

MINISTÈRE DES ENSEIGNEMENTS  
SECONDAIRE, SUPÉRIEUR ET DE  
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

BURKINA FASO  
LA PATRIE OU LA MORT, NOUS VAINCRONS !



---

## MEMOIRE DE MAITRISE EN GEOGRAPHIE PHYSIQUE

**ESQUISSE GEOMORPHOLOGIQUE DES ENVIRONS  
DE KAYA, PROVINCE DE SANMATENGA**

Présenté par : *Gabrielle BANDRE, née OUEDRAOGO*

Sous la direction de *J. C. CLANET*, Maître de Conférence  
et de *E. C. Dapola DA*, Maître Assistant

## S.O.M.M.A.I.R.E

RESUME -----	1
AVANT PROPOS -----	2
INTRODUCTION -----	4
CHAPITRE I : METHODOLOGIE -----	7
A - INTERPRETATION DES PVA -----	7
B - TRAVAUX DE TERRAIN -----	8
C - NOTICE EXPLICATIVE -----	10
CHAPITRE II : PRESENTATION DES UNITES GEOMORPHOLOGIQUES -----	11
A - LES RELIEFS RESIDUELS -----	12
1 - LES CHAINES DE COLLINES CONVEXES -----	12
2 - LES COLLINES A ARETES ROCHEUSES -----	12
3 - LES COLLINES DE ROCHES GRENUES -----	13
B - LES RELIEFS CUIRASSES -----	13
1 - LES HAUTS BOWE -----	15
2 - LES BUTTES A CUIRASSES FERRUGINEUSES -----	17
C - LES BASSES SURFACES -----	20
1 - LES GLACIS ACTUELS -----	20
2 - LA PLAINE -----	21
3 - LES DEPRESSIONS -----	21
CHAPITRE III : L'EVOLUTION GEOMORPHOLOGIQUE -----	24
A - GEOLOGIE -----	24
1 - LES FORMATIONS ANTEBIRRIENNES -----	24
2 - LES FORMATIONS BIRRIENNES -----	24
3 - LES FORMATIONS A ORIGINE INCERTAINE -----	26
B - LE PHENOMENE DE CUIRASSEMENT -----	27
1 - LE PROCESSUS D'ALTERATION DES ROCHES -----	27
2 - LES TYPES DE CUIRASSES -----	28
a - LES CUIRASSES BAUXITQUES -----	28
b - LES CUIRASSES FERRUGINEUSES -----	29
C - LES DIFFERENTES HYPOTHESES SUR L'ORIGINE DES CUIRASSES -----	33

CHAPITRE IV : LA DYNAMIQUE DE LA REGION SOUS LES CONDITIONS CLIMATIQUES ACTUELLES -----	38
A - LE CLIMAT ACTUEL ET LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE -----	38
1 - LES CONDITIONS CLIMATIQUES -----	38
2 - LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE -----	39
B - LA DYNAMIQUE EROSIVE -----	41
1 - L'EROSION HYDRIQUE -----	41
a - L'IMPORTANCE DU PHENOMENE -----	41
b - LES CAUSES DE L'EROSION HYDRIQUE -----	43
2 - L'EROSION EOLIENNE -----	46
CONCLUSION GENERALE -----	48
LISTE DES SIGLES - LISTE DES PLANCHES CARTOGRAPHIQUES - LISTE DES PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES -----	50
LISTE DES FIGURES -----	51
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES -----	52
ANNEXES -----	55

RESUME

Une relation évidente existe entre la structure géologique et le modelé des environs de Kaya. Les collines à arêtes vives s'observent sur les schistes, les collines à sommets arrondis se localisent sur les roches basaltiques, et les dos de baleine se rencontrent préférentiellement dans les roches granitiques.

Les modelés en place sont d'origine paléoclimatique, pour l'essentiel : les climats anciens ont été à l'origine du phénomène de cuirassement intense, dont les témoins jalonnent le paysage.

La zone d'étude est donc une surface d'aplanissement, et les problèmes géomorphologiques qui s'y posent sont les suivants :

- mode de mise en place des cuirasses, qui ont fossilisé la topographie ;

- destruction des formations en place (démantèlement des cuirasses anciennes, ravinement, développement des croûtes de battance, et même ensablement de certaines surfaces).

La dynamique d'ensemble, dans la région, est négative. Elle trouve son explication dans les conditions climatiques (passées et actuelles), et surtout dans l'action inconsidérée de l'homme sur le couvert végétal.

---

**MOTS - CLES**

Géomorphologie - Province de Sanmatenga - collines birrimiennes - cuirasses - géologie - ruissellement - ravinement - lacs - érosion - dégradation - sensibilisation.

## AVANT-PROPOS

" La géomorphologie est la science qui a pour objet la description et l'explication du relief continental et sous marin " (R. COQUE, 1977). Depuis, cette discipline a élargi son champ d'action à la cartographie, qu'elle utilise comme moyen d'expression. La carte géomorphologique fournit, ainsi, un inventaire complet des données d'observation de terrain, et permet d'expliquer l'agencement du relief dans une région donnée. Son élaboration s'appuie sur la photo-interprétation, cette nouvelle discipline, qui a pris de l'essor à partir de la deuxième guerre mondiale surtout. De nos jours, on ne peut concevoir une étude sérieuse du paysage sans une interprétation préalable de photographies aériennes, et bien sûr un complètement des informations recueillies sur le terrain.

Le thème de notre recherche s'intitule comme suit : "Esquisse géomorphologique des environs de Kaya". Le choix de ce sujet a surtout été motivé par notre passion pour la photo-interprétation et la cartographie. De plus, originaire de la région, c'était une occasion, pour nous, de mieux faire connaître cette partie du BURKINA FASO sur le plan physique.

Avant d'exposer les résultats de nos recherches, nous tenons à adresser nos sincères remerciements à tous ceux qui nous ont aidé et encouragé dans notre entreprise. Nos remerciements s'adressent particulièrement à monsieur J.C. CLANET, avec qui nous avons commencé ce travail. C'est sous sa direction clairvoyante que nous avons effectué l'interprétation des photographies aériennes de la zone d'étude. Nous regrettons sincèrement son absence à cette soutenance.

Notre reconnaissance va, également, au camarade D.E.C DA, notre maître de mémoire. Il a fait preuve de beaucoup de patience à notre égard, et nous a prodigué de très sages conseils pour l'aboutissement de ce travail de recherche.

Nous n'oublions pas notre cousin Jean OUEDRAOGO, qui, malgré ses occupations, a bien voulu nous accompagner sur le terrain.

Nous tenons à souligner, également, que nous avons bénéficié des structures des institutions telles que le Cadastre, le

B.R.G.M., l'I.G.B., le BU.MI.GE.B. Que leur personnel voit, dans ce modeste travail, le fruit de leur collaboration active.

Enfin, nous n'oublions pas nos parents et amis de Mané, Kaya et Ouagadougou pour leur soutien matériel et moral.



## INTRODUCTION

La zone d'étude est située dans la province de Sanmatenga, à près de 6 Km du côté Ouest de la ville de Kaya (chef lieu provincial). Comprise entre 13°06' et 13°15' de latitude Nord, et 1°08' et 1°17' de longitude Ouest, la zone d'investigation couvre une superficie d'environ 276 Km<sup>2</sup> (figure n°1).

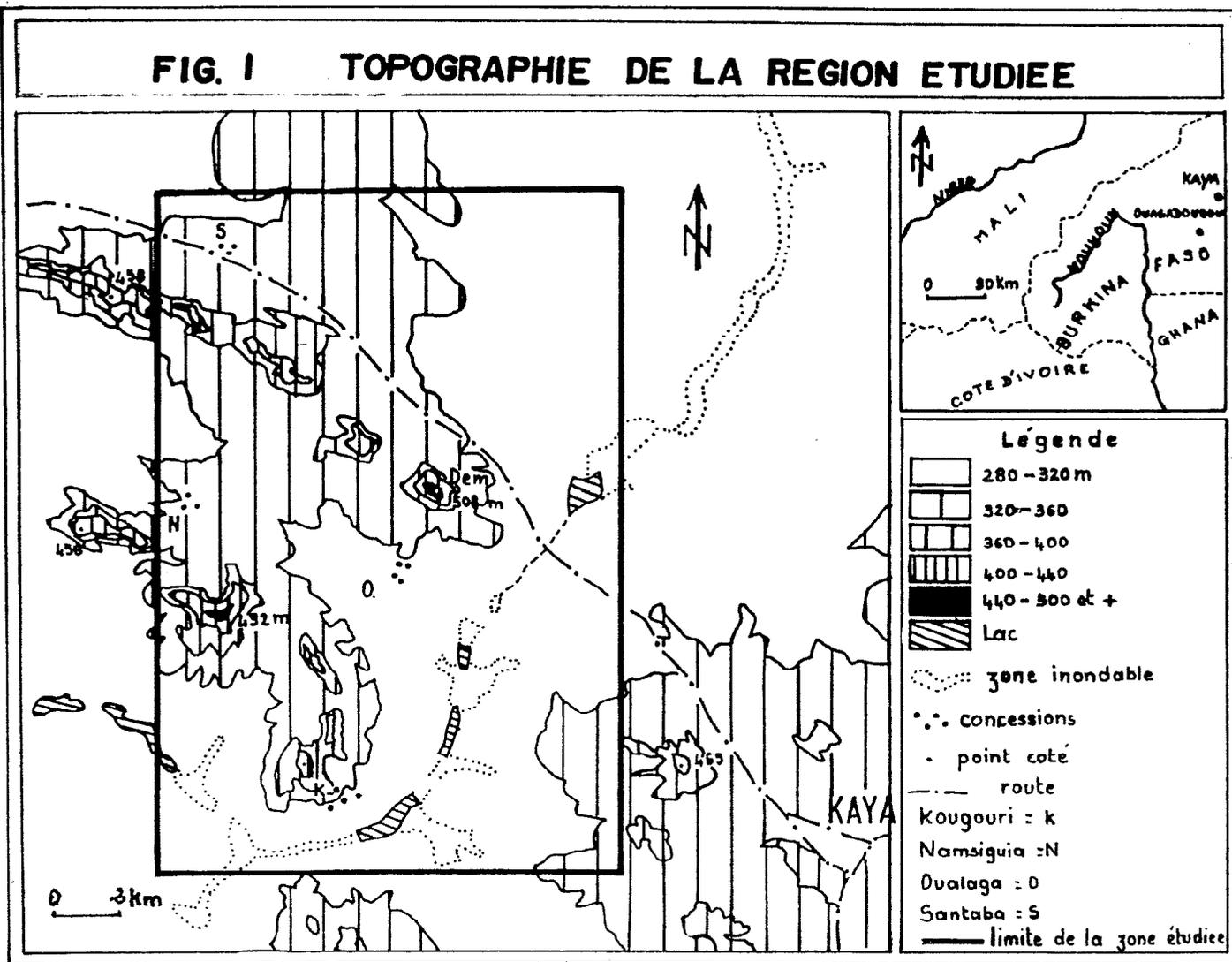
La zone d'investigation est traversée par l'arc birrimien, qui en fait une des zones les plus accidentées du plateau central. Cette particularité n'a pas manqué d'attirer l'attention de nombreux chercheurs : on peut citer, par exemple, les travaux de prospection minière du géologue L. BAUD (1941) ; les recherches du pédologue J.C PION (1979) sur des chaînes de sols caractéristiques à Dem ; l'étude paysagique de la région de Kaya par J. BOUGERE (1975) ; enfin, les travaux de G.RIOU (1985) et surtout de R. COQUE (1988) sur le phénomène de cuirassement dans la région Kaya - Kongoussi.

Les écrits des auteurs étrangers sont assez nombreux sur la région. Malheureusement, ce n'est pas le cas pour les chercheurs nationaux. Les rares documents, que nous avons pu consulter, concernent les travaux de K.F. KOALA (1987), de D.C SANOU (1981), et tout récemment de D.E.C. DA (1990). A la suite, donc, de ces pionniers nationaux, nous voulons apporter notre modeste contribution à la connaissance géomorphologique de cette partie du BURKINA FASO.

Notre travail a d'abord porté sur l'élaboration de trois esquisses cartographiques, à partir des photographies aériennes et des compléments effectués sur le terrain. Ainsi, la première carte montre l'impact de l'homme sur le milieu naturel (planche III) ; la seconde présente l'organisation des pentes dans la zone (planche II) ; enfin, la dernière carte et la plus importante, concerne la structure géomorphologique de la zone étudiée (planche I). Ces différentes esquisses cartographiques s'accompagnent d'un texte explicatif, qui se subdivise comme suit :

- 1°) La méthodologie utilisée
- 2°) Les unités géomorphologiques reconnues ;
- 3°) L'évolution géomorphologique ;
- 4°) La dynamique actuelle.





Source : D'après carte IBN 1956

## I - LA METHODOLOGIE

L'approche du thème d'étude ("esquisse géomorphologique des environs de Kaya") nécessite une certaine rigueur scientifique. Aussi, notre démarche s'articule autour des points suivants:

- travaux d'interprétation des prises de vue aériennes (P.V.A)
- investigations sur le terrain, en vue de compléter les calques d'interprétation, et de décrire les différents reliefs dans leur topographie de détail (ou modelé). Ces travaux de terrain nous ont permis d'effectuer quelques échantillonnages de roches, de sols et même d'espèces végétales pour une analyse éventuelle au laboratoire.

- enfin, le travail s'est achevé par l'élaboration de cartes définitives sur les différents thèmes abordés, et surtout par la rédaction du texte explicatif de ces représentations cartographiques.

### A - L'INTERPRETATION DES PRISES DE VUE AERIENNES

Les P.V.A. utilisées sont celles de la mission n°82001 HV, effectuée par l'I.G.B. Nous avons orienté notre interprétation vers la reconnaissance des formes géomorphologiques. Ensuite, nous avons cherché à comprendre l'agencement des pentes. Enfin, l'impact humain devrait nous permettre de voir les transformations qu'à subi le milieu naturel de la zone étudiée. Ce travail préliminaire, nous a donc permis de réaliser trois maquettes correspondant aux différents thèmes pré-cités.

Les différentes maquettes furent complétées sur le terrain ; et c'est ainsi que nous présentons dans ce travail de recherche les cartes définitives suivantes : une carte géomorphologique, qui constitue le thème central de l'étude ; une carte des pentes, qui permet de voir la variation de la topographie par une représentation en trames plus ou moins serrées ; enfin, la carte de l'impact humain fait ressortir les zones de culture, l'habitat, les pistes... L'ensemble de ces dernières données (pentes et action anthropique) influe directement sur la dynamique du milieu étudié.

Parallèlement à ce travail de photo-interprétation, il nous a fallu confectionner une mosaïque semi-contrôlée et une

triangulation par fente radiale. La confection de ces deux documents était, absolument, indispensable à la réalisation des travaux de terrain et à la finalisation des cartes.

- la mosaïque semi-contrôlée est un document destiné effectivement aux travaux de terrain. A l'aide des P.V.A., on reconstitue la zone d'étude sur un support plan assez rigide (carton, par exemple). Chaque P.V.A. a un recouvrement longitudinal de 60%, et latéral d'environ 20%. Dans chaque bande, les photos sont minutieusement coupées de moitié et accolées suivant la succession des phénomènes observés. Comme indiqué, les photos sont ensuite fixées sur un support rigide pour faciliter son transport et sa manipulation commode sur le terrain (figure n°2a). Les autres moitiés de photos sont également conservées pour permettre la vision stéréoscopique, à tout moment sur le terrain.

- la triangulation par fente radiale (T.P.F.R.) est un procédé d'assemblage rationnel des P.V.A. Sa mise en oeuvre est aussi laborieuse et s'opère bande par bande. Sur chaque moitié de photo, trois points régulièrement disposés autour du nadir, sont choisis et piqués avec une aiguille très fine (le piquoir). D'autres points homologues sont recherchés sur les photos suivantes, et piqués sous stéréoscopie. Les fentes laissées par la pointe du piquoir, filtrent la lumière et permettent l'assemblage facile des photographies aériennes. Par ce procédé, on obtient un canevas planimétrique de la mosaïque. Il a pour avantage de réduire au maximum les erreurs lors de la superposition des phénomènes représentés. Il faut souligner que ces types de décalage sont inévitables lorsqu'on opère par simple tâtonnement (figure n°2b)

## **B - LES TRAVAUX DE TERRAIN**

Au cours de la photo-interprétation, un certain nombre de points d'ombre sont notés. Ces incertitudes sont levées lors des investigations sur le terrain. Pour faciliter l'opération, un itinéraire est soigneusement choisi, et passe par les différents points à vérifier. C'est ainsi que du 10 au 20 Septembre 1986, nous avons effectué une première sortie sur le terrain, et procéder au "complètement" de nos calques d'interprétations. C'est à l'issue de cette sortie que furent élaborées les cartes définitives.

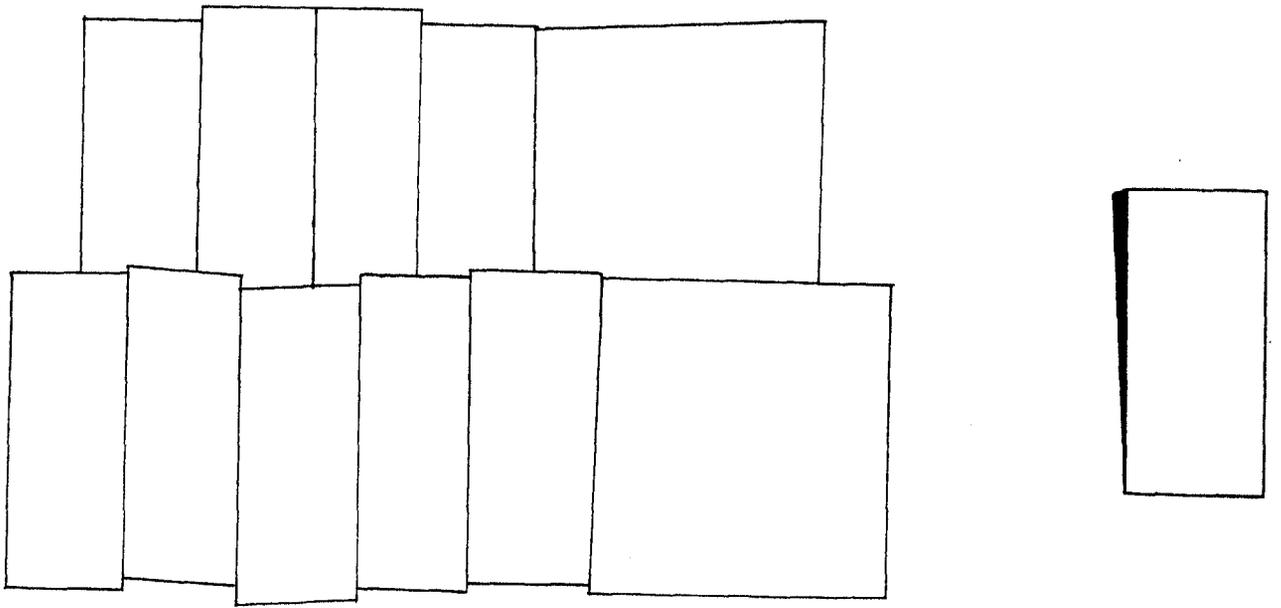


Figure 2a : Mosaïque semi - contrôlée

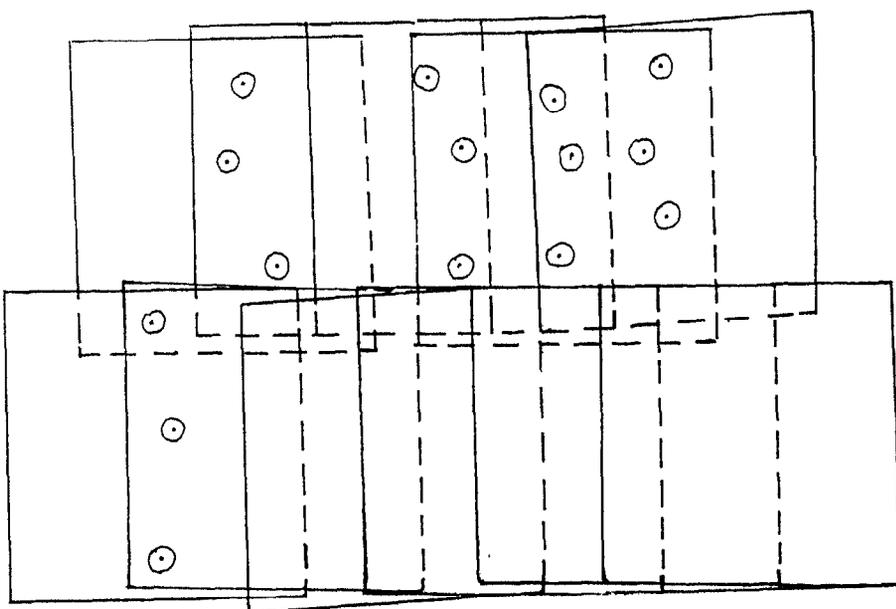


Figure 2b : Triangulation Par Fente Radiale ( T P F R )

Du 23 Décembre 1986 au 2 janvier 1987, une deuxième sortie nous a permis d'observer les formes de détail des formations existantes dans notre zone d'étude. Au cours de cette deuxième sortie, nous avons tenté de décrire, et surtout de prendre des photographies des phénomènes géomorphologiques et humains remarquables dans les environs de Kaya. Nous avons, également, rapporté des échantillons de roches surtout. Leur détermination a été faite par les géologues du BU.MI.GE.B.

Nous avons mis à profit nos différents séjours sur le terrain pour mieux connaître notre zone d'étude et surtout avoir des entretiens avec les populations des différents villages. De ces enquêtes humaines, il ressort que depuis quelques décennies, de profonds bouleversements sont survenus dans la région sur le plan climatique, du couvert végétal, et même de l'occupation des sols. Quant à la dynamique passée et actuelle de la région, les réponses que nous tentons d'apporter sont, pour l'essentiel, empruntées à la documentation : l'armature du relief, dans la zone d'étude, étant constituée par des cuirasses découvertes ou voilées par une couche argilo-sableuse, plus ou moins épaisse, nous n'avons pas les moyens nécessaires pour approfondir ces questions. Néanmoins, nous n'avons pas manqué de faire des réflexions personnelles sur ces modèles complexes. Enfin, du 9 au 12 mars 1990, une dernière sortie nous a permis de renouer avec notre terrain d'étude, de préciser certaines informations, et également de prendre d'autres photos pour l'illustration de notre texte.

#### C - LA NOTICE EXPLICATIVE

Le texte, qui accompagne les différentes cartes, est une sorte de notice explicative. Sa rédaction s'appuie sur les données figurant sur la carte géomorphologique, principalement. Les deux autres cartes viennent en renfort, pour mieux faire comprendre la dynamique érosive de la région. Enfin, les phénomènes de cuirassement ont fait l'objet d'hypothèses, qui s'appuient sur la documentation existante et également sur nos propres observations de terrain.

## II - LA PRESENTATION DES UNITES GEOMORPHOLOGIQUES

La zone d'étude est topographiquement très accidentée. Elle se caractérise par des reliefs aux formes variées, dont l'organisation générale se fait dans une direction préférentielle Nord Ouest - Sud Est. L'observation de la carte de situation (figure n°1) permet de diviser le secteur en trois parties. Ces parties, très semblables dans l'organisation de leurs éléments, présentent les reliefs suivants : une chaîne de collines birrimiennes au centre, une dépression périphérique, et des buttes cuirassées de part et d'autre de la chaîne (figure n°3).

- La première partie, située au Nord, correspond à un ensemble de reliefs en forme d'arc, et orienté Nord Ouest - Sud Est. Cette zone présente un alignement collinaire, de forme convexe. Les altitudes tournent autour de 400 m, et les collines sont séparées les unes des autres par de petites dépressions. Le paysage d'ensemble est si impressionnant, que beaucoup d'auteurs n'ont pas hésité à l'assimiler à des "montagnes". Il faut également noter que des reliefs cuirassés (buttes souvent tabulaires) longent cette formation birrimienne dans sa partie la plus septentrionale. Par contre, dans la partie plus méridionale, les surfaces cuirassées ne subsistent plus que sous forme de lambeaux (cas de Légouré et de Namsiguia, par exemple). Les dépressions périphériques, qui séparent les chaînes de collines et les reliefs cuirassés, épousent la forme allongée et arquée de l'ensemble du relief.

- la deuxième partie occupe la moitié Sud-Ouest de la zone d'étude. Comparable, en tout points de vu, à la précédente, elle lui est parallèle, mais sa courbure est beaucoup plus accentuée (forme en demi-cercle).

- Enfin, la troisième partie est localisée au Sud-Est. Elle est séparée des deux parties par la ceinture que forme les différents lacs. Cette zone est nettement plus basse (altitude moyenne de 300 m), mais s'élève quelque peu vers l'extrême Est (altitude d'environ 340m)

L'organisation d'ensemble du paysage des environs de Kaya est très remarquable. Et sur l'esquisse géomorphologique (planche n°I) se dégagent les unités suivantes : les collines convexes, que nous regroupons sous le nom de reliefs résiduels ; les buttes cuirassées; les glacis actuels ; les plaines et les dépressions.

Il faut, toutefois, préciser que tous ces modèles ne sont pas souvent perceptibles sur l'esquisse géomorphologique, en raison même de la faiblesse de l'échelle (1/50 000).

#### A - LES RELIEFS RESIDUELS

Ils sont constitués par les hautes collines convexes, les collines à arêtes rocheuses, et les reliefs dégagés dans les différentes roches grenues (granite, dolérite...)

##### 1 - LES CHAÎNES DE COLLINES CONVEXES (OU CHAÎNE BIRRI MIENNES).

Elles existent un peu partout dans la zone d'étude, mais se concentrent essentiellement dans la partie centrale des deux arcs birrimiens. Ce sont des reliefs impressionnant par leur étirement (12 Km, environ), et leur altitude de 450 - 460 m les détachent très nettement du paysage environnant. Les sommets arrondis de ces collines sont jonchés de débris de metabasalte de dimension centimétrique (5 à 7 cm de long, sur 5 cm de large). Certains de ces débris présentent de micro-plis, preuve qu'ils ont certainement subi des phénomènes de plissement. Les versants, en pente forte (inférieure ou égale à 40°), sont également recouverts de débris rocheux anguleux, de dimensions moins importantes (3 à 5 cm, sur 2cm). Un tapis herbacé, complètement desséché et de couleur jaunâtre recouvre l'ensemble de la surface topographique. Ce paysage "moutonné" et jaunâtre en saison sèche, a été qualifié de "Tan-pelsé"(') par les villageois.

##### 2 - LES COLLINES A ARETES ROCHEUSES

Ce sont des roches schisteuses présentant, généralement des sommets pointus ou en dents de scie (photo n°1, annexe). Leur altitude moyenne est d'environ 400m, et on les rencontre dans toute la zone d'étude, mais plus particulièrement dans le Centre - Nord (Remtanga, par exemple).

Les versants, en pente très forte (supérieure à 40°), sont entièrement recouverts de plaquettes de roches schisteuses. Les dalles, épaisses de 15 à 20cm, sont subverticales ; ce qui leur donne souvent un aspect très accidenté .

---

'Tan-pelsé (singulier tan-pélga) signifie en more montagne blanche, à cause du tapis herbacé, plus ou moins continu et desséché, en saison sèche, qui recouvre ces reliefs.

Les collines, à arêtes rocheuses, sont quasi nues ; et c'est seulement par endroits (entre les interstices rocheux), qu'on observe quelques touffes d'herbes desséchées. La détermination de la strate herbacée est difficile à faire en cette période sèche de l'année, mais selon nos observations et les dires des paysans, la graminée dominante est Schoenfeldia gracilis.

### 3 - LES COLLINES DE ROCHES GRENUES

Leur physionomie est différente des collines précédemment décrites. De forme généralement convexe et basse (altitude moyenne de 300 à 310m), elles sont jonchées quelques fois de chaos de la roche en place. Dans la zone d'étude, les affleurements rocheux sont de types gabbroïque, doléritique et granitique. Ces formations se présentent sous forme de dos de baleine, ou de dômes, parcourus par de nombreuses diaclases (figure n°4)

Ces modèles s'expliquent, essentiellement, par le phénomène de la tectonique cassante. L'eau de pluie percole donc à travers les nombreuses fissures et diaclases, et provoque l'altération chimique des roches (hydrolyse). Ainsi, les substances les plus solubles sont évacuées et il ne reste autour des masses rocheuses qu'une arène résiduelle. Ces résidus de dissolution constituent des particules fines à grossières, selon la texture de la roche en place. Entre Tamniga et Tougouri, le petit relief dioritique présente des boules rocheuses, avec de fines arènes tout autour (diamètre moyen des grains est de 1mm). Par contre, en contrebas du dos de baleine granitique de Pisen, les arènes sont nettement plus grossières (diamètre des grains de 3mm, en moyenne). De plus, la surface de ce relief granitique présente des vasques de dissolution, et surtout de nombreuses fissures, colonisées par des arbres et arbustes très épars. Un dernier phénomène à noter sur ce dos de baleine, est la desquamation : l'eau s'insinue dans certaines diaclases courbes, et la partie ainsi fragilisée se débite superficiellement en de minces pellicules.

### B - LES RELIEFS CUIRASSES

Le paysage de la zone d'étude est surtout dominé par les reliefs cuirassés. D'une altitude différente, ces reliefs s'organisent autour des chaînes de collines birrimiennes. En

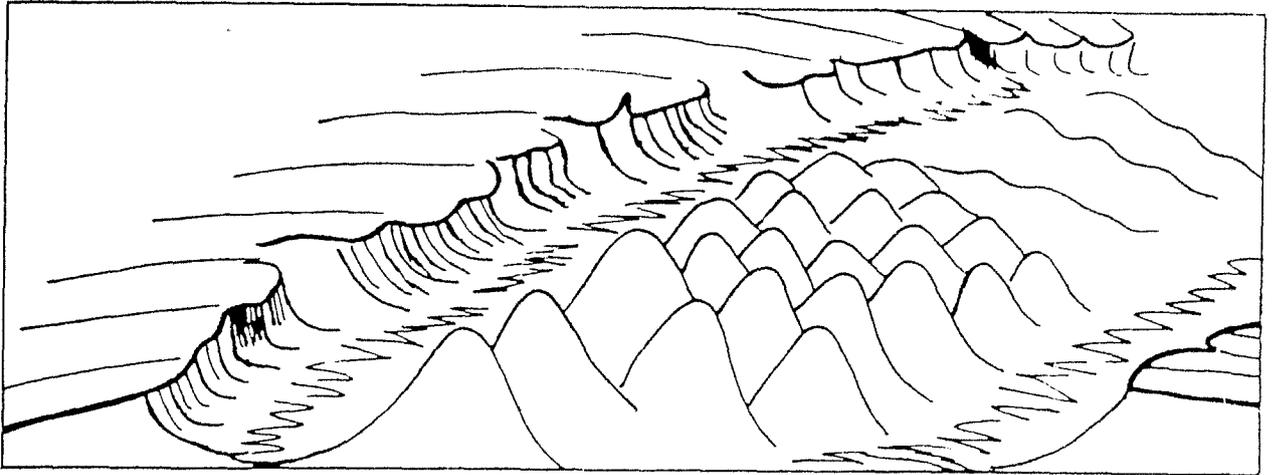


Figure n°3: Vue d'une portion de l'arc Nord

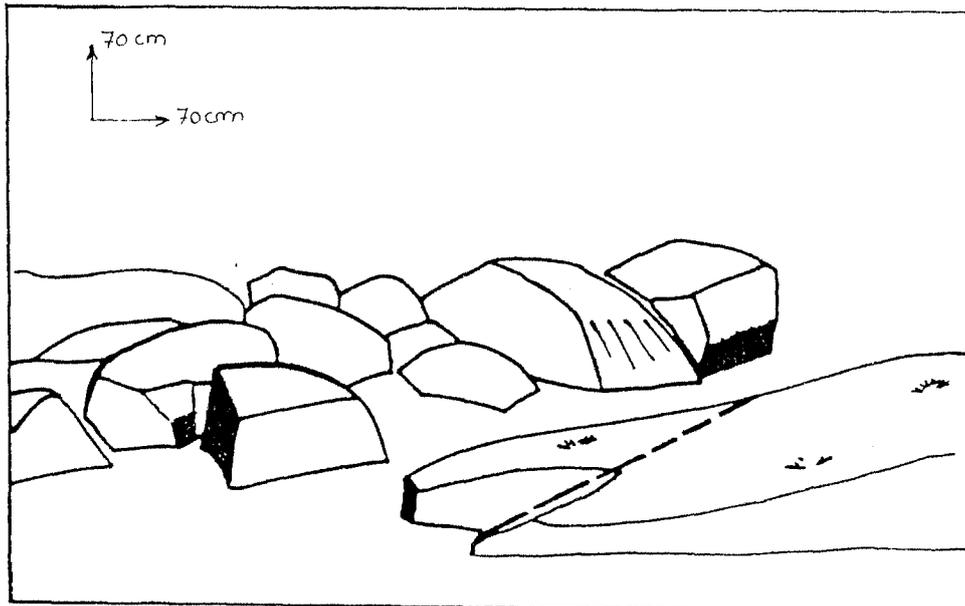
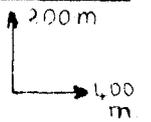


Fig.n°:4 - Dos de baleine et chaos granitiques (d'après photo)

hautes tables à cuirasses anciennes (ou bowé), les buttes à cuirasses ferrugineuses, les glacis et basses surfaces parfois cuirassés.

#### 1 - LES HAUTS BOWE

Ils constituent les niveaux les plus élevés de la zone d'étude (altitude moyenne de 500m). Sur l'esquisse géomorphologique, ils s'observent dans la partie Centre-Nord du premier arc birrimien ; et au Sud de Namsiguia, dans le second arc. Leur aspect est tabulaire, et légèrement incliné, avec des restes de cuirasses bauxitiques.

L'étude détaillée du lambeau de plateau de Remtanga montre une altitude moyenne de 506m. Sa surface est inclinée vers l'Ouest ; mais la partie Est est plus élevée (508m) et se trouve limitée par une épaisse corniche de près de 3m de commandement. C'est sur le sommet de cette corniche que nous avons trouvé de gros blocs de cuirasses bauxitiques (dimension métrique de 2m sur 1,5m environ). La surface de ces blocs bauxitiques est souvent recouverte d'une mince couche d'algues desséchées, d'où leur aspect superficiel noirâtre. Mais lorsqu'on les casse au marteau, la partie saine présente une teinte rosâtre, avec des plages blanches (figure n°5). Il est très curieux que ces formations bauxitiques ne subsistent qu'au niveau de la corniche. Elles constituent probablement, des témoins d'un haut niveau d'aplanissement ayant subi une accumulation relative de l'aluminium. La cuirasse bauxitique a donc, été presque totalement déblayée, et sur le restant du sommet, la cuirasse est plutôt du type ferrugineux. Ces formations sont souvent, masquées par un épandage gravillonnaire peu épais, et supportant quelques arbustes très épars. Le rebord Ouest, par contre, est marqué par une autre corniche de faible épaisseur (0,5m environ), et constituée par une cuirasse ferrugineuse.

Les versants de ce haut bowal ont des pentes raides (supérieures à 40°), mais les matériaux qui les recouvrent varient du haut vers le bas, en fonction de la nature des affleurements rocheux (schistes et metabasaltes), et également du type de cuirasse. Le versant Est par exemple, est recouvert vers le haut de pente par des blocs de cuirasse bauxitique, masquant souvent les altérites sous-jacentes. De la mi-pente à la base du versant, les blocs de metabasalte deviennent nombreux (sol pierreux, de dimension métrique et de couleur vert-bleuté). Par contre, le haut

versant Ouest porte quelques blocs de cuirasses ferrugineuses, à moitié enfouis dans le manteau d'altérite. La mi-pente laisse apparaître des schistes de couleur variée : rose, violette, orange, et même ocre lorsque imprégnés par des oxydes de fer. On trouve même des chlorito-schistes de couleur verdâtre. Ce versant Ouest est profondément raviné par les eaux de ruissellement (photo n°2, annexe)

Enfin, Maazan, la plus haute table cuirassée du Sud-Ouest de la zone (altitude moyenne de 492 m) a les mêmes caractéristiques que Remtanga. C'est également un lambeau de plateau, fortement entamé par l'érosion (planche n°1). Le plateau est incliné du côté Nord, et la corniche qui la limite a une épaisseur d'environ 3 m. Cette corniche est essentiellement ferrugineuse ; mais on y trouve de façon éparse quelques blocs de cuirasses bauxitiques (dimensions inférieure à 0,5 m). Sur ce second bowal, la bauxite a presque totalement disparu, et la cuirasse ferrugineuse sommitale se trouve également masquée par un sol squelettique, supportant des arbustes, dont la plupart est desséchée. Les versants de Maazan sont également, en pente forte (supérieure à 30°) et sont parsemés de quelques éboulis de cuirasses, mais surtout de plaquettes de schiste très altéré.

Au niveau de ces différents reliefs, il faut noter l'importance des filons de quartz. A Remtanga, par exemple, sur le versant Est apparaît un énorme filon de quartz au sein des altérites. Sa blancheur est telle qu'on l'aperçoit de très loin. La population des environs l'appelle "la dent de Dem". Sur les glacis, et dans de nombreuses dépressions, on remarque aussi de vaste épandages de pierrailles blanchâtres. Elles proviennent du démantèlement des filons de quartz lors des phases érosives, et leur dépôt a été effectué par les eaux de ruissellement.

L'importance des filons de quartz dans la masse des altérites provenant de la décomposition des roches birrimiennes, est à l'origine d'un phénomène nouveau dans la région. En effet, ces filons renferment souvent de l'or, d'où une ruée des populations villageoises vers ces sites. Cette recherche frénétique du métal précieux se trouve à l'origine d'innombrables trous d'où une dégradation plus accentuée du milieu naturel.

## 2 - LES BUTTES A CUIRASSES FERRUGINEUSES

Les cuirasses ferrugineuses sont de loin les plus répandues

dans la zone. Elles se disposent en général, de part et d'autre de la chaîne birrimienne (planche n°I). Par rapport aux formations bauxitiques, les cuirasses ferrugineuses ont une origine plus récente, car datant du Néogène (Pliocène et Miocène). Des phases de démantèlement auraient déblayé de vastes zones de ces anciennes surfaces d'aplanissement. Les parties, qui ont été épargnées, constituent donc des buttes témoins. Ces formations résiduelles supportent des restes de cuirasse plus ou moins massives ; et selon leur aspect, on distingue les formes suivantes :

- Dans l'arc birrimien Sud, un relief supportant une cuirasse ferrugineuse est encore rattaché à la chaîne du côté de l'Ouest de Kougouri. Son altitude moyenne est de 350 m, et il est légèrement incliné vers l'Ouest. Cette limite occidentale est marquée par un escarpement de 30 - 40 m environ de dénivelé. Le sommet de l'escarpement est caractérisé par une corniche de plus de 2 m de commandement. Cette corniche, caractérisée par des blocs de cuirasses ferrugineuses, se prolonge par un versant plus ou moins rectiligne et parsemé de blocs de cuirasse de toutes dimensions (0,5 m à 1 m), et également de gravillons s'étalant sur une bonne partie des glacis.

- Par contre, à Légoure on observe une butte cuirassée, (altitude moyenne de 340 m), avec un sommet assez plat et également incliné du côté Sud. Le côté Nord, plus élevé (altitude de 342 m), présente une cuirasse - carapace épaisse de 5 m environ. Lorsqu'on parcourt ce sommet, du Nord au Sud, on constate que les rebords sont totalement dénudés à cause de l'affleurement de la cuirasse. Par contre, vers le Centre la cuirasse, de type nodulaire, disparaît sous une mince couverture sablo-argileuse et parfois fortement gravillonnaire (déchaussement des nodules par les eaux de ruissellement, avec dépôt sélectif des éléments plus ou moins fins, dans les micro-dépressions et les fissures). C'est à la faveur de ces micro-sols squelettiques que s'implante un maigre tapis herbacé et des arbustes en très mauvais état. Les versants de la butte de Légouré sont assez raides (pente de 30 à 35°), et également recouverts de gravillons et de blocs de cuirasses. Ces éléments grossiers masquent presque complètement les altérites sous-jacentes. Le sol, très gravillonnaire, n'est favorable qu'au développement d'un maigre tapis herbacé, très discontinu.

- Dans la zone d'étude, on trouve d'autres types de buttes cuirassées à profil assez curieux : à Tougouri et à Dem (fig.n°6).

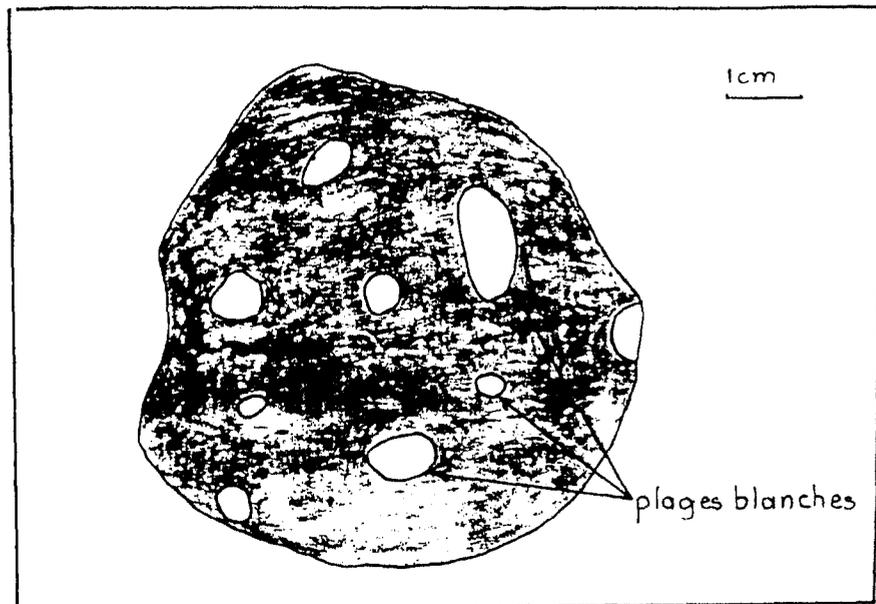


Figure n°5 : Coupe d'une cuirasse bauxitique.

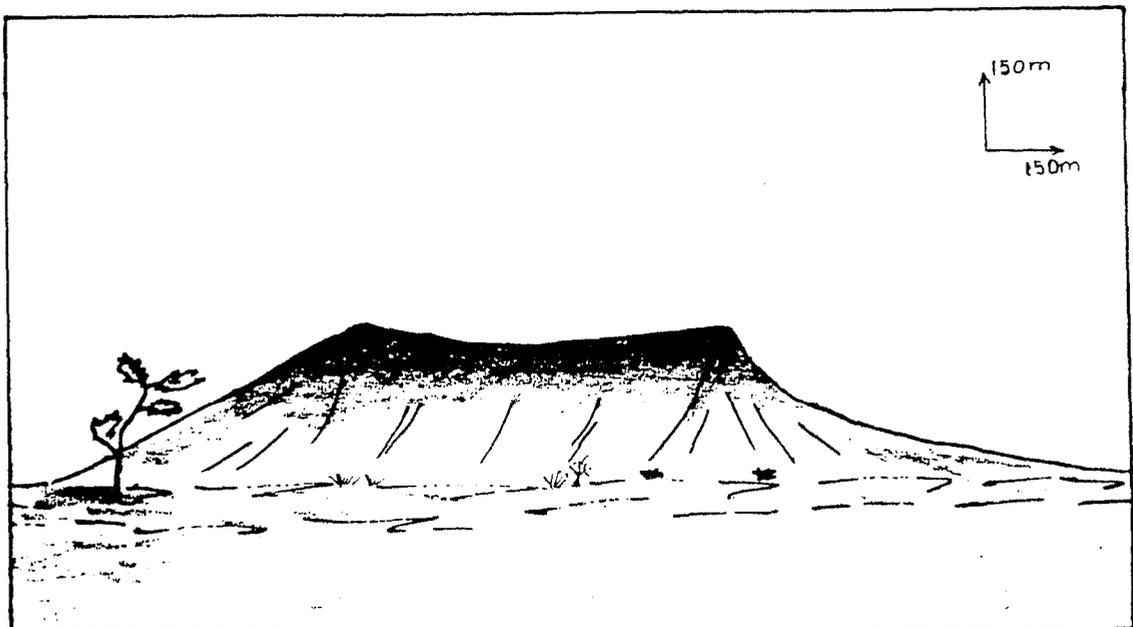


Figure N°6 : Butte cuirassée à sommet incurvé d'après photo aux environs de Tougouri.

les sommets d'une altitude moyenne de 320 m, sont incurvés. On peut donc supposer que ces reliefs constituaient les parties basses de la topographie originelle, et ce sont les agents d'érosion qui auraient permis une telle inversion de relief.

- Aux environs de Kirigtenga (partie Centre Nord de l'arc birrimien Nord), le relief présente une forme étagée. On y observe donc deux niveaux cuirasses : le premier, d'une altitude moyenne de 335 m, est encore du type nodulaire et sa surface est très fissurée. Son versant Est est limité par une corniche de 2 m environ et une concavité basale, peu marquée par les amas de blocs de cuirasses et de gravillons. Une rupture de pente, dégagée dans les altérites, conduit au second niveau. L'escarpement a un dénivelé de 7 à 10 m, et la seconde table cuirassée est plus basse (325 m d'altitude). Elle supporte une cuirasse ferrugineuse beaucoup plus homogène : les éléments constitutifs y sont moins grossiers ; mais vers la bordure Ouest, la cuirasse devient vacuolaire. Dans cette bordure occidentale, la cuirasse est fragmentée en gros blocs, (dimensions d'au moins 0,7 m). Cette situation donne un aspect très chaotique à la corniche, qui se prolonge par une pente assez douce (20 à 25°). Le versant est fortement gravillonnaire et parsemé de blocs de cuirasse épars, issus du démantèlement des cuirasses sommitales (figure n°7).

- Après Santaba (Nord-Ouest de la zone d'étude, on monte insensiblement sur une surface cuirassée en pente très faible (10° environ). C'est un ancien glacis cuirassé, qui s'interrompt brusquement, du côté Ouest par un abrupt de plus de 20 m de dénivellation. La partie sommitale de cet escarpement est constituée de gros blocs de cuirasses fissurés verticalement et en équilibre instable. C'est la corniche (commandement de plus de 2 m), dont fait suite une dépression dégagée dans les altérites fortement gravillonnaires en surface. La surface de ce glacis des environs de Santaba est caractérisée par une cuirasse de type ferrugineux à faciès pseudo-bréchrhique, et qui affleure sur une bonne distance en direction de Santaba (100 m, environ). L'observation de ce relief donne l'impression d'une "pseudo-cuesta" dont le sommet qui est le glacis constitue le revers, et la dépression périphérique le front (figure n°8).

- Enfin, les reliefs qui ont totalement perdu leur dalle de cuirasse ferrugineuse sommitale, peuvent être qualifiés d'avant-buttes. Ils se présentent généralement sous forme de "lanière" avec

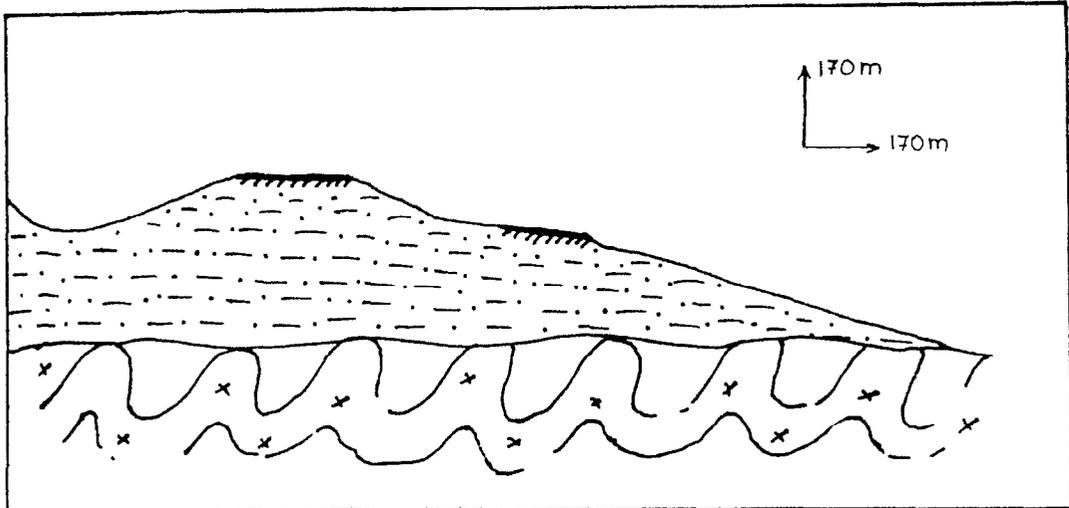


Figure N° 7 : Relief à deux niveaux cuirassés

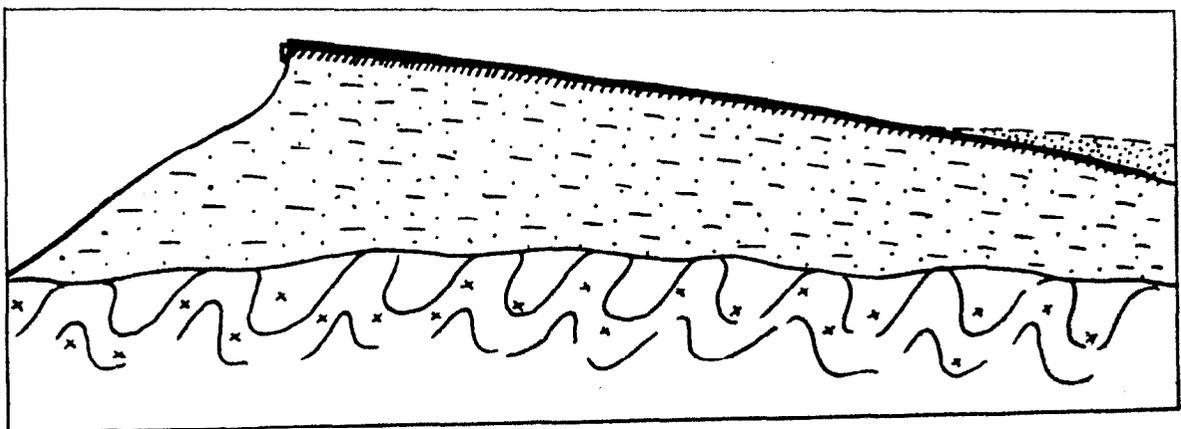


Figure N° 8 : Coupe du pseudo - cuesta de Santaba

110 m  
13 m

des sommets arrondis (planche n°1). Leur altitude ne dépasse guère 320 m, et les versants en pente très adoucie (15 à 20°) sont entièrement gravillonnaires. C'est le cas, par exemple, des environs de Dem (photo n°3 , annexe), où on trouve quelques blocs de cuirasse épars sur le sommet arrondi du relief (altitude moyenne de 310 m). Par contre, dans les environs de Damesma (figure n°9), la cuirasse sommitale a totalement disparu, et le modelé, plus souple est fortement gravillonnaire en surface (altitude moyenne de 350 m). Il faut noter que la base de ces avant-buttes est jonchée de blocs de cuirasse ayant dévalé les pentes par gravité. Dans ces bas de versants, les dimensions des blocs de cuirasse sont très variables (de moins de 0,2 m à plus de 0,5 m de diamètre).

### C - LES BASSES SURFACES

#### 1 - LES GLACIS ACTUELS.

Ils se développent en contrebas des reliefs décrits plus haut. Leur pente est faible (moins de 10°), et entrent insensiblement en contact avec les plaines environnantes (planche n°1).

La dynamique sur ces glacis actuels, non cuirassés, est une érosion régressive. En effet, la zone de contact entre la plaine et la base du glacis est souvent marquée par un "ressaut" (ou front) de quelques cm d'épaisseur. Ce front, constitué par un sol argilo-sableux, présente un profil longitudinal festonné (figure n°10). BOUGERE J. (1975), dans une étude sur la région de Damesma, a démontré que ce front reculait, chaque année, par sapement de la base et affaissement de la partie sommitale. D'après l'auteur, le recul s'était fait sur une distance de 55 cm .

La surface des glacis actuels est souvent encroûtée. A Pisen, par exemple, on observe de vastes zones dénudées à cause de la présence des termitières épigées. Le ruissellement détruit ces termitières mortes et répand les fines particules argileuses, qui colmatent les pores du sol. C'est le phénomène du " glaçage " qui rend les sols totalement inculte, faute d'infiltration de l'eau.

Par contre, d'autre glacis sont de véritables champs de pierrailles de toutes dimensions (photo n°4, annexe). Un tel épandage pierreux et gravillonnaire est surtout fréquent au pied des buttes cuirassées de la partie Sud de la zone d'étude.

#### 2 - LA PLAINE

Elle constitue une étroite bande de terre, généralement

drainée par les cours d'eau de la région (altitude moyenne de 287 m). C'est dans cette zone qu'on observe la succession des lacs (planche n°I). Enfin, c'est généralement une plaine d'accumulation sablo-argileuse à sableuse (exemple des environs du lac Dem).

### 3 - LES DEPRESSIONS

Ce sont des zones basses, qui se situent entre les élévations. Elles sont nombreuses et les plus importantes sont de forme allongée ou circulaire. Les autres ne sont que de petites excavations dégagées entre deux élévations de terre, ou la roche sous-jacente peut même affleurer.

- les dépressions allongées ont une largeur très variable, mais les plus importantes peuvent atteindre 400 à 1 500 m. Elles constituent généralement, des dépressions périphériques localisées entre les collines birrimiennes et l'alignement des reliefs cuirassés (figure n°3 et 11).

- par contre, les dépressions circulaires constituent des zones cernées par des élévations. Elles sont comparables à des "amphithéâtres". S.DAVEAU, M.LAMOTTE ET G. ROUGERIE (1962) en ont décrit de nombreux exemples dans la région de Koudougou (à Boure). Il faut souligner que quelques rares reliefs résiduels (croupes) se dressent, souvent, au milieu de ces dépression circulaires.

D'une manière générale, les dépressions sont des lieux de collecte des eaux, qui dévalent les versants des hauts reliefs. Ce ruissellement diffus et souvent organisé (ravineaux) transportent les particules fines (sables, limons et argiles surtout) et même grossières (gravillons et fragments de cuirasse) vers le fond de ces dépressions. Ce recouvrement assez meuble, et plus ou moins épais, favorise dans ces zones basses l'implantation d'une végétation beaucoup plus abondante que sur les versants.

Au total, dans la zone d'étude, la topographie est très accidentée. Et, les différentes unités géomorphologiques sont constituées par des collines convexes ou non. Enfin, les plaines et les dépressions constituent les zones basses. Cette topographie, assez mouvementée, est due à des forces excavatrices dont les agents principaux demeurent les climats anciens et même actuels. Ainsi, selon la nature du substratum géologique, les modèles ont été différenciés.

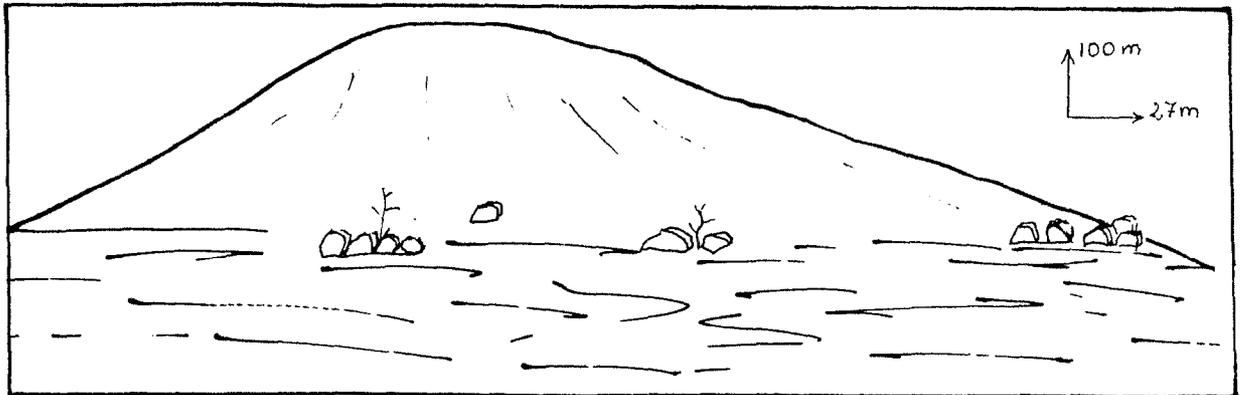


Figure n°9 : Avant butte (d'après photo pris à Damesma)

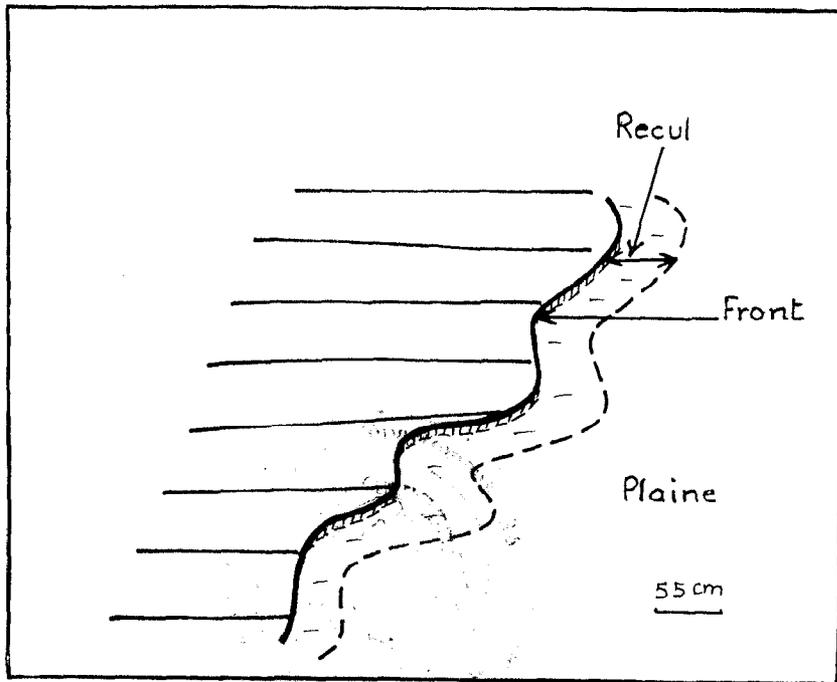
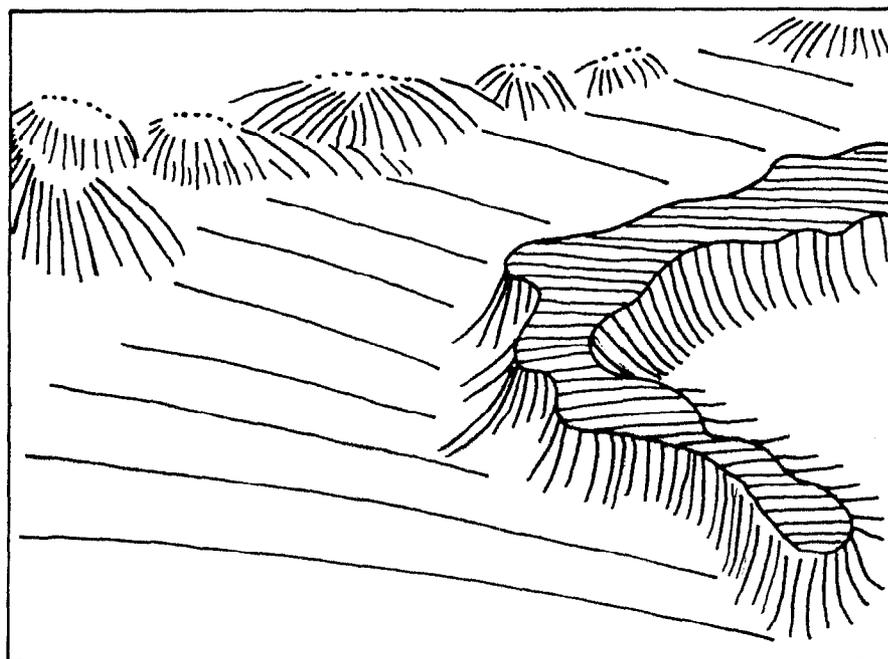


Figure n°10 : Recul d'un front à Damesma



-  Colline
-  relief cuirassé
-  Dépression

Figure n°11 : Exemple d'une dépression à Bissiqui (portion d'une dépression allongée dans l'arc sud). Bougere I. 1975

### III - L'EVOLUTION GEOMORPHOLOGIQUE

#### A - LA GEOLOGIE

La carte géologique (figure n° 12) permet de distinguer deux types de formations dans la zone d'étude : les roches anté-birrimiennes et les roches birrimiennes.

##### 1 - LES FORMATIONS ANTEBIRRIMIENNES

Elles affleurent dans le Nord-Est de la zone d'étude ; mais sont brutalement limitées, au Sud, par un plan de chevauchement anté-cambrien - birrimien (figure n°12). L'ensemble de ces formations anté-birrimiennes sont constituées par des granites calco-alcalins. Ce sont des roches à biotite de couleur gris-clair, à grains moyens et orientés Nord 120° Est, selon Y. MULLER (1971).

L'anté-birrimien, apparaît également, au Centre-Ouest. Là, les roches ont été métamorphosées et représentées par des prasinites, des diorites, des gabbros et de amphibolites. Ces formations sont, généralement, masquées par une couverture superficielle meuble. Seul au Sud de Namsiguia, nous avons pu observer un important affleurement de gabbros souvent altérés par serpentinitisation.

##### 2 - LES FORMATIONS BIRRIMIENNES

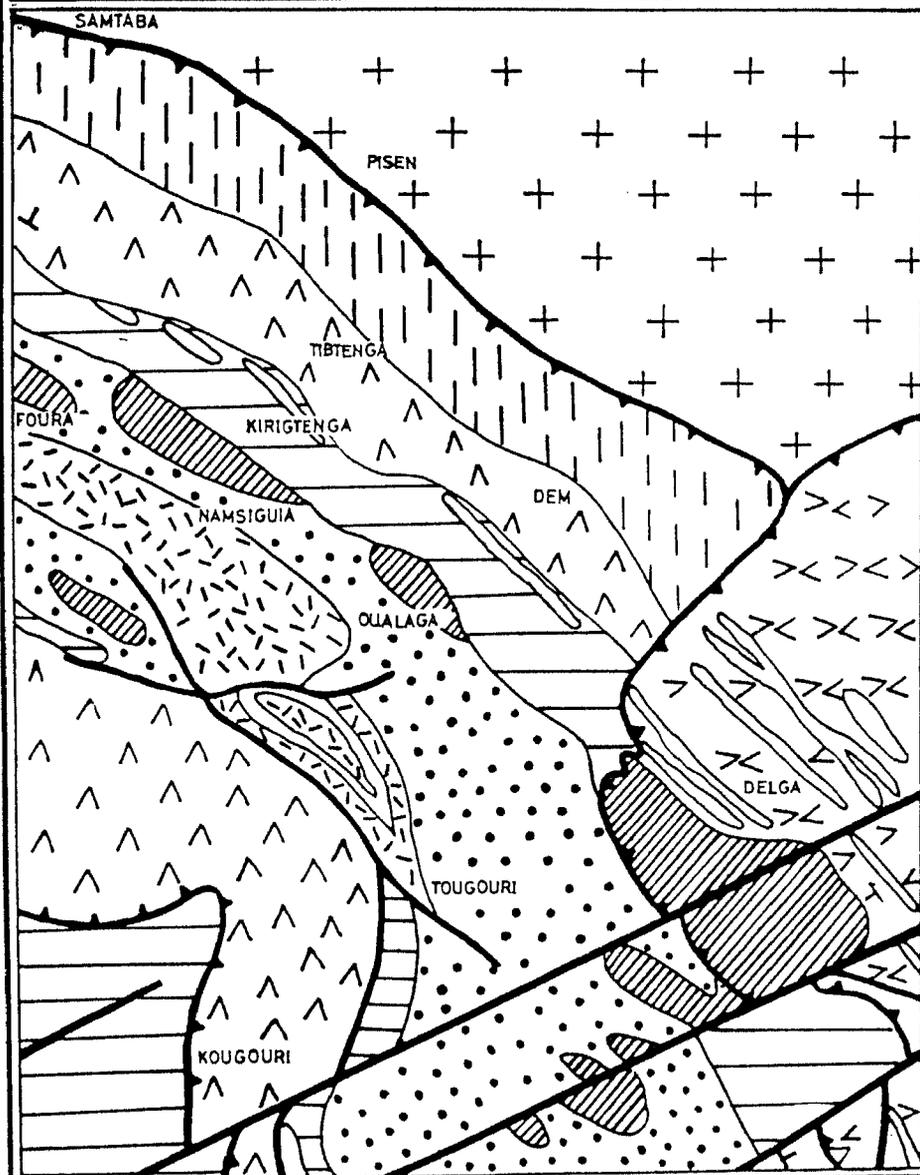
Les formations éburnéennes, appelées souvent birrimiennes, se disposent en longues bandes du Nord Ouest vers le Sud Est. Elles occupent pratiquement les 2/3 de la zone d'étude. Sur le plan stratigraphique, on les classe en deux grands ensembles :

- la formation de Boussouma, qui regroupe les faciès volcaniques, les volcaniques évolués et les schistes tuffacés. Les secteurs où on peut observer ces différents faciès sont les suivants :

- \* le faciès grés volcanique apparaît à l'Ouest de Namsiguia, au Sud de Oualaga et à Delga. Le modelé est "mou" (altitude moyenne de 300 m), et la roche se présente sous forme de bancs de dimensions métriques.

- \* le faciès, schisto-tuffacé est constitué par des roches, généralement, friables (altération plus poussée). Ces roches sont à l'origine des collines à arêtes vives, et sont très visibles sur les photographies aériennes. Il faut souligner, que par endroits, ce faciès peut être schisteux et manganifère.

FIG.12 CARTE GEOLOGIQUE DE LA REGION ETUDIEE



LEGENDE

- |                    |                   |   |  |                |   |  |
|--------------------|-------------------|---|--|----------------|---|--|
| BIR<br>RIM<br>IEN  | ┌                 | Formation Dacola (faciès Goren)                         | BIR<br>RIM<br>IEN ou ANTEBIR<br>RIM IEN                      | ┌              | Ortho, para-amphibolites, tufs métamorphisés. |  |
|                    | ▨                 | Schistes tuffacés supérieurs ferrugineux.               |  | MINERALISATION | —   | Niveau manganésifère (schistes et quartzites). |
|                    | ▧                 | Métabasaites et spilites.                               | DIVERS   |                | —   | Faïlle   |
|                    | ▩                 | Quartz diorite, diorite, gabbro, dolérite, amphibolite. |  | ↗              | Chevauchement                                 |  |
|                    | BIR<br>RIM<br>IEN | ▨   | Formation de Boussouma                                       | DIVERS         | ↘   | Pendage - direction                            |
|                    |                   | ▨   | Schistes tuffacés, séricito-schistes, calcochloritoschistes. |                |   |  |
| ANTEBIR<br>RIM IEN | ▨                 | Grès volcaniques  |  |                |   |  |
|                    | ▨                 | Formation d'Ylatenga                                    |  |                |   |  |
|                    | ▨                 | Prasinites, diorite, gabbro, amphibolite.               |  |                |   |  |
|                    | ▨                 | Formation de Tanwoko                                    |  |                |   |  |
|                    | +                 | Granite hétérogène amphibolique et (ou) micacé.         |  |                |   |  |

ECHELLE



D'après la carte géologique de Kaya (Y Muller 1972)

Les schistes, schistes tuffacés et tufs affleurent largement depuis Légouré jusqu'à Tibtenga. Ces roches schisteuses ont des aspects variées selon leur composition chimique : par exemple, les chloritoschistes sont verdâtres, et les schistes à séricite sont blancs ou beiges. Par contre, les schistes manganifères, qui sont très représentés dans le Sud-Est (environs de Dem), montrent une teinte plutôt noirâtre (forte concentration de manganèse dans la structure de la roche).

- la formation de Dacula : elle présente, également, deux faciès volcaniques (celui de Goren et de Risiam). Des roches cristallines font, également, parties de cette seconde formation birrimienne.

Dans la zone d'étude, seul le faciès de Goren affleure entre Delga et Tougouri. Ce sont des roches vertes à structure microlithique, très homogènes, et très dures. De ce niveau individualisé, nous n'avons vu que des blocs de 50 cm de diamètre.

Faisant partie du faciès de Goren, il y a aussi les metabasaltes et les spilites, qui affleurent très largement depuis Dem jusqu'au Sud de Santaba dans l'arc birrimienne Nord. Ces roches apparaissent, également, dans l'arc Sud au niveau de Kougouri jusqu'aux environs de Foura. Elles sont mésocrates à mélanocrates, avec une structure microlithique et une couleur variant du vert au noir (Y. MULLER, 1971). Sur le plan chimique, elles sont basiques et contiennent une proportion élevée de fer (8 à 15%).

### 3 - LES FORMATIONS A ORIGINE INCERTAINE

Une bonne partie de l'Est de la zone d'étude est occupée par des tufs, des ortho et para-amphibolites, dont la période de mise en place est incertaine. Ce sont de roches à coloration variée (vert sombre à clair, gris bleu, et même brun), avec des plans de schistosité.

L'ensemble des formations géologiques de la région appartient au socle. Ce sont donc des formations rigides et très peu favorables à une tectonique souple. Pourtant, les racines d'anciens plis existent encore dans la partie birrimienne, avec même des phénomènes de chevauchement et des fractures (figure n°12). Cela

dénote une mise en place complexe de cette formation géologique. En effet, elle a débuté par la fracturation du bâti précambien, plissé, granitisé et en partie arasé. Ces mouvements (tectonisme surtout) ont été à l'origine de phénomènes de subsidences, avec

apparition de deux sillons. Ces sillons ont été progressivement comblés par des dépôts volcano-sédimentaires. Un premier dépôt s'est effectué vers 2 700 MA, et un second entre 2 400 - 2 300 MA (M. Buchtein et Y. Muller, 1971). Un mouvement orogénique, d'une grande ampleur, entraîna le plissement de ces formations (probablement vers 2 100 MA). Un métamorphisme épizonal et une granitisation se produisirent également, vers 2 000 MA. Les phases tectoniques majeures de l'orogénie éburnéenne ont affecté tout le BURKINA FASO, entre 2 100 et 1 950 MA, avec un paroxysme vers 2 000 MA. Les séries birrimiennes métamorphosées se sont donc alors fortement plissées, donnant l'image de séries isoclinales à plis serrés et très redressés ; puis vers la fin (1 800 - 1 730), des décrochements et des chevauchements se produisirent. Certaines de ces formations birrimiennes furent ainsi recouvertes par l'anté-cambien.

Le substratum géologique des environs de Kaya est donc constitué par des roches provenant des profondeurs de la terre. Ce sont donc des roches endogènes, issues de laves essentiellement basiques. Ces roches, dans leur grande majorité, contiennent un pourcentage élevé de minéraux ferromagnésiens. Cette composition chimique des roches, en place, aura une grande influence sur les processus de cuirassement de la zone d'étude.

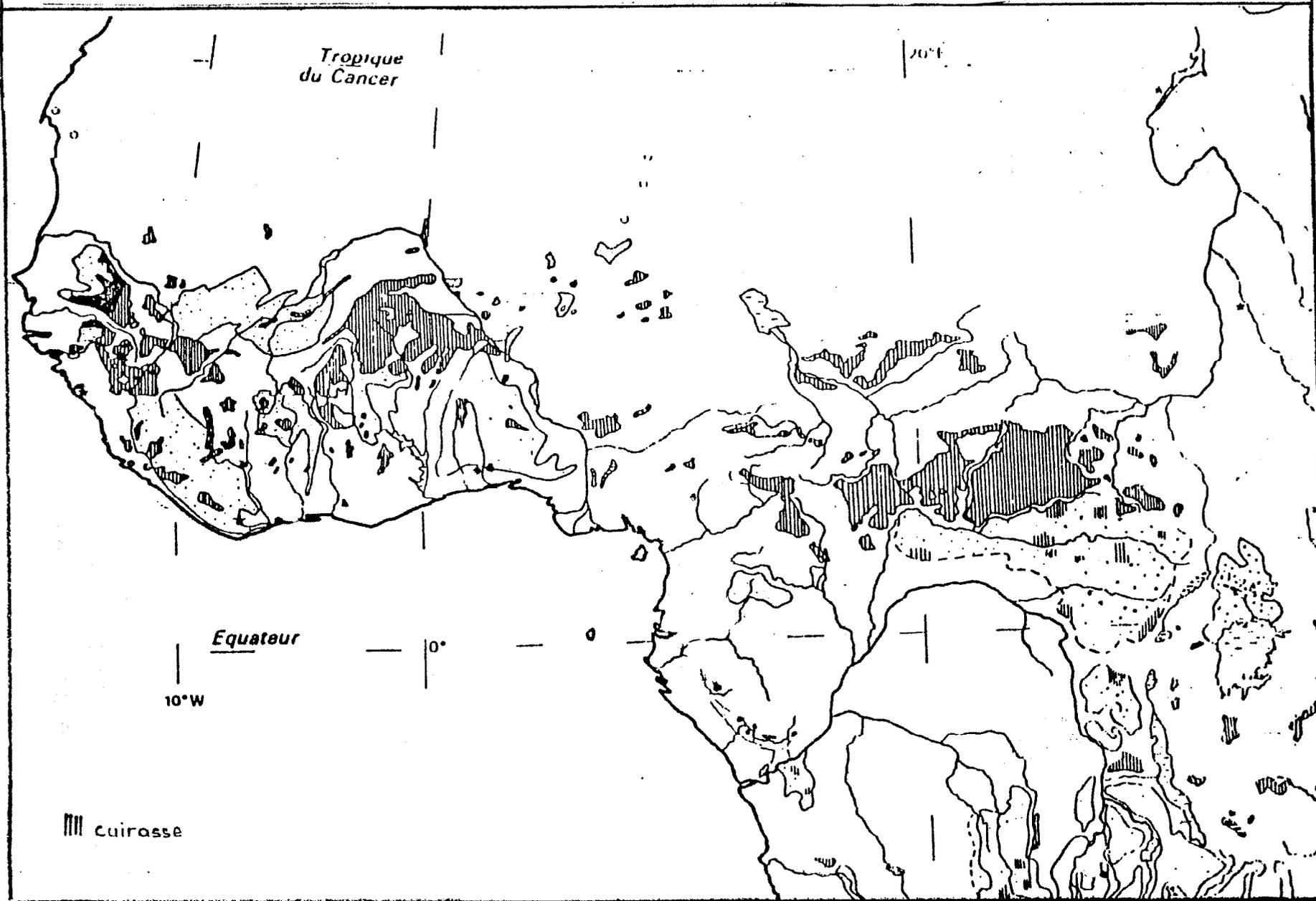
## **B - LE PHENOMENE DE CUIRASSEMENT**

En Afrique de l'Ouest, les formations cuirassées s'étendent depuis la côte Atlantique jusqu'à la cuvette du Tchad (figure n°13). Elles constituent les témoins d'un milieu pédogénitique ancien, qui s'est caractérisé par une accumulation d'oxydes et d'hydroxydes de fer, d'aluminium, de manganèse, et parfois de titane, dans les horizons B des sols. Dans les environs de Kaya les formations cuirassées présentent des faciès différents selon la nature des roches en place (acides ou basiques) et la position topographique (conditions de drainage entraînant une migration descendante ou latérale des éléments solubilisés).

### **1 - LE PROCESSUS D'ALTERATION DES ROCHES**

Dans la nature, les roches subissent l'influence des agents météorologiques. Dans nos pays tropicaux, l'altération chimique est le phénomène le plus important par rapport à la désagrégation mécanique. En effet, l'eau qui véhicule des agents chimiques actifs

Fig. 13 : EXTENSION DES CUIRASSES EN AFRIQUE TROPICALE



D'après PETIT M. (1971) : Contribution à l' étude morphologique des reliefs granitiques de Madagascar., 307 p., Thèse de géomorphologie.

( $O_2$ , acides organiques,  $CO_2$ ,...), et la température, constituent les facteurs les plus importants du processus d'altération des minéraux primitifs des roches.

L'observation du graphique (figure n°14) montre que l'intensité de l'altération chimique (hydrolyse) est optimale sous les climats très humides (climats équatoriaux par exemple, où les précipitations peuvent atteindre et même dépasser 3000 mm/an). Dans ces conditions favorables, l'action de l'hydrolyse provoque la dissociation des éléments constitutifs des roches en place : la silice ( $SiO_2$ ), le fer ( $FeO_3$ ), l'alumine ( $Al_2O_3$ ), notamment. Selon leur degré de mobilité, ces éléments seront lessivés. Ainsi, la silice, qui est particulièrement mobile, sera presque complètement évacuée des sols. Par contre, l'alumine et le fer auront tendance à se concentrer dans certains horizons des sols en place. C'est le processus de ferrallitisation décrit par de nombreux auteurs (G. Aubert, 1954 ; Maignien, 1954...)

Le climat de la zone d'étude ayant subi des modifications au cours des temps géologiques (climat devenu semi-aride, avec alternance d'une longue saison sèche et d'une courte saison pluvieuse), et également une transformation du couvert végétal (remplacement de la forêt par une formation savanicole, plus ouverte), on est en droit de penser que l'érosion a décapé les horizons superficiels meubles et rapproché les horizons profonds vers la surface. Ces horizons inférieurs, fortement enrichis en argiles et en sesquioxydes, se sont endurcis progressivement, sous l'action des rayons solaires (formation des cuirasses et carapaces). Malgré ce processus général, dans la zone étudiée, on peut distinguer différents types de formation cuirassées.

## 2 - LES TYPES DE CUIRASSE

### a) Les cuirasses bauxitiques

C'est à Remtanga (508 m d'altitude) et à Maazan (492 m d'altitude), qu'on observe des cuirasses bauxitiques. Elles sont développées sur des roches basaltiques. Leur coloration rosâtre est due à la présence d'une certaine quantité de fer (hématite, d'après des chercheurs comme J.C. LEPRUN, 1972 ; et G. RIOU, 1985). Dans les formations où ces impuretés sont moindres, la couleur devient nettement blanchâtre.

Le processus de formation des cuirasses bauxitiques est long et complexe. Il dépend naturellement de la nature de la roche en

place (richesse en oligo-éléments) ; et de la position topographique haute, favorisant un lessivage latéral des éléments chimiques les plus mobiles (fer, par exemple). Ainsi donc, les cuirasses bauxitiques de la région d'étude se rencontrent sur les plus hauts sommets, généralement tabulaires. D'après P. Michel (1969), ces formations bauxitiques proviendraient d'un aplanissement, qui remonterait à l'Eocène inférieur. Et, les roches qui leur ont donné naissance devraient être riches en ferromagnésien (roches basaltiques, notamment).

Parmi les conditions de la mise en place des cuirasses bauxitiques l'abondance de l'eau joue un rôle capital. En effet, l'eau dans nos régions chaudes, favorise l'altération chimique intense des roches, d'où la constitution d'un épais manteau d'altération (essentiellement kaolinitique). L'eau assure, également, la migration de certains éléments constitutifs des roches en place : la silice, le fer, le manganèse, le titane, sont particulièrement évacués des sommets ; et seul l'aluminium, beaucoup moins mobile, reste en place. C'est ce type d'enrichissement, des hauts sommets, en alumine ( $Al_2O_3$ ) que beaucoup d'auteurs (Maignien, 1958 ; P. Ségalen, 1973) ont qualifié d'accumulation relative (figure n°15). Les conditions de bon drainage, vers les hauts sommets, sont absolument indispensables à la formation des cuirasses bauxitiques, car lorsque la majeure partie de la silice ( $SiO_2$ ) n'est pas éliminée du profil, elle se recombine avec l'alumine ( $Al_2O_3$ ) pour donner une argile de néoformation, pauvre en silice (la kaolinite, entre autre).

#### b) Les cuirasses ferrugineuses.

Ce sont les formations les plus répandues au BURKINA FASO. Elles présentent des faciès variés, et de plus, occupent des positions topographiques différentes. On peut, ainsi, faire les distinctions suivantes : les cuirasses de plateau, les cuirasses de pente, et les cuirasses de nappe.

- les cuirasses de plateau : il s'agit de cuirasses développées sur de vastes surfaces d'aplanissement. Ces reliefs ont souvent été fortement entamés par l'érosion, et ne subsistent plus que sous forme de lambeaux de plateau, plus ou moins vastes, et d'altitude variable. Dans notre zone d'étude, c'est dans l'arc birrimien Nord (Remtanga) et dans celui du Sud (Maazan) qu'on observe les hauts niveaux de ces restes de plateau (altitude

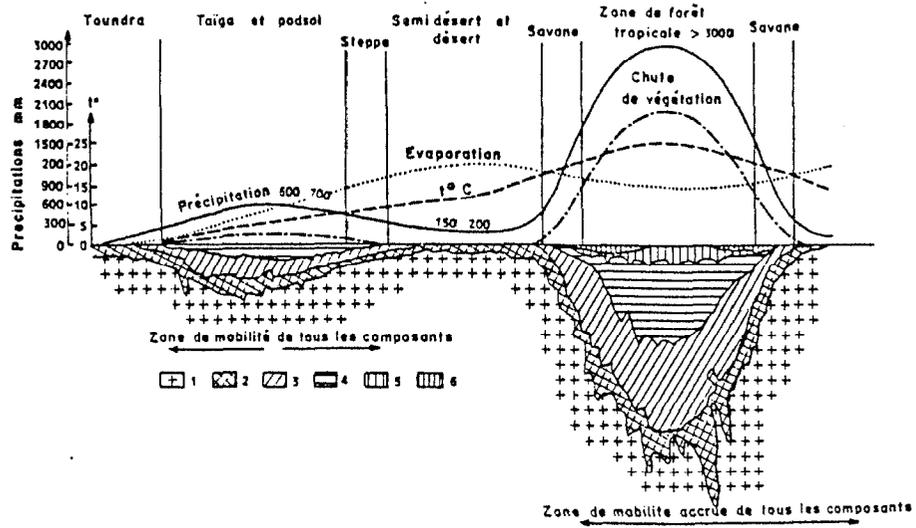


FIG. 14: — Esquisse de la formation de la croûte d'altération, dans les zones de calme tectonique (d'après STRAKHOV, 1967).  
 (1) roche inaltérée - (2) zone peu altérée - (3) zone à hydromica, montmorillonite, beidellite  
 (4) zone à kaolinite - (5) zone à alumine - (6) cuirasse ferro-alumineuse.

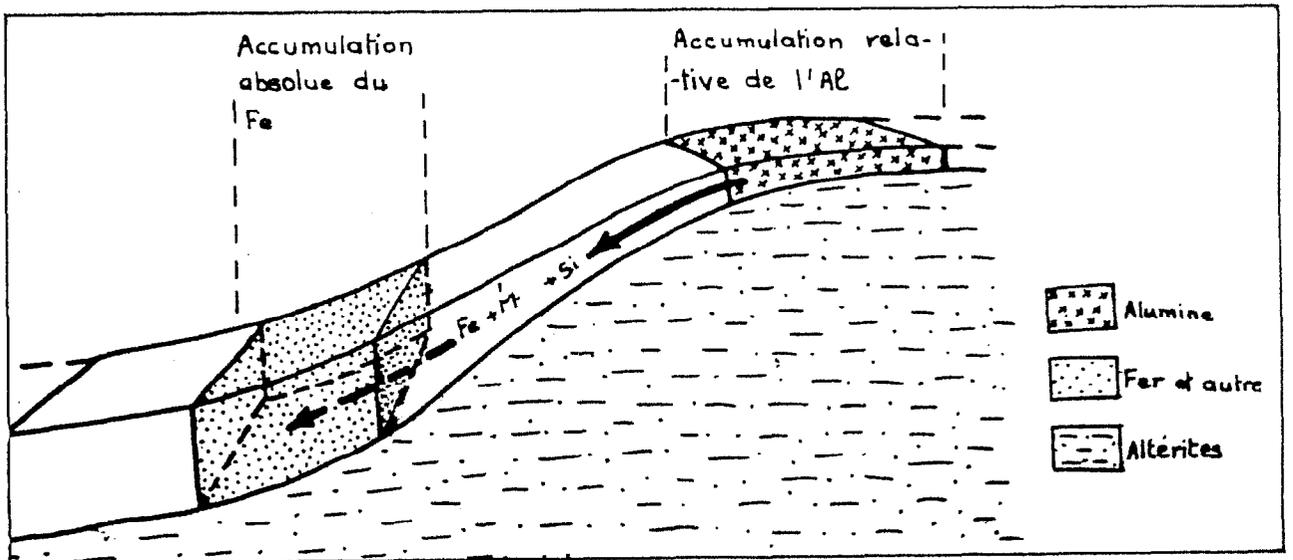


Figure n°15: Accumulation des ferromagnésiens dans les profils  
 (D'après G. RIOU)

moyenne de 500 m).

A Remtanga (Centre - Nord de la zone d'étude), la cuirasse sommitale est généralement masquée par une mince couche de gravillons, ou de sols à texture sablo-argileuse. C'est vers les bordures des corniches que la cuirasse affleure. Et dans le cas précis de Remtanga, elle se présente sous forme de deux faciès: dans les environs de la corniches Est (altitude de 508 m), la cuirasse est massive, sans pratiquement pas de cavités. Elle est très dure, de couleur rouge violacée, avec des séquences noirâtres dues probablement au manganèse. Par contre, la proximité de la corniche occidentale (altitude de 500 m) présente une cuirasse pseudo-bréchique, dont les principaux constituants sont ferruginisés. La couleur est rouge sombre, avec la taille des éléments variant de 1 à 3 cm, et de forme souvent anguleuse ou polyédrique sans cortex. Ces éléments composés d'amas concrétionnés sont pris dans une matrice rouge, parfois poreuse (figure n°16). De notre avis, cette variation de faciès peut s'expliquer par une accumulation différente du fer dans le milieu, lors des processus de cuirassement.

La cuirasse de plateau, située au Nord de Tougouri (330m d'altitude), est de type vacuolaire. Sa structure est poreuse, mais fortement indurée par du fer de couleur rouge sombre. Les vacuoles sont nombreuses, uniformément réparties, et tapissées d'enduits noirs d'oxydes de fer cristallisés. Cette cuirasse ressemble à une "ruche d'abeille" (photo n°5, annexe). Il semble que ce sont les phénomènes de retrait causés par le départ de l'eau, qui créent ces excavations et la cuirasse prend ainsi un aspect scoriacé (PH. Duchaufour, 1970).

Lorsque la végétation est abondante (forêt, par exemple) et les conditions climatiques très favorables (humidité importante), les zones de plateau sont le siège d'un processus pédogénétique marquée par une nette différenciation des horizons (les horizons A sont lessivés, et les produits vont enrichir les horizons profonds B: argiles, sesquioxides notamment). Par contre, lorsque le couvert végétal est dégradé (remplacement de la forêt primitive par une savane secondaire), une série de processus de dégradation s'amorce: les horizons supérieurs meubles sont décapés par l'érosion; les horizons inférieurs B sont, ainsi, progressivement mis à nu, et exposés de plus en plus à l'action des rayons solaires et aux variations brutales de température. Les horizons B, fortement

enrichis en oxydes et hydroxydes métalliques, évoluent progressivement vers une véritable cuirasse, selon le degré d'induration.

- Les glacis cuirassés : les hauts reliefs sont généralement en continuité avec une surface en pente très faible (environ 10°). Ce sont des glacis, dont la surface a été fossilisée par une cuirasse ferrugineuse pseudo-bréchique, compacte et comportant des éléments ferrugineux de forme et de dimensions variables. La couleur d'ensemble est rouge foncé.

Ces types de cuirasse se forment par migration latérale du fer ferreux (Fe ++). En effet, sur les hauts de versant (sommet des plateaux cuirassés), le fer ferreux subit un lessivage d'abord descendant, puis oblique par circulation de la nappe phréatique, et enfin ascendant lors des phases de dessiccation (PH. Duchaufour, 1970). C'est ce mode de cuirassement, qui a été qualifié d'accumulation absolue, par beaucoup d'auteurs. En effet, le fer provenant des sommets vient enrichir le fer contenu dans les zones d'altération plus basses.

- Les cuirasses de nappe : elles se développent dans les talweg, situés au Sud du village de Tougouri et dans les talweg qui traversent la route Dem - Santaba. La cuirasse est ferrugineuse, du type conglomératique. Elle "tapisse" le fond des talweg. Son aspect est très compact, la couleur rouge violacée, et elle englobe dans sa structure des éléments divers (débris de roches vertes, de quartz, et même de bauxite). Tous ces matériaux proviennent de l'érosion des hauts reliefs environnants, et ils sont déposés dans le fond des vallées par l'eau de ruissellement chargée de fer à l'état ferreux. Pendant les périodes sèches, l'eau s'évapore et le fer se déshydrate, passe à l'état ferrique et cimente l'ensemble des dépôts alluviaux. Dans ce processus de cuirassement, on peut véritablement parler d'allochtonie.

Au total, la position topographique influe sur la nature du cuirassement : les cuirasses bauxitiques (du moins ce qui en reste) occupent les niveaux les plus élevés ; par contre les différentes cuirasses ferrugineuses se localisent sur les niveaux les plus bas. De plus, les différents faciès de ces cuirasses ferrugineuses posent le grave problème de leur origine et surtout de leur accumulation dans les profils.

## C - LES DIFFERENTES HYPOTHESES SUR L'ORIGINE DES CUIRASSES

Les cuirasses, que nous avons observées dans notre zone d'étude, sont développées sur d'épais manteaux d'altération. Ce qui semble attester leur origine paléoclimatique: climat du type équatorial ayant favorisé une grande altération des roches en place (ferrallitisation). Mais le problème qui se pose réside dans l'importance et le mode d'accumulation des hydroxydes et oxydes métalliques, qui ont fossilisé de vastes surfaces dans le BURKINA FASO. C'est ainsi que concernant le phénomène de cuirassement l'unanimité n'est pas encore faite, et beaucoup d'hypothèses s'affrontent. Parmi ces hypothèses, nous parlerons de l'allochtonie et de l'autochtonie :

- L'origine allochtone des cuirasses : des auteurs comme V. Eschenbrenner (1970), G. Gradin (1970), B. Boulangé (1973) estiment que l'accumulation du fer et des autres éléments dans les profils s'est faite de manière absolue. Les raisons avancées tiennent à l'importance des pentes, et à l'abondance des précipitations ayant favorisé le déplacement des éléments. Ces chercheurs insistent sur le fait que la solifluxion est un phénomène, qui n'est pas à négliger non plus. Ce qui est sûr, c'est que les diverses pentes ont permis le déplacement des éléments grossiers, par l'intermédiaire des eaux de ruissellement. G. Gradin (1990) insiste pour dire que sur les reliefs abrupts ou sur les versants en pente forte, il ne se constitue pas d'épaisses cuirasses. Cette situation s'explique par l'évacuation des éléments le long de la pente. Cette hypothèse tend à démontrer qu'un grand nombre de reliefs cuirassés auraient une origine allochtone; chose que conteste les tenants de l'autochtonie.

- L'origine autochtone des cuirasses : cette hypothèse est soutenue, surtout, par des chercheurs tels que J.C Leprun (1972-79), G. Beaudet (1985), R. Coque (1985). Ces auteurs s'appuient sur la lithodépendance des horizons supérieurs et des horizons inférieurs de différents profils. Ainsi, J.C. Leprun (1972 - 1979) a tenté de démontrer, à travers l'analyse géochimique de la "bancotière" de la ville de Kaya, qu'il existait une lithodépendance entre les horizons de surface et les horizons profonds du profil du sol en place. Une telle lithodépendance est attestée par l'augmentation de la quantité de fer de la base vers le sommet. La coupe (figure n°17) faite par R. COQUE montre une lithodépendance entre les horizons inférieurs et supérieurs. Elle

présente, en outre, de bas en haut des argiles tachetées. Les taches sont constituées par des nodules, dont l'importance croît vers le haut. De plus, des filons de quartz tranchent les altérites depuis les profondeurs jusqu'au sommet. Les auteurs ont pu observer le même phénomène dans d'autres endroits du pays ; ce qui a amené J.C. LEPRUN (1972) à conclure que les cuirasses du BURKINA FASO ne sont pas des glacis cuirassés ; mais plutôt des formations indurées développées dans des altérations de roches en place (autochtonie).

- Notre étude porte essentiellement sur la description géomorphologique des environs de Kaya. A travers l'étude, nous avons constaté que l'armature du relief était constitué par des cuirasses affleurantes et souvent sub-affleurantes. Ce constat nous a amené à nous pencher sur le phénomène de cuirassement dans la zone d'étude. Malheureusement, la faiblesse de nos moyens d'investigation ne nous a pas permis d'étudier, de façon détaillée, les différents types de cuirasses qui affleurent dans la région. Aussi, sans prétendre entrer dans le vaste débat qui oppose les tenants de l'allochtonie à ceux de l'autochtonie, nos observations de terrain nous permettent, tout simplement, de faire les remarques suivantes: dans la région étudiée, on peut observer plusieurs niveaux cuirassés. En allant du Nord de Remtanga aux environs de Boulli (figure n°18), la succession est comme suit : les plus hauts sommets, plus ou moins tabulaires, supportent des cuirasses ferrugineuses anciennes, avec parfois à leur périphérie des restes de cuirasses bauxitiques. La mise en place de ces cuirasses de plateau semble procéder d'une migration descendante puis ascendante du fer à travers le profil. L'induration est certainement liée à la mise à nu de l'horizon B par des processus d'érosion. Dans ces conditions, sans prétention aucune, nous retiendrons la thèse de l'autochtonie. Par contre, lorsqu'on observe les cuirasses des autres niveaux, elles incluent dans leur structure divers éléments pouvant provenir du démantèlement des cuirasses des niveaux plus élevés. Et selon la distance parcourue par ces éléments, et leur induration par le fer (migration latérale), nous sommes encline à croire à l'allochtonie. Ces cuirasses d'origine allochtone sont particulièrement nette dans le cas des cuirasses de nappe.

L'origine des cuirasses, dans le pays, est très complexe. Et, nous dirons, à la suite de G.RIOU (1974), qu'il faut beaucoup de prudence dans l'explication de leur origine et de leur mode de mise

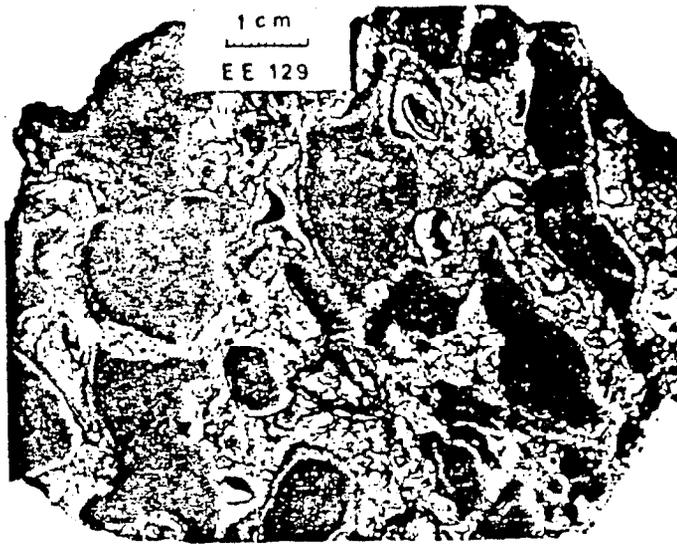


Figure N° 16 : Cuirasse ferrugineuse ; type pseudo -  
bréchique Eschembrenner et Grandin  
(1970)

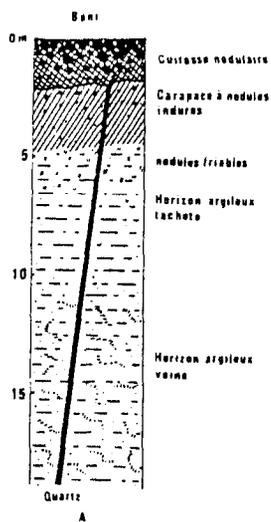


FIG. 17:— Profils de sols ferrallitiques de la topographie fonda-  
mentale, sur Birrimien volcano-sédimentaire (A)  
d'après R. COQUE, G. BEAUDET (1986)

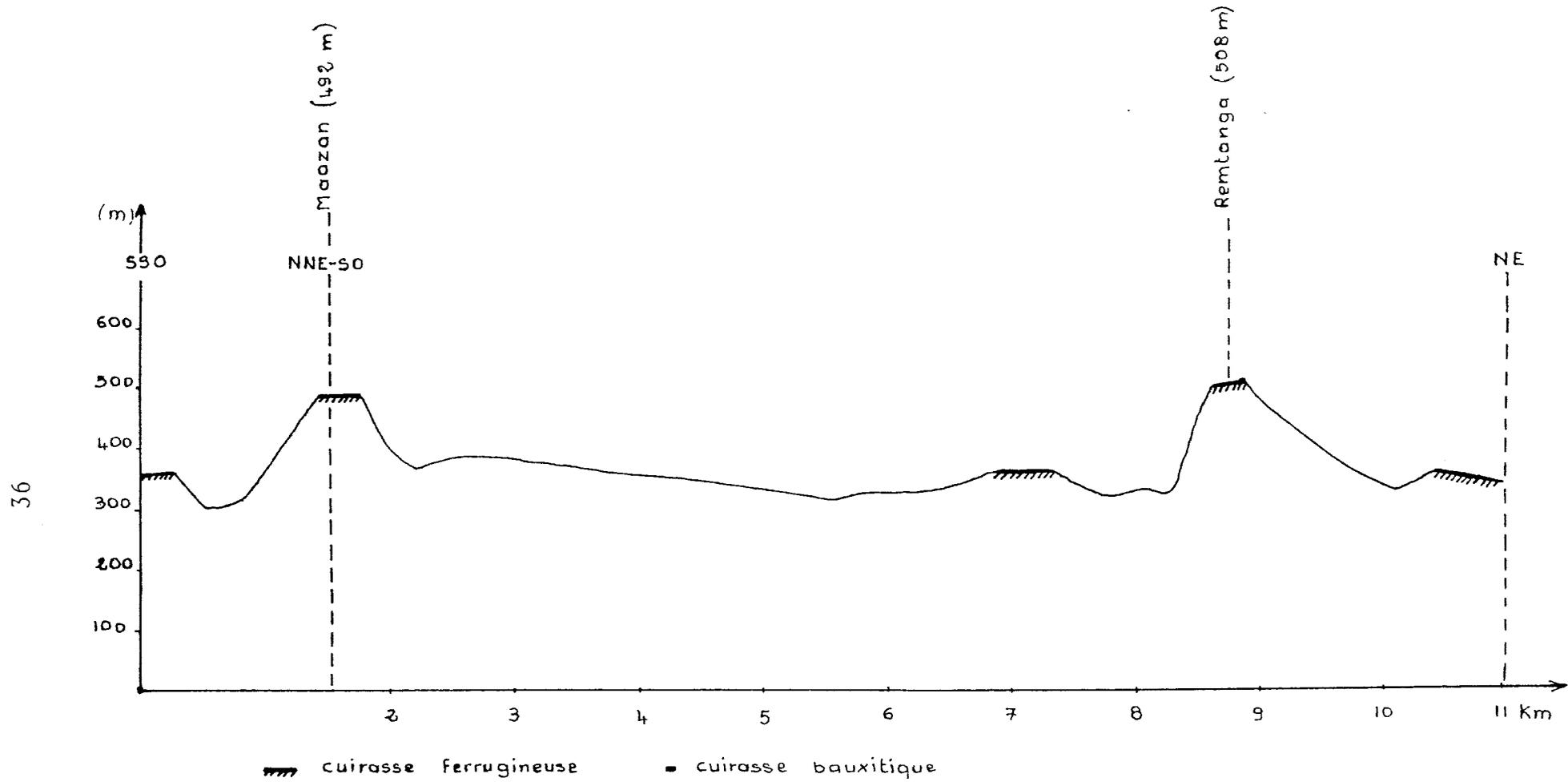


Figure N° 18 : Coupe topographique allant des environs de Dem à Boulli  
 (tracé sur l'esquisse géomorphologique des environs de  
 Kaya)

en place. En effet, un déplacement d'éléments sur une courte distance ne peut pas se comparer à des transports sur de très longues distances. Il y a donc un problème d'échelle d'observation à prendre en compte. De plus, les éléments déposés ont pu, également, incorporer dans leur structure d'autres éléments in-situ. L'allochtonie d'un profil est donc difficile à conclure.

Dans notre zone d'étude, la topographie est très accidentée, et la plupart des lignes de hauteur ont leur sommet cuirassé. Les pentes sont fortes, le couvert végétal peu dense (savane arborée à arbustive), ce qui expose la région au grave problème de l'érosion.



#### IV - LA DYNAMIQUE DE LA REGION SOUS LES CONDITIONS CLIMATIQUES ACTUELS.

##### A - LE CLIMAT ACTUEL ET LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE

###### 1 - Les conditions climatiques

La région de Kaya appartient au climat Nord soudanien caractérisé par l'alternance d'une saison sèche et d'une saison pluvieuse.

. La saison sèche qui dure entre 8 a 9 mois, peut être scindée en deux périodes : la période fraîche , s'installe après la fin de la saison des pluies de novembre à février, les températures moyennes minimales sont de l'ordre de 16°C ; et les températures moyennes maximales de 32°C. Ce qui donne une amplitude thermique de 16°C environ (figure 19). Cette période est marquée par le souffle de l'alizé Saharien. C'est un vent desséchant, provenant des masses d'air polaire, appelé harmattan. En cette période de l'année, il se charge de poussière en traversant le continent, et est générateur de brumes sèches.

La seconde période qui est chaude débute en fin février pour se terminer en fin mai. Elle connaît les plus fortes températures de l'année ; et le graphique des moyennes de températures sur 10 ans (figure n°19), indique des maximums de 39°C et des minima ,de 25°C. Au cours de cette période, on assiste à la remontée du front intertropical (F.I.T.). Il est provoqué par l'affrontement des masses d'air provenant de l'océan Atlantique (anticyclone de S' Hélène) et de celui des masses d'air d'origine saharienne. Ainsi, les alizés continentaux sont refoulés, plus au Nord et remplacés par les masses d'air océanique chargées d'humidité et susceptibles d'apporter des précipitations. C'est également au cours de cette même période que l'insolation atteint son maximum (durée de 291 h 4/10 en janvier ; moyenne de 1971 à 80). Cette insolation favorise également une forte évaporation, avec un maximum en mars (moyenne de 279 mm ; période de 1971 à 1980).

. La saison des pluies s'étale sur quatre mois (juin à septembre), avec le mois le plus pluvieux se situant en Août (230 mm en moyenne). Cette période humide est également chaude ; mais a la différence de la saison sèche, les fortes températures précèdent des averses. Après la pluie, le temps se rafraîchit sensiblement. D'une manière générale, les précipitations sont brutales et leur

intensité varie tout au long de la chute - De 1919 à 1966, la moyenne des totaux pluviométriques annuels était de 710 mm (station de Kaya) ; et de 1967 à 1988, cette moyenne est passée à 633 mm. Cette situation traduit une tendance à l'assèchement climatique au cours des deux dernières décennies (figure n°20). La moyenne pluviométrique sur la période qui va de 1919 à 1988 est de 672 mm. Ce sont de faibles moyennes pluviométriques, qui malgré tout, jouent un rôle important sur le réseau hydrographique de la zone d'étude.

## 2 - LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE

Il se caractérise par son aspect spasmodique. En effet c'est après la pluie que tout le réseau est mis en branle. Les nombreuses lignes de hauteur constituent de véritables "châteaux d'eau" et en même temps des lignes de partage des eaux. Le réseau hydrographique est très ramifié, et le ruissellement des eaux se fait sous forme d'écoulement en nappe vers les sommets, mais très vite on observe une concentration sur les versants, d'où les multiples rigoles. Sur les glacis et dans les plaines, ces rigoles peuvent s'élargir pour devenir de véritables ravineaux ou même des ravines (photo n°5 annexe). L'ensemble de ces eaux se déversent dans les différents lacs qui ceignent l'arc Sud (planche I) Leur disposition n'est pas un fait du hasard, et c'est ainsi que le lac de Dem, avec une capacité de trois millions de m<sup>3</sup> d'eau, est placé à l'intersection de deux plans de chevauchement. Par contre, le lac de Sian avec un million et demi de m<sup>3</sup>, est localisé entre deux failles de direction OSO - ESE. Cette disposition peut s'expliquer par un phénomène de grabben (affaissement du compartiment central des failles). On a ainsi une fosse tectonique qui a été occupée par les eaux de pluie et d'écoulement. Enfin, une autre retenue d'eau (Sud de Boulli) se localise sur une faille de direction OSO - ENE. Ces différents constats nous permettent de dire que les lacs de la région occupent des fosses d'origine structurale. Alimentés seulement par les eaux de pluies, les différents lacs connaissent leurs forts débits au mois d'Août de chaque année. Pendant cette période, ils forment avec les zones d'inondation périphériques, une véritable ceinture d'eau autour de l'arc Sud surtout. Les zones d'inondations constituent, ainsi des cuvettes marginales, qui se remplissent progressivement lors des crues des lacs. Cependant une partie des eaux s'écoule vers le Nakambé, et le reste s'évapore au cours de la

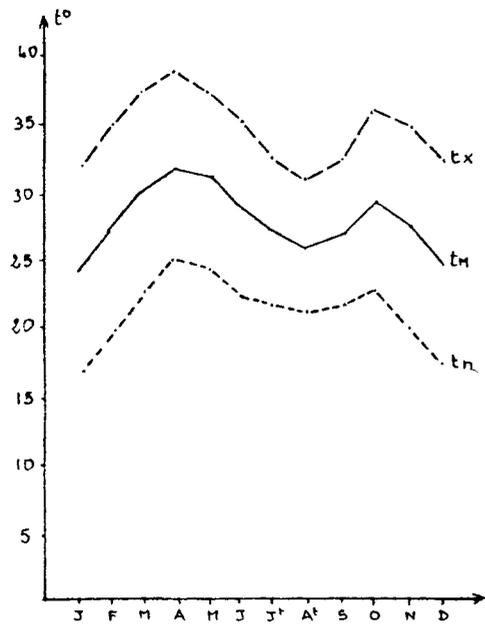


Figure n°19: Moyenne des températures sur 10 ans (1971-1980) station de Kaya

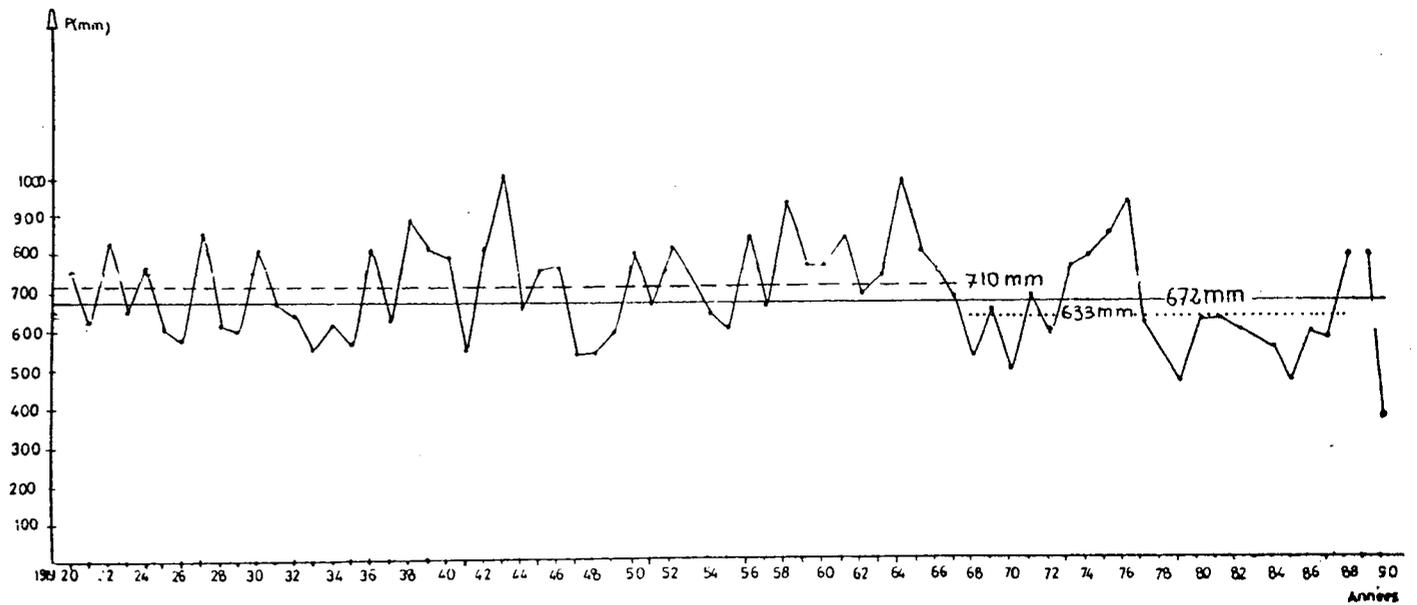


Figure n°20: Evolution des totaux pluviométriques (1919-1990) station de Kaya.

longue saison sèche. Ainsi, au plus fort de la saison sèche (mars Avril) les lacs se résolvent en de petites mares, tandis que les dépressions périphériques laissent apparaître un sol fortement argileux, avec de nombreuses fentes de retrait (montmorillonite des vertisols).

Le climat de la région étudiée se caractérise donc par des températures élevées, une forte insolation et une pluviométrie dans l'ensemble faible. Le réseau hydrographique est cependant dense, très ramifié et au moment de la courte période de l'hivernage, les processus d'érosion s'intensifient à cause de la raideur des pentes, de la faible couverture végétale, et surtout de l'action anthropique.

## B - LA DYNAMIQUE EROSIVE

L'érosion se définit comme "l'ensemble des manifestations extérieures à l'écorce terrestre qui contribuent à modifier les formes créés par les phénomènes endogènes". P. Georges (1984). Cette modification se fait par enlèvement de matière, c'est l'érosion proprement dite, mais aussi par son transport et son accumulation. La morphogenèse (usure et accumulation) est conditionnée par les eaux de ruissellement et les vents.

### 1 \_ L'EROSION HYDRIQUE

L'érosion hydrique est un phénomène très important dans notre zone d'étude, et même dans toute la province du Sanmatenga. Le paysage présente partout un aspect raviné, la plupart des routes sont coupées et les ponts sapés sur leurs cotés.

#### a) L'importance du phénomène

L'érosion hydrique agit de deux façon : latéralement et linéairement.

- l'érosion latérale : Elle se manifeste d'abord sur les versants des buttes et collines sous formes d'un ruissellement en nappe. Les gouttes de pluie en tombant, brisent les agrégats du sol, et libèrent ainsi les particules telle que les sables, les limons et les argiles. Ces particules sont prises en charge par les eaux de ruissellement. La capacité de transport (ou compétence) de cette eau est fonction de la pente, qui permet ainsi à l'eau d'acquérir une grande érodibilité. Dans notre zone, les pentes sont

fortes à moyenne en général (planche II).

Ainsi donc, le tri effectué par l'eau ruisselante laisse sur les versants les particules les plus grossières (pierres, gravillons...). Par contre les particules les plus fines, sont pris en charge et déposés au fur et à mesure de la diminution de la compétence de l'eau. Il s'opère ainsi un granoclassement, depuis le sommet jusqu'au bas de versant. Et les charges les plus fines (limons et argiles surtout) se déposent progressivement sur les zones de glacis. Dans ces zones à topographie en pente faible, les argiles déposées provoquent sur certaines parties, le colmatage des pores du sol, c'est à dire le phénomène de battance (exemple des environs de Dem). Le même phénomène peut se remarquer également dans les micro-dépressions localisées entre les mottes de terre, où l'eau est retenue. Une mince pellicule argileuse se dépose alors et forme ainsi la croûte argileuse (figure n°22). Au niveau des glacis, l'encroûtement s'observe surtout dans les zones à termitières épigées mortes. En effet, l'argile de ces anciennes termitières se répandent tout autour de celles-ci le colmatage des pores favorisent une imperméabilisation du sol, d'où la naissance et l'extension des croûtes de battance. Ce phénomène de stérilisation du sol peut être combattu par des labours qui brisent la croûte.

Lorsque la compétence de l'eau est grande, les sables, limons et surtout les argiles aboutissent dans les lacs et se sédimentent dans le fond de ces plans d'eau, plus ou moins stagnantes.

- L'érosion linéaire constitue le second phénomène le plus important de la dynamique de la région d'étude. Les eaux de ruissellement se concentrent sur certaines parties des versants et provoquent des incisions linéaires : ce sont des rigoles de faible profondeur (15 à 30 cm en moyenne) et en forme de V.

D'une manière générale, l'incision intervient seulement lorsque le volume d'eau reçu est supérieur à la conductivité hydraulique du sol. La capacité de rétention étant très limitée (sols argilo-sableux surtout), la limite d'atterberg (ou de plasticité) et celle de liquidité sont vite franchies. La dernière limite est le seuil à partir duquel, le sol perd totalement sa

cohésion et commence à se déformer. L'entaille se produit alors à l'endroit où la concentration de l'eau devient importante. Elle peut consister en une simple griffure, ou en un départ en masse sur

les versants à texture argileuse dominante (photo n°7, annexe).

Sur les glacis, les rigoles évoluent vers des ravines. Par exemple, dans les environs de Dem, des rigoles de 50 cm de profondeur sur 30 cm de large naissent au pied des hauts reliefs. Ces rigoles sont presque parallèles, mais à un moment donné, ils convergent pour constituer une entaille principale. L'entaille s'élargit en même temps que sa profondeur augmente. L'évolution de ces ravines se fait par sapement des berges. Les eaux qui tourbillonnent avec leurs charges affouillent les parois de la ravine, créant ainsi des micro-taffoni. Les surplombs supérieurs finissent par s'affaisser lorsqu'ils sont imbibés d'eau et alourdis. Les éboulis sont à leur tour érodés (figure n°22). Ces véritables ravines prennent une forme en U avec des dimensions métriques (2 m de large contre 3 m de profondeur). L'élargissement des rigoles s'effectue surtout vers l'aval des glacis. Dans leur fond, la proportion des gravillons diminue, et le dépôt sableux devient plus important (photo n°6, annexe)

Certaines ravines ont leur fond cuirassé (cuirasse de nappe) c'est le cas, par exemple, des deux ravines qui traversent la route Dem - Samtaba. Elles sont larges de plus de 10 m, et leur profondeur ne dépasse guère 1m. L'approfondissement semble être bloqué par la patine ferrugineuse, et le sapement se fait surtout au niveau des berges, qui sont généralement dissymétriques.

L'érosion hydrique reste le phénomène le plus important dans la dynamique de la zone d'étude. Des études faites par D.C. SANOU (1981) à Sirgui, situé légèrement au Sud de notre zone, ont révélé que sur parcelle cultivée sans protection contre l'érosion, on pouvait avoir une ablation de 5587,07 kg/ha de terre en une vingtaine de pluie seulement. Les causes de cette érosion sont nombreuses et interdépendantes.

#### b) - Les causes de l'érosion hydrique

Les causes sont d'ordre physiques et surtout humaines.

- Le caractère agressif des pluies: Dans notre zone d'étude, les pluies tombent en début comme en fin de saison sous forme de tornade. M. MIETTON en 1988 remarquait que dans la frange méridionale de la zone climatique Nord soudanienne, les pluies dépassaient 90 mm/h pendant 5 mn et qu'elles pouvaient même atteindre 120 mm/h pendant 3 à 4 mn. Les fortes intensités de pluie en début d'averse, font que la quantité d'eau tombée ne peut pas

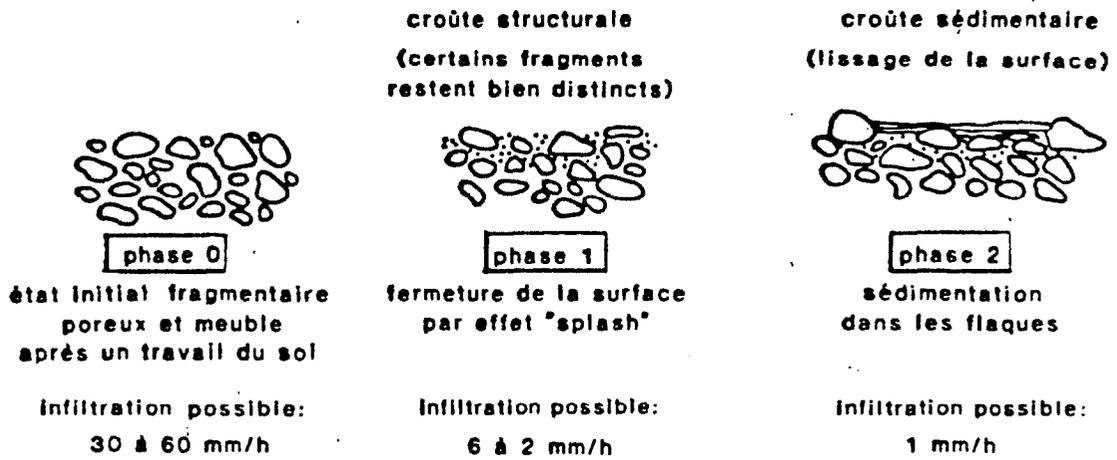


Figure 21 : Les stades de dégradation de la surface du sol sous l'action des pluies (d'après J. BOIFFIN 1984)

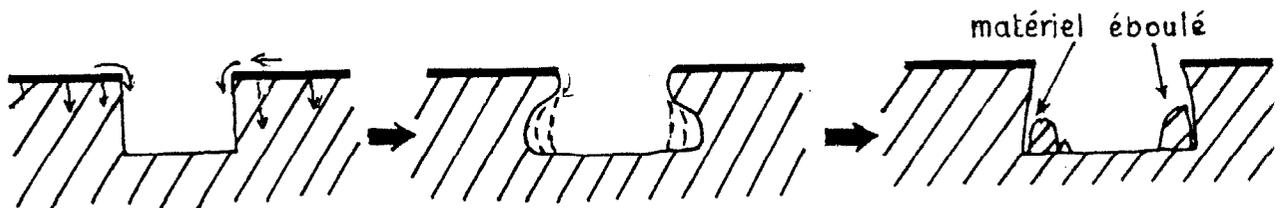


Figure 22 : Évolution d'une ravine d'après observation sur le terrain et photo n°6

être absorbée par le sol. Les grosses gouttes d'eau "bombardent" le sol et arrachent des particules minérales. Et lorsque la pluie tombe sur un sol peu perméable (argilo-sableux) et peu protégé par une couverture végétale maigre, le phénomène de ruissellement se déclenche avec toutes ses conséquences décrites plus hauts.

L'inéfficacité de la couverture végétale : Dans cette zone Nord soudanienne, la végétation est clairsemée et constituée surtout d'arbuste épineux (les acacias, surtout). Ces formations arbustives protègent mal le sol contre l'érosion, et la situation s'aggrave lorsque le tapis herbacé est également discontinu. Sur les versants, la végétation est du type arbustif: Combretum micrantum et Guiera Sénégalensis. Sur les sommets cuirassés, c'est le même type de végétation arbustif qui s'y développe ; tandis que sur les collines schisteuses, lorsqu'elles ne sont pas totalement nues, ce sont quelques touffes d'herbacés qui y poussent. C'est seulement dans les dépressions et plaines, que le couvert végétal devient assez important, avec quelques grands arbres tels que Adansonia digitata, Butyrospermum parkii, Parkia biglobosa, Lanea microcarpa, Tamarindus indica... Le tapis herbacé y est plus abondant (Schoenfeldia gracilis dominant) et l'érosion est assez amoindrie.

Au total, la couverture végétale dans la zone d'étude est faible. Et cette situation est encore aggravée par l'action anthropique.

- L'action anthropique: L'action anthropique influe grandement sur la sensibilité du milieu. Les défrichements, la pratique des feux de brousse, le labour et les pratiques agropastorales sont néfastes pour le maintien de l'équilibre écologique.

. Le besoin en terre arable, sans cesse croissant, amène les paysans à pratiquer des défrichements qui contribuent à dégrader le couvert végétal. Cette pratique est aggravée par les feux de brousse qui détruisent tout le tapis herbacé et même les arbustes. Le sol est alors pratiquement dénudé et exposé aux fortes insolation qui l'assèchent d'avantage, puis aux violentes averses.

. Le labour des terres s'avère également une arme à double tranchant. En effet, il permet l'aération du sol, d'où la bonne infiltration des eaux de pluie. Mais l'ameublissement superficiel du sol et la faible protection du couvert végétal, expose les sols cultivés au ruissellement. Nous avons remarqué ce phénomène sur le

terrain, parce que les paysans exploitent certains flancs de collines, les zones de glacis (planche III) et les labours s'effectuent parallèlement aux courbes de niveaux. Ces pratiques aggravent l'érosion par ruissellement et la terre arable est vite décapée.

. La pratique de l'élevage extensif contribue à aggraver l'action dégradatrice de l'homme. La surcharge pastorale peut avoir de graves conséquences sur la végétation déjà clairsemée de la zone d'étude. Les multiples pistes à bétail (bovins, notamment) contribuent à tasser le sol, le rendant imperméable pendant l'hivernage.

La péjoration climatique, depuis quelques décennies, a entraîné la mise en culture des bas-fonds et des abords de certains cours d'eau. Ces zones plus humides avaient un potentiel végétal plus important, mais leur dégradation progressive laisse apparaître un peu partout des zones nues, provoquées par l'érosion hydrique.

L'action des cultures sur le processus d'érosion a été très bien étudiée par M. MIETTON (1980), dans les régions de savane. Selon cette étude, il apparaît que le comportement de l'eau et du sol dépend du type de cultures pratiquées. Sous culture céréalière (sorgho, mil, maïs), le rôle des plantules est très limité sur le ruissellement, tandis que les cultures recouvrantes (haricot, arachides) freinent l'érosion de plus du 1/3. Dans notre zone, les cultures céréalières (mil, sorgho) sont les plus pratiquées, d'où la puissance de l'érosion par ravinement dans les zones cultivées.

Le caractère agressif des pluies, l'inefficacité de la couverture végétale, et l'action anthropique, plus l'importance des pentes constituent les principales causes de l'érosion hydrique dans notre zone d'étude. Ce phénomène se trouve aggravé par un autre fléau qui commence à se manifester dans l'ensemble de la région : l'érosion éolienne.

## 2 - L'EROSION EOLIENNE

Les manifestations de l'érosion éolienne existent dans la région étudiée. Le phénomène a particulièrement pris de l'ampleur depuis ces dernières décennies avec les vagues de sécheresse qui ont accentué l'action du vent dans les zones sahéliennes et dans les marges septentrionales du plateau central.

La difficulté de l'étude de l'érosion éolienne réside dans le fait que jusqu'à présent, elle n'a pas fait l'objet d'une véritable

quantification. Seules les études qualitatives existent et concernent plus particulièrement l'extrême Nord avec le problème de ravivement des anciennes dunes ogoliennes autre fois fixées par la végétation (GINKO Sita - BANDRE Emmanuel, 1990). Dans notre zone d'étude, le phénomène se présente de deux façons:

- Le soupaudrage d'anciens sables rouges d'origine paléoclimatique sur le sol: ces anciens plocages amorphes étaient plus ou moins fixés par un tapis herbacé. La mise en culture intensive sur le plan agricole, a entraîné la fragilisation de ces zones. Ce qui a été à l'origine de la remise en mouvement de ces sables. Des micro-rides, dues aux mouvements sinusoidaux des particules sableuses, se dessinent sur le sol (photo n°8, annexe)

- Le phénomène se manifeste également sous forme de dépôt de fines particules sableuses au pied des touffes d'herbes et des buissons. C'est ce qu'on appelle les nebkas. La mise en culture des zones de glacis a provoqué la dénudation de ces zones, d'où l'aggravation des phénomènes de déflation. Ces zones subissent un vanage et les particules sableuse viennent se déposer le long des formations rigicoles, qui jouent ainsi le rôle de brise vent. Sur les glacis il ne subsistent plus que des cailloutis et des pieds d'arbres et d'arbustes mutilés et desséchés. Lorsque la barrière végétal vient à manquer (dégradation par action anthropique), les sables, limons et argiles se déposent dans le lit même des cours d'eau. C'est par exemple le cas de la petite mare de Legouré, qui d'après les paysans, ne tarissait pas avant le mois de Mai. De nos jours, elle est complètement à sec dès le mois de Mars. Le sable a

comblé une partie de cette retenue d'eau naturelle, et même sur les berges on observe un important tas de sable d'origine hydrique et éolienne.

L'érosion éolienne est un phénomène qui commence donc à prendre de l'ampleur dans les régions sahéliennes et subsahéliennes. Son action, combinée à celle de l'érosion hydrique, peut avoir des conséquences écologiques très graves pour l'ensemble de la province du Sanmatenga.

### CONCLUSION GENERALE

La zone étudiée (partie Ouest de Kaya) est caractérisée par une certaine variété de reliefs: les hautes chaînes de collines birrimiennes sont séparées de dépressions plus ou moins vastes. Le paysage est également marqué par des buttes témoins à sommet généralement cuirassé. Une plaine étroite et discontinue se développe dans la partie orientale. Enfin une série de lacs ceinture l'arc birrimien méridional, et occupe une partie de la plaine orientale.

La diversité du relief et du modelé s'explique par la nature du substratum géologique, qui est constitué par des roches volcanico-sédimentaires de nature variées. Ces roches sont pour la plupart riches en ferro-magnésiens. Cette composition chimique a grandement favorisé le cuirassement de vastes zones, dont les témoins subsistent un peu partout dans la zone d'étude. Cependant, le mode d'accumulation des sesquioxides posent de nombreux problèmes dont les solutions ne sont pas encore élucidées. Cette complexité de l'explication de l'origine des cuirasses et de leur mode de mise en place, réside dans leur origine paléoclimatique (alternance de phases humides et de phases sèches). Le climat actuel, la faiblesse des totaux pluviométriques annuels enregistrés, depuis les deux dernières décennies, jouent un rôle important dans la dégradation du milieu naturel. En effet, l'existence des fortes pentes favorisent l'érosion par ruissellement sur les sommets des collines et les hauts de versant, avec un épandage essentiellement gravillonnaire. Vers les bas de pente, et surtout dans les zones de glacis et plaines, les eaux ont tendance à se concentrer et à provoquer des ravineaux qui s'aggrandissent pour donner de véritables ravines.

La dégradation du paysage se trouve aggravée par l'action anthropique : l'homme par ses défrichements incontrôlés et par la divagation de ses animaux a détruit le couvert végétal déjà clairsemé de la région. Les sols ainsi dénudés, ne peuvent que subir l'attaque des agents de l'érosion. Les rigoles et ravines se ramarquent un peu partout, et à cela il faut ajouter l'action du vent, qui remobilise les sables anciens, faute de couverture végétale suffisante.

Les environs de Kaya sur le plan écologique, peuvent être

considérés comme une zone à très gros risque de dégradation. Et des mesures de restauration appropriées de la végétation et des sols s'avèrent indispensables. Ces mesures peuvent consister en une sensibilisation des populations rurales, par les forestiers, sur les conséquences des défrichements anarchiques, des feux de brousse, et de la divagation des animaux (application véritable des trois luttes préconisées par les autorités en 1985). Ensuite, un effort devrait être entrepris par les agents des C.R.P.A pour aider les masses rurales à changer de méthodes culturales: utilisation accrue d'engrais naturel par une association de l'agriculture à l'élevage, construction de diguettes anti-érosives avec les blocs de cuirasse pour freiner l'érosion des sols et labours perpendiculaires aux courbes de niveau pour retenir le maximum d'eau au pied des semis. Enfin, les zones totalement dégradées devraient être mise en défens totalement, ou faire l'objet de reboisement systématique.

Ce sont là des mesures, qui, nous sommes certaines, permettraient de freiner ce processus continu de la détérioration de notre patrimoine naturel.

## LISTE DES SIGLES

- P.V.A : Prise de vue aérienne  
 T.P.F.R : Triangulation par fente radiale.  
 I.G.B. : Institut de géographie du BURKINA  
 B.R.G.M : Bureau Régionale de Géologie et des Mines  
 BU.MI.GE.B: Bureau des Mines et de la Géologie du BURKINA  
 C.R.P.A. : Centre Régional de Promotion Agricole

## LISTE DES PLANCHES CARTOGRAPHIQUES

- Planche I : Esquisse géomorphologique  
 Planche II : Variation des pentes dans les environs de Kaya  
 Planche III: Impact humain dans les environs de Kaya

## LISTE DES PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES

- Planche I - Photo N°1 : Relief en forme de pic aux environs de Remtanga  
 Photo N°2 : Versant de Remtanga portant des griffures dues aux eaux de ruissellement.
- Planche II - Photo N°3 : Croupe portant encore quelques fragments (ou blocs) de cuirasse dans les environs de Dem  
 Photo N°4 : Champ de débris de cuirasse et de pierrailles sur un glaciais dans les environs de Tougouri
- Planche III - Photo N°5 : Cuirasse vacuolaire dont l'aspect ressemble à une ruche d'abeilles .  
 Photo N°6 : Sables et éboulis dans le fond de la ravine longeant la route Dem-Samtaba
- Planche IV - Photo N°7 : Butte cuirassée dans le village de Légouré.  
 Photo N°8 : Versant de colline raviné au Nord du village Boulli.
- Planche V - Photo N°9 : Courbure sommitale d'une butte cuirassée à Delga.  
 Photo N°10 : Relief en dents de scie et présentant une organisation du réseau hydrographique depuis le bas de versant jusqu'au lac Dem.

Planche VI - Photo N°11 : Grande diaclase sur Remtanga.  
 Photo N°12 : Placage sableux dans les environs de  
 Dem.

## LISTE DES FIGURES

- Figure 1 : Topographie et situation de la région étudiée
- Figure 2 : Croquis de la TPFR et TPPC
- Figure 3 : Organisation des éléments dans un arc birrimien
- Figure 4 : Dos de baleine et chaos granitiques à Pisen
- Figure 5 : Coupe d'une cuirasse bauxitique
- Figure 6 : Butte cuirassée à sommet incurvé
- Figure 7 : Relief à deux niveaux cuirassés
- Figure 8 : Pseudo cuesta
- Figure 9 : Avant butte
- Figure 10 : Front de recul
- Figure 11 : Dépression longitudinale
- Figure 12 : Carte géologique
- Figure 13 : Extension des cuirasses en Afrique de l'Ouest
- Figure 14 : Altération des sols sous différents climats
- Figure 15 : Modes d'accumulation des produits dans le sol
- Figure 16 : Cuirasse pseudo-bréchiqque
- Figure 17 : Coupe d'un profil de sol lithdépendant ou autochtone
- Figure 18 : Coupe topographique de Dem aux environs de Boulli
- Figure 19 : Courbe des températures
- Figure 20 : Courbe des variations des totaux pluviométriques
- Figure 21 : Stade de la formation de la péllicule argileuse
- Figure 22 : Evolution d'une ravine

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1 . BANDRE E. :(1973) les milieux physiques et les activités humaines en HAUTE VOLATA - conséquences - mémoire de maîtrise - faculté de lettre de Nancy -82p
- 2 . BEAUDET G. COQUE R. (1986): Les modelés cuirassés des savanes du BURKINA FASO (Af.Occ), Rev. de géol. Dyn. et de geogr. Phys. Vol 27, fasc.34 Paris, PP 213 - 224.
- 3 . BOIFFIN J. (1984) : La dégradation structurale des couches superficielles sous l'action des pluies - Thèse doct. Ing. Paris, I.N.A-P.G 320p + annexe.
- 4 . BOUGERE J. (1976) : Recherche sur les paysages soudano-Birrimiens de la région de Kaya (H.V).Université de Paris VII Thèse de 3° cycle. Université de Ouagadougou 85P.
- 5 . BOULANGE B. DELVIGNE J., ESCHEMBRENNER V. (1973): Description morphologique, géochimique et minéralogique des facies cuirassés des principaux niveaux géomorphologiques de Côte d'Ivoire. Cahier ORSTOM, Sér. Géol., vol v, n°1, PP 59 - 81
- 6 . BOULET R. (1986): Etude pédologique de la HAUTE VOLTA region Centre Nord ORSTOM de DAKAR - HANN - 351P.
- 7 . BOULET R (1974): Toposéquences des sols tropicaux en HAUTE VOLTA Equilibre dynamique et déséquilibre bioclimat ORSTOM Paris - non paginé
- 8 . BUCHTEIN M. MULLER Y. (1972) : Synthèse des travaux effectués dans le bassin birrimien de Kaya (H.V) -BRGM.
- 9 . COLLINET J. LAFFROGUE A : Mesure de ruissellement et de l'érosion sous pluies simulées par quelques types de sols de H.V - ORSTOM - 129p - 123Pl, 64 tableau, 123 figures
10. COQUE R.(1986) : Géomorphologie - Armand Colin 103, bd Saint Michel Paris 5°-430p
- 11 . DA D.E.C (1989): Exploitation des imageries satellitaires Landsat TM pour la cartographie géomorphologique dans le Centre Nord du BURKINA FASO
- 12 . DAVEAU (S) LAMOTTE M - ROUGERIE G. (1962): Les cuirassés et chaînes birrimiennes en H.V Annale de géographie 71(387) -PP 460 - 482 - PUF.
- 13 . DERRUAU M. (1974): Précis de géomorphologie 453p 6° édition entièrement refondue - Masson et Cie
- 14 . DERRUAU M (1979): les formes du relief terrestre (notion de géographie 12Op)
- 15 . ESCHEMBRENNER V. et GRANDIN G. (1970): la séquence des cuirasses et sa différentiation entre Agribilékrou (C.I) et Diébougou (H.V) PP 205 - 245

- 16 . GEORGE P. (1984) dictionnaire de géographie - 3° édition revue et augmentée.
- 17 . GRANDIN G. THIRY M. (1983) les grandes surface continentales tertiaires des régions chaudes . Succession des types d'altérations. PP 3 - 18 cahier ORSTOM Serie géol.vol. XIII n°1
- 18 . GUINKO S. et BANDRE E. (1990) l'érosion éolienne et la végétation dans le Nord du BURKINA FASO Ouagadougou. 27p.
- 19 . HOTTIN G. et OUEDRAOGO Of (1975): Notice explicative de la carte géologique à 1/1000000 de la H.V Direction de la géologie et des mines - Edition du bureau de recherches géologiques et minières. 6 - 8 Rue chasselour loubat 75797 Paris - Cedex 15-58 p + 1 carte.
- 20 . KALOGA B.(1987): Le manteau Kaolinique des plaines du Centre Sud de la H.V. Dynamique et relation avec le manteau smectitique Edition ORSTOM coll. et THESE - Paris - 344p.21 .  
KOALA K.F (1985): L'environnement géologique est la minéralisation antimoneuse de Mafoulou (dégré carré de Kaya H.V.) et les caractères du volcanisme basique régional Université Claude Bernard Lyon I, II8 p + annexes planches et photo.
- 22 . LEPRUN J.C. (1972): Cuirasses ferrugineuses autochtones et modelés des bas reliefs des pays cristallins de H.V. oriental C.R Acad. Sci. Paris 275 D. PP 1207-1216
- 23 . MAIGNIEN R. (1958): Le cuirassement des sols en Guinée. Mémoire sér. Carte géol.Alsace Lorraine - 235p.
- 24 . MASCLANIS P. (1968): Le précambrien de la partie orientale de la boucle du Niger Thèse fac-sci-Iniv. Clermont Ferrand (1955) Bull-S.G.P.M, Dakar, n°24.
- 25 . MICHEL P. (1973): Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie. Etude géomorphologique Mém. ORSTOM, n°63, 752p.
- 26 . MIETTON M. (1988): Dynamique de l'interface lithosphere atmosphère au B.F. : contribution géomorphologique à l'étude de l'érosion en zone tropical de savane. Grenoble, Univ. J.Fournier Grenoble 1,2 livre 497 p 107 fig,89 tab. 9 planches de photo, 5 cartes et 2 doc. H.T. Thèse d'état.
- 27 . PION JC. (1979): Altération des massif cistallins basiques en zone tropicale sèche. Etude de quelques toposéquences en H.V. Mém.n°57 science géol. ULP - 215 p.
- 28 . RIOU G. (1974): Recherche en H.V. Travaux du laboratoire géog.Phys. Univ. de Paris n°2 PP 13 à 31 - 4 fig et 2 cartes.
- 29 . ROUGERIE G. (19..): Erosion des sols et couverts végétaux Hérodote,n°12 PP 52 à 64.
- 30 . SANOU D. (1981): Etude comparative entre une parcelle pourvue de bourrelets anti-érosif et des parcelles traditionnelles à Sirgui (Kaya): introduction aux problèmes de dynamique érosive.

ESLSH Ouaga, 120p (mémoire de maîtrise : géog.)

- 31 .SEGALEN P. (1964): Le fer dans les sols. Office de la recherche scientifique et technique d'outre mer-Paris 147 p.
- 32 .SEGALEN P.(1973): L'aluminium dans les sols. ORSTOM Paris 275 P.
- 33 .TRAVAUX ET DOCUMENTS DE GEOGRAPHIE TROPICALE (1985):  
Géomorphologie des reliefs cuirassés dans les pays chauds et humides PP.341-358
- 34 . VAN EYK H. (1964) : Recherches dans la région de Kaya, H.V.  
Rapp. Inéd. BRGM - BOB 69 A 20.

ANNEXES

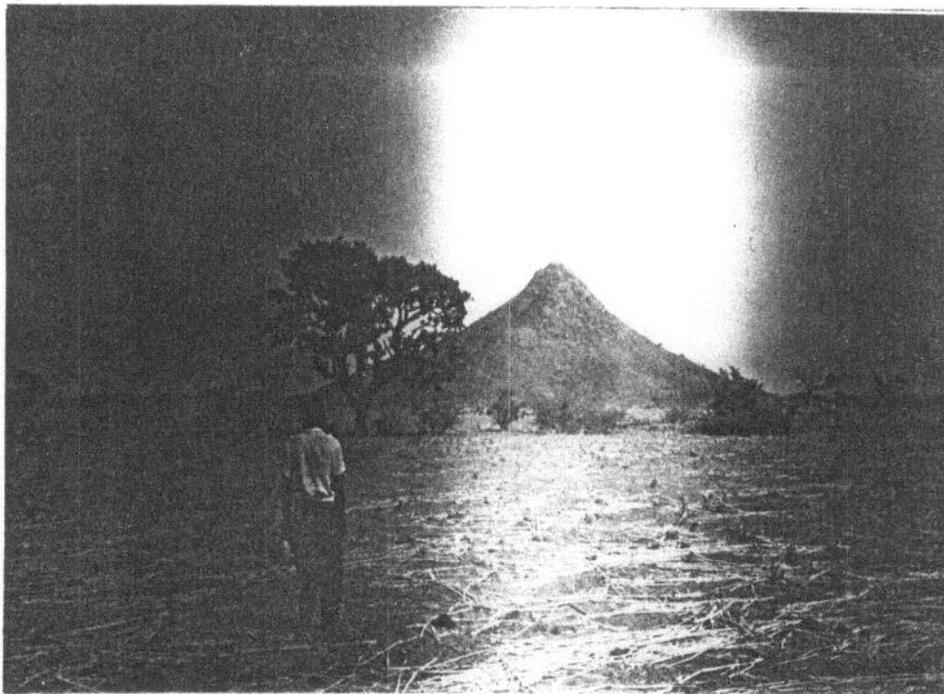


PHOTO N° 1

Relief en forme de pic aux environs de Remtanga



PHOTO N° 2

Versant de Remtanga portant des griffures dues aux eaux de ruissellement.



PHOTO N° 3 :

Croupe portant encore quelques fragments (ou blocs) de cuirasse (environs de Dem)



PHOTO N° 4 :

Champ de débris de cuirasse et de pierrailles sur un glacis (aux environs de Tougouri)



PHOTO N° 5 :

Cuirasse vacuolaire dont l'aspect ressemble à une ruche d'abeille.

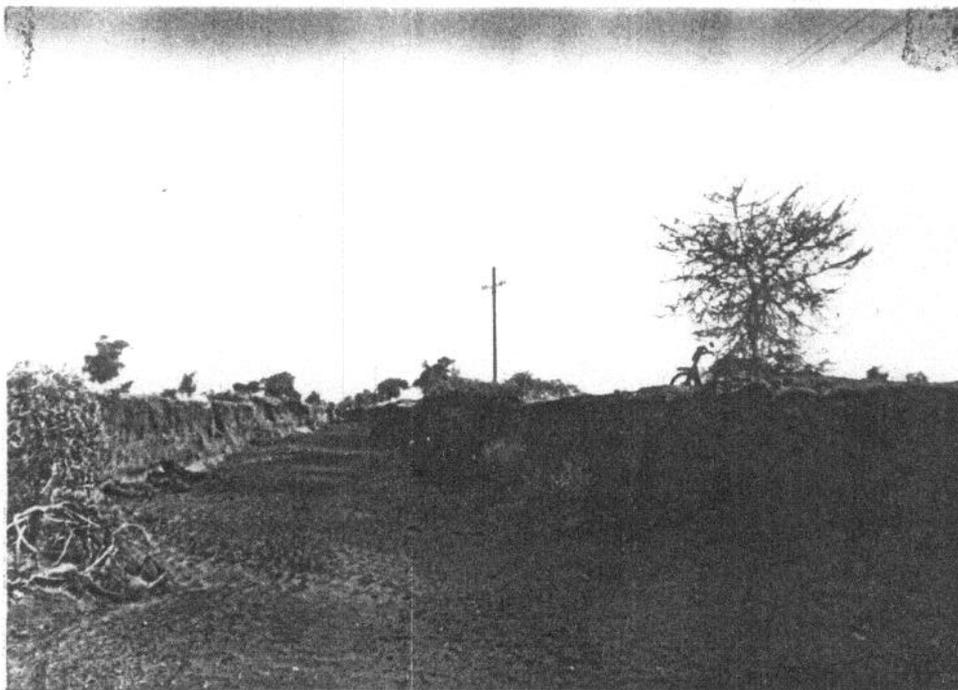


PHOTO N° 6 :

Sables et éboulis dans le fond de la ravine longeant la route Dem - Samtaba

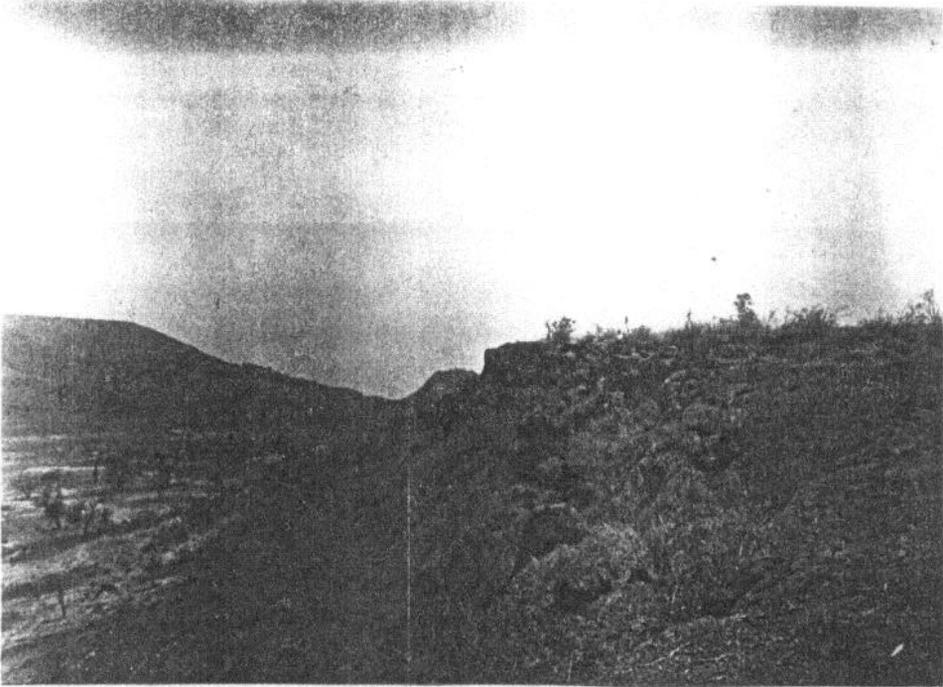


PHOTO N° 7 :  
Butte cuirassée dans le village de Légouré

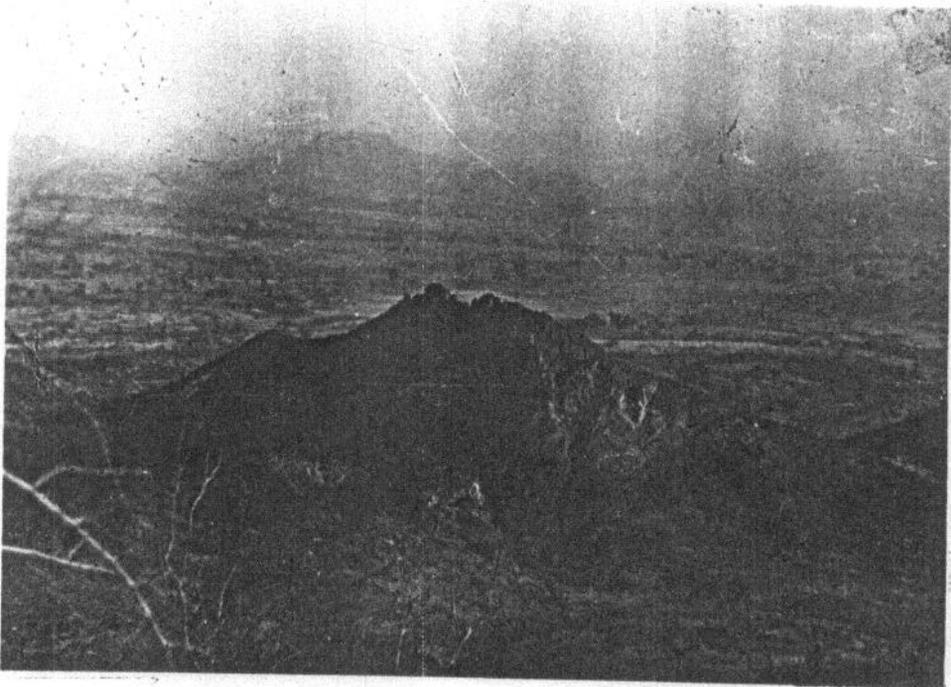


PHOTO N° 8 :  
Versant de colline raviné au Nord du village Boulli.

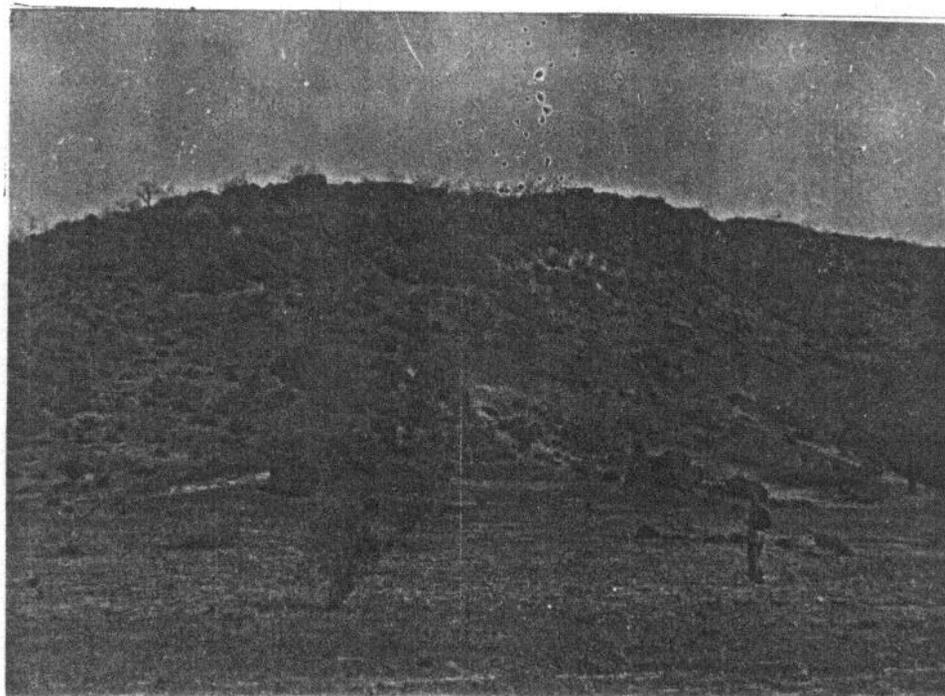


PHOTO N° 9 :

Courbure sommitale d'une butte cuirassée à Delga.

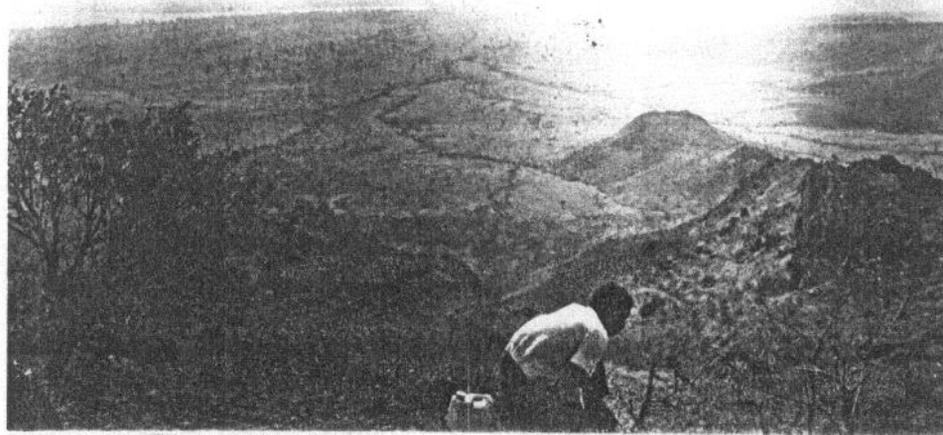
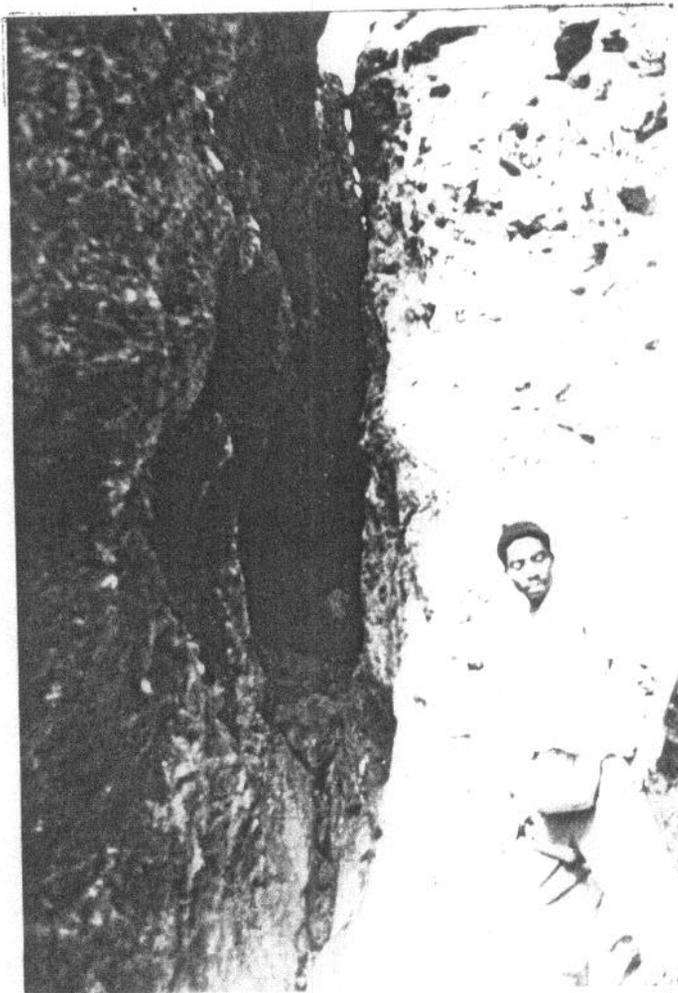


PHOTO N° 10 :

Relief en dents de scie et présentant une organisation du réseau hydrographique depuis les bas de versant jusqu'au lac Dem.

PHOTO N° 11 :



Grande diaclase sur Remtanga (plus d'un mètre de large sur plus de dix mètres de profondeur). Elle donne une idée sur l'ampleur du diaclasage qui a été à l'origine des excavations des différents reliefs (photo pris sur Remtanga).

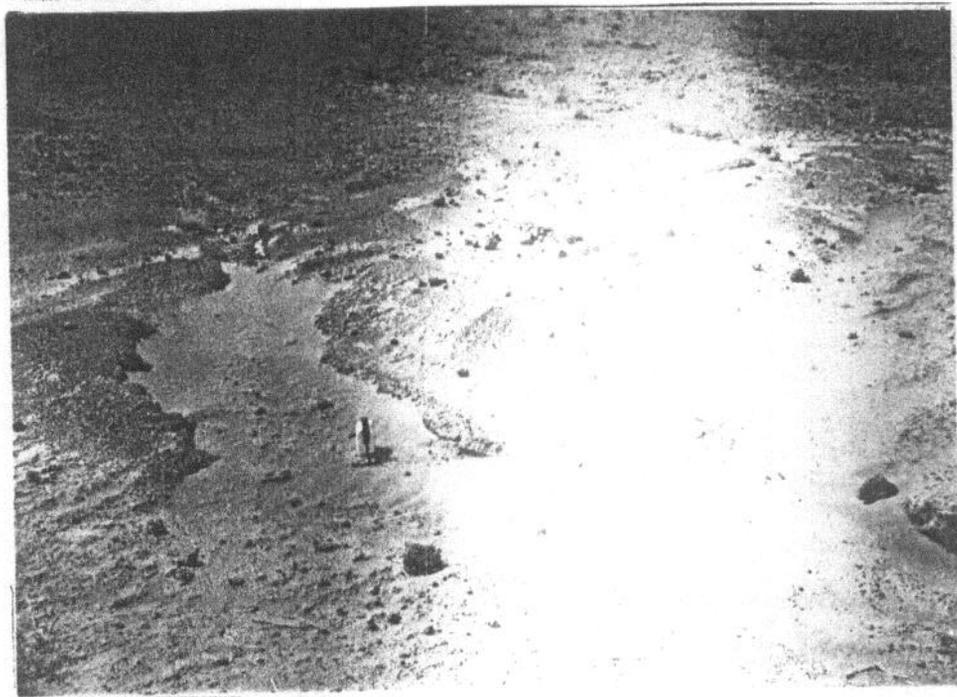


PHOTO N° 12 :

Placage sableux aux environs de Dem.