondrée par perte de sa matière organique. Un tel sol est parfaitement « réhabilitable ».

La « dégradation » est ici due à la formation en surface, d'une pellicule limoneuse de battance de **quelques millimètres** d'épaisseur, scellant la porosité et empêchant ainsi la rentrée correcte de l'eau et la germination des graines. Il peut s'agir d'une très fine couche « colluviale de transit » par ruissellement et érosion en nappe (rôle de la « fonte » des termitières ?).

La différence par rapport au planosol sodique est que le matériau atteint de battance affecte ici une « **couche de transit** » de quelques millimètres, alors que dans le second cas (planosol) le matériau de surface a une épaisseur de 10 à 30 cm et s'est formé « **en place** » par pédogenèse en milieu sodique.

Ce qu'on appelle la « dégradation » est caractérisée en surface par une destruction due à une perte de matière organique élément structurant majeur des sols, un départ des argiles, une augmentation corrélative en limon et sable qui se « prend en masse » (sans fissures), un colmatage de la surface par ces argiles et limons. Ce colmatage empêche eau et air de pénétrer et donc inhibe la germination des graines.

Sur les sols dégradés, l'intensité et la vitesse du ruissellement en nappe sont telles que dans les points « bas », il y a une concentration des flux et percement de la croûte de surface. Une petite ravine se forme qui progresse de l'aval vers l'amont (érosion régressive). Cette ravine se creuse en véritables ravins anastomosés aboutissant localement à des figures en « badlands ». Ceci se passe aussi sur les planosols (vrais hardés). L'horizon blanchi forme une tranche verticale (parfois en porte à faux) en dessous de laquelle le sol argileux dispersé, par le sodium, flue et forme un talus oblique caractéristique.