



BRGM



DOUBLE

PROGRAMME CCE
MECANISMES D'AGREGATION DES SOLS TROPICAUX
PAUVRES EN ARGILES GONFLANTES EN
SAVANE SOUDANIENNE

APPROCHE GEOLOGIQUE ET ALTEROLOGIQUE
REGIONALE DES SECTEURS DE
SARIA (BURKINA FASO) ET DE MOLOBALA (MALI)

L. LAVILLE-TIMSIT
P. LECOMTE

MARS 1989

89 AFO 041 GEO

RESUME

Réalisé dans le cadre du programme multidisciplinaire des Communautés Européennes "Mécanismes d'agrégation des sols tropicaux pauvres en argiles gonflantes en savane soudanienne", ce rapport fait le bilan des résultats obtenus lors d'une première mission de terrain (10 au 31 janvier 1989) sur les secteurs de Saria (Burkina Faso) et Molobala (Mali).

Il concerne l'approche géologique, géomorphologique et altérologique à l'échelle de 1/50 000, de 2 secteurs d'environ 400 km² chacun et situés l'un en contexte cristallin granitique (Saria), l'autre en contexte sédimentaire schisto-gréseux (Molobala). Les objectifs de cette première mission de terrain étaient de définir les situations spécifiques de chaque secteur, d'estimer l'incidence du contexte géologique sur le cadre morfo-altérologique actuel et de proposer des toposéquences types où pourraient être implantées les parcelles-test de la suite du programme.

Préalablement à la mission, ces 2 zones ont fait l'objet d'une photo-interprétation à la même échelle. La synthèse de l'ensemble des points d'observation (108 à Saria, 73 à Molobala) a débouché sur la mise en évidence des différents faciès géologiques présents et sur la réalisation d'une série de coupes morfo-altérologiques.

Si les 2 secteurs étudiés ont en commun leur appartenance à une même zone climatique (soudano-sahélienne) et à un même canevas altérologique général (cuirassement latéritique), ils ont dans le détail une série de traits spécifiques qui les différencient et qui résultent essentiellement de la différence de contexte géologique.

A Saria, le profil d'altération est très développé sur le substrat granitique et présente une séquence complète : cuirasse, carapace, argiles tachetées et saprolite. Le cuirassement s'étend quasiment partout et est organisé en 2 systèmes : l'un dur et épais sur les collines, l'autre plus mince et altéré en plaine. Sans devoir invoquer nécessairement des différences d'âge entre les deux, il semble que le facteur structural soit primordial pour expliquer les différences de situation topographique. La structuration est également à l'origine du type de réseau hydrographique à écoulement rectiligne qui constitue le mode prédominant de la circulation de l'eau en surface par opposition aux écoulements en nappe en zone non faillée. D'autre part, les variations importantes observées au niveau textural seraient imputables aux conditions d'altération actuelle plutôt qu'aux différences lithologiques même si certains traits de la signature minéralogique parentale restent sensibles en surface (caractère quartzeux grossier sur faciès pegmatitique, développement verticale marqué sur diorite,...).

A Molobala, les profils d'altération sont peu développés, en relation avec un substrat schisto-gréseux minéralogiquement pauvre. De plus, chaque entité lithologique induit des caractéristiques qui lui sont

propres, tant au niveau du développement du profil d'altération qu'au niveau du modelé du relief. Le cuirassement n'est pas partout présent : sur les grès, les horizons ferrugineux lorsqu'ils existent, sont peu épais et reposent directement sur la roche ; sur les schistes, une mince transition kaolinique est observable entre cuirasse et substrat. Contrairement au secteur de Saria, les différences lithologiques jouent un rôle important dans l'allure du réseau hydrographique : ravinant et décapant sur les grès de Bandiagara, vermiculé sur les grès de Koutiala, en larges dépressions plates sur les schistes de Toun. De plus, le sens de l'écoulement par rapport à la pente stratigraphique donne lieu à des types de drainage différents : au nord, le réseau coulant sur la surface structurale est peu entaillé, au sud, il recoupe toute la série stratigraphique engendrant un relief bien découpé à fortes variations altimétriques.

Au vu de l'ensemble des résultats, 3 coupes topographiques, particulièrement représentatives du milieu étudié, sont proposées dans chacun des deux secteurs pour l'implantation des parcelles-tests.

SOMMAIRE

	Page
RESUME	
1 - INTRODUCTION	1
2 - DEROULEMENT DE LA MISSION ET PERSONNES RENCONTREES	3
3 - PRESENTATION DES SECTEURS ET TRAVAUX REALISES	5
3.1 - PRESENTATION GENERALE DES SECTEURS	5
3.2 - DEMARCHE ADOPTEE ET TRAVAUX REALISES	5
4 - RESULTATS ET INTERPRETATION	10
4.1 - SECTEUR DE SARIA (BURKINA FASO)	10
4.1.1 - Photo-interprétation	10
4.1.2 - Géologie	11
4.1.3 - Altérologie et géomorphologie	13
4.2 - SECTEUR DE MOLOBALA (Mali)	14
4.2.1 - Photo-interprétation	15
4.2.2 - Géologie	17
4.2.3 - Altérologie et géomorphologie	20
5 - SYNTHESE DES RESULTATS	24
5.1. - COMPARAISON DES DEUX SECTEURS	24
5.2. - PROPOSITIONS	26

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Annexe 1 : Secteur de Saria - Description des points d'observation et coupes morphoaltérologiques.

Annexe 2 : Secteur de Molobala - Description des points d'observation et coupes morphoaltérologiques.

1 - INTRODUCTION

Le programme CCE : "Mécanismes d'agrégation des sols tropicaux pauvres en argiles gonflantes en savane soudanienne", prévu pour quatre ans, vient de démarrer (01-01-1989).

Piloté par l'Institut de Recherches Agronomiques Tropicales (CIRAD-IRAT), ce programme est sous la responsabilité de A. ANGE, auquel sont associés différents partenaires scientifiques européens :

- CNRS-Centre de Pédologie Biologique de Nancy (A. HERBILLON),
- BRGM - Orléans (L. LAVILLE-TIMSIT),
- Université de Wageningen, Laboratoire de Physique du Sol (W. B. HOOGMOED) ;

et africains :

- Institut d'Etudes et de Recherches Agricoles, au Burkina Faso (In. E.R.A., M. SEDOGO),
- Institut d'Economie Rurale, au Mali (I.E.R., M.K. N'DIAYE).

Le programme d'études concerne deux secteurs, localisés en environnement climatique identique mais présentant des caractéristiques géologiques différentes. Il s'agit de (fig. 1) :

- . SARIA (Burkina Faso) situé à 80 km à l'ouest de Ouagadougou ; limité à l'Est par la Volta Rouge (nouveau nom : Nazinon) et au Sud par la voie de chemin de fer Ouagadougou-Banfora, le secteur d'étude inclut une station agronomique,
- . MOLOBALA (Sud Est du Mali) situé à 400 km à l'Est-Sud-Est de Bamako et à 35 km de Koutiala.

La première étape de recherche consiste en une approche régionale de ces secteurs, sur les plans géologique, géomorphologique et altérologique d'une part (BRGM) et pédologique d'autre part (CIRAD-IRAT). Les résultats de cette approche doivent conduire au choix de parcelles-test représentatives de situations spécifiques de la région, où seront étudiées : les évolutions géochimiques et minéralogiques depuis le sous-sol jusqu'aux matériaux constitutifs du sol (BRGM), la pédologie à une échelle détaillée (CIRAD-IRAT), les évolutions physicochimiques des sols en fonction des cycles agronomiques (CPB Nancy, Université de Wageningen, INERA, IER), les pratiques agricoles et des expérimentations agronomiques (CIRAD, INERA, IER). L'ensemble de ces travaux vise à mieux comprendre les mécanismes d'agrégation des sols, qui conduisent à leur appauvrissement et à une diminution progressive des rendements, avec pour objectif d'essayer d'y remédier.

La première étape de recherche a débuté par une mission du BRGM, réalisée par L. LAVILLE-TIMSIT (SGN-GEO-GAM) et P. LECOMTE (DAM-DEX) du 10 au 31 janvier, parallèlement à celle du chef de projet, A. ANGE.

Ce rapport rend compte des résultats de la mission BRGM.

2 - DEROULEMENT DE LA MISSION ET PERSONNES RENCONTREES

10 - Voyage Orléans-Ouagadougou (Burkina Faso), en compagnie de A. ANGE.
Accueil au CIRAD par R. NICOU, directeur.

11 - Réunions de travail
. au CIRAD (R. NICOU, A. ANGE)
. à l'INERA (M. BELEM, directeur, SEDOGO, responsable du projet, B. OUATTARA, directeur de la station agronomique de Saria) en compagnie des représentants du CIRAD.
Visite au BRGM (C. ZUNINO, directeur).
Voyage Ouagadougou - Saria en compagnie de A. ANGE et B. OUATTARA.

12 au 19 : Reconnaissance du secteur de Saria

12 - Tournée commune BRGM-CIRAD-INERA.
Arrivée de l'équipe malienne participant au projet
(G. LOYNET, CIRAD détaché à l'IER, DIALA et A. TRAORE, IER).

16 - Départ de cette même équipe pour le Mali, en compagnie de A. ANGE

12 au 16 : Echanges d'informations réguliers entre les différentes équipes

20 - Voyage Saria (Burkina Faso) - Koutiala (Mali) en compagnie de B. OUATTARA.

21 au 27 : Reconnaissance du secteur de Molobala

22 - Arrivée de A. ANGE et de l'équipe IER

23 matin : Tournée commune BRGM - CIRAD - IER - INERA

26 soir : Réunion de synthèse entre tous les partenaires.

27 matin : Départ de A. ANGE et de l'équipe IER pour Bamako.
Départ de B. OUATTARA pour Ouagadougou.

28 - Voyage Koutiala - Bamako
Synthèse des observations BRGM

29 - 30 : Accueil au BRGM (M. LE JONCOUR, directeur). Mise en forme et reproduction des documents de terrain nécessaires à

l'approche pédologique régionale débutant les jours suivants.
(Trois exemplaires destinés à : CIRAD, IER, INERA).

30 - Visite, en compagnie de G. LOYNET, à l'IER, Station de Sotuba
(K. N'DIAYE, chef de la section agropédologique et responsable
du projet, A. TRAORE).
Visite au CIRAD (M. VYONG, directeur).

31 - Voyage Bamako - Orléans.

3 - PRESENTATION DES SECTEURS D'ETUDE ET TRAVAUX REALISES

3.1 - PRESENTATION GENERALE DES SECTEURS

Les secteurs étudiés : SARIA, au Burkina Faso et MOLOBALA, au Mali (fig. 1), couvrent chacun environ 420 km².

Chacun d'eux présente, dans son ensemble, une morphologie de plateau latéritique mollement vallonné, avec des altitudes variant de 290 m à 340 m sur le secteur de Saria et de 310 m à 410 m sur le secteur de Molobala.

Les formations géologiques qui les constituent sont attribuées au Précambrien : elles sont cristallines et plus ou moins métamorphisées autour de Saria (plateau Mossi), sédimentaires schisto-gréseuses pour l'essentiel autour de Molobala (bordure sud du Bassin de Taoudenit).

Le climat y est de type soudano-sahélien, avec :

- une saison sèche d'octobre à mai, pendant laquelle les précipitations sont pratiquement nulles, les températures varient de 15° à 40° et les vents dominants (Harmattan) sont de secteur NE,
- une saison humide ou hivernage, de juin à septembre, pendant laquelle les précipitations sont maximales, les températures plus fraîches (25°) et les vents dominants (Mousson) de secteur S à SW.

La pluviométrie annuelle moyenne de ces dernières années est de l'ordre de 820 mm sur le secteur de Saria et de 1100 mm dans la région de Molobala.

La végétation, de type savane arbustive ou boisée à l'origine, est maintenant très clairsemée, en particulier dans le secteur de Saria où la presque totalité de la surface disponible est cultivée (sorgho, mil). Autour de Molobala, la savane arbustive est mieux conservée dans l'ensemble et les cultures sont plus diversifiées (sorgho, mil, coton, riz).

3.2 - DEMARCHE ADOPTEE ET TRAVAUX REALISES

Le but de la première étape de recherche étant d'aboutir, in fine, au choix de parcelles représentatives des milieux physico-chimiques prévalant sur chacun des secteurs, une approche régionale détaillée était nécessaire.

Les documents cartographiques disponibles, tous à petite échelle (cf. tab. 1), et en particulier les cartes géologiques (1/1 000 000 pour le Burkina Faso, 1/1 500 000 et 1/500 000 pour le Mali) faisaient apparaître :

- sur le secteur de Saria, deux entités : un massif de granodiorites et tonalites indifférenciées (Précambrien C, orogénie éburnéenne) intrusif dans un ensemble de migmatites et granites indifférenciés (Précambrien D) ;
- sur le secteur de Molobala, trois entités horizontales à sub-horizontales, avec du Sud au Nord et dans l'ordre chronologique : les schistes de Toun, les grès de Koutiala et les grès de Bandiagara (Précambrien A, d'après les données les plus récentes).

Ces formations et leur limites demandaient à être reconnues à l'échelle des secteurs d'étude, d'autant plus que dans ces régions elles sont le plus souvent oblitérées par l'existence d'un manteau latéritique, pratiquement omniprésent sur le secteur de Saria. Les conditions sont un peu différentes sur le secteur de Molobala où, dans la partie nord, affleurent des falaises de grès de Bandiagara.

Le premier travail a donc consisté en une photo-interprétation des photographies aériennes à 1/50 000, réalisée au Département Télédétection du B.R.G.M., par J.M. BROSSE. L'analyse en stéréoscopie des photos aériennes a permis d'individualiser des unités morphologiques définies selon des critères tels que : les formes du relief, l'aspect de surface, la teinte, la géométrie de certains éléments constitutifs et, lorsque cela est possible, la liaison avec la nature lithologique du substratum. Les photofaciès ainsi définis ont ensuite été contrôlés par un maximum d'observations sur le terrain. Ceci a permis d'aboutir, pour chacun des secteurs, à une carte à 1/50 000 où figurent les points d'observation, la nature des formations géologiques quand elles ont pu être reconnues et les limites des photofaciès (pl. 1 et 2).

Plusieurs coupes morphoaltérologiques ont également été réalisées à partir des points d'observation (fig. 2 à 10). Pour leur représentation graphique, les hauteurs ont toujours été fortement exagérées par rapport aux longueurs ; en général 1 cm vertical représente entre 40 et 50 m, tandis que 1 cm horizontal équivaut à 250 ou 500 m (cf. chaque coupe). De plus, sur le secteur de Molobala, deux profils verticaux types ont été reconstitués (fig. 11).

Un récapitulatif des travaux réalisés est présenté tableau 2.

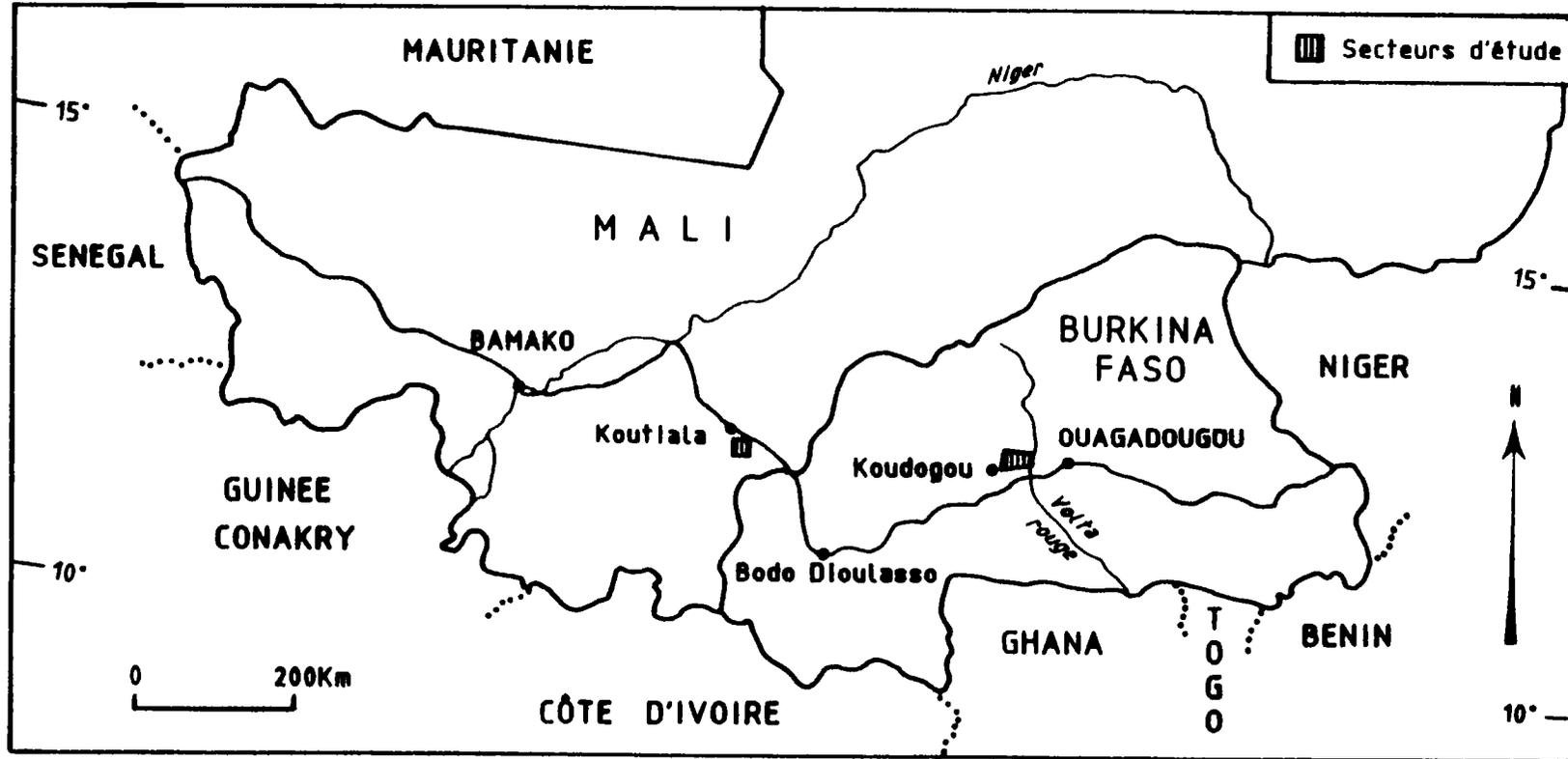


Fig. -1- : LOCALISATION DES SECTEURS ETUDIÉS

Documents consultés	SARIA	MOLOBALA
Cartes topographiques	KOUDOUGOU 1/200 000 (1960)	KOUTIALA 1/200 000 (1953)
Cartes géologiques	HAUTE VOLTA 1/1 000 000 (G. HOTTIN, O.F. OUEDRAOGO, 1975)	- MALI 1/1 500 000 (J.P. BASSOT, J. MELOUX, H. TRAORE, 1981) - Feuille SAN-OUEST 1/500 000 (G. PALAUSI, 1959)
Autres cartes	- C. pédologique de reconnaissance de la Répub. de Haute Volta, Centre Sud 1/500 000 (ORSTOM, 1973) - Milieux naturels du Burkina Faso 1/1 000 000 (S. GUILLOBEZ, 1985)	
Photographies aériennes	KOUDOUGOU 1/50 000 (Novembre 1981) Lignes 08 (9967 à 9961) et 09 (9949 à 9955)	MALI SUD 1/50 000 (Mars 1978) Lignes 45 (5856 à 5852), 46 (3552 à 3548), 47 (4029 à 4033) et 48 (3735 à 3737)
Rapports BRGM	Hydraulique villageoise au Burkina Faso - Région centrale : compte rendu des travaux de la 1ère phase. 84 AGE 030 (C. ARMAND, 1984) - Rapport final de la 1ère phase. 84 AGE 040 (M. RICOLVI, 1984) - Projet Centre Sahel. 88 BFA 035 3E (M. STEENHOUDT, Juin 1988).	Etude hydrogéologique complémentaire pour l'adduction d'eau de Koutiala. Définition d'une stratégie de reconnaissance 86 MLI 180 EAU (M. RICOLVI, P. VAUBOURG, 1986).

Tableau 1 - DOCUMENTS CONSULTES

Travaux réalisés	SARIA	MOLOBALA
A Orléans	Photointerprétation à 1/50 000 et report des résultats sur carte.	Photointerprétation à 1/50 000 et report des résultats sur carte.
Sur le terrain	<ul style="list-style-type: none"> - Reconnaissance et contrôle des photofaciès - Observations de détail sur <p style="text-align: center;">108 points</p> <ul style="list-style-type: none"> - Examen des profils altérologiques dans des puits existants et des fosses pédologiques ouvertes par A. ANGE en cours de mission. <p style="text-align: center;">29 puits 16 fosses</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recherche d'affleurements et de volantes de roches non cuirassées - Coupes morphoaltérologiques <p style="text-align: center;">13 coupes</p>	<p style="text-align: center;">73 points</p> <ul style="list-style-type: none"> - Examen des profils altérologiques dans des puits existants et des fosses pédologiques ouvertes par A. ANGE en cours de mission. <p style="text-align: center;">8 puits 14 fosses</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recherche d'affleurements et de volantes de roches non cuirassées - Coupes morphoaltérologiques <p style="text-align: center;">8 coupes 2 profils verticaux types</p>
	Report des observations sur la carte des photofaciès à 1/50 000	Report des observations sur la carte des photofaciès à 1/50 000.
A Bamako	Mise au propre des documents de terrains laissés sur place pour la mission de pédologie régionale.	

Tableau 2 - TRAVAUX REALISES

4 - RESULTATS ET INTERPRETATION

Les résultats sont présentés par secteur et décrivent les faciès définis par la photointerprétation et les contextes géologiques, altérologiques et géomorphologiques. Dans la mesure du possible, ils sont interprétés au fur et à mesure des descriptions.

4.1 - SECTEUR DE SARIA (BURKINA FASO)

Les données relatives à ce secteur sont cartographiées à l'échelle du 1/50 000 sur la planche 1.

Un descriptif des points d'observation est donné en annexe 1.

Les coupes morphoaltérologiques sont représentées sur les figures 2 à 6 (annexe 1).

4.1.1 - PHOTO-INTERPRETATION (PL.1)

Ce secteur a une morphologie homogène : les formes sont amples au niveau des interfluves, avec une surface légèrement bosselée dans le détail (à l'échelle déca. à hectométrique). Dans ce morpho-faciès uniforme, deux types d'anomalies morphologiques assez localisées sont décrites (faciès 2 et 3).

- **Le faciès 1** correspond aux secteurs de flats et d'alluvions, caractérisé par :
 - leur fond plat,
 - leur étroitesse par rapport à leur longueur,
 - leurs bords parallèles,
 - les nombreuses portions rectilignes,
 - les angles nets des confluences.

Les portions rectilignes de ce réseau polygonal sont en relation directe avec la fracturation du substratum.

- **Le faciès 2** est constitué d'une morphologie de plateau, formée d'entités de relief disparates généralement de faible extension et sans organisation particulière.

Ces reliefs tabulaires sont les plus élevés ; ils sont situés habituellement au sommet des interfluves à des altitudes pouvant varier. Leur surface est plane, parfois subhorizontale mais plus généralement pentée. Ils apparaissent en teinte sombre sur les photoaériennes. Les talus sont nettement exprimés en regard des vallées et passent progressivement au bombement des interfluves.

Tous ces traits morphologiques évoquent une cuirasse.

- **Le faciès 3** est formé de petits reliefs ressortant du fond uniforme régional, et qui correspondent à des affleurements.
- **Le faciès 4** présente une très forte réflectance provoquée par des surfaces nues et planes, de couleur très claire. Elles sont localisées entre les sommets des interfluves et les bords des flats ; elles sont parfois en faible dépression.

4.1.2 - GEOLOGIE

Sur le secteur de Saria, le manteau latéritique largement représenté, oblitère en grande partie le substrat géologique. Les affleurements sont rares ; bien souvent, seules quelques "pierres volantes" renseignent sur la nature du bedrock. La distinction entre affleurements et volantes a été faite sur la carte géologique (la roche en place reconnue en fond de puits a été considérée comme affleurante). La description des lithofaciès est basée sur l'observation macroscopique sur le terrain et fait référence à la notice de la carte géologique (HOTTIN et OUEDRAOGO, 1975).

Trois grands types de roche ont été reconnus :

- un ensemble de granites calco-alcalins et de granodiorites plus ou moins migmatitiques ;
- un massif dioritique à tonalitique ;
- des septas de roche verte au sens large, mal individualisés au sein de l'ensemble granitique.

Les granites calco-alcalins

Il correspondent aux migmatites et granites indifférenciés formant la grande part du bâti anté-birrimien, encore appelé Précambrien D (cf. op. cité).

De teinte rosâtre à gris pâle, ils sont en général équi-granulaires, de type grano-dioritique, à biotite en baguettes dispersées dans une mosaïque quartzo-feldspathique gris banc à éclat brillant aux grains assez arrondis. Des textures porphyroïdes sont fréquentes avec des prophyroblastes centimétriques à pluricentimétriques d'orthose, rose pâle à rose soutenu (faciès à "dents de cheval").

La migmatisation peut être très développée avec des alternances grises et roses, dessinant plis, étranglements et formes en flammèches. Ces bandes sont presque exclusivement à composition quartzreuse et quartzo-feldspathique, la proportion de ferromagnésiens étant faible. Dans le sud-ouest du secteur (entre Vili et Saria) apparaît un faciès pegmatoïde, plus leucocrate, à grains de quartz centimétriques à pluricentimétriques (cristaux de 10 cm d'arête parfois) et lamelles de micas blancs de 2 à 3 cm. Ces deux minéraux forment la majeure partie de la roche ; les feldspaths semblent très peu abondants et il n'y a pas de ferromagnésiens. En surface, ces faciès engendrent des arènes

très grossières (quartz > 1-2 cm) et la cuirasse, très quartzeuse, est peu développée.

C'est à l'ouest et au nord-ouest de Saria que sont localisés les quelques "vrais" affleurements dans ce type de formation, se présentant en chaos de blocs plurimétriques ou en grandes dalles au ras-du-sol. Partout ailleurs, seules des volantes éparses permettent un diagnostic géologique. Dans l'Est, à Damsi, STEENHOUDT (1988) signale du granite recoupé par sondages en roche fraîche. Dans toute cette partie, il semble que la texture soit plus fine (allant jusqu'à un faciès microgrenu), plus régulière et moins migmatitique.

Le massif dioritique à tonalitique

Localisé dans la partie centre-nord du secteur (Planche 1), ce massif est en contact avec les granites "indifférenciés" au sud de la coupe 101. On le retrouve, à l'est jusqu'au village de Nassoulou (3 km à l'ouest de Koné) et à l'ouest, jusqu'au village de Nandiala. En bordure nord du secteur, son extension n'a pas été reconnue. Il fait partie des massifs tonalitiques précoces de l'orogénie éburnéenne (2.200 MA), mis en place dans le centre et l'ouest du Burkina Faso (HOTTIN et OUEDRAOGO, 1975) et est appelé "massif de Saria".

Il se compose de roches intrusives cristallines, blanc vert à vert sombre allant jusqu'au noir, de texture grenue à microgrenue. Les diorites sont formées de plages de minéraux blancs translucides assez arrondis (plagioclases) dans lesquelles s'intercalent des minéraux noirs, verdâtres, en baguettes ou lamelles, à clivages visibles et orientation quelconque (amphiboles). Parfois les amphiboles sont organisées en taches allongées, équidirectionnelles (métadiorites). Le quartz se présente en très faible proportion sous forme de grains arrondis à éclat brillant, dans la mosaïque plus grise feldspathique. Sa proportion peut augmenter jusqu'à être d'importance égale à celle des plagioclases (pôle tonalitique).

Certains faciès sont beaucoup plus sombres, vert à gris-noir et formés essentiellement d'un enchevêtrement de minéraux noirs en baguettes (amphiboles, pyroxènes ?) contenant des grains de plagioclases, grisâtres et isolés.

Les septas de roches vertes

Peu abondantes, ces roches n'ont été observées qu'en volantes à proximité de la station de Saria (Nord et Est) et délimitent une petite zone allongée N320°, d'environ de 2 à 3 km d'extension (Planche 1).

Il s'agit probablement d'un des septas de roches basiques (ortho-amphibolites, amphibolo-pyroxénites schisteuses) éparpillés dans le bâti granitique et comme lui, d'époque antébirrimienne (HOTTIN et OUEDRAOGO, 1975).

Sur le terrain ce sont des roches schistosées et laminées composées de minéraux verdâtres en lamelles orientées (chlorito-schiste) ou plus hétérogènes, à baguettes sombres (amphibolites) et minéraux blancs transparents. Un faciès brun sombre à baguettes brunes ou noires (pyroxènes) a également été observé. Parfois, la texture grenue devient plus fine jusqu'à être cryptocristalline (métabasalte ?).

Remarque :

Enfin, il faut signaler, deux zones d'occurrences de filons de quartz l'une sous forme de chaos de blocs plurimétriques (point 14), l'autre en volantes (proximité du point 97). Ces filons correspondraient à une grande structure faillée de direction N310° à 320° et reprennent en cela une des directions structurales régionales majeures. C'est un quartz massif, laiteux, blanc gris, fortement fracturé et diaclasé.

4.1.3 - ALTEROLOGIE ET GEOMORPHOLOGIE

Le manteau cuirassé couvre pratiquement tout le secteur de Saria, à l'exception des chaos granitiques qui affleurent à l'Ouest (points 23, 108).

On y distingue deux systèmes cuirassés, correspondant l'un aux buttes et plateaux limités par une corniche bien marquée et l'autre aux zones de plaine, avec un dénivelé de 30 à 40 m entre les deux.

Sur les buttes et plateaux. la cuirasse est épaisse (6 à 10 m), massive, nodulaire, tubulaire, parfois alvéolaire ou à nodules lie de vin. Plus nodulaire et pisolithique au sommet, elle se dégrade en "lits" et forme parfois d'importants éboulis de pente.

En plaine, la cuirasse est moins épaisse (2 à 4 m, parfois 6 m) et généralement plus nodulaire et alvéolaire que la précédente. Elle est continue sur de très longues distances, y compris dans certains cas jusque dans les incisions du drainage (points 22, 34, 49) et se relève parfois, formant alors de petites cuestras.

Elle fait toutefois défaut dans deux situations :

- . dans des zones de bas fond à versants assymétriques, où la cuirasse plonge d'un côté jusqu'au marigot (points 12, 22, 34, 49, 59), alors que de l'autre côté un long glacis sans cuirasse (points 55, 56, 105) fait la jonction avec la cuirasse qui réapparaît plus loin (points 101, 106) ;
- . sur certains replats entre des petites buttes cuirassées d'une dizaine de mètres (points 26, 53 à 56, coupe 101), où cette absence peut s'expliquer par l'érosion, ou par les ondulations naturelles de sa topographie.

Ces zones de plaine sont souvent complètement inondées à l'hivernage, entraînant une dégradation actuelle de la cuirasse (gleyification).

Les différences de faciès observées sur les cuirasses ne semblent pas liées à la lithologie contrairement aux vertisols développés dans la zone des diorites (coupe 101, points 40, 41). Sur quelques mètres on passe en effet d'un faciès massif à alvéolaire, nodulaire ou non, avec ou sans tubules (coupe chemin de fer, points 88, 89). Un très bel exemple d'évolution texturale avec la profondeur s'observe également au niveau du puits 52.

Ces variations pourraient résulter d'un degré d'altération actuelle différent en plaine et sur les buttes.

Se pose tout de même le problème du raccordement des systèmes de cuirasse entre eux : sur 100 m de distance on trouve, en effet, une corniche cuirassée et un puits cuirassé, avec un dénivelé de 30 mètres entre les deux.

Sans qu'il soit nécessaire d'envisager deux épisodes de cuirassement distincts, on peut expliquer ce fait par un système de failles découpant une même cuirasse en blocs. Le rehaussement des blocs et leur basculement (point 22) donneraient les buttes et plateaux à pente douce d'un côté (point 52) et escarpées de l'autre. La présence d'argiles tâchetées après les éboulis, au bas des escarpements, (points 26, 44, 72, 99, coupe 101) conforte cette hypothèse. Cependant, la notion de buttes témoins (points 36,37) serait alors peut être à reconsidérer.

Le fait que la cuirasse soit ondulée (replats fréquents entre des petites buttes) pourrait également expliquer certaines de ses variations d'altitude.

Enfin, le système hydrographique se présente sous trois formes différentes :

- . ruisseaux rectilignes bien creusés (points 7,80, 82) quand l'écoulement suit un drain naturel (faille) ;
- . ravines formées à partir d'un cirque cuirassé (point 99), démarrant dans les argiles tâchetées et où se forment des banquettes gravillonnaires actuelles ;
- . vastes épandages en nappes (points 9, 93) quand les pentes sont très faibles, que l'écoulement est difficile, ou qu'il ne suit pas la ligne de plus grande pente (point 68).

4.2 - SECTEUR DE MOLOBALA (MALI)

Les données relatives à ce secteur sont cartographiées à l'échelle du 1/50 000 sur la planche 2.

Un descriptif des points d'observation est donné en annexe 2.

Les coupes morphoaltérologiques sont représentées sur les figures 7 à 10 et les profils types figure 11 (annexe 2).

4.2.1 - PHOTO-INTERPRETATION (PL. 2)

- **Le faciès 1** constitue le fond morphologique du secteur. Un réseau hydrographique lâche et peu entaillé découpe des interfluves larges, aux formes amples sans relief notable. Cette morphologie est uniforme que l'on soit sur les grès de Koutiala ou les schistes de Toun ; la limite telle qu'elle est indiquée sur la carte géologique n'est pas visible sur les photos. Les formes assez molles du relief évoquent la présence d'un recouvrement superficiel de type latéritique, avec probablement des placages de sable (éolien ?).

Il n'y a pas d'affleurements visibles à l'échelle des photos.

- **Le faciès 2** possède une morphologie de plateau surbaissé avec un rebord généralement arasé, passant progressivement au faciès 1 vers l'aval. Localement toutefois, la limite est assez nette, sous la forme d'un petit talus de quelques mètres de dénivelé.

Le relief général est accentué par rapport au faciès 1 mais ne constitue pas un entablement marqué.

La présence d'une cuirasse est probable au moins au niveau des zones tabulaires ; le substratum pourrait aussi affleurer.

- **Le faciès 3** correspond aux zones de flats des bas fonds. Il contient de vastes zones couvertes de matériel probablement silteux présentant de larges réseaux polygonaux de dessiccation.

On observe fréquemment des placages de sable (éolien ? alluvial ?) aux endroits où les flats sont les plus larges.

- **Le faciès 4** est représenté par une série de bombements amples à structuration très particulière, formée d'un réseau vermiculé généralement orienté NW-SE qui est marqué par la végétation (alignements d'arbres, bandes à plus grande densité de végétation). Ce réseau est parfois oblique sur la ligne de plus grande pente. L'origine de ces structures n'est pas identifiée sur les photos ; il pourrait s'agir d'un réseau de ruissellement favorisant la croissance de la végétation éventuellement en relation avec un système de diaclases ou des variations lithologiques.

- Situé à une altitude plus élevée que les faciès précédents, le **faciès 5** est constitué des affleurements de grès de Bandiagara, découpés par une fracturation intense avec deux directions majeures orthogonales (N55° à 70° et N145° à 155°) et une troisième moins importante (N110°).

- **Le faciès 5'** est situé généralement en piémont du faciès 5. On n'y note pas de reliefs importants ou d'affleurements massifs mais la morphologie assez vive évoque une extension du faciès 5 sous un recouvrement éolien et/ou colluvial.

- **Le faciès 6** correspond à une morphologie tabulaire qui évoque un plateau cuirassé ; il est situé altimétriquement au-dessus des grès de Bandiagara. La surface est globalement plane, subhorizontale avec un rebord bien marqué, en continu.
- **Le faciès 6'** est formé des larges dépressions peu profondes affectant localement les plateaux du faciès 6. Ces dépressions individualisent un réseau hydrographique coulant vers le Nord et le Nord-Est ; leur pente est faible.

La limite 6-6' ne présente jamais de talus bien marqué ; il s'agit plutôt d'une simple rupture de pente.

Ce faciès serait en relation avec une érosion régressive récente entaillant, dans le sens de la pente, une surface structurale légèrement inclinée vers le Nord et cuirassée (faciès 6). Cela expliquerait les formes molles et peu contrastées de son modelé par rapport aux entailles abruptes et aux forts dénivelés liés à l'érosion à contre pente venant du Sud.

- **Le faciès 7** est intermédiaire entre les affleurements de grès de Bandiagara (faciès 5) et le plateau cuirassé qui les coiffe (faciès 6). Il constitue le plus souvent les têtes de vallon du réseau hydrographique qui entaille les grès en bordure de la cuirasse. La position topographique de ce faciès (en altimétrie et morphologie) par rapport aux faciès voisins évoque un glaciaire de démantèlement de la cuirasse 6 avec un recouvrement éolien possible et localement des affleurements "à plat" du substratum 5.
- **Le faciès 8** est un sous-faciès des plateaux surbaissés du faciès 2 et correspond aux versants et à de petites dépressions de teinte plus claire, mises en culture. Vers le Nord le faciès 8 est incorporé au faciès 1.

Points particuliers

Une série d'observations ponctuelles et notées d'un sigle particulier sur la carte sont à relever. Il s'agit de :

- petits cercles évidés localisés dans le faciès 1 : dépressions sub-circulaires remplies de végétation de taille hectométrique (zones humides, mares temporaires, ...). Ces dépressions n'ont pu être distinguées sur le terrain ;
- P1 (photos 5882 et 5854) : grandes structures linéaires ou faiblement curvilignes affectant le plateau du faciès 6 sans orientation particulière (témoins de la fracturation) ;
- P2 (photo 5836) : structure linéaire de 2 km de long, marquée par un alignement d'éléments divers tels que : petit talus et rupture de pente linéaire, arbres de taille supérieure à celle de la végétation voisine, sol de teinte plus sombre. Son orientation (N110°) est une des 3 directions de la structuration régionale. Elle se prolonge vers

l'Ouest (hors zone d'étude) sur plus de 12 km de façon discontinue (fracture importante, dyke, ... ?).

Sur le terrain, on a affaire à une entaille rectiligne, de 5 à 10 m de profondeur et 20 à 40 m de largeur, remplie d'une abondante végétation arborée, entre deux lignes d'affleurements de grès en dalles ou en chaos. Aucune trace de structure filonienne n'a pu y être observée.

- P3 (photo 4031) : structure linéaire d'environ 5 km de long orientée N50° et formée par un alignement d'objets morphologiques divers : rupture de pente, dépressions circulaires, variations de teintes du sol, ... (témoin d'une des directions majeures de la fracturation régionale). Sur le terrain ces objets morphologiques ne se distinguent en rien dans l'environnement général.
- P4 (photo 4031) : structures curvilignes parallèles, orientées grossièrement N-S et formant une dépression en gouttière à fond plat dans le plateau du faciès 2. Cette dépression s'étend sur près de 3 km et est cultivée (absence de cuirasse - origine liée à un système en graben ?).

Sur le terrain, les points P1 et P4 sont jalonnés de volantes de dolérite : ces structures reflètent ainsi la trace de dykes.

4.2.2 - GEOLOGIE

Sur le secteur de Molobala, les formations géologiques sont plus accessibles que sur le secteur de Saria, soit parce qu'elles affleurent, ce qui est le cas des grès au Nord, soit parce que les sols en reflètent assez bien la nature, comme cela a pu être contrôlé par la reconnaissance du substratum au fond d'un certain nombre de puits.

Les trois grandes formations distinguées à l'échelle du 1/1 500 000 (BASSOT et al., 1981) et du 1/500 000 (PALAUSI, 1959) se retrouvent au niveau du secteur étudié, avec du Sud au Nord (pl. 2) :

- les schistes de Toun,
- les grès de Koutiala,
- les grès de Bandiagara.

Les schistes de Toun

Ils sont omniprésents dans toute la zone de Womo, Faraouala, Wara, Tarasso et plus au Sud, sous forme de très nombreuses plaquettes de schistes relictuelles, ferruginisées, violacées ou bleu violacé, intimement mêlées aux nodules et gravillons latéritiques épandus sur la surface cuirassée (photofaciès 1, 2 et 8).

Ces schistes affleurent en un point au Sud-Est de Womo (point 58), où des petites buttes de schistes siliceux gris-bleuté émergent du plateau latéritique (photofaciès 2) ; ces buttes sont coiffées d'une cuirasse de faible épaisseur (50 cm environ).

Leur contact avec les grès situés au-dessus a pu être observé à proximité de Tarasso, où les matériaux des différents horizons traversés lors du creusement d'un puits étaient disposés en tas sur le sol, restituant ainsi la séquence stratigraphique suivante :

- . de - 11 m (fond du puits) à - 6 m : schistes de Toun, avec trois faciès distincts :
 - . bleu-gris, bigarré de rose et jaune crème à la base, se débitant en plaques de quelques millimètres d'épaisseur tapissées de très nombreuses paillettes de micas blancs ;
 - . blanc crème à patine blanche, tendre et sériciteux, au milieu ;
 - . gris-bleu, siliceux, dur et se délitant en plaques plurimillimétriques, au sommet.
- . à - 6 m : contact net entre schistes et grès ;
- . de - 6 m à - 4 m : grès jaune, assez grossier, friable, ferruginisé au sommet ;
- . de - 4 m jusqu'en surface : cuirasse très gréseuse, tachetée de rouge et blanc.

Plus à l'Ouest, le contact entre les schistes de Toun et les grès de Koutiala se situe plus au Nord, puisque l'on trouve encore des schistes au Sud de Soussoula (point 62), tandis que les grès apparaissent au Nord (point 7).

Les grès de Koutiala

Ils occupent globalement la partie centrale du secteur étudié (photofaciès 1, 2 et 4).

Dans cette zone, les affleurements de grès se trouvent surtout dans la moitié nord, en dalles ou blocs épars, tandis que dans la partie sud située topographiquement plus bas (l'ensemble est en effet penté vers le Sud), on n'observe plus que des sols sableux roses, ocre-rose ou jaunâtres.

L'assimilation de ces sols aux grès de Koutiala s'est faite sur la base d'un certain nombre de caractères spécifiques à ces grès, reconnus au niveau des affleurements et décrits, par ailleurs, dans la littérature (PALAUSI, 1959). De couleur claire, rose, ocre ou jaune (plus ou moins orangé quand ils sont ferruginisés), ces grès sont à grains moyens ou grossiers et très friables, ce qui se traduit dans la topographie par de grandes régions sablonneuses et par des formes arrondies qui ne tranchent pas dans le paysage.

Certains affleurements sont entaillés par des ravines onduleuses, plus ou moins obliques par rapport à la ligne de plus grande pente, et donnant un réseau hydrographique à aspect "vermiculé" (photofaciès 4). Dans ces entailles, de 1 à 2 m de largeur et généralement moins de 1 m

de profondeur, on observe parfois un faciès de grès carié qui pourrait résulter d'un processus de dissolution sélective (niveaux de grès plus dolomitiques ?). Ces ravines pourraient également être dues à une circulation préférentielle de l'eau suivant des niveaux plus schisteux. Ce "faciès vermiculé" n'affecte, semble-t-il, que les grès de Koutiala.

Enfin, le contact entre les grès de Koutiala et ceux de Bandiagara passe lui aussi, dans la partie ouest du secteur, plus au Nord que dans la partie est (cf. points 5, au N-E de Soussoula, et 15, au N-W de Molobala et, plus à l'Est, les points 17 à 20).

Les grès de Bandiagara

Ils occupent toute la partie nord du secteur étudié et en outre, la situation topographique la plus haute (photofaciès 5 à 7 et 1 pro-parte).

Ces grès affleurent d'Ouest en Est, soit de manière plus ou moins continue, formant alors de véritables falaises de plusieurs mètres de hauteur (parfois 20 à 30 m), soit en reliefs isolés émergeant du fond latéritique (buttes témoins et amas de blocs), soit encore en dalles à plat (se raccordant aux grès de Koutiala).

Les affleurements de grès de Bandiagara (photofaciès 5) présentent des caractéristiques sédimentologiques qui permettent de les distinguer des grès de Koutiala, à savoir :

- . des stratifications entrecroisées abondantes ;
- . des évolutions granulométriques verticales marquées (séquences de grès à granulométrie régulièrement décroissante de bas en haut, ou alternances brutales de matériaux fins et grossiers formant des lits successifs) ;
- . une forte recristallisation qui les rend dans l'ensemble beaucoup plus durs que ceux de Koutiala ; localement (à la base semble-t-il), cette resiliification leur donne un aspect de grès-quartzite et induit à l'échelle pluricentrimétrique ou métrique une érosion différentielle en poches et colonnes silicifiées supportant les bancs de grès sus-jacents ;
- . la présence (plutôt au sommet) de conglomérats en bancs continus ou en lentilles, à galets centimétriques à pluricentimétriques, de nature quartzreuse pour l'essentiel (grès, jaspes, quartzites,...).

Ces grès sont affectés en surface par un réseau de diaclases et de fractures organisé suivant trois directions principales : N310° à 320°, N40° à 50° et N110° (cette dernière étant également celle de la grande structure linéaire P2). Ces fractures sont empruntées par le réseau hydrographique qui prend ainsi, sur les grès de Bandiagara, une allure en "baïonnette", soulignées dans certains cas par une végétation luxuriante qui masque les parois de ravines pouvant atteindre 3 à 4 m de profondeur et une dizaine de mètres de largeur en surface (cf. point 50, à l'Est).

La fracturation intense des grès de Bandiagara, qui n'affecte pas les grès de Koutiala, pourrait indiquer une différence de compétence entre ces deux formations, comme le note G. PALAUSI (1959).

Enfin, les affleurements de grès de Bandiagara disparaissent au Nord et à l'Est sous un manteau latéritique qui sera décrit au paragraphe suivant.

En plus de ces trois grands ensembles, des dolérites signalées plus au Sud sur les cartes citées, ont été identifiées sur le terrain. Ce sont des roches massives, vert-sombre à noirâtre, à texture microlitique. Elles sont formées de très nombreuses lattes subautomorphes de plagioclase blanc-grisâtre associées à du pyroxène interstitiel (minéraux sombres plus trapus).

Elles apparaissent :

- . dans la partie sud du secteur étudié, au niveau de la coupe D et au Nord de Sogo. Elles s'y présentent en pierres volantes, blocs pluricentimétriques apparemment peu altérés et pas ferruginisés au NW de Sogo, qui correspond à la zone des "structures curvilignes P4", et transformés en argiles tachetées à structures relictuelles, dans les schistes de Toun au fond du puits 37 ;
- . dans la partie nord-est, au Nord de Doukonan, dans la zone des "structures P1". Elles s'y présentent en très nombreux blocs épars sur la cuirasse, complètement altérés et ferruginisés, entourés d'un cortex ferrugineux leur donnant une patine lie de vin.

Dans tous les cas, ces dolérites indiquent la présence d'intrusions probablement sous forme de dykes.

D'après la carte géologique du Burkina Faso à 1/1 000 000 (HOTTIN et OUEDRAOGO 1975), ces dolérites, intrusives dans les sédiments du Précambrien A, seraient d'âge permien et souligneraient un épisode généralisé dans le Bassin de Taoudenit, contemporain des mouvements hercyniens.

4.2.3 - ALTEROLOGIE ET GEOMORPHOLOGIE

Les formes du relief et les profils d'altération observés sur le secteur de Molobala montrent que l'altération a eu des effets différents selon la nature du substrat, induisant ainsi une morphologie actuelle différenciée surtout dans le sens Nord-Sud, parallèlement à la stratigraphie. De même, les systèmes de drainages présentent des caractères particuliers permettant de distinguer le Nord et le Sud.

Dans son ensemble, ce secteur apparaît penté vers le Sud, avec le sommet de la série stratigraphique (grès de Bandiagara) en position topographique haute et la base de la série (schistes de Toun) en position basse.

- Dans la partie Nord, les grès de Bandiagara sont oblitérés par une cuirasse massive, pseudopisolithique, tubulaire et contenant de nombreux nodules pluricentimétriques fréquemment rouge sombre à lie de vin, dont l'intérieur, riche en petits grains de quartz, présente une texture de grès envahi d'hématite. Ce type de cuirasse, reconnue sur 4 à 5 m d'épaisseur au niveau des latéritières qui jalonnent la route Koutiala-Karanguana forme un vaste plateau sur toute la partie nord du secteur étudié (photofaciès 6), très vraisemblablement développé aux dépens d'un faciès plus argileux dans les grès de Bandiagara. La bordure sud du plateau est toujours soulignée par un talus bien marqué dans le paysage. Elle est plus ou moins rectiligne et en contact franc quand elle s'appuie directement sur les grès de Bandiagara non latéritisés (contact des photofaciès 6 et 5) ; par contre, elle est beaucoup plus échancrée et sinueuse quand les incisions des drainages s'écoulant vers le Sud remontent jusque là. Dans ce cas d'érosion régressive, le talus cuirassé est relayé en aval par des zones de glacis généralement étroites (contacts entre les photofaciès 6 d'une part et 7, 5 ou 1 d'autre part).

Contrairement au schéma morphologique d'ensemble, le plateau cuirassé qui coiffe les grès de Bandiagara est faiblement penté vers le Nord. Il est incisé par un réseau hydrographique s'écoulant dans de larges dépressions, peu entaillées dans le plateau (photofaciès 6'). On a pu constaté à Tiri (puits n° 53) qu'elles résultaient d'une érosion en loupe dans le sens de la pente, qui ne décape que la cuirasse et permet l'accumulation de tout un matériel colluvial gleyifié reposant directement sur les grès de Bandiagara. Ces zones sont occupées par des cultures.

- Plus au Sud, les falaises et buttes témoins de grès de Bandiagara ne sont pas latéritisées (photofaciès 5). A proximité de la cuirasse, les grès sont parfois ferruginisés avec, dans ce cas, des concentrations d'oxydes de fer dans les fissures ou des encroûtements pelliculaires en surface.

L'érosion de ces grès produit un matériel grossier, constitué de sables et de galets colluvionnés en aval ; les galets sont repris dans des terrasses alluviales où ils ont été cimentés postérieurement par une "cuirasse de bas-fond" généralement peu épaisse, discontinue, moulant le fond du vallon et accrochant des pans de matériel sur le bas des versants. Ce phénomène est particulièrement net à Farakoro (point 13), ainsi que dans des ravines situées plus à l'Est (point 49).

- Les grès de Koutiala à faciès vermiculé, non latéritisés sont observés ensuite (photofaciès 4) ; ils forment de légers bombements (points 5, 17, 23) qui ne représentent qu'une proportion relativement faible de la surface.
- Entre ces bombements et en continuité vers le Sud, on trouve une surface cuirassée plus ou moins altérée (photofaciès 1 et 8), située topographiquement plus bas que la précédente (plateau cuirassé 6). Découpée par des vallées souvent larges, elle a un aspect ondulé,

avec des interfluves sans relief notable qui se succèdent d'Ouest en Est.

Cette surface affecte autant les grès de Koutiala que les schistes de Toun (cf. profils complets, figure 11).

Au Nord, elle peut s'appuyer directement sur les grès, être biseauté par gleyification et relayée vers l'amont par des sols rouges reposant sur les grès de Koutiala (cf. coupe G, figure 10), ou encore être érodée au niveau des incisions plus ou moins remplies par des colluvions.

- Au Sud, elle apparaît en continuité avec une cuirasse de plateau (photofaciès 2).

Dans tous les cas, les faciès cuirassés les mieux exprimés se situent en position sommitale.

Dans toute cette zone le réseau hydrographique s'écoulant vers le Sud provoque une érosion régressive de la cuirasse (l'érosion "remonte la pente"). On y observe, en outre, des zones d'engorgement avec développement d'un milieu réducteur qui semble dissoudre la cuirasse.

- La partie sud du secteur étudié, qui correspond aux schistes de Toun, présente deux particularités modifiant le paysage par rapport à ce qui est observé au nord :
 - au niveau des interfluves, le profil latéritique est caractérisé par l'existence en surface et jusqu'à parfois 2-3 m de profondeur, d'une cuirasse glébulaire, hétérogène et abondamment pourvue de lithoreliques de schistes en plaquettes ferruginisées. Les sols, plus meubles et plus riches que sur l'ensemble du secteur, sont pratiquement tous cultivés.
 - en outre, au niveau des drainages, l'érosion remontante est particulièrement active et provoque la formation de vastes dépressions imperméables, inondables et cultivées (secteur de Sogo-Wattarla), ou celle de grands flats larges, qui viennent buter contre le plateau cuirassé (secteur de Soussoula).

En résumé, le secteur de Molobala fait apparaître quatre situations altérologiques et géomorphologiques contrastées, qui se succèdent du Nord au Sud le long d'une séquence topographique :

- au Nord, sur les grès de Bandiagara, un vaste plateau cuirassé fige le système ;
- ensuite, les grès non latéritisés forment une importante zone d'affleurement rocheux, qui sont soumis à l'érosion et donnent naissance, en aval, à toute une zone de sols sableux, ferruginisés, qui alternent latéralement avec des affleurements résiduels et des dépressions plus ou moins comblées par des colluvions ;
- plus au sud, on passe à une zone de cuirasse basse qui peut être plus ou moins décapée, érodée, transformée parfois en un matériau gleyifié et présenter des zones d'engorgement. Le système hydraulique actuel y

joue un rôle important et induit des modifications latérales rapides et souvent brusques dans la morphologie de surface ;

Dans ces deux situations, on observe des encroûtements superficiels et des cuirasses de fond de vallon, résultant de circulations d'eaux ferruginisées, postérieurs à l'épisode latéritique majeur.

- enfin, une autre zone latéritisée est observée au niveau des schistes de Toun, le plus souvent kaolinisés et dont l'imperméabilité favorise la formation de grandes zones de flats et de cuvettes inondables. Une cuirasse de plateau en coiffe les parties les plus hautes.

5 - SYNTHÈSE DES RESULTATS

5.1 - COMPARAISON DES DEUX SECTEURS

L'étude des deux secteurs par une méthode d'approche identique permet, d'une part, d'en dégager les points communs et, d'autre part, de préciser les caractères propres à chacun d'eux, qui conduisent à les différencier :

Ils ont en commun :

- . leur appartenance à une même zone climatique soudano-sahélienne, à savane dominante ;
- . l'empreinte d'une altération fossile de type ferralitique qui a conduit, dans les deux cas, à la formation de cuirasses autochtones, figeant les parties hautes et parfois basses de la topographie ;
- . une morphologie de plateaux latéritiques mollement vallonnés.

Les caractères spécifiques qui les différencient résultent, pour l'essentiel, d'un contexte géologique différent et des conditions d'altération actuelles n'ayant pas les mêmes effets dans les deux cas.

Du point de vue géologique, la nature même du substrat est déterminante pour le développement du profil d'altération et le façonnement du paysage. En effet, les compositions minéralogique et chimique des roches intrusives de Saria sont très différentes de celles des roches sédimentaires de Molobala, de sorte que le profil d'altération développé dans les deux contextes et les produits qui en résultent au niveau des sols ne sont pas les mêmes. De plus, le type de fracturation du substrat joue un rôle évident dans le développement du réseau hydrographique et des formes du relief.

En outre, même si les conditions d'altération actuelles tendent globalement vers une déferrugineuse (lessivage du fer, transport en solution, reconcentration plus ou moins importante en aval ; ou bien engorgement et gleyification), les processus morphodynamiques actuels (érosion régressive, colluvionnement, ruissellement, redistribution des matériaux en surface) n'agissent pas de manière identique sur les deux secteurs et engendrent finalement deux milieux différents.

A Saria, le substrat granitique est riche en minéraux hydrolisables (feldspath, biotite, amphibole, muscovite) et le profil d'altération est très développé et épais avec une séquence complète "cuirasse - carapace - argiles tachetées - saprolite".

Le cuirassement s'étend quasiment partout à l'exception des zones de flat ou sur certains versants ; il est organisé en deux systèmes, l'un bien développé sur les buttes et les plateaux avec une cuirasse épaisse, dure formant une corniche dans le paysage, l'autre en plaine avec une cuirasse plus mince, moins solide et en partie altérée.

Ces différences ainsi que de nombreuses variations texturales observées dans les cuirasses seraient liées avant tout à la variabilité des conditions d'altération actuelle plutôt qu'à des facteurs strictement géologiques. Les deux niveaux de cuirassement seraient quant à eux directement dépendants des mouvements tectoniques (fracturations, basculements, flexures... par réajustements successifs, jusqu'à aujourd'hui peut-être). Cette structuration serait également à l'origine du type de réseau hydrographique à écoulement rectiligne ou en "baïonnette" qui constitue le mode de circulation de l'eau prédominant, par opposition aux écoulements en nappe sur des surfaces non faillées.

Certaines caractéristiques liées à la composition de la roche mère restent toutefois perceptibles en surface : ainsi les matériaux grossiers très quartzeux de l'Ouest du secteur, en relation avec un faciès pegmatitique, ou bien l'altération montmorillonitique qui semble se développer préférentiellement dans la zone des diorites (cf. carte pédologique, ORSTOM 1973 ; carte des milieux naturels, IRAT 1985).

A Molobala, le substrat schisto-gréseux est minéralogiquement pauvre et le profil d'altération et les phénomènes du cuirassement sont moins développés qu'à Saria. Sur les grès, le manteau kaolinique est inexistant et la cuirasse, peu épaisse et très quartzeuse, repose directement sur la roche. Sur les schistes, il existe une transition kaolinique entre la roche et la cuirasse mais elle reste peu importante et de nombreux débris de schiste sont conservés jusqu'en surface.

Ainsi, les variations lithologiques entre les trois grandes entités stratigraphiques (grès de Bandiagara, grès de Koutiala, schistes de Toun) engendrent non seulement des profils d'altération spécifiques, ayant chacun un type de cuirasse particulier, mais aussi, un modelé du paysage propre à chaque lithologie. Plus accentué qu'à Saria, le relief présente d'assez fortes variations altimétriques avec le développement de "falaises" sur les grès de Bandiagara, de croupes arrondies et ensablées sur les grès de Koutiala et des grandes zones plates où la cuirasse a été érodée (flats très larges) sur les schistes de Toun. Un tel ensemble morphologique favorise la remobilisation du fer et sa redistribution, par exemple, sous forme de cuirasse de bas fond "accrochée" dans le lit de certains ruisseaux.

Bien développée (grands réseaux de diaclase dans les grès de Bandiagara, par exemple), la fracturation joue toutefois un moindre rôle au niveau des drainages qu'à Saria. Ce sont d'abord les différences de lithologie qui déterminent l'allure du réseau hydrographique, ainsi que son orientation par rapport à la pente. En effet, au nord du secteur, le réseau coulant sur la surface structurale décape peu, tandis qu'au sud, il entaille toute la série stratigraphique provoquant une très forte érosion et la formation de forts dénivelés (falaises, régime torrentiel, ...). Au niveau des lithologies, il faut rappeler également le mode d'écoulement, ravinant et décapant sur les grès de Bandiagara et le réseau vermiculé, pas toujours dans le sens de la plus grande pente, sur les grès de Koutiala.

5.2. - PROPOSITIONS

Cette première phase d'approche régionale des secteurs de Saria et de Molobala a permis de distinguer les situations géologiques, géomorphologiques et altérologiques spécifiques à chacun d'eux. Il est ainsi possible de proposer des toposéquences représentatives de ces situations le long desquelles les parcelles-test pourraient être choisies.

Trois toposéquences sont proposées pour chacun des secteurs. Ce sont :

A Saria :

- . la coupe 101 et la partie Est de la coupe C, au nord de Saria, ce qui permettrait de caractériser les parcelles en fonction des variations de faciès altérologique et géologique ;
- . la première partie de la coupe H, entre Saria et Vili, ce qui permettrait un suivi des parcelles dans un contexte très quartzeux ;
- . la coupe L, à l'Est de Saria, car elle traverse les roches vertes. Le nombre d'observations y est toutefois nettement plus faible que dans les deux premiers cas.

A Molobala :

- . la coupe G prolongée jusqu'au Sud de Soussoula (soit environ 7 km jusqu'à proximité du point 62), ce qui permettrait d'étudier l'influence des variations de faciès altérologique et géologique au niveau des parcelles ;
- . une coupe sensiblement Est - Ouest au Sud de Molobala, partant des falaises de grès de Bandiagara, passant par le point 18 et allant jusqu'à l'élargissement du flat en aval de Molobala (centre de la photoaérienne 3550), soit une traversée d'environ 8 km en dehors des schistes ;
- . une coupe SE - NW partant du plateau cuirassé de Tarasso, passant par le point 4 et atteignant comme précédemment la partie élargie du flat en aval de Molobala, soit une traversée d'environ 8 km.

La première proposition aurait l'avantage d'être la plus exhaustive.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ARMAND C. (1984) - Programme d'hydraulique villageoise dans la région centrale du Burkina Faso. Compte rendu des travaux de la 1ère phase - Rapport B.R.G.M. 84 AGE 030.
- BASSOT J.P., MELOUX J., TRAORE H. (1981) - Carte géologique de la République du Mali à 1/1 500 000.
- GUILLOBEZ S. (1985) - Carte des milieux naturels du Burkina Faso à 1/1 000 000.
- HOTTIN G., OUEDRAOGO O.F. (1975) - Carte géologique de la République de Haute Volta à 1/1 000 000.
- ORSTOM (1973) - Carte pédologique de reconnaissance de la République de Haute Volta, région Centre sud à 1/500 000.
- PALASI G. (1959) - Carte géologique de reconnaissance de l'A.O.F. à 1/500 000 : feuille San-Ouest.
- RICOLVI M. (1984) - Programme d'hydraulique villageoise du Conseil de l'Entente - Rapport final de la 1ère phase au Burkina Faso - Rapport B.R.G.M. 84 AGE 040.
- RICOLVI M., VAUBOURG P. (1986) - Etude hydrogéologique complémentaire pour l'adduction d'eau de Koutiala. Synthèse. Définition d'une stratégie de reconnaissance. Rapport B.R.G.M. 86 MLI 180 EAU.
- STEENHOUDT M. (1988) - Hydraulique villageoise au Burkina Faso. Projet centre Sahel. Rapport final. Rapport B.R.G.M. 88 BFA 085 3E.

LISTE DES ILLUSTRATIONS

TABLEAUX

Tableau 1 - Documents consultés

Tableau 2 - Travaux réalisés

FIGURES

- Figure 1 - Localisation des secteurs étudiés
- Figure 2 - Saria - Coupes morphoaltérologiques A, B, C.
- Figure 3 - Saria - Coupes morphoaltérologiques D, E, F.
- Figure 4 - Saria - Coupes morphoaltérologiques G, M, I.
- Figure 5 - Saria - Coupes morphoaltérologiques J, K, L.
- Figure 6 - Saria - Coupes morphoaltérologiques 101
- Figure 7 - Molobala - Coupes morphoaltérologiques A,B.
- Figure 8 - Molobala - Coupes morphoaltérologiques C,D.
- Figure 9 - Molobala - Coupes morphoaltérologiques E,F.
- Figure 10 - Molobala - Coupes morphoaltérologiques G.
- Figure 11 - Molobala - Profils complets sur schistes de
et sur grès.

PLANCHES HORS TEXTE 1/50.000

PLANCHE 1 - Secteur de Saria : photofaciès, points
d'observation et géologie

PLANCHE 2 - Secteur de Molobala : photofaciès, points d'observation et
géologie

ANNEXE 1

**SECTEUR DE SARIA
(BURKINA FASO)**

A1-1 : DESCRIPTION DES POINTS D'OBSERVATION (P.1 A 9)

A1-2 : COUPES MORPHOALTEROLOGIQUES (FIG. 2 A 6)

A1-1 : DESCRIPTION DES POINTS D'OBSERVATION

BURKINA FASO - Zone de SARIA

Numéro d'observation	Numéro photo	Description des observations	Numéro Echant.	"Pierres volantes"	Numéro Echant.
1				Roche verte	<u>S1</u>
2		Cuirasse ocre pisolitique en voie de démantèlement			
3		Sol brun, puis gravillonnaire sur cuirasse pisolitique. Dans incision marigot			
4		Boue - Puits : 7 à 8 m de cuirasse sur argiles tachetées)		Granite	
5		Sol gravillonnaire sur argiles grises à gley		Granite migmatitique	
6		Butte cuirassée, tabulaire et lamellaire	S2	Granite calco-alcalin	
7		Fond de vallon raviné. Cuirasse pisolitique (=1,20m) sur argiles gris-jaune à pseudogley Argiles + "poupées" blanches (± carbonatées ?)	S3 S4	Granite gris blanc à tendance migmatitique	
8		Colluvions + alluvions (zone blanche sur photo) Sur bordure Est de cette zone : butte cuirassée Cuirasse massive à tubules et gros éléments			
9		Blocs de cuirasse sur zone cultivée Cuirasse idem 6-8 mais plus "fine" que 8	S5	Granite	
10		Cuirasse pisolitique de fond de vallon (semblable à S3)			

BURKINA FASO - Zone de SARIA

Numéro d'observation	Numéro photo	Description des observations	Numéro Echant.	"Pierres volantes"	Numéro Echant.
11		Mare - Sable fin jaunâtre ± argileux. Sédiments alluvionnaires, cuvette de décantation fentes de dessiccation. Mat. organique. Sols vertiques			
12		Cuirasse sur versant. Massive, glébulaire			
13	1	Trou : sol gravillonnaire sur cuirasse			
14	2	Butte sacrée = filon quartz massif. Au pied = sol gravillonnaire à fragments de quartz		Diorite quartzique	<u>S6</u>
15		Sol de bas fond. Gris noir gléyifié poreux. Taches blanches en surface. Nombreux débris caillouteux (± 1 mm)			
16		"Boules" (± 1m diamètre) de dolérite (ou diorite ?) sur sol brun à pellicule gravillonnaire "Boules" : granite calcoalcalin	<u>S7</u> <u>S8</u>	Granite à faciès plus laminé	
17		Latéritière (cuirasse lamellaire et avéolaire)	<u>S9</u>		
18		Butte cuirassée			
19	7	Granite porphyroïde et pegmatoïde migmatitique	<u>S10</u>		
20	8	Drain. Sol alluvial sur latérite			
21		Bord du fleuve. Alluvions grises à fentes de dessiccation Sol ocre pâle argilosilteux de glacis colluvial	S11 S12		

BURKINA FASO - Zone de SARIA

Numéro d'observation	Numéro photo	Description des observations	Numéro Echant.	"Pierres volantes"	Numéro Echant.
22		Latéritière			
23	9-10	Granite calcoalcalin, migmatitique. Altération en boule. Au pied = arène granitique			
24		Rupture de pente légère		Latérite	
25		Puits busé (Info : pas de cuirasse)			
26	12-13	Corniche latéritique			
27		Corniche latéritique			
28	14à16	Bas fond. Alluvions : argiles grises gleyifiées			
29		Sol gravillonnaire sur cuirasse			
30		Plateau latéritique			
31	18-19	Plateau latéritique Matériaux provenant de terminière (argiles tachetées)	S13		
32		Latérite en "plaine"			
33		Latérite en plaine Puits : Saproлите de granite pegmatoïde et blocs de quartzite	S14 S15		
34		Sol silteux gris sur latérite			
35		Petit plateau latéritique		Granite calcoalcalin Quartz-Jaspes ?	
36		Colline latéritique			
37		Latéritière	S16		
38		Plateau latéritique		Diorite sombre	S17
39		Butte témoin latéritique			

BURKINA FASO - Zone de SARIA

Numéro d'observation	Numéro photo	Description des observations	Numéro Echant.	"Pierres volantes"	Numéro Echant.
40		Profil verticale	S18		
41		Puits : profil latéritique Argiles pistaches	S19		
42		Bas fond : argiles alluviales gleyifiées			
43		Volantes		Diorite quartzique Concrétions blanchâtres calcédonieuses	<u>S20</u>
44	21à23	Plateau latéritique			
45		Bas fond alluvial : argiles grises gleyifiées			
46		Soil brun rouille sur cuirasse			
47		Butte latéritique			
48		Puits : profil latéritique			
49		Cuirasse latéritique			
50	30	Colline latéritique Puits : argiles tachetées		Diorite ?	
51		Trous : profil latéritique			
52		Puits-10m profil latéritique Roche altérée	S21		
53	31	Corniche latéritique		Granite calco-alcalin	
54		Puits : argiles tachetées plus ou moins gleyifiées		Granite calco-alcalin	
55				Granite calco-alcalin Diorite ?	

BURKINA FASO - Zone de SARIA

Numéro d'observation	Numéro photo	Description des observations	Numéro Echant.	"Pierres volantes"	Numéro Echant.
56	32	Plateau latéritique		Granite calco-alcalin Quartz Diorite quartzique Gneiss ?	<u>S22</u>
57		Puits : latérite			
58		Puits busé (-20m). Matériel fond : saprolite de granite			
59		Bas fond : cuirasse			
60		Replat. Sol gravillonnaire sur cuirasse			
61		Sol gris silteux			
62		Puits -4m : profil latéritique sur pegmatite Sol : type arène granitique			
63		Petit escarpement latéritique Cuirasse Pegmatite résiduelle altérée	S23 S24	Quartz filonien abondants	
64		Sol de type arène granitique sur latérite : puits -4m			
65		Sol gravillonnaire avec "arène granitique"		Granite	
66		Puits : sol gravillonnaire (1m) sur cuirasse			
67	1	Incision dans bas fond : recouvrement alluvial, profil verticale			
68		Zone plate où drains interrompus Sol gris silteux = colluvions ?			
69		Cour de l'école de Villi 1 fosse -4m } profil latéritique 1 puits -8m }		Granite calco-alcalin	

BURKINA FASO - Zone de SARIA

Numéro d'observation	Numéro photo	Description des observations	Numéro Echant.	"Pierres volantes"	Numéro Echant.
70		Corniche latéritique		Granite	
71		Butte témoin latéritique			
72		Plateau latéritique			
73		Dépôt alluvial sablo-silteux dans incision			
74		Cuirasse latéritique (tranchée chemin de fer)			
75		Petite incision rectiligne dans une longue ondulation peu marquée			
76		Affleurement granite en grandes dalles et blocs redressés porphyroïde calco-alkalin	<u>S25</u>		
77		Incision topographique Puits -4m : argiles gris jaune gleyifiées			
78		Intersection de la piste avec la Volta rouge Cuirasse altérée dans grande incision	S26		
79		Plateau latéritique		Granite-Quartz	
80		Fond top. Matériaux gris silteux			
81		Plateau à légères ondulations Blocs de cuirasse			
82		Incision top. et zone d'accumulation de matériaux silteux par ruissellement (et épandage) Absence de blocs de cuirasse			
83		Interfluve. Blocs de cuirasse sur sol ocre gris à pellicule gravillonnaire		Diorite quartzique (gneissification ?)	<u>S27</u>
84		Vaste plateau latéritique. Sol "arénisé" : très nombreux gros grains de quartz + nodules ferrugineux		Type arène granitique	

BURKINA FASO - Zone de SARIA

Numéro d'observation	Numéro photo	Description des observations	Numéro Echant.	"Pierres volantes"	Numéro Echant.
85		Versant cuirassé Visible sur 1 m d'épaisseur dans un trou			
86		Petit talus latéritique		Granite calco-alcalin, plus finement grenu que dans partie W du secteur	
87		Plateau latéritique. Puits : >-10m. Cuirasse (10 m) sur argiles où structure primaire granitique conservée			
88		Gare de Nyangado : dépression faisant suite à petit plateau latéritique			
89		Coupe voie de chemin de fer : cuirasse à faciès variant dans le sens latéral			
90	14à16	Voie chemin de fer. Latérite			
91		Petite butte où sol gris silto-sableux à gravillons et roches en débris (zone de contact probable)		Granite migmatitique Roche verte schistosée Roche verte (chloritoschistes? metabasalte ?)	<u>S28</u>
92		Petite butte circulaire isolée dans vaste versant plat régulier Sol gravillonnaire + petites boules de cuirasse + roches diverses		Quartz type filoniens Granites Roches vertes grenues et + finement grenues Diorite	<u>S29</u>
93		Dépôt silt gris sur "arène" granitique (nappe de ruissellement, se raccordant à un drain du réseau hydro.)			

BURKINA FASO - Zone de SARIA

Numéro d'observation	Numéro photo	Description des observations	Numéro Echant.	"Pierres volantes"	Numéro Echant.
94		Petit "sommet" latéritique (blocs de cuirasse)		Quartz type filonien	
95		Corniche latéritique + plateau latéritique		Granite calco-alcalin	
96		Petit talus latéritique			
97		Incision Puis petit plateau latéritique		Très nombreux blocs quartz type filonien	
98	17à19 20 21	Corniche latéritique en forme de cirque surplombant une dépression Bordure Sud Est Dépression drainée vers le SW et ± fermée par un verrou Dans la pente : glacis à gravillons et blocs de cuirasse		Granite	
99	22à24	Fond de la dépression incisée par des ravines dans argiles tachetées + filon de quartz les recoupant		Gravillons Petits blocs de cuirasse	
100		Incision : sol gravillonnaire		Diorite	
101		Fosses pédologiques : 1 à 18		Diorite	<u>S30</u> <u>S31</u>
102		Fosses pédologiques : 31 à 33			
103		Puits : 5 m de cuirasse		Quartz	
104		Puits busé sur 15 m		Roche verte Diorite quartzique	<u>S32</u>

BURKINA FASO - Zone de SARIA

Numéro d'observation	Numéro photo	Description des observations	Numéro Echant.	"Pierres volantes"	Numéro Echant.
105		Puits près haie jardin : profondeur 2 m --> eau "Cuirasse" très altérée, gleyifiée Puits dans jardin, plus profond mais eau à -2m. "Cuirasse" gleyifiée. Entre -1,30m et -2m : glébuies emballés dans matrice argileuse (horizon d'accumulation allochtone sur pente ?)	S33		
106		Puits : profondeur -8m. Cuirasse sur 7m. Fond : matériau argileux meuble			
107				Granite (nombreux blocs) 1 fragment isolé : Diorite quartzite	<u>S34</u>
108		Vaste zone granitique : granite calco-alcalin ± migmatitique			

S1, S34 = roches

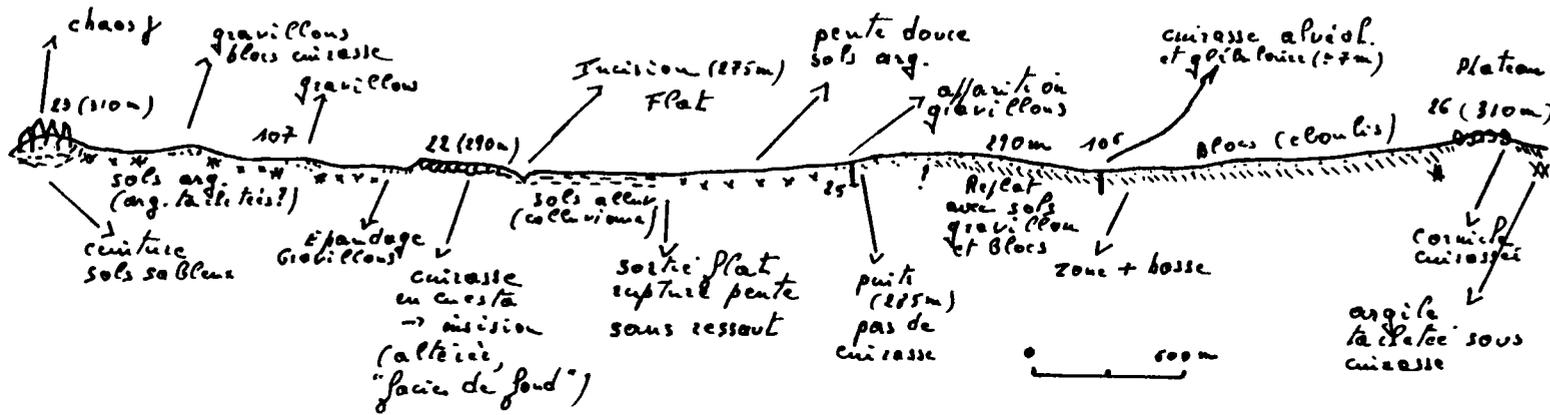
S2, S33 = prélèvements dans le profil latéritique.

A1-2 : COUPES MORPHOALTEROLOGIQUES

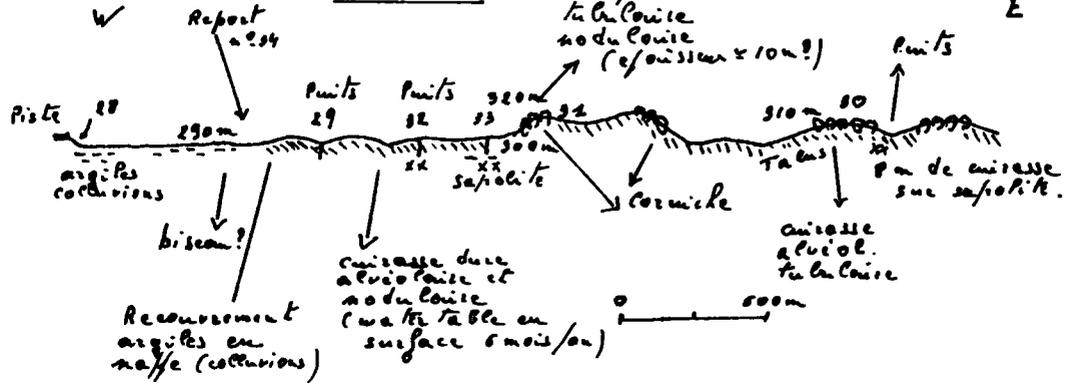
sw

Coupe D

NE



Coupe E



Coupe F

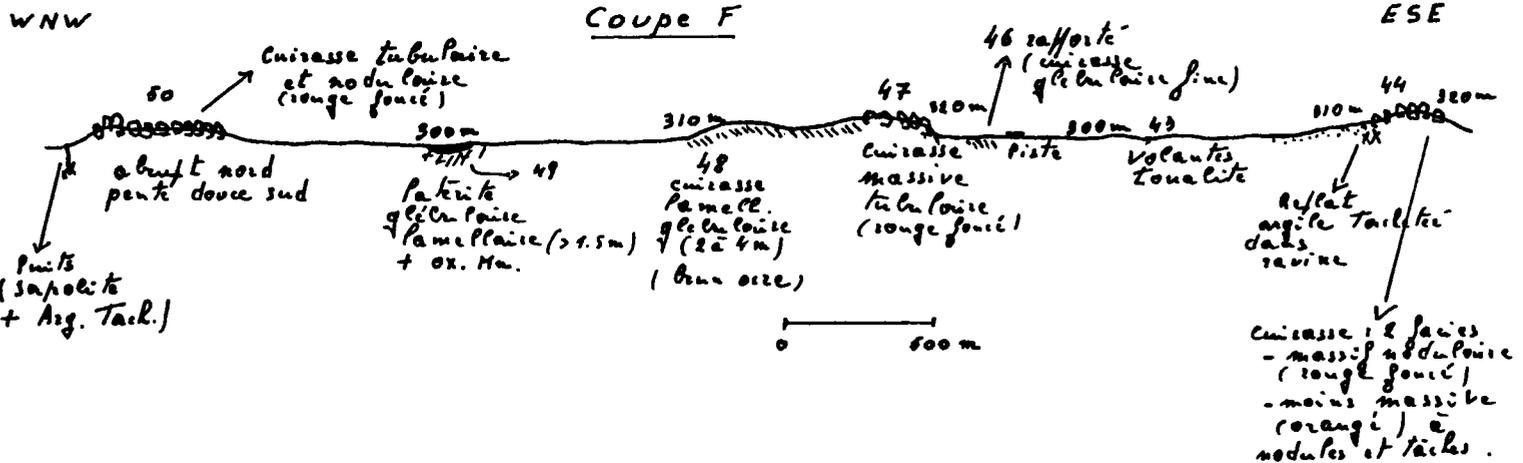


Fig. -3-

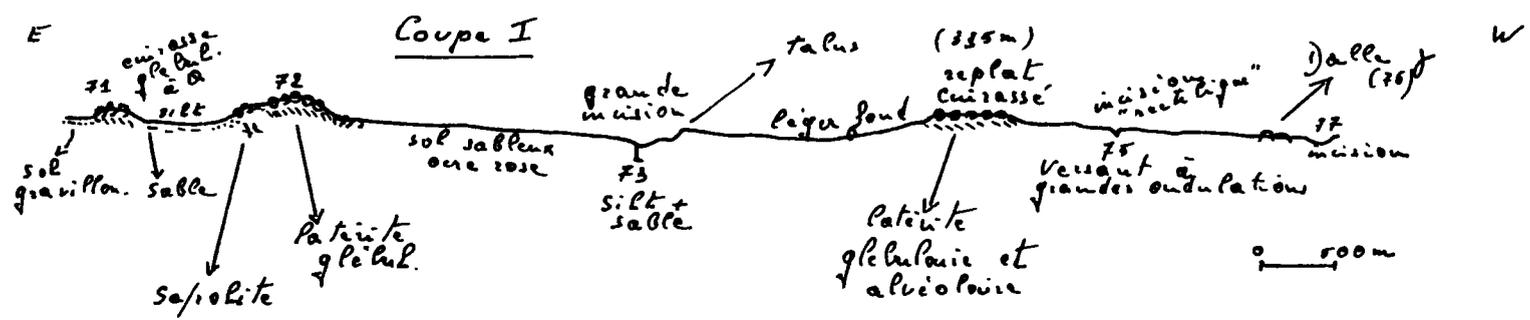
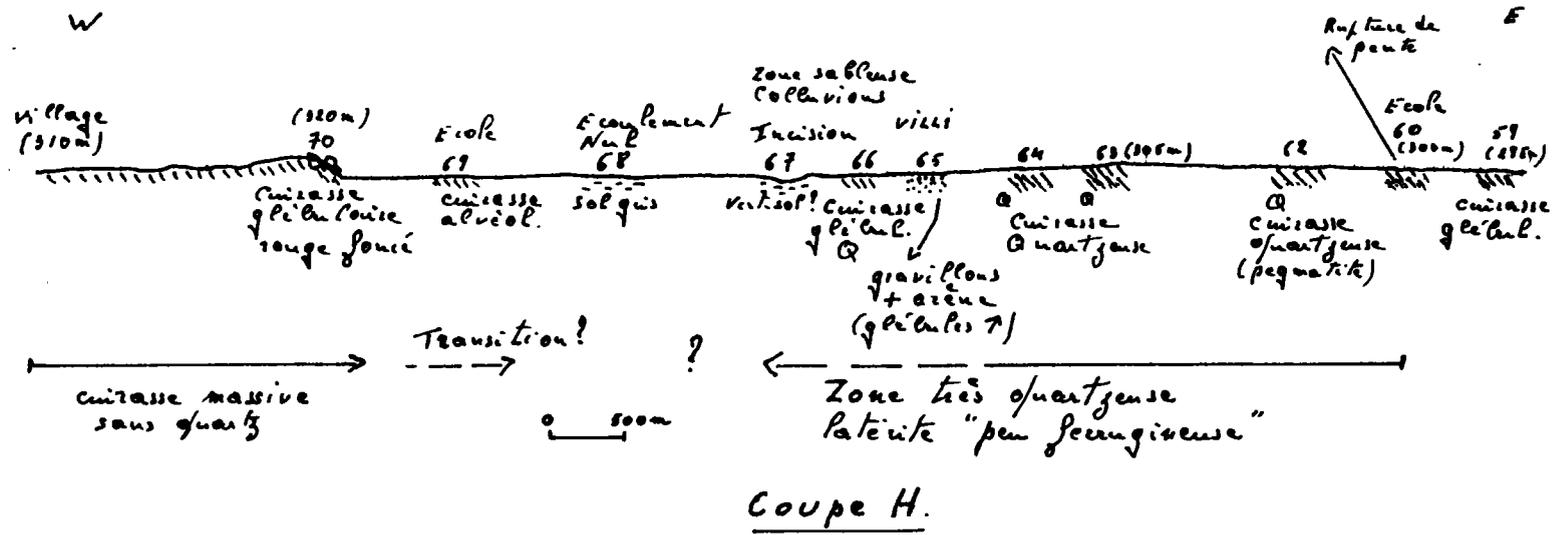
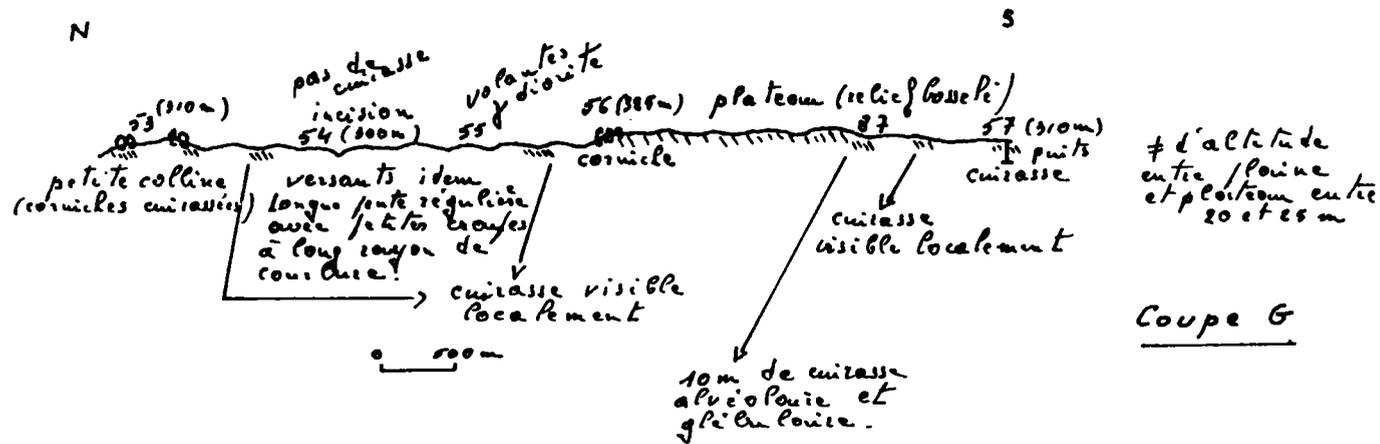


Fig. - 4 -

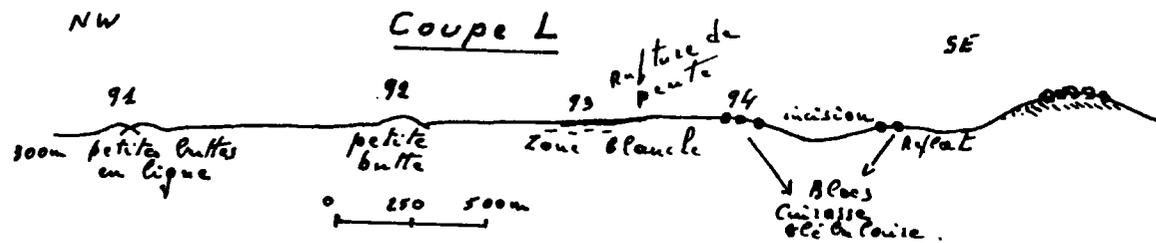
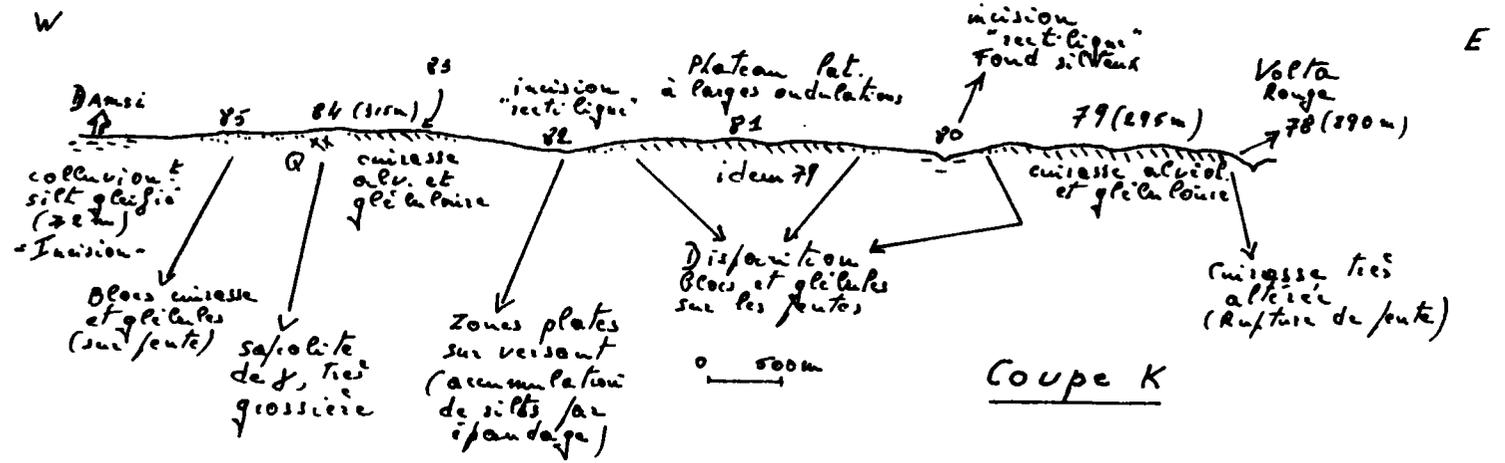
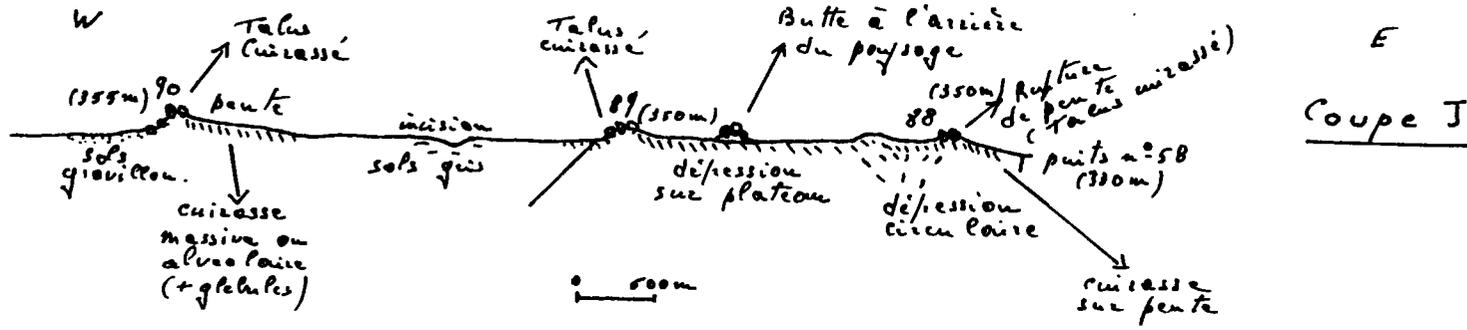


Fig. -5-

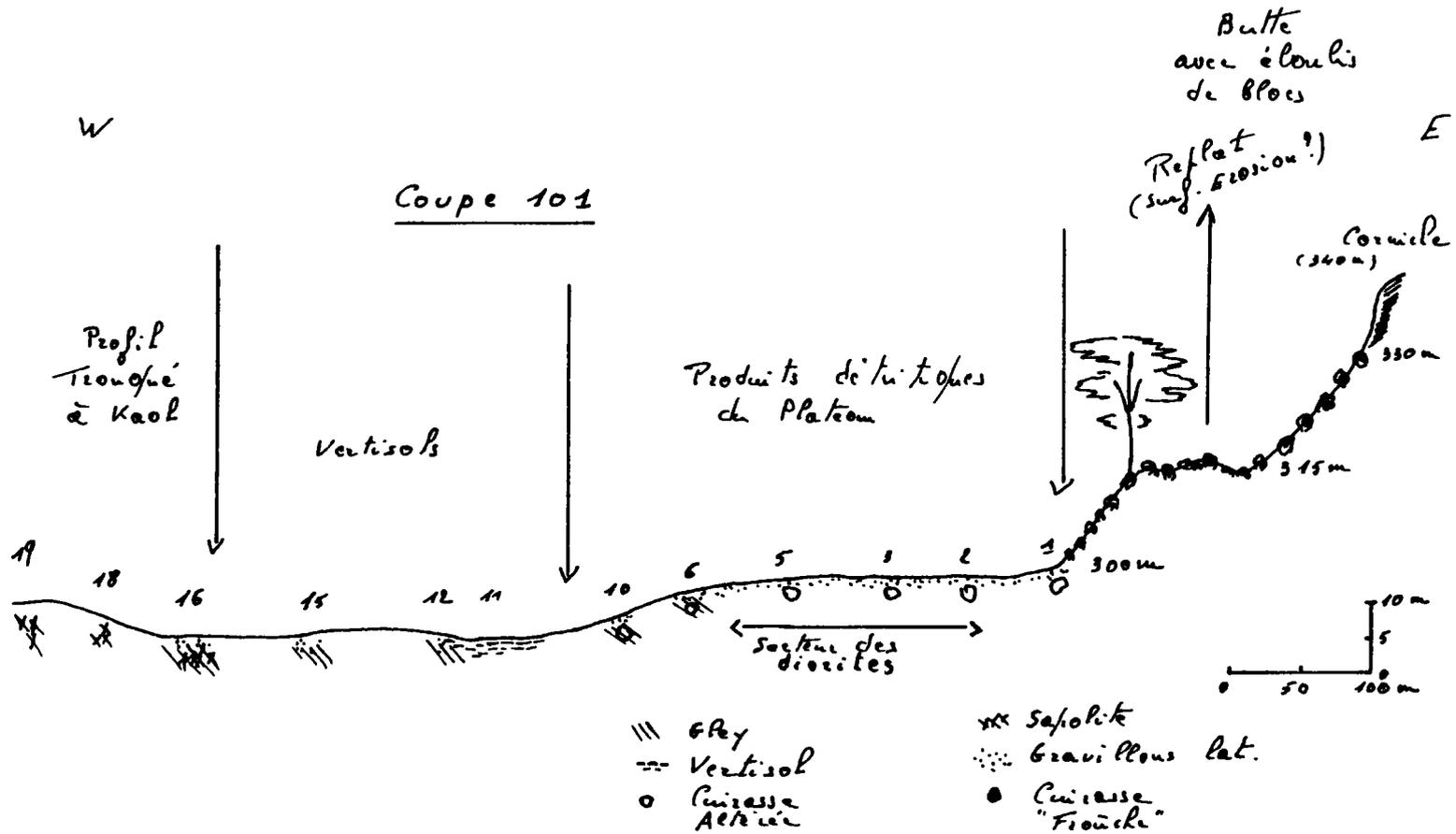


Fig. -6 -

ANNEXE 2

**SECTEUR DE MOLOBALA
(MALI)**

- A2-1 : DESCRIPTION DES POINTS D'OBSERVATION (P.1 A 6)**
A2-2 : COUPES MORPHOALTEROLOGIQUES (FIG. 7 A 10)
PROFILS COMPLETS SUR SCHISTES ET GRES (FIG. 11)

A2-1 : DESCRIPTION DES POINTS D'OBSERVATION

MALI - Secteur de MOLOBALA

Numéro d'observation	Numéro photo	Description des observations	Numéro Echant.	"Pierres volantes"	Numéro Echant.
1		Cuirasse glébulaire altérée avec parties + massives à cortex	M1 M2		
2		Petite butte + trou forage		Grès rose pâle fin siliceux Schistes gréseux verts en plaquettes Schistes verts et bleus en plaquettes	<u>M3</u> <u>M4</u> <u>M5</u>
3		Cuirasse assez grossière à nodules irréguliers, siliceuse			
4		Sommet butte-cuirasse siliceuse lamellaire			
5	28-29	Grès en dalle rose pâle	<u>M6</u>		
6	30	Grand flat. Petites buttes (20-30 m Ø sur 3-5 m h). Quelques gravillons			
7		Encroûtement ferrugineux sur grès en dalle	M7		
8	3 à 7	Escarpeement de grès et poudingue rose et crème à stratif. entrecroisées (Bandiagara)	<u>M13</u>		
9		Latérite : carapace hétérogène altérée			
10		Sol silteux dans légère dépression		Petits blocs grès rosé	
11		Grès grossier ferruginisé, affleurant en plaques	<u>M8</u>		
12		Butte grès ferruginisé grossier	M9		
13	31 à 34 1 et 2	Lit ruisseau. Cuirasse alluviale sur grès (poudingue cuirassé brun rouge)	M10		

MALI - Secteur de MOLOBALA

Numéro d'observation	Numéro photo	Description des observations	Numéro Echant.	"Pierres volantes"	Numéro Echant.
14		Grès rose en dalles (+ stratif. entrecroisées et poudingue)			
15		Butte témoin grès rose grossier (stratif. entrecroisées)			
16		Cuirasse très grossière, très hétérogène en bordure flat			
17		Cuirasse glébulaire très quartzeuse <u>et</u> grès friables ferruginisés (enduit oxydes fer)	<u>M11</u>		
18		Falaise grès rose crème assez grossier (stratif. entrecroisées et quelques galets)	<u>M12</u>		
19		Grès rose en dalles, grossier hétérogène (stratif. entrecroisées)			
20		Puits : matériel gréseux altéré (pas de cuirasse,...)			
21		Cuirasse en blocs, glébulaire, quartzeuse			
22	8	Rupture pente vers depression (bordure cuirassée)			
23		Grès rose friable en dalles	<u>M14</u>		
24		Ravine étroite - grès carrié ferruginisé - "poudingue" alluvial cuirassé (glébules et débris roche)	<u>M16</u>	Grès violet à micas blancs, argileux (Psammitique ?)	<u>M15</u>
25		Chaos grès blanc rose (stratif. entrecroisées), assez grossier (butte témoin ?)	<u>M17</u>		
26	10-11	Chaos et grandes dalles grès rose moyen à grossier (plissements et figures de déformation syn-sédimentaires)			
27		Cuirasse de plateau altérée, glébulaire			

MALI - Secteur de MOLOBALA

Numéro d'observation	Numéro photo	Description des observations	Numéro Echant.	"Pierres volantes"	Numéro Echant.
28	13-14	Cuirasse sur grès (profil complet)	M18		
29		Structure linéaire (végétation abondante, talus et vallon)			
30		Latérite alvéolaire en blocs sur plateau	M19		
31		Plateau latéritique, idem 30		Dolérite en petits blocs. Plaquettes de schiste. Grès siliceux en petits blocs	<u>M20</u>
32		Rupture de pente : Cuirasse de bordure de plateau latéritique (zone structure P4)		Dolérite en petits blocs	<u>M21</u>
33		Petites buttes rondes décimétriques (antropiques ?)		Dolérite } en petits Grès } blocs	
34		Puits bordure plateau Cuirasse sur 6-7 m			
35		Large depression à fond plat sans incision vraie			
36	16	Plateau latéritique. Cuirasse glébulaire en blocs (zone structure P3)		Plaquettes schiste rubéfié	
37	17à21	Bordure colline cuirassée Puits : profil latéritique sur schiste, complet		Dolérite en petits blocs Plaquettes schiste	
38		Toposéquence colline latéritique		Dolérite en petits blocs	
39		Latéritière: cuirasse lamellaire altérée		Schiste et grès rubéfiés en blocs (pris dans la cuirasse)	<u>M22</u>

MALI - Secteur de MOLOBALA

Numéro d'observation	Numéro photo	Description des observations	Numéro Echant.	"Pierres volantes"	Numéro Echant.
40	22 23 à 25	Puits: log sur tas autour Contact Grès Koutiala-Schistes de Toun sous carapace latériti- que		Grès jaune friable Schiste siliceux gris bleu Schiste blanc séri- citeux Schiste bigarré siliceux et micacé	<u>M23</u> <u>M24</u> <u>M25</u> <u>M26</u>
41		Latérite: profil complet sur grès Bandiagara cuirasse : faciès glébulaire faciès massif carapace altérite de grès	M27 M28 M29 M30		
42		Paysage : dépression incisant la cuirasse vers le nord (photo- faciès 6')			
43		Toposéquence : cuirasse-faciès de pente cuirassée-cuvette sur grès			
44		"Talus" cuirassé (zone structure P1)		Dolérite altérée et ferruginisée (dans cuirasse) en blocs Grès en blocs épars	
45		Structure P1 sur plateau cuiras- sé		Dolérite altérée et ferruginisée en blocs Roche ferruginisée aphanitique avec taches mat.blanc (bordure dolérite?)	<u>M31</u>
46		Puits de Doukonan matériau silteux gris de colluvionnement			
47	26 27	Grès en dalle, dans la cuvette, grain moyen, résilicifié			
48		Grès grossier en dalles, texture moyenne, nombreuses stratif. entrecroisées			
49	29 30	Ravine dans diaclases de Bandia- gara, structure en "baïonnette" (grès + colluvions +cuirasse de bas fond)			

MALI - Secteur de MOLOBALA

Numéro d'observation	Numéro photo	Description des observations	Numéro Echant.	"Pierres volantes"	Numéro Echant.
50	31	Réseau en baïonnette, incision verticale étroite et rectiligne			
51		Puits:matériau jaunâtre (colluvions) sur grès (?) altéré			
52	32	Falaise grès Bandiagara, (Poudingues, stratif. entrecroisées ≠ granulométries)			
53		Puits Mperesso colluvions gleyifiées sur altérite de grès			
54		Puits : altérite de schiste gréseux	M32		
55		Amorce plateau cuirassé en pente douce (sols gravillonnaires)			
56	34	Dépôt de silt en nappe écoulement sécant à la pente			
57		Cuirasse et sol gravillonnaire		Plaquettes ferruginisées de schiste	
58	1 à 3	Butte. Affleurement schiste surmonté du chapeau cuirassé	M33 M34 M35		
59		Descente du plateau : talus avec cuirasse altérée, orange brun			
60		Fosse pédo.: ensemble gleyifié argileux			
61		Fosse pédo :ensemble gleyifié-horizon antropique sur ancienne cuirasse en voie de dissolution			
62		Fosse pédo.: ensemble rouge sur cuirasse glébulaire massive (+ gravillons)		Plaquettes ferruginisées de schiste	
63		Fosse pédo:cuirasse en voie de dissolution	M36		

MALI - Secteur de MOLOBALA

Numéro d'observation	Numéro photo	Description des observations	Numéro Echant.	"Pierres volantes"	Numéro Echant.
64		Fosse pédo.: altérite de grès et matériau colluvionné			
65		Sol de décomposition de cuirasse			
66		Sol de décomposition de cuirasse			
67		Sol de décomposition de cuirasse (gleyifié)			
68		Cuirasse et argiles tachetées gleyifiées			
69		Cuirasse et argiles tachetées gleyifiées Horizon à nodules noirs.	M37		
70		Sol beige-orange sur altérite de grès			
71		Altérite grès + autre roche ? (Réticule noir et ocre)	M38		
72		Sol ferrallitique sur grès			
73		Sol brun rouge bigarré ? altérite de grès			

M3, M34 = roches

M1, M38 = prélèvements dans le profil latéritique.

A2-2 : COUPES MORPHOALTEROLOGIQUES

PROFILS COMPLETS SUR SCHISTES ET GRES

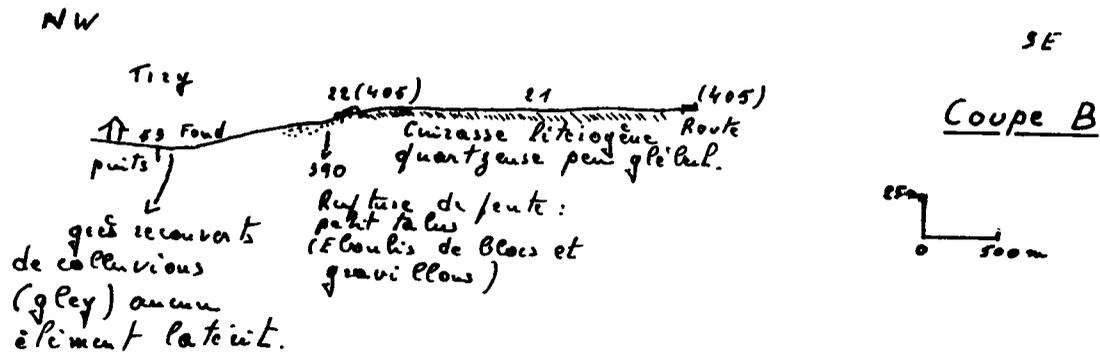
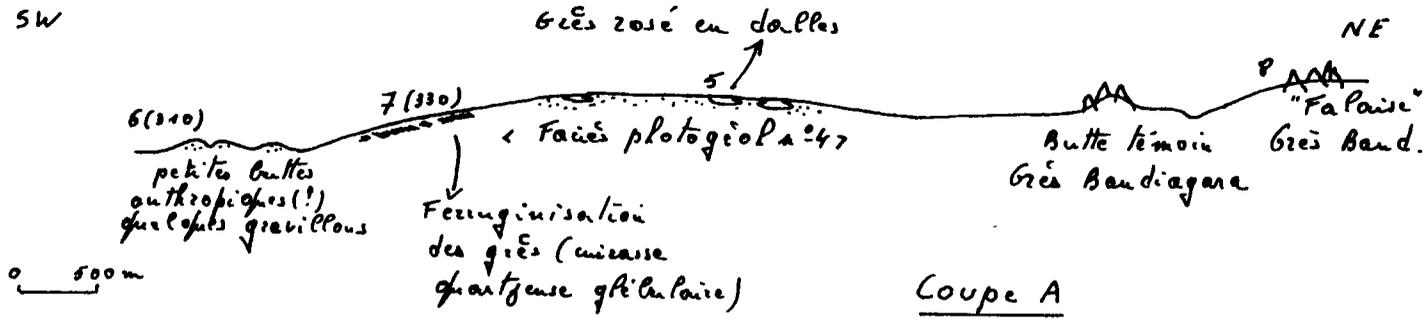
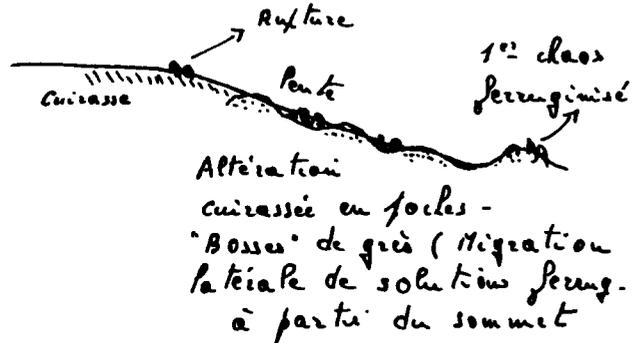
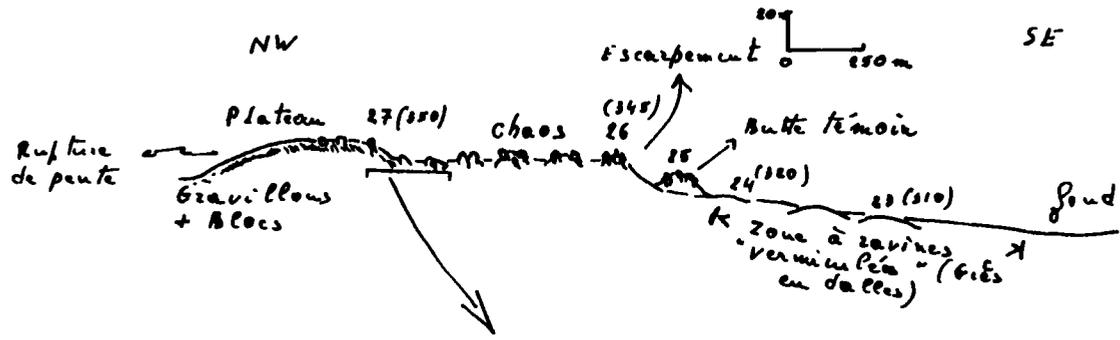
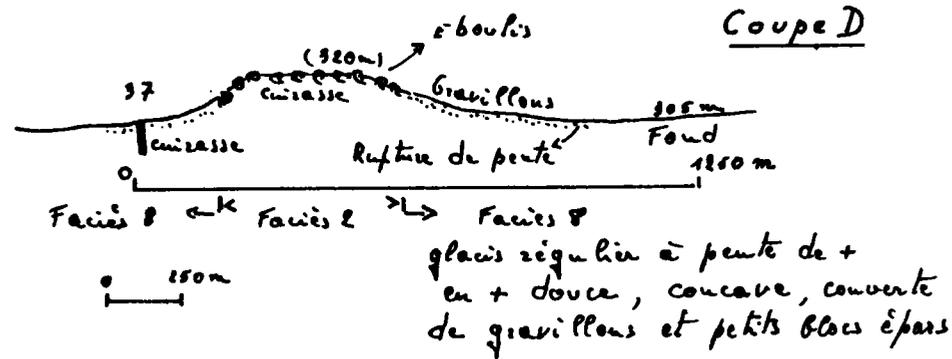


Fig. -7-



Coupe C



Coupe D

quelques volants de dolérite tout le long de la séquence

Fig. -8-

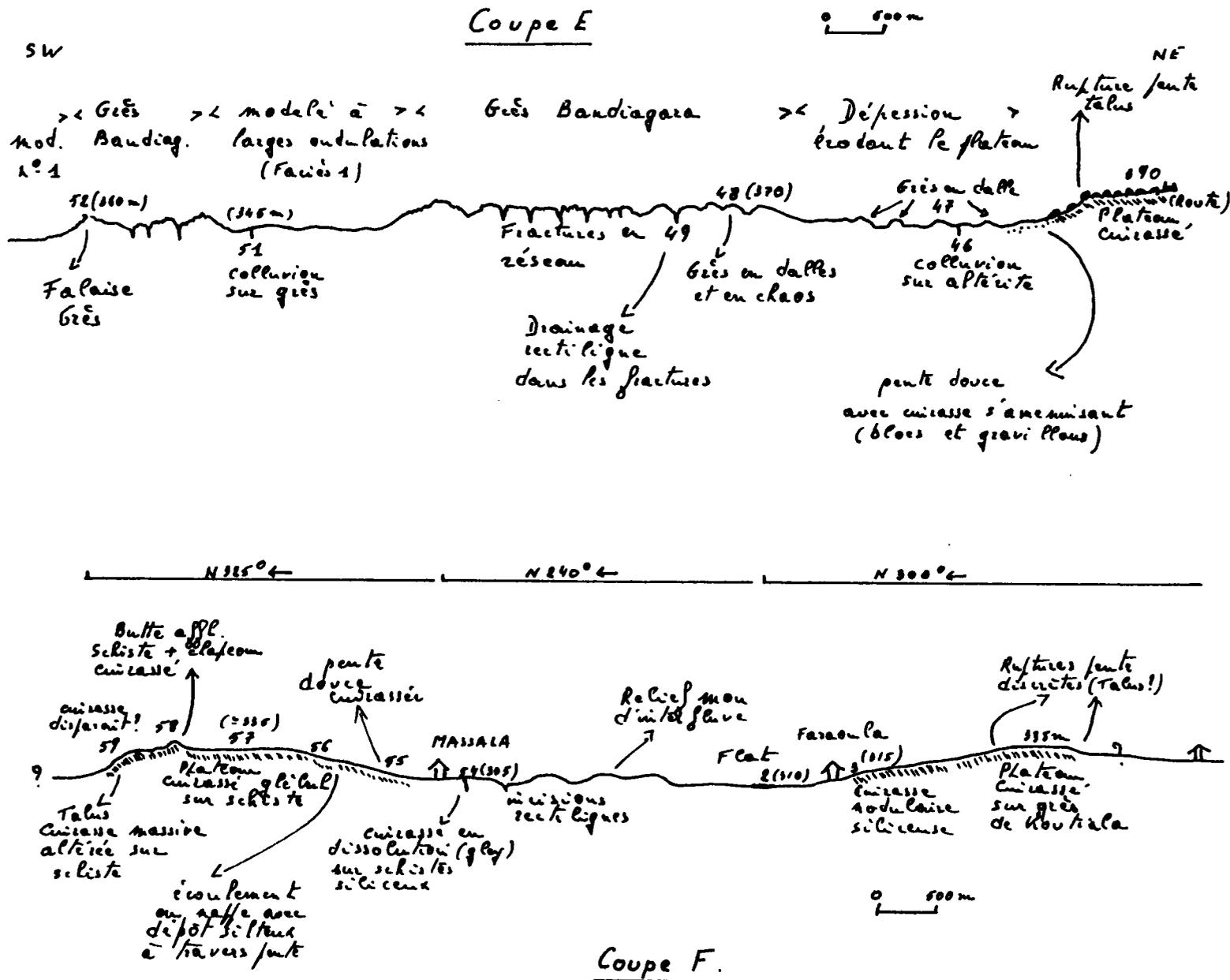


Fig. -9-

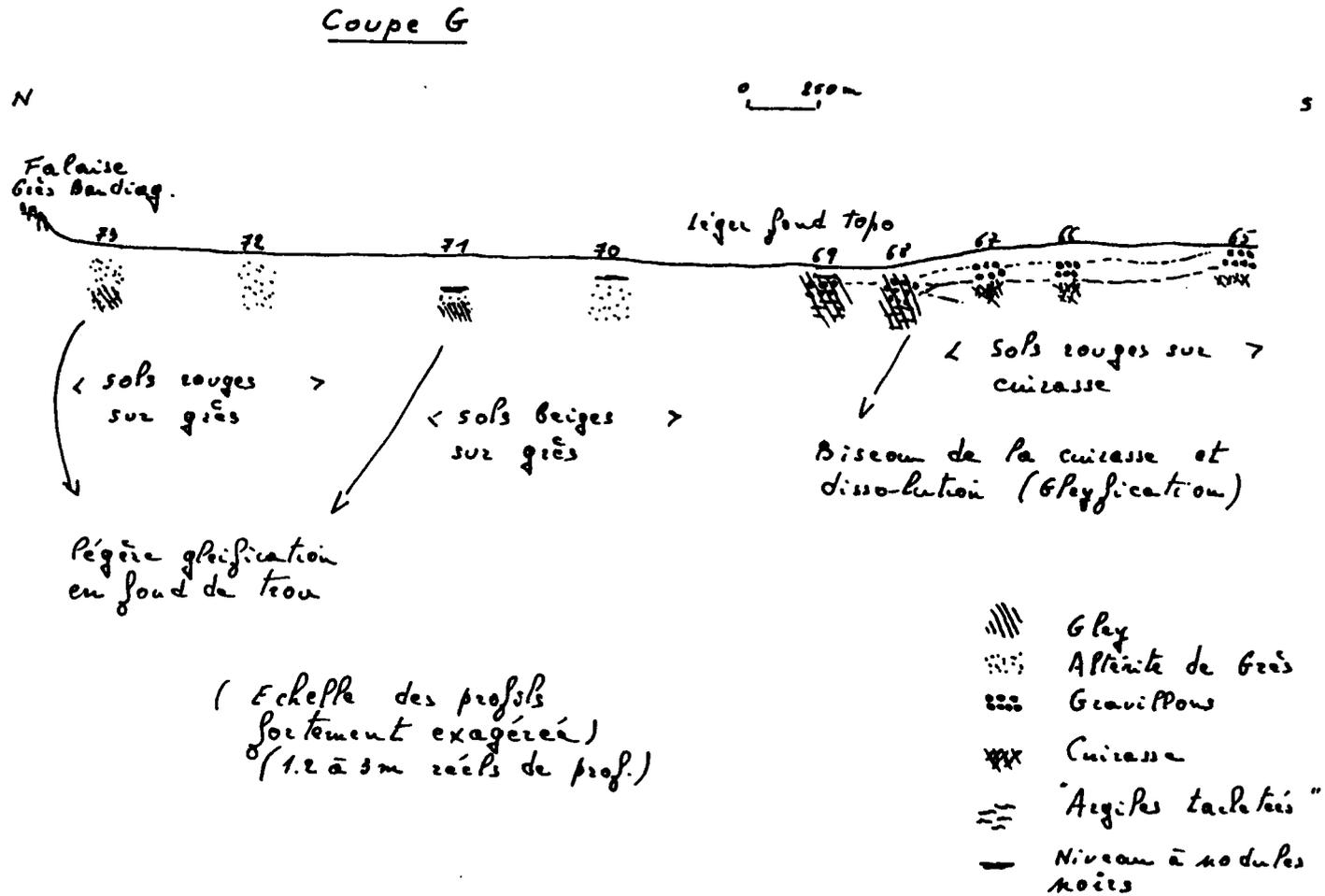
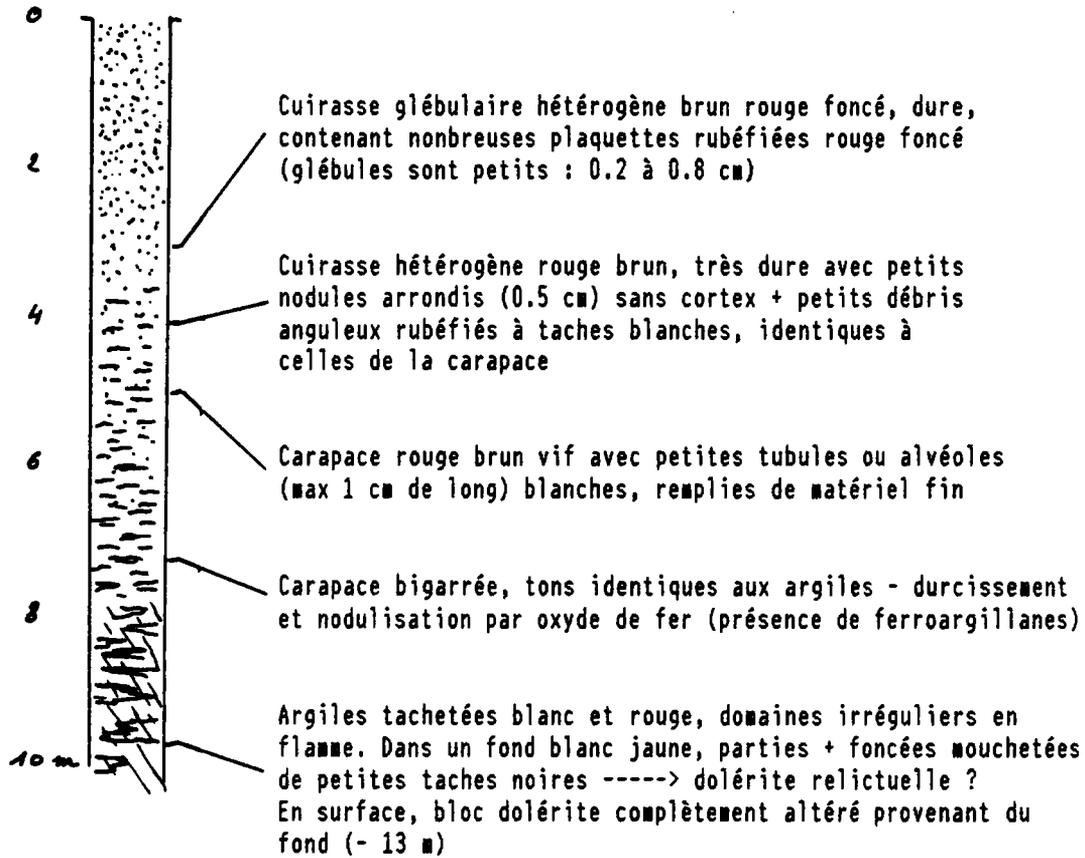


Fig. - 10.-

Profil complet sur schistes de Toun (Affleurement 37)



Profil complet sur grès (Affleurement 28)

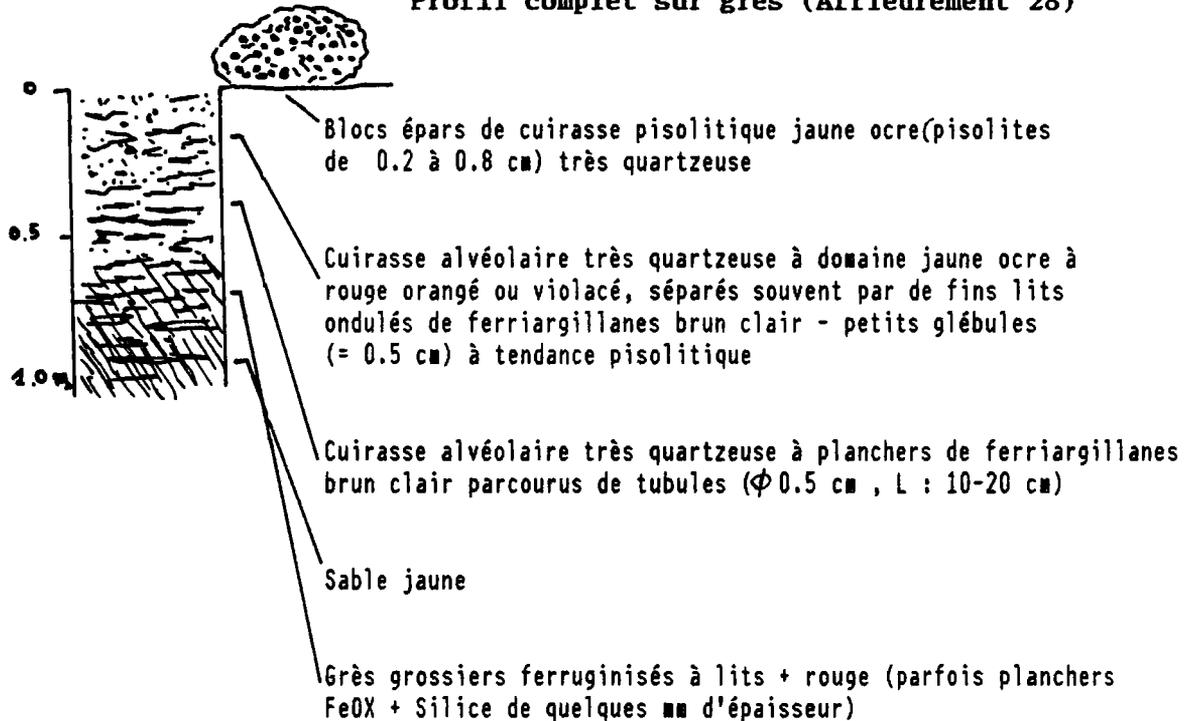


Fig. -11 -

MECANISMES D'AGREGATION DES SOLS TROPICAUX PAUVRES EN ARGILES GONFLANTES EN SAVANE SOUDANAIENNE

BURKINA FASO
SECTEUR DE SARIA

Janvier 1989

BRGM
L. LAVILLE-TIMSIT
P. LECOMTE

Rapport n° 89 AFO 041 GEO

PHOTOINTERPRETATION

9963 + Centre de la photoaérienne à 1/50 000

Réseau hydrographique

- | | | | |
|--|--------------------------------------|--|--|
| | Flats, vallées larges, alluvions | | Thalwegs, lits peu marqués, réseau de ruissellement |
| | Vallées étroites à lits bien marqués | | Dépressions subcirculaires, zones humides ponctuelles, mares |

Morphologie

- | | | | |
|--|---------------------------------------|--|--|
| | Rebord de plateau, talus bien marqué | | Pendage morphologique |
| | Talus arasé, rupture de pente convexe | | Discontinuité linéaire (non liée au réseau hydrographique) |
| | Crête linéaire | | Limite de photofaciès bien marquée |
| | Colline, sommet isolé | | Limite de photofaciès supposée, interpolée |
| | Surface horizontale | | Carrière, excavation |

Photofaciès

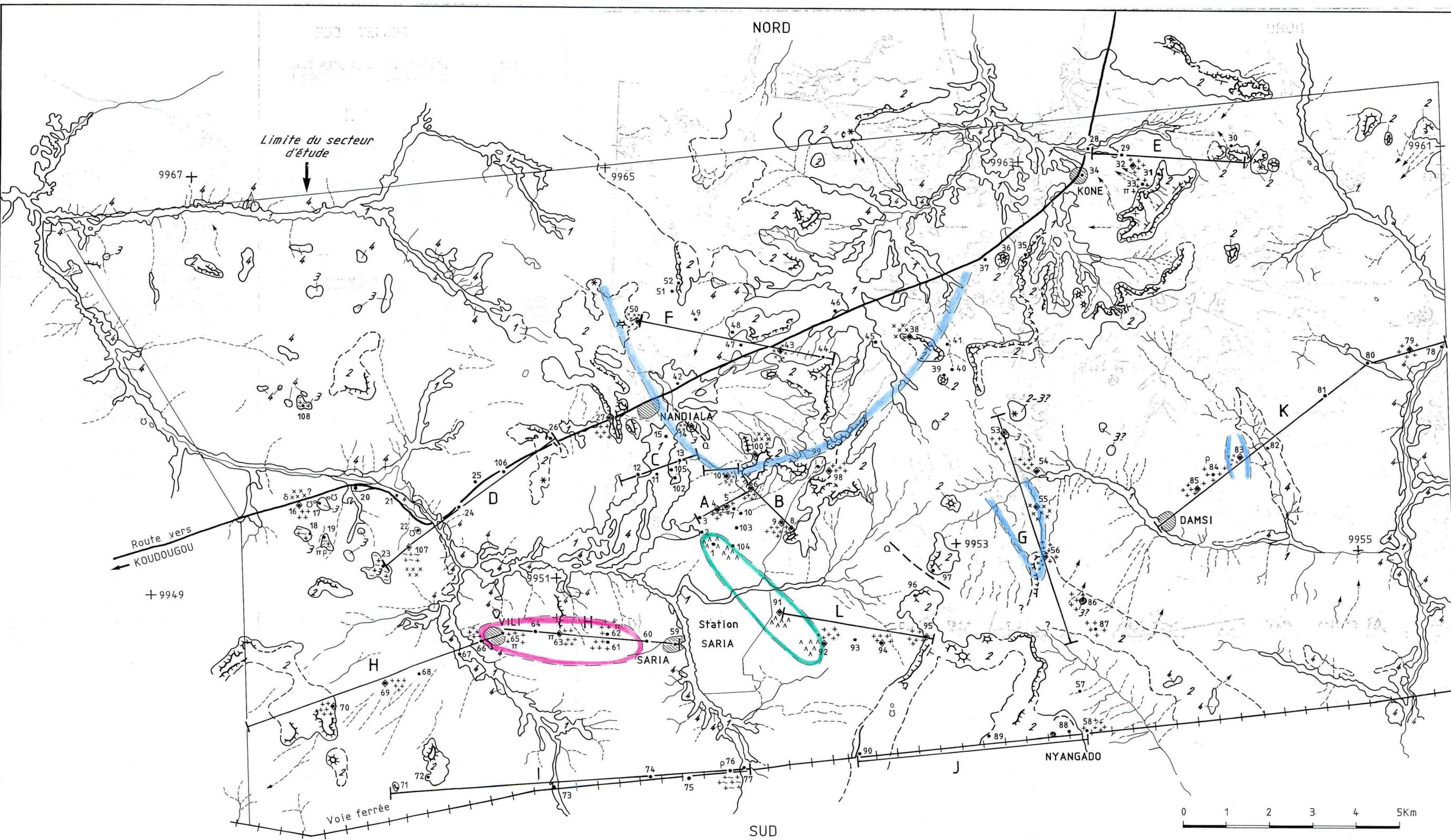
- | | |
|--------------------|-------------------------------------|
| 1 Vallée | 3 Affleurement en relief |
| 2 Plateau cuirassé | 4 Très forte reflectance (sols nus) |

GEOLOGIE

- | | |
|---|---|
| 60 • Numéro et point d'observation | P Faciès porphyroïde |
| ◆ Pierre volante | x x x Diorite, diorite Q |
| A Coupe morphotérotologique | x x x Faciès microgrenu |
| + + + Granite calco-alcalin grenu. Texture fine à grossière | ^ ^ ^ Roches vertes (S.L.) |
| ~ ~ ~ Granite calco-alcalin migmatitique | δ Dolérite (dykes ?) |
| π Faciès pegmatoïde | Q Quartz (en chaos ou volantes) sur structures failleées (Direction N310-320°) à pendage vertical |

Limites de faciès

- | | | | | | |
|--|-------------|--|---------------------|--|----------------------|
| | Roche verte | | Ensemble dioritique | | Granite pegmatitique |
|--|-------------|--|---------------------|--|----------------------|



LEGENDE

PHOTOINTERPRETATION

5856
+ Centre de la photoaérienne à 1/50 000

Réseau hydrographique

- Flats, vallées larges, alluvions
- Vallées étroites, lits bien marqués
- Thalwegs, lits peu marqués, réseau de ruissellement
- Dépressions subcirculaires, zones humides ponctuelles, mares

Morphologie

- Rebord de plateau, talus bien marqué
- Talus arasé, rupture de pente convexe
- Sommet de colline isolée
- Limite nette de morpho-faciès
- Limite de morpho-faciès supposée, interpolée
- Fracturation visible
- Fracturation possible
- Structures linéaires indéterminées (diaclasses, foliation etc.....)
- Carrière, excavation

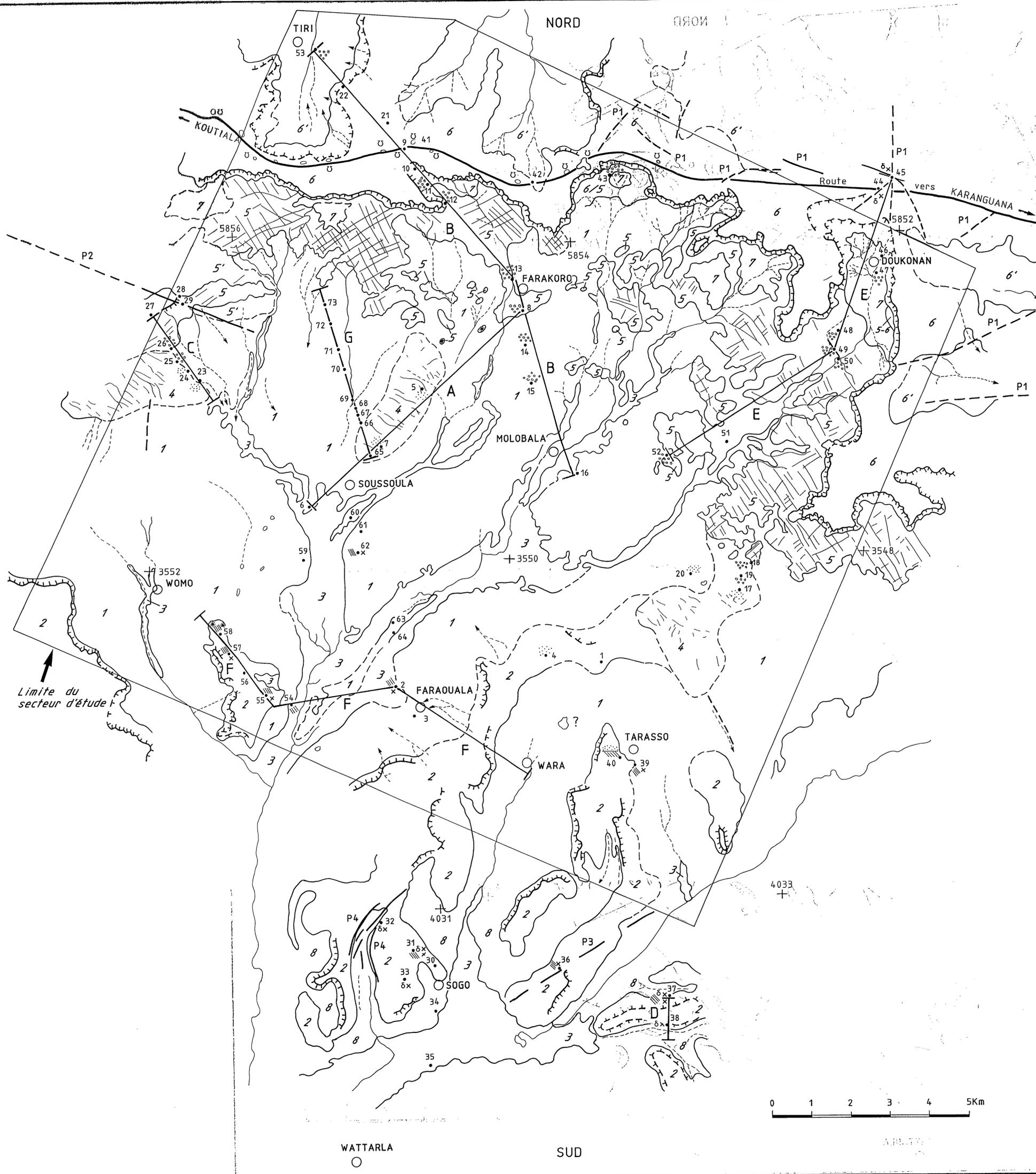
PHOTOINTERPRETATION (suite)

Photofaciès

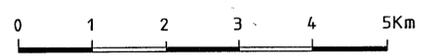
- 1 Fond morphologique uniforme, latéritique
- 2 Plateau cuirassé
- 3 Bas-fond - Vallée
- 4 Bombement ample à structure vermiculée
- 5 Grès de Bandiagara (affleurement)
- 5' Extension du faciès 5 sous recouvrement
- 6 Plateau cuirassé sur grès de Bandiagara
- 6' Dépression affectant le faciès 6
- 7 Glacis de démantèlement de la cuirasse 6
- 8 Versant et dépression du faciès 2. Incorporé au faciès 1 vers le Nord
- P1 à P4 Structures linéaires

GEOLOGIE

- 3 Numéro et point d'observation
- x Pierre volante
- Coupe morphoaltérologique
- Grès de Bandiagara
- Grès de Koufiala
- Schistes de Toun
- Dotérite
- Dotérite (dykes probables)
- Structure faillée rectiligne
- ?



Limite du secteur d'étude



WATTARLA

SUD

ABULI