

LA DAÏA CHIKER
(Moyen Atlas, Maroc)
Étude géomorphologique

par CAMILLE EK et LÉON MATHIEU

Extrait des Annales de la Société Géologique de Belgique,
t. 87, 1963-1964, Bull. n° 1-5, pp. B 65-103
Juin 1964

LA DAÏA CHIKER
(Moyen Atlas, Maroc)
Étude géomorphologique

par CAMILLE EK et LÉON MATHIEU

(8 figures dans le texte et 1 planche)

SUMMARY

The daïa Chiker is a closed depression, surrounded by a calcareous mountainous relief (fig. 1).

The slopes are occupied by an important lapié, whereas the bottom is flat, regardless little hillocks, showing the shaly (or marly) nature of a great part of the bottom (fig. 3).

Karstic and non-karstic phenomena co-operated in the formation of the daïa. Both are studied (fig. 4, 5, 6).

The most important processes, at the present time, are :

1° Karstic processes : subterranean drainage and subterranean run-off of great amounts of sediments ; lapié.

2° Non-karstic processes : talus on the slopes, rain-wash and colluvium on the bottom (fig. 7).

An attempt of chronology is given.

Conclusions : the daïa is not a proper polje. The last partial planation levels occurred without fluvial base-level. Karstic tubes are able to carry a large solid charge without to become blocked.

From a practical point of view, the authors consider that simple and non-expensive actions could protect the soil and give it a higher value : little clay dams, stone rims, preservation of the existing vegetation on the rocky slopes.

Cette étude a grandement bénéficié des encouragements et des conseils de Monsieur le Professeur P. MACAR, qui a en outre relu notre manuscrit ; nous lui en sommes très reconnaissants. Le texte

doit beaucoup aussi aux remarques et aux suggestions que sa lecture a inspirées à Monsieur Ph. MORIN, dont la critique encourageante nous a été très précieuse.

Monsieur A. PUJOS a visité avec nous la région étudiée, a relu le manuscrit, puis nous a aidés dans la correction des épreuves ; à ses lectures patientes et minutieuses, le texte doit aussi de nombreuses améliorations.

Notre travail a bénéficié d'un subside du Patrimoine de l'Université de Liège. Que la Commission administrative du Patrimoine trouve ici l'expression de notre gratitude.

INTRODUCTION

La daïa Chiker ⁽¹⁾ (4°5' O. de Greenw., 34°5' N., alt. 1350 m) est une dépression à fond plat située à 12 km au sud de Taza, dans le Moyen Atlas septentrional, à l'E. du massif paléozoïque du Tazzeka.

P. Russo, qui en étudia le premier la genèse, y vit un *poljé* (1936, p. 779) et il semble que cette opinion soit restée en honneur jusqu'ici.

Le présent travail est essentiellement consacré à l'étude de la genèse de la daïa Chiker. Mais sur un plan plus pratique, nous avons observé les processus morphologiques actuels et cherché des moyens simples de donner au sol un peu plus de valeur.

SOMMAIRE

- I. GÉNÉRALITÉS.
Situation ; relief ; substratum ; climat actuel.
- II. MORPHOLOGIE ET DÉPÔTS.
Le pourtour ; les affluents ; le fond.
- III. GENÈSE.
Stades successifs de l'évolution ; essai de corrélations chronologiques.
- IV. LES PROCESSUS ACTUELS.
Le pourtour ; les affluents ; le fond.
Applications pratiques : moyens de mise en valeur.

⁽¹⁾ *daïa* ou *daya* (arabe) : fond de dépression fermée, avec nappe temporaire d'eau douce.

I. GÉNÉRALITÉS

1. *Situation.*

Le Moyen Atlas qu'un pédoncule attache vers le S. au Haut Atlas est comme lui essentiellement constitué de roches jurassiques. Il est encadré à l'O. par la Meseta marocaine, à l'E. par la large et profonde dépression de la Moulouya, et au N. par le couloir sud-rifain.

Le Moyen Atlas septentrional a été divisé par H. Termier (1936) en deux parties : le *Causse moyen-atlasique* au N. et le *Moyen Atlas proprement dit* au S.-E.

Pour la « ligne architecturale majeure » (G. Choubert et J. Marçais, 1952) qui sépare le *Causse* presque tabulaire du *Moyen Atlas proprement dit* fortement plissé, G. Colo (1961) a proposé le nom d'*accident nord moyen-atlasique* (fig. 1).

A la bordure septentrionale du Moyen Atlas affleurent les roches

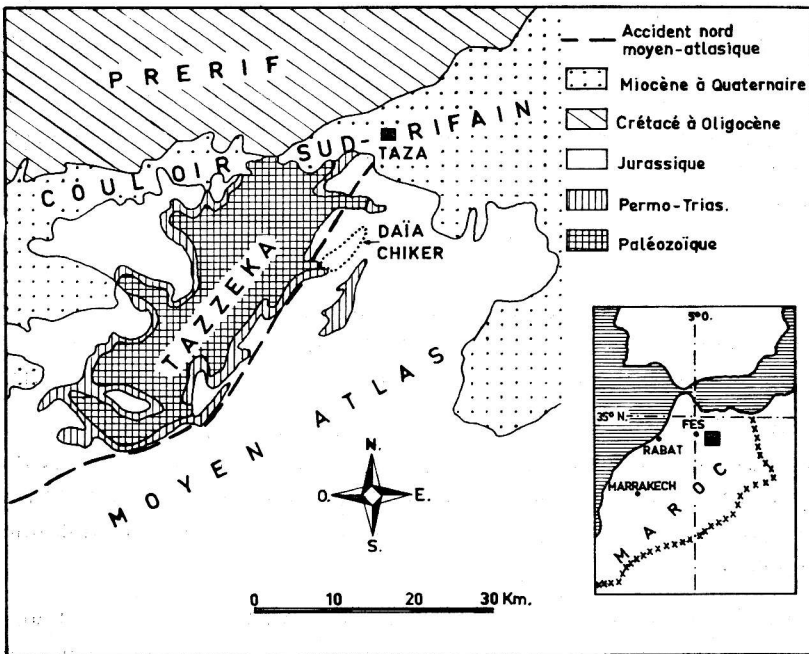


Fig. 1. — Schéma de localisation de la daïa. En blanc, le Moyen Atlas.

paléozoïques de la boutonnière du Tazzeka, « anticlinorium érodé, d'âge probablement tertiaire.

» Au N.-E. de la boutonnière se place la *région du Chiker*, pays de Permo-Trias et de Lias, haché par de nombreuses failles et où les phénomènes karstiques jouent un grand rôle » (W. van Leckwijck et H. Termier, 1938).

2. *Les grandes lignes du relief.*

Longue de huit kilomètres, large de deux, la daïa Chiker est une importante dépression au sein des massifs montagneux du Moyen Atlas septentrional.

a) *Le fond*, vers 1350 m d'altitude, est remarquablement plat, mises à part de petites buttes de quelques mètres de hauteur qui s'alignent parallèlement à la direction générale de l'allongement de la daïa, qui est aussi la direction tectonique majeure : SO-NE.

b) *Les versants* sont pour la plupart en pente forte : l'inclinaison dépasse par endroits 40 % sur toute la hauteur du versant et les pentes localement supérieures à 100 % sont nombreuses dans les calcaires compacts.

c) *Les sommets* qui dominent la dépression s'alignent en crêtes ou en éléments de plateaux suivant la direction tectonique principale SO-NE. Les altitudes des sommets entourant la daïa varient de 1600 à 1835 m.

3. *Le substratum.*

Les formations de la région du Chiker sont en position synclinale ; elles ont été étudiées surtout par W. van Leckwijck, H. Termier, Ph. Morin et G. Colo ; nous les décrivons ici d'après G. Colo (1961).

a) Sur les *sommets du pourtour* affleure le Lias inférieur, formé essentiellement de dolomie, généralement saccharoïde, surmontée de quelques mètres de calcaires noirs lités à silex. Dans le secteur S., la dolomie passe localement à un calcaire gris à lits de dolomie blanche.

b) Cette auréole entoure les formations du Lias moyen : Pliensbachien et Domérien ; le premier est essentiellement formé de calcaires en gros bancs ou massifs très compacts ; le second de cal-

caire gris clair en petits bancs, avec des interlits schisteux dont l'épaisseur augmente au fur et à mesure que l'on s'élève dans la série.

La formation se termine par un niveau de calcaires noirs.

c) *Au centre* de la dépression affleure le Toarcien, essentiellement schisteux, avec quelques niveaux plus ou moins marno-calcareux.

Dans le secteur S. du pourtour de la daïa affleurent localement les marnes rouges du Permo-Trias et des roches magmatiques associées, notamment basaltes et dolérites.

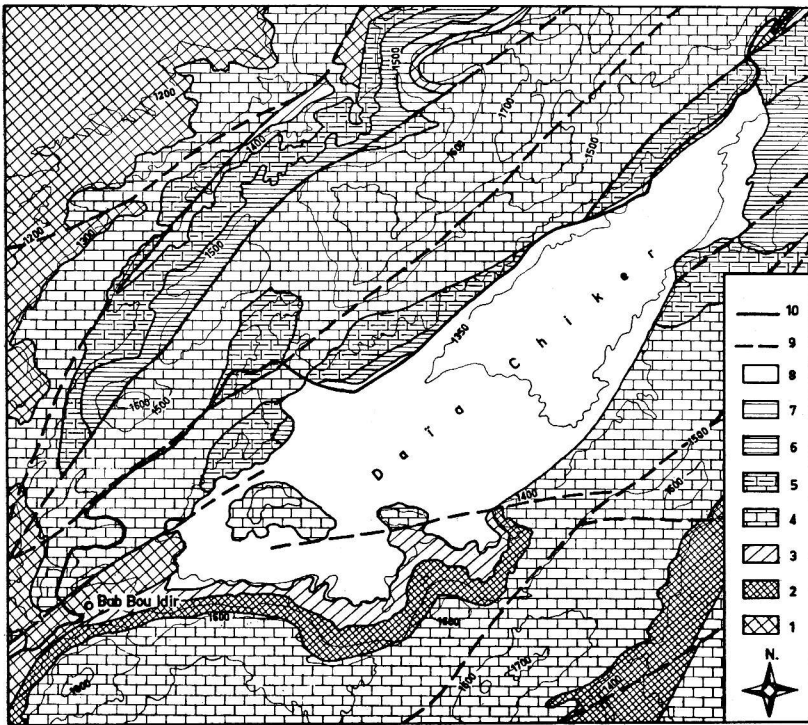


Fig. 2. — *Carte géologique*, d'après des levés inédits de G. Colo et Ph. Morin, reproduits avec l'autorisation des auteurs et celle du Chef du Service géologique du Maroc.

On a regroupé sous un seul sigle les diverses formations liasiques inférieures et lotharingiennes et pliënsbachiennes distinguées par les auteurs des levés.

Légende. — 1. Paléozoïque — 2. Permo-Trias — 3. Roches éruptives (surtout basaltes du Permo-Trias) — 4. Lias inférieur, Lotharingien et Pliënsbachien — 5. Domérien — 6. Toarcien — 7. Aalénien — 8. Quaternaire — 9. Faille — 10. Route de Bab bou Idir à Taza.

Même échelle que la figure 3. Les courbes de niveau ont été dessinées de 100 en 100 m, à titre de repères.

La figure 2 représente la géologie de la région d'après les levés inédits de G. Colo et Ph. Morin.

4. *Le climat actuel.*

Nous extrayons de tableaux présentés par A. Pujos dans un rapport inédit (Sogetim, 1958), les données suivantes provenant d'observations météorologiques faites à Bab bou Idir (1550 m d'alt., voir fig. 3), de 1935 à 1955.

Température moyenne :	10°8
Température moyenne mensuelle minimum :	2°6 (janv.)
Température moyenne mensuelle maximum :	21°7 (juill.)
Minimum absolu enregistré :	— 15°0
Maximum absolu enregistré :	37°5
Précipitations annuelles :	1462 mm
Moyenne mensuelle du mois le plus sec :	6 mm (juill.)
Moyenne mensuelle du mois le plus humide :	238 mm (déc.)
Nombre annuel de jours de pluie :	73

L'indice d'aridité de de Martonne ⁽¹⁾ est de 72.

L'indice pluviothermique de Emberger ⁽²⁾ est de 172.

Il gèle, tous les ans, plusieurs jours par mois d'octobre à avril. L'enneigement est fréquent de décembre à avril.

On voit que les saisons sont très marquées, tant au point de vue des températures qu'à celui des précipitations. En outre, le caractère montagnard s'affirme, autant par la faible moyenne annuelle des températures que par le total élevé des précipitations.

II. MORPHOLOGIE ET DÉPÔTS

La morphologie des versants, toute en fortes pentes et en abrupts rocheux, s'oppose violemment à celle du fond plat de la daïa. Faisant le lien entre ces deux types de formes, les vallons et les ravins qui débouchent dans la daïa présentent une grande variété d'aspects, et méritent d'être décrits dans un paragraphe séparé.

⁽¹⁾ $P/(T + 10)$, où P représente le total des précipitations annuelles en mm d'eau, et T la température moyenne en °C.

⁽²⁾ Voir L. Emberger, 1930.

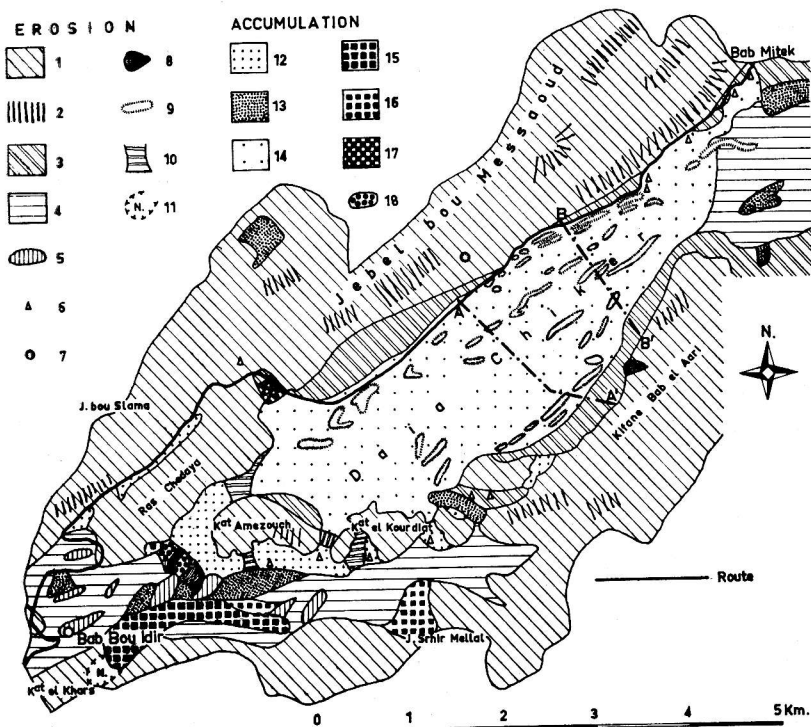


Fig. 3. — *Esquisse morphologique de la daïa Chiker et de son bassin.*
Le contour de la figure représente les limites du bassin-versant.

Légende

A. *Le substratum à nu.*

1. — Roche (calcaire ou dolomie) dénudée, très généralement lapiazée en grand ; y compris quelques dépressions à fond plat.
2. — Lapié très profond (plus de 3 m) orienté.
3. — Calcaire à nu, non lapiazé en grand, avec interlits schisteux ; souvent en replat.
4. — Versant dénudé (ou, localement, avec couverture d'altération ou mince colluvium) sur roche tendre (dolérites et autres magmatiques, marnes du Permo-Trias et schistes toarciens).
5. — Replat dénudé (ou avec couverture mince).
6. — Point d'engouffrement de l'eau (les pertes fossiles, trop nombreuses, n'ont pas été représentées).
7. — Ifri ou Atto (gouffre).
8. — Cône d'érosion
9. — Butte schisteuse dans le fond de la daïa Chiker.
10. — Col surbaissé, barre de roche dure entre des koudiat.
11. — Grand creux de nivation.

B. *La couverture.*

12. — Fond de cuvette karstique ; colluvium parfois abondant ; parfois argile et blocs de calcaire : résidu complexe d'altération sur place.
13. — Colluvium sur versant aplani (y compris : colluvium abondant dans concavité, et : aplanissement sur Domérien, recouvert par épandage).
14. — Fond complexe de cuvette à drainage karstique (la daïa Chiker).
15. — Éboulis sec.
16. — Éboulis épars.
17. — Éboulis consolidé.
18. — Épandage caillouteux.

Nous traiterons donc successivement *le pourtour* de la dépression, *les affluents* et *le fond* même.

1. *Le pourtour.*

Les versants de la daïa sont essentiellement formés de l'alternance de pentes très raides et de replats en gradins ; le plus bas de ces replats est seul en pente nette vers la daïa : il sera décrit en même temps que le fond.

Les pentes des versants dépassent par endroits 50 % sur plus de 200 m de long ; localement, les calcaires et dolomies liasiques forment des corniches et des surplombs.

Les pentes raides sont coupées par quelques larges replats, dont les plus spectaculaires sont sur les flancs du jebel bou Messaoud, le long de la bordure N. O. de la daïa.

Le niveau le plus net passe de l'altitude de 1450 m à l'aval à celle de 1500 m à l'amont : 1460 au S. E. du point culminant du bou Messaoud, 1470 au N. de l'Ifri ou Atto et, à la bordure orientale de la daïa, 1450 m à l'E. des mines de zinc d'Aïn el Aouda, 1480 au koudiat ⁽¹⁾ bou Touil. Trois replats dénudés s'étagent à Bab bou Idir entre 1500 et 1540 m, mais nous n'avons pu établir de corrélation certaine entre l'un ou l'autre d'entre eux et les gradins situés plus en aval.

Le replat N. E. du bou Messaoud, à 1520 m à bab Tissidilt, témoigne de l'existence d'un niveau plus ancien, tandis que le sommet plat du ras Chedaya (fig. 3), à 1410-1420 m au N. E. de Bab bou Idir, est un net vestige d'un niveau plus récent.

Nous n'avons pas cherché à étudier en détail l'étagement de ces niveaux car l'absence de dépôts et l'éloignement des glacis datés ou datables n'a pas permis d'en envisager la chronologie.

Aussi bien sur les replats que sur les pentes raides, le Lias des versants ne présente qu'une couverture d'altération très discontinue: ce n'est que dans le fond des fissures d'un lapié imposant qu'un peu d'argile rouge reste prisonnière ; dans ces creux exigus poussent le chêne-vert (*Quercus ilex*) et le palmier-nain (*Chamærops humilis*). Le lapié s'organise en grands pans de roche irréguliers, formant des cloisons parfois cannelées, aux arêtes vives, et l'ensemble des versants calcaires est hérissé de ces grosses dalles dressées, qui attei-

⁽¹⁾ *koudiat* (arabe) : colline, butte isolée.

gnent fréquemment deux mètres de haut et rendent très malaisé le parcours des versants.

Dans la moitié S. de la daïa, quelques larges affleurements de marnes et schistes rouges permo-triasiques et des coulées basiques surincombantes donnent un relief beaucoup plus doux, à pentes généralement inférieures à 20 %. Sur ces versants aussi la roche est presque à nu, à peine couverte d'un mince manteau d'altération colluvionné sur les pentes les plus douces (moins de 10 %) ; ce colluvium s'épaissit très localement dans les replis des molles dépressions creusées dans ces roches tendres. Par endroits aussi, les points hauts des affleurements de dolérites présentent une couverture d'altération en place, épaisse d'un mètre ou deux.

Des éboulis secs ⁽¹⁾ de blocs calcaires parsèment les pentes, surtout à l'extrémité amont (S. O.) de la daïa, sur les versants exposés au N. ; certainement anciens, ces éboulis sont cependant encore alimentés en hiver ; certains, plus anciens, sont figés, tels l'éboulis consolidé qui, au N. E. du ras Chedaya, s'avance jusqu'au fond de la cuvette : c'est un conglomérat très hétérométrique, cimenté par une matrice rouge calcifiée, et qui s'est immobilisé sur une pente très faible (moins de 5 %).

Dominant la daïa au S. s'élève le koudiat el Khars (1805 m), flanqué d'une vaste niche de nivation au pied de laquelle s'étend une large plage d'éboulis cryoclastiques.

La neige, d'autre part, agit très probablement sur les lapiés, mais nous n'avons pu faire d'observation précise à ce sujet.

Très semblables aux versants des pourtours sont les versants de trois koudiat de calcaire compact qui émergent du fond de la daïa, dans son secteur amont : pentes raides, sommets parfois aplanis, le tout profondément lapiazé, et contrastant violemment avec les formes douces du fond.

Les grottes :

Les phénomènes karstiques sont loin de se limiter aux lapiés. Sur les koudiat comme dans les versants, des dolines, des avens, des grottes, s'ouvrent à profusion. La forme la plus fréquente est celle de la *doline-puits*, de quelques mètres de diamètre et de profondeur très variable. Le creux le plus profond à notre connaissance

(1) c.-à-d. sans matrice fine.

est sur le flanc S. E. du jebel bou Messaoud : c'est l'Ifri ou Atto ⁽¹⁾, aven de quelque 150 m de profondeur, de 30 à 50 m de diamètre, s'achevant en un énorme éboulis au pied duquel débouche une grotte de près de 1000 m de long (fig. 6). L'impressionnant abîme de l'entrée, vaste trou circulaire découpé à l'emporte-pièce dans le versant, n'est pas un point d'absorption important : actuellement du moins, il ne draine guère que quelques ares de lapié ; mais les eaux qui s'infiltrent partout dans les fissures du calcaire rejoignent finalement les galeries de l'Ifri ou Atto et alimentent les réservoirs saisonniers que sont les lacs de la grotte.

Des cavernes s'ouvrent aussi plus ou moins horizontalement dans les parois raides des versants. Plusieurs très larges galeries, abondamment concrétionnées de calcite, et présentant peu de ramifications latérales, béent sur les parois du rebord S. E. de la daïa, vers 1400 m d'altitude : ce sont les kifane ⁽²⁾ Bab el Aari.

Une autre cavité, également spacieuse, peu ramifiée, riche en concrétions calcaires, s'ouvre vers 1500 m à bab el Mfraj, au nord de Bab bou Idir. Bien que n'étant pas actuellement parcourue par un cours d'eau, cette grotte emmagasine en hiver une très importante quantité d'eau qui ne s'infiltré que très lentement dans le sous-sol, probablement par suite du colmatage des fissures par des dépôts fins. Il en est à peu près de même pour l'aven-grotte de Bab bou Idir (X = 618,3 ; Y = 387,8 ; Z = 1400 m env.).

Dans toutes ces cavités, les entrées ne fonctionnent actuellement ni comme points d'absorption notables, ni comme résurgences ; ces ouvertures donnent simplement accès à des réservoirs temporaires d'eau qui sont alimentés et drainés par des conduits indépendants des galeries d'accès. Ceci donne l'impression que les cavités sont bien antérieures à la morphologie actuelle et récente de la surface ; on peut en tout cas affirmer que la plupart des grottes des versants sont sans lien génétique avec la topographie subaérienne puisque les galeries d'accès n'ont aucune fonction hydrologique. Certaines des longues galeries horizontales des kifane Bab el Aari, par contre, ont peut-être été des conduits en relation avec un ancien stade d'évolution de la daïa (cf. C. Ek, 1961) ; mais la plupart des galeries

⁽¹⁾ *Ifri* (berbère) : grotte. *Ifri ou Atto* : grotte du vent. Différents auteurs ont aussi orthographié ce nom de manières diverses : Friouato, Fruighatto (carte au 1/50.000), Frégato (Casteret), Frietto (Paille)...

⁽²⁾ *Kef* (arabe), plur. *kifane*, grotte.

d'accès sont des diverticules de cavités anciennes accidentellement recoupés par les versants.

On verra plus loin combien le karst du fond de la daïa diffère profondément de celui des versants.

2. *Les affluents.*

Le bassin hydrographique de la daïa — si l'on veut appeler ainsi les versants secs et tout trousés de dolines qui convergent vers elle — est extrêmement restreint (fig. 3) : une quarantaine de km², en incluant le fond même, qui représente à lui seul 10 km². Encore, de la plupart des replats, aucune eau ne ruisselle vers la cuvette : elle s'infiltre toute dans les innombrables cavités du calcaire. La daïa n'est donc alimentée par aucun affluent important.

Un vallon large et profond descend de Bab bou Idir, mais le ruisseau qui le parcourt actuellement est à sec la moitié de l'année. Il a recreusé un colluvium assez épais et s'est encaissé en contrebas d'un lit ancien qui le domine d'un mètre ou deux. L'augmentation de sa pente dans sa section aval montre qu'il n'a pas été capable, vers la fin de son évolution, de suivre l'encaissement de la dépression. Il se termine par un modeste cône de déjection, dans lequel il semble maintenant fixé.

En fait, en plusieurs endroits de ce cône de déjection, le substratum marneux affleure : on est sur un glacis d'érosion à pente forte (5 %), et c'est sur ce qu'on pourrait appeler un cône d'érosion que repose le matériel alluvial.

Deux autres ravins plus étroits se terminent aussi par des cônes de déjection : l'un, juste au N. de Bab bou Idir, épand lors des fortes pluies un abondant matériel surtout caillouteux ; l'autre, sur le versant S. E., au pied des kifane Bab el Aari, distribue des dépôts plus fins dans lesquels les sédiments argileux rouges d'origine permo-triasique prennent une grande place ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Nous avons d'abord cru que ce matériel argileux provenait des résidus de dissolution des calcaires. Mais la présence, à l'amont du ravin, d'un affleurement permo-triasique, a montré qu'ici comme partout dans la région de la daïa Chiker, l'argile résiduelle de décalcification est très peu abondante en regard de l'argile provenant de la désagrégation des schistes. Ceci est la confirmation locale d'une opinion de A. Pujos (communication orale, janvier 1963) suivant laquelle la plupart des argiles dites de décalcification proviennent en réalité des bancs ou lits de schistes voisins ou interstratifiés dans les calcaires, plus que de « l'impureté » de ces derniers.

Mais l'apport d'eau le plus important à la daïa est celui du petit oued qui descend du jebel Srrhir Mellal (S. E. de la daïa). Bien que n'ayant guère de vallée à proprement parler — le bassin d'alimentation débouche immédiatement dans une dépression annexe de la daïa — cet oued est en fait le plus important pour la daïa, à laquelle il amène de l'eau durant une grande partie de l'année.

La plupart des ravins sont suspendus à une vingtaine de mètres au-dessus du fond de la daïa. Dans les calcaires lotharingiens et pliënsbachiens compacts du pourtour, ces ravins ont un profil transversal en V, et incisent profondément la roche ; dans les formations domériennes, le fond des vallons est large, en berceau ou plat, et les croupes d'interfluve sont arrondies.

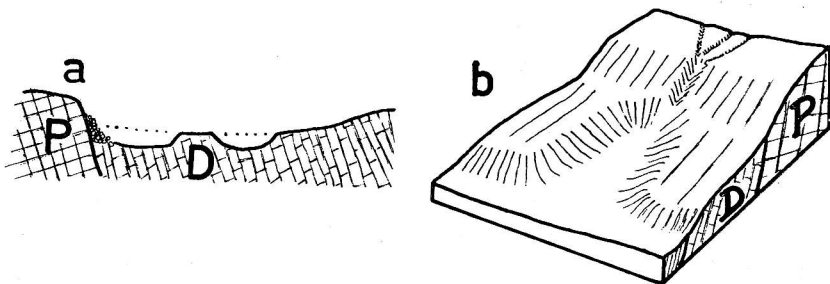


Fig. 4. — Deux exemples de vallons à la limite des formations pliënsbachiennes et domériennes.

La figure 4 montre deux exemples de ravins, l'un longeant la limite Pliënsbachien-Domérien, à 2 km au S. O. de l'Ifri ou Atto, l'autre la recoupant, à 500 m à l'E. du même gouffre. Le premier exemple montre qu'un large vallon a été repris par deux ruisseaux temporaires récents ; le second met en évidence l'activité de l'érosion récente qui a formé un large vallon, véritable embaïement relayant vers l'aval un ravin suspendu creusé dans le Pliënsbachien. Ce relai des vallons suspendus par un creusement ultérieur, parti plus récemment de la dépression de la daïa, sera considéré au paragraphe suivant.

3. Le fond.

D'une topographie remarquablement plane si on le compare aux versants, le *fond* de la daïa présente cependant plusieurs entités morphologiques distinctes.

Le fond est constitué au centre par les schistes du Toarcien et, en périphérie, essentiellement par les calcaires lités et à intercalations schisteuses du Domérien. Ceci a une répercussion directe sur la topographie : sur la majeure partie du contour de la cuvette, un seuil sépare du fond schisteux toarcien une banquette calcaire domérienne presque continue, surélevée de dix à vingt mètres. Ce *gradin*, en pente douce vers la daïa, a un rebord interne largement convexe vers celle-ci ; son congé supérieur, vers la limite des formations pliensbachiennes, est souvent plus brutal. C'est dans ce gradin que se sont creusés les vallons prolongeant vers l'aval les ravins suspendus dans les formations plus anciennes. Ces vallons sont donc contemporains de la phase de creusement qui a succédé à la phase d'aplanissement du gradin sur Domérien.

En contrebas de ce replat affleurent les schistes toarciens parfois un peu siliceux, et, à certains niveaux, armés de minces lits de calcaire (10-20 cm de puissance).

Ceci, de prime abord, donne à penser que la daïa n'est pas comme on l'a cru, un poljé typique.

Du fond émergent des buttes étroites — une cinquantaine environ — très allongées suivant la stratification ; leur alignement montre qu'elles sont constituées par des niveaux toarciens plus résistants à l'érosion. C'est dans certaines d'entre elles qu'ont été observés les lits siliceux et les minces bancs calcaires cités ci-dessus.

La surface d'où émergent ces buttes est constituée de *deux niveaux* d'érosion à peine distincts : sur l'inférieur coulent les principaux oueds ; c'est le fond même de la daïa Chiker ⁽¹⁾ ; l'autre niveau est situé un mètre ou deux plus haut que le premier et est peut-être d'origine polygénique ; plus probablement, il représente un niveau d'aplanissement qui ne fut jamais achevé parfaitement avant le très léger approfondissement que marque le niveau inférieur.

Les alignements de buttes résistantes et chacun des deux niveaux du fond se distinguent aussi les uns des autres par leur couverture meuble, comme le montrent les deux coupes transversales (fig. 5) levées à travers la daïa, localisées sur la fig. 3 (en A-A et B-B).

Les *buttes schisteuses* sont complètement dénudées à leur sommet ; leurs versants sont couverts d'une pellicule de fines plaquettes de

(1) C'est à ce fond même d'ailleurs, fréquemment inondé en hiver, que devrait, au sens strict, être réservée l'appellation de *daïa*, comme le faisait justement remarquer P. Russo (1936).

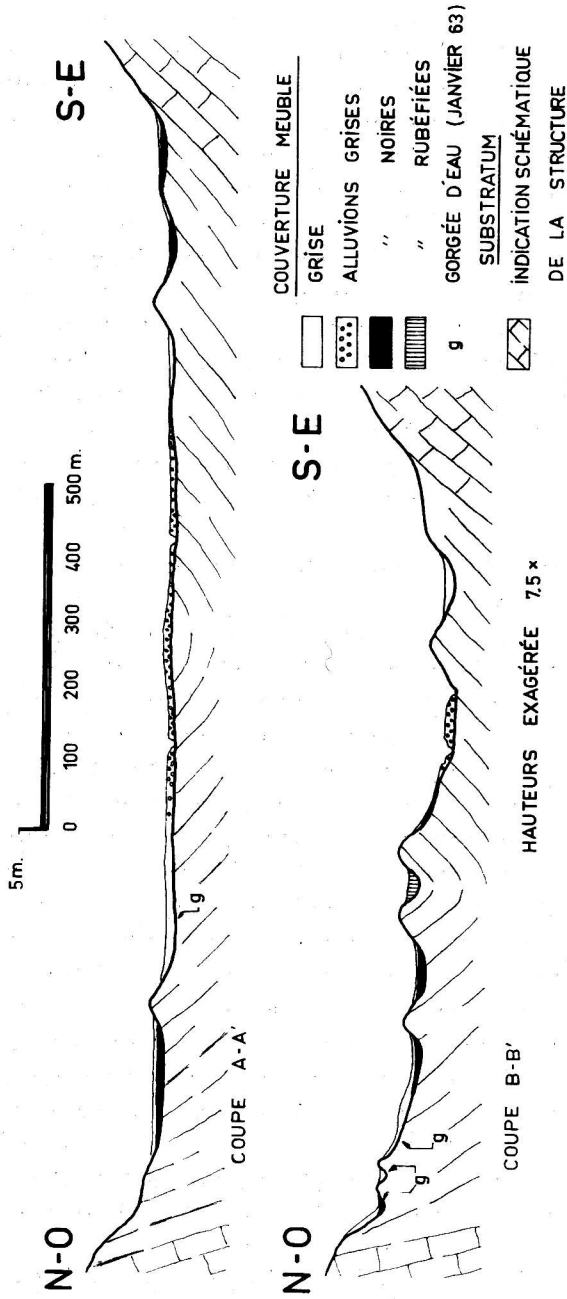


Fig. 5. — Deux coupes transversales à travers la daïa Chêker. Voir localisation sur la fig. 3.

schiste ; vers le bas, ce matériau se mêle à un peu de matrice argileuse.

Le *niveau supérieur* du fond est le plus généralement recouvert de 30 à 70 cm de limon très argileux, noir, gorgé d'eau en hiver, recouvert de 10 à 30 cm d'un colluvium limoneux beige ou gris-beige.

Le *niveau inférieur* ne comprend qu'une couverture de 30 à 80 cm de ce limon clair, localement très argileux, et présentant alors des panachures grises et roses ; souvent s'y mêle un gravillon schisteux et des cailloux arrondis, de roches basaltiques surtout, provenant principalement des ravins de Bab bou Idir.

Entre les deux buttes schisteuses les plus élevées (fig. 5, A-A), a été notée la présence, sur 30 à 80 cm, d'une formation à argile ocre-jaune, surmontée d'argile brun-rouge ; il s'agit d'un vestige d'un sol antérieur aux autres formations meubles de la daïa, et que sa position particulière, un petit creux perché entre deux buttes, a préservé de l'érosion.

Les phénomènes karstiques.

Le long des bords de la dépression, au contact des schistes et des calcaires sous-jacents, s'alignent des points d'absorption de l'eau.

a) A 600 m à l'E. de l'Ifri ou Atto, trois trous profonds de 7 m engloutissent les eaux hivernales, Sous quelques centimètres de limon beige clair, calcaireux, feuilleté, se trouve un remplissage local d'argile brun marron, compacte et très fissurée ; vers le bas, la structure devient prismatique et les fissures sont colmatées par du limon clair. Le dépôt, de 7 m d'épaisseur au total, représente le colmatage d'une doline, maintenant ouverte dans le remplissage argileux (voir photo 2).

b) Plus important encore est le gouffre du Chiker qui par une succession de puits et de galeries donne accès à une très longue grotte, qui s'est développée subhorizontalement à 70 m sous le fond de la daïa.

Longue de près de 2 km — en ne comptant que la galerie principale — la grotte du Chiker fut, comme l'Ifri ou Atto, étudiée par N. Casteret en 1934 (voir bibliographie). On y accède par un diverticule latéral, au profil très complexe ; le conduit principal de la grotte (fig. 6a) s'allonge à la même profondeur — à 20 m près —

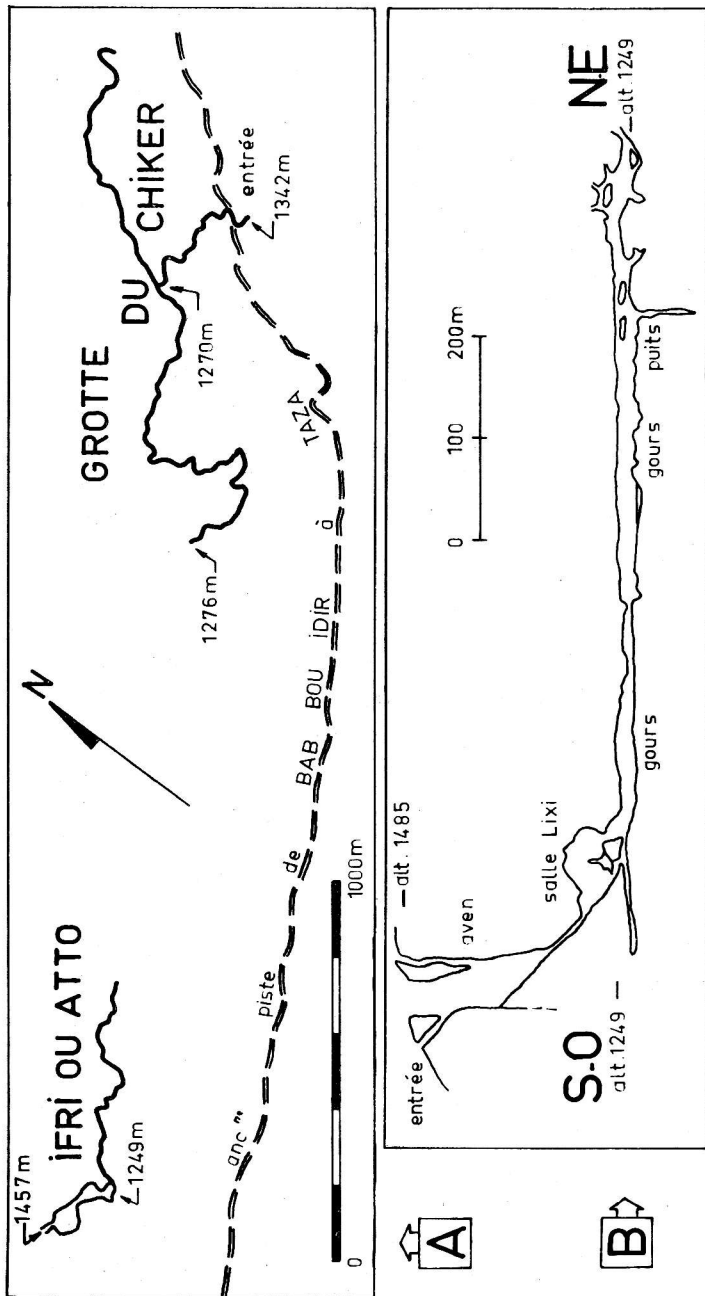


Fig. 6. — L'Ifri ou Atto et la grotte du Chiker.

- a — plan d'ensemble montrant leur position relative ;
- b — coupe verticale de l'Ifri ou Atto.

Les deux figures sont extraites de plans détaillés levés par le Syndicat d'Initiative de Taza.

que la galerie principale de l'Ifri ou Atto. La figure 6 a (1) montre d'autre part que les deux cavités ont la même direction générale et qu'elles sont dans le prolongement l'une de l'autre. Cependant, il arrive souvent que la grotte du Chiker, qui s'ouvre dans une doline de la daïa, soit entièrement sous eau, alors que l'Ifri ou Atto, à une altitude de 20 m inférieure, n'est que très partiellement inondé ; sans doute faut-il voir là l'effet d'un colmatage des conduits karstiques qui drainent la daïa. On discutera au chapitre suivant la raison probable de ce colmatage local.

c) A l'extrémité aval de la daïa, une dernière doline s'ouvre dans les champs ; son entonnoir irrégulier, de quelques mètres de diamètre, est en voie d'élargissement, mais les points d'infiltration qui s'ouvrent dans le fond ne sont pas pénétrables à l'homme.

Le système karstique est seul à drainer la daïa Chiker : le chemin de l'effluent est en effet suspendu, et, à bab Mitek (2), à l'extrémité N. de la daïa, un col de quelque huit mètres d'altitude relative sépare le fond de la daïa de la vallée de son ancien émissaire, l'oued Bnoun.

Les pluies hivernales et la fonte des neiges provoquent généralement l'engorgement des points d'infiltration et la daïa s'inonde partiellement ; près de la moitié de sa superficie peut alors se trouver sous eau, et la profondeur de ce lac temporaire dépasse par endroits deux mètres, non compris les points bas des trous d'absorption, à l'aplomb desquels la profondeur est beaucoup plus importante. La résurgence de Ras el Ma (3), située à 4 km au N. E. à vol d'oiseau, fonctionne alors à gueule bée, et il en jaillit en flots bouillonnants une eau jaunâtre, tant elle chargée de sédiments en suspension (4).

On notera que la teinte est jaunâtre, et non rouge, car les alluvions proviennent surtout des limons clairs du fond et de la désagrégation des schistes, et non d'argile de décalcification (5).

(1) La figure 6 (a et b) provient de l'abondante et précieuse documentation que nous avons pu consulter chez MM. J. et A. Paille, à Taza. Qu'il nous soit permis de remercier ces derniers pour leur grande obligeance.

(2) *bab* (arabe) : porte, col.

(3) *Ras el Ma* (arabe) : *ras*, tête ; *ma*, eau.

(4) La résurgence de Ras el Ma alimente la conduite forcée de la centrale hydro-électrique de Taza. Dans des rapports inédits, N. Casteret (1934) et P. Russo (1934) ont étudié, dans le cadre d'une reconnaissance hydrologique et spéléologique de la région du Chiker, le difficile problème d'une relative régularisation du régime de la résurgence.

(5) Voir ch. II, 2, note infrapaginale.

III. LA GENÈSE DE LA DAÏA

Les aplanissements des versants calcaires, vers 1500 m d'altitude, sont les plus anciens vestiges de l'évolution du Chiker. Les traces d'érosion tourbillonnaire de l'aven de l'Ifri ou Atto témoignent que ce gouffre, qui s'ouvre à 1460 m d'altitude, a fonctionné comme point d'absorption alors qu'il était encore un point bas de la topographie. Le début de l'intense activité karstique qui caractérise l'histoire du Chiker, remonte donc au moins à l'époque des aplanissements de 1450 m ⁽¹⁾ (le fond actuel de la daïa est à 1350 m). Il est pourtant très possible que ce début soit bien plus ancien encore, car avant d'être un important ponor, l'aven s'est formé par l'effondrement du toit d'une grotte préexistante, comme en témoigne le gigantesque éboulis de base. D'autre part, l'ampleur des traces d'érosion tourbillonnaire sur les parois donne à penser que le gouffre absorbait l'eau d'un bassin important et que les schistes toarciens n'étaient pas en dépression, mais l'alimentaient au contraire par leurs eaux de ruissellement ; le manque de vestige interdit cependant toute certitude à ce sujet.

Il est certain, par contre, que les schistes n'étaient plus en relief mais formaient le cœur de la dépression au moment où s'est développé l'aplanissement — essentiellement sur calcaires domériens — dont on retrouve la trace en de nombreux endroits de la daïa sous la forme d'un glacis, actuellement suspendu à 10 ou 15 m, suivant les endroits, au-dessus du fond. Cette banquette périphérique présente une pente faible mais toujours nette (2 à 5 %) en direction de l'axe actuel de la dépression, qui est aussi le centre schisteux du synclinal : les schistes formaient donc bien le fond de la dépression à ce moment.

Il a été dit (ch. II, 2) que les ravins incisés dans les formations pliensbachiennes ont un profil transversal en V, alors que la section transversale des vallons est très évasée sur le Domérien ; et en outre,

⁽¹⁾ Il y a eu très probablement des actions karstiques très anciennes, dont les traces sont estompées ou difficiles à retrouver. D'après M. Ph. Morin (communication personnelle), la daïa Chiker présenterait *d'importants effondrements par rapport à son « cadre »*, ce qui implique *de gigantesques dissolutions du substratum liasique*. Peut-être est-ce là qu'il faut voir l'origine de la localisation de la daïa, ce qui donnerait une importance particulière aux vues développées par M. Ph. Morin.



Photo 1. — *Vue générale de la daïa.*

La vue s'étend vers le N. ; à l'avant plan, au centre, le koudiat Amezouch.

Photo F. QUIQUEREZ.



Photo 2. — *Dolines de la bordure nord de la daïa.*

Coupant à l'emporte-pièce un remblayage local d'argile brun-marron très compacte, ces dolines permettent à l'eau de s'infiltrer dans le substratum calcaire de la bordure de la daïa. Dans le fond de la doline la plus proche, le personnage donne l'échelle.

A l'avant-plan, lapié. Derrière la doline centrale, chicots résiduels. Au delà, la daïa est sur les schistes dont certains banes, plus siliceux, ou armés de calcaires, affleurent çà et là.

Photo C. EK.

que les ravins du pourtour sont pour la plupart suspendus au-dessus de la banquette établie sur le Domérien.

Ces faits s'expliquent par la combinaison des facteurs lithologiques et climatiques. D'une part les formations domériennes, litées, résistent moins à l'érosion que les calcaires plienschubiens compacts : l'abaissement des versants est donc plus facile sur le Domérien, une fois qu'un ravin a dégagé le calcaire. L'érosion latérale est encore affaiblie sur le Plienschubien par la karstification intense : l'eau qui s'infiltre dans les innombrables fissures de la roche est perdue pour le ruissellement ; sur les calcaires lités du Domérien, à cause des nombreuses intercalations schisteuses, les fissures se colmatent plus vite, et l'eau ruisselle davantage, favorisant l'arasement de la surface.

Mais en outre, l'aplanissement partiel qui s'est réalisé surtout sur le Domérien, plus proche du centre de la dépression, l'a arasé à une altitude inférieure de plusieurs mètres au niveau qu'avaient atteint, lors d'une précédente phase d'érosion verticale, les ravins incisés dans les calcaires plienschubiens. C'est pourquoi ces ravins sont maintenant suspendus au-dessus de la banquette périphérique de la daïa.

L'oued Bnoun était l'effluent de la daïa et, jusqu'à l'époque de l'aplanissement des formations domériennes, c'est lui qui emportait le matériel déblayé.

Actuellement, la cuvette est séparée de son ancien émissaire par un col d'une dizaine de mètres : le recreusement qui suivit le dernier aplanissement important — la banquette périphérique — a été entièrement dirigé par l'activité karstique.

Fait remarquable, l'impressionnant cubage de schiste déblayé depuis la cessation du fonctionnement de l'émissaire a donc dû être évacué par les ponors.

Il n'est certes pas exclu que le vent soit également intervenu, mais nous n'en avons pas trouvé d'indice formel, et la morphologie actuelle résulte clairement du drainage souterrain.

Les points d'absorption se sont localisés en bordure même des calcaires. La naissance de deux réseaux hydrographiques distincts à la surface de la daïa date également du recreusement qui entama le niveau de 15 m : une barre de calcaire domérien ($X = 619,7$; $Y = 387,8$; voir fig. 3) sépare en effet depuis lors l'extrémité amont du reste de la dépression ; des points d'absorption différents

drainent ces deux secteurs, dont celui d'amont n'a plus guère évolué.

Les calcaires sont restés en relief depuis l'aplanissement de 15 m d'altitude relative, et ce sont les schistes qui ont été érodés, en trois étapes successives.

a) Des buttes schisteuses résiduelles très allongées alignent leurs crêtes à la même hauteur relative au-dessus du fond de la daïa : 3 à 6 m ; certaines des buttes situées le plus en amont ont conservé un sommet plat. Elles représentent le vestige d'un aplanissement peu différentiel, qui arasa aussi bien les schistes siliceux ou armés de minces bancs calcaires que les schistes homogènes. Le sol très argileux rouge (figure 5, A-A) est sans doute un reste de la couverture meuble de cette surface qui représente la première des trois étapes finales.

b) Les buttes schisteuses dominant le fond même de la daïa où se distinguent les deux niveaux inférieurs. De ces deux niveaux, le plus élevé représente la seconde des trois phases de l'encaissement des schistes : tout autour des buttes laissées en relief (vestiges de la première phase) s'est développée une surface, déprimée de quelques mètres, en faible pente transversale vers le centre de la dépression ; les dolines d'amont de la bordure calcaire ne fonctionnaient plus, et un oued, dans l'axe de la dépression, drainait les eaux vers les dolines d'aval et formait le niveau de base de l'aplanissement des glacis inférieurs, qui furent ensuite couverts de quelques décimètres d'argile limoneuse, gris foncé, partiellement lacustre comme l'indiquent par endroits l'absence de tout matériau grossier et l'homogénéité du remplissage. C'est ce remplissage qui a obturé les dolines citées plus haut à l'O. de l'Ifri ou Atto (voir photo 2).

c) La troisième et dernière étape de l'évolution du fond de la daïa a vu un abaissement très faible — généralement moins de 1 m — de la partie médiane de la dépression ; un colluvium limoneux, de teinte variable mais partout très pâle, a recouvert d'une mince pellicule toutes les pentes et les fonds qui s'étaient formés lors des trois dernières étapes du creusement de la daïa. Ce dépôt prend un caractère alluvial dans l'axe de la dépression, où il se mêle à une faible quantité de petits cailloux plus ou moins émoussés. Le réseau hydrographique s'est, à un moment donné, de nouveau morcelé, et divers points d'absorption se sont ouverts le long des bords de la

cuvette, coupant à l'emporte-pièce les formations foncées de la phase précédente.

Quelle est la chronologie absolue de la succession de phénomènes que nous venons de décrire ?

Faute de témoins paléontologiques ou archéologiques, et vu l'impossibilité d'établir un raccord sûr avec les événements bien datés des grandes vallées, il est impossible de répondre avec certitude. Cependant, en ce qui concerne les trois dernières étapes du creusement de la daïa, une concordance remarquable s'établit entre nos observations et celles de A. Pujos (1957) et de P. Divoux (in : A. Pujos, 1959).

Les observations faites par A. Pujos, en de nombreux points du Maroc et de la Tunisie, l'ont conduit depuis longtemps à remarquer la présence très générale de formations rubéfiées au *Soltanien* (Wurm) ⁽¹⁾, noircies au *Rharbien ancien* (Néolithique) et grises au *Rharbien récent* (Subactuel) ⁽²⁾.

Or les trois dernières phases de l'évolution de la daïa sont caractérisées par l'existence de trois couvertures meubles successives : une de couleur rouge, une très foncée (gris-noir ou marron) et une troisième de teinte pâle (généralement beige clair).

La concordance de ces observations avec les découvertes de A. Pujos rapportées plus haut nous porte à considérer comme respectivement SOLTANIEN, RHARBIEN ANCIEN et RHARBIEN RÉCENT les trois derniers stades de l'évolution de la daïa. Le glacis périphérique de 15 m, établi surtout sur le Domérien, serait alors pré-soltanien, donc tensiftien ou plus ancien. Ceci est corroboré par l'existence de l'éboulis soudé qui, au N-E du ras Chedaya, repose sur le glacis ; en effet, on considère généralement (G. Choubert et al., 1956 ; R. Raynal, 1961,

(¹) La nomenclature de la chronologie du Quaternaire continental marocain est établie sur la base de l'existence de cinq cycles climatiques comprenant chacun une phase pluviale suivie d'un inter-pluvial. Ces cycles ont été dénommés et définis dans une communication conjointe de G. Choubert, F. Joly, M. Gigout, J. Marçais, J. Margat, et R. Raynal à l'Académie des Sciences (1956). Les cycles successifs ont nom Moulouyen, Salétien, Amirien, Tensiftien, Soltanien ; le demi-cycle récent, post-pluvial, est le Rharbien. La définition de ces termes est reprise et explicitée dans un travail de G. Choubert et A. Faure-Muret (1956).

(²) Outre cette succession qu'il a lapidairement schématisée par les mots : *rouge-noir-gris*, A. Pujos (communic. personnelle) a récemment reconnu la généralité d'une phase *jaune*, antérieure aux derniers dépôts rubéfiés. Peut-être est-ce de cette phase jaune que date la formation argileuse sous-jacente au dépôt rouge dont question ci-dessus (ch. III, a).

p. 566 ; A. Pujos, communication orale) que les dernières consolidations notables par le calcaire ont eu lieu au Tensiftien (1).

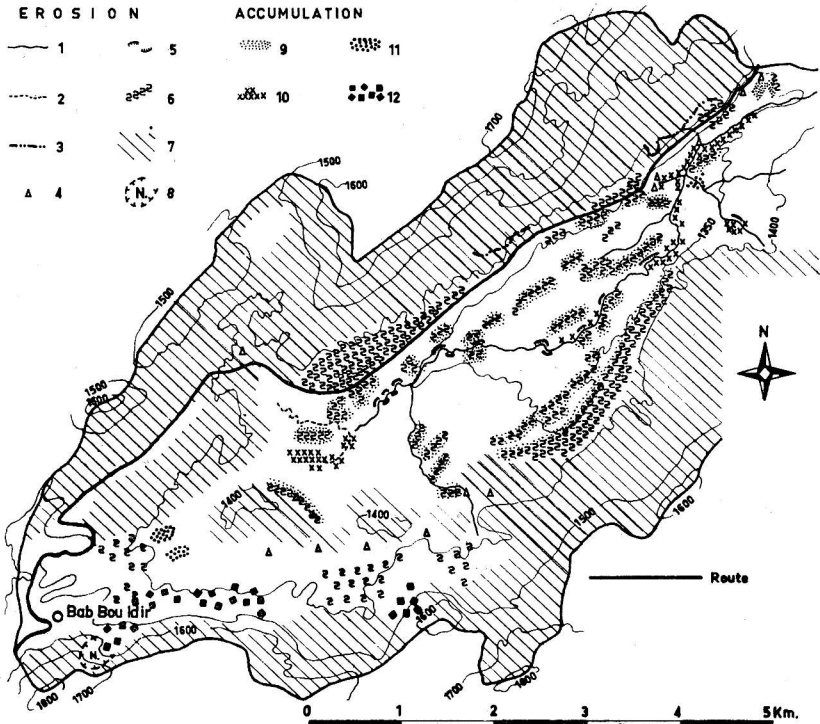


Fig. 7. — La dynamique morphologique actuelle.
Courbes de niveau de 100 en 100 mètres.

Légende

A. Les phénomènes d'érosion.

1. Cours d'eau non permanent — 2. Écoulement très temporaire — 3. Réseau souterrain important connu — 4. Point d'absorption karstique actif — 5. Sapement latéral important par les oueds — 6. Ruissellement diffus, passant vers le bas à un ruissellement en griffes — 7. Lapié — 8. Creux de nivation important.

B. Les phénomènes d'accumulation.

9. Colluvionnement — 10. Alluvionnement fin — 11. Alluvionnement grossier — 12. Éboulis de gravité sporadiques.

Note : Les processus n'ont été cartographiés qu'aux endroits où leur action est nettement caractérisée.

(1) *Note ajoutée pendant l'impression* : au cours d'une tournée toute récente, M. R. Raynal nous a fait remarquer que le faciès de cet éboulis, très consolidé, à éléments grossiers, fait penser aux dépôts du Salétien (second pluvial).

Tel serait l'âge minimum du glacis de 15 m d'altitude relative, niveau le plus ancien de ceux pour lesquels nous disposons d'un élément de datation.

IV. LES PROCESSUS ACTUELS

Voir fig. 7.

1. *Le pourtour.*

Sur les versants et les replats calcaires du Lias inférieur et moyen qui entourent la daïa, les lapiés continuent à se développer à la faveur de la pluviosité importante, mais aussi de l'enneigement périodique (dont on connaît la force corrosive vis-à-vis des calcaires) et de la végétation de doum (1) et de chêne-vert qui colonise les creux des lapiés, tapissés d'une mince couche d'argile rouge non calcaire.

Les points d'absorption situés sur les pentes et les hauts replats ne fonctionnent pratiquement pas, du fait de l'exiguïté extrême de leur bassin-versant : on peut considérer ces trous et ces avens comme fossiles. Il n'en est pas de même du réseau inférieur auquel il donne accès, comme on le verra plus loin.

Les éboulis ne se développent plus guère que sporadiquement, par le mouvement de blocs épars sur les anciens talus d'éboulis.

Sur les versants de roches tendres (marnes du Permo-Trias, dolérites altérées, schistes toarciens), le ruissellement concentré se manifeste par des griffes et des ravines qui affligent fortement les pentes déboisées ; le fait s'observe très clairement au sud du koudiat el Kourdiat, par exemple.

2. *Les affluents.*

Le talweg des oueds est très généralement encaissé d'un mètre ou deux dans leurs versants, l'eau affouille la roche en place et véhicule un matériel généralement non roulé et très hétérométrique ; à leur débouché dans la dépression, certains oueds sont même encaissés dans leurs anciens épandages mais la plupart divaguent au gré des crues et épandent un matériel caillouteux à l'amont du cône, et de plus en plus fin vers l'aval.

(1) *Doum* (arabe) : palmier-nain (*Chamærops humilis*).

3. *Le fond de la cuvette.*

a) *l'érosion*

Sur le glacis périphérique établi surtout sur le Domérien, un ruissellement diffus, très peu érosif, est accompagné par l'incision linéaire des interlits schisteux qui séparent les minces bancs calcaires ; mais ces ravinements sont tôt colmatés par le matériel schisteux et aussi par les débris des bancs de calcaire marneux qui, placés en porte-à-faux, se délitent et encombrant les rigoles schisteuses ; les labours — très superficiels — que les Beni Boukitoun effectuent sur ces sols contribuent aussi à estomper annuellement ces ravinements, et cela d'autant plus facilement que la direction des couches est perpendiculaire à la pente générale du glacis.

Sur les longues buttes schisteuses qui émergent du fond même de la daïa, l'érosion en nappe n'est pas négligeable ; elle attaque les versants en enlevant les plaquettes de schiste ; ce travail est facilité sur les versants où l'orientation de la schistosité est perpendiculaire à la pente : les plaquettes ne sont alors pas solidaires et la chute d'une écaille met la suivante en porte-à-faux ⁽¹⁾ et favorise l'érosion en nappe, avec pour corollaire l'épandage de schistes sur les sols limoneux du fond.

C'est le même type de ruissellement qui agit sur le léger ressaut (pente de 6 à 10 %) qui sépare l'un de l'autre les deux niveaux inférieurs de la daïa. Mais la faiblesse de la pente, la plus grande cohésion de la pellicule limoneuse et le colmatage immédiat des creux par le colluvionnement du limon font que ces faibles ressauts ne subissent guère l'érosion-griffe qui attaque localement le bas des pentes des buttes schisteuses.

Les lits mineurs des cours d'eau, encaissés de 0,5 à 1,5 m dans leurs berges, affouillent généralement le schiste sous-jacent, et sapent les rives concaves des berges ; ce sapement latéral est assez actif, tandis que l'affouillement du fond est limité par la surcharge des oueds au moment des crues — seul moment où ils soient morphologiquement actifs. Aux têtes des cours d'eau principaux, l'encaissement est encore ralenti par le fait que leur profil longitudinal est brisé en bassins et cascates ; en effet, des nappes colluviales de quelques décimètres d'épaisseur s'imbriquent dans le fond de la

⁽¹⁾ C'est ce mode d'ablation, qui n'est aisé que suivant une seule direction, qui donne aux buttes leur remarquable allongement parallèle à celui du clivage schisteux.

daïa et oblitérent localement les formes des deux niveaux inférieurs. Les têtes des oueds, en ces endroits, et notamment juste au nord du koudiat Amezouch, passent généralement d'une nappe colluviale à l'autre par des ruptures de pente, ce qui a donné naissance à un chapelet de minuscules lacs reliés par de très courtes sections à forte pente ; le profil longitudinal, ainsi brisé naturellement, ne permet guère d'érosion verticale notable.

Toute l'eau est finalement amenée aux points d'absorption karstique qui jalonnent la limite schiste-calcaire. Ce drainage est souvent insuffisant pour absorber les eaux hivernales, et il arrive que la moitié de la surface du fond soit alors sous un ou quelques mètres d'eau ; en été, par contre, les points d'absorption ont tôt fait d'engouffrer l'eau des rares orages, et la daïa est très sèche.

b) l' a c c u m u l a t i o n .

Actuellement, dans le fond de la daïa, l'accumulation est représentée par trois de ses modes : *l'épandage* de limon et d'argile au débouché des principaux ravins, le *colluvionnement* sur les faibles pentes du fond, et l'*alluvionnement* sporadique des cours d'eau.

Ces phénomènes ont des répercussions importantes sur l'agriculture que les Beni Boukitoun ⁽¹⁾ s'efforcent de pratiquer sur le fond de la daïa.

Par les ravins et les vallons, chaque saison hivernale amène *l'épandage* d'un matériel fin, gris, localement lité par des plaquettes de schiste. Ce matériel recouvre le sol et envahit souvent les cultures d'orge, enterrant parfois même une grande partie des semis.

Le *colluvionnement* est formé d'un matériel de texture plus fine, apporté plus progressivement, et de ce fait ne présente pas d'inconvénient important pour les cultures ou les pâturages.

Quant à l'*alluvionnement* des oueds, il est bénéfique à longue échéance, mais les crues hivernales importantes, comme celle de l'hiver 1962-1963 par exemple, recouvrent les champs d'un matériel colmatant qui risque d'étouffer les jeunes plantes.

(1) En fait, la daïa est à la limite entre des territoires appartenant à des tribus arabophones (dont les Beni Boukitoun, ou Bouguitoun) et des tribus de pasteurs berbérophones (principalement les Aït Ouaraïne). Bien que les délimitations des terrains aient fait l'objet de divers arrêtés et règlements officiels, des frictions subsistent qui, d'après Ph. Morin (communiqué personnelle) se manifestent par une pression saisonnière des Aït Ouaraïne dont les moutons parcourent en été la daïa. Le problème des limites territoriales, compliqué par la mobilité des pasteurs, demanderait ici une étude spécialisée de géographie humaine.

Ainsi, si les processus d'accumulation s'avèrent défavorables à l'agriculture, c'est moins par la nature des dépôts que par *les modalités de leur mise en place*.

Applications pratiques de l'étude des processus actuels

L'observation des processus morphologiques actuels nous a menés à quelques constatations du domaine de la géomorphologie appliquée. C'est ainsi que les paragraphes qui précèdent nous amènent à préconiser les mesures suivantes, dans un but de sauvegarde et de mise en valeur de la daña :

1. *Sur les versants de calcaires durs*

Ces versants sont généralement lapiazés et ce n'est que dans les fissures et les poches que l'on retrouve quelques sols évolués du type rendzine ou, le plus souvent, de l'argile rouge.

Le défrichement, la coupe abusive, ou, simplement un parcours excessif par les troupeaux, risqueraient, par destruction du couvert de chêne-vert ou de palmier nain, de provoquer la disparition totale de ces sols sans qu'il soit possible de les restaurer. Les calcaires durs et les dolomies, contrairement aux schistes, ne peuvent en effet laisser espérer une restauration du sol.

L'unique affectation possible de ces sols doit donc rester le taillis de chêne-vert, le *matorral*.

2. *Sur le glacis périphérique.*

De légers *billons* suffiraient à entraver le ruissellement diffus et à récolter les éléments fins du sol ; avec la suppression des profonds sillons qui délimitent traditionnellement les parcelles, ceci suffirait pour éviter le départ des fractions argileuse et limoneuse.

Des *cordons de pierres sèches* en travers des vallons qui incisent le glacis provoqueraient des atterrissements permettant d'établir des terrasses de culture. Les calcaires lités du Domérien peuvent fournir, pour ces cordons, un matériel appareillé naturellement par des joints réguliers ; l'épierrage des champs serait ainsi mené de concert avec leur protection. La technique du barrage de pierres sèches, dont le seul coût est celui de la main d'œuvre, a déjà fait ses preuves dans des régions voisines, sous l'égide du Service des Eaux et Forêts. Une série de barrages semblables ont été édifiés

dans un groupe de ravins de la piste de Bechyine, à une dizaine de kilomètres au S. E. de Taza.

3. *Sur les buttes schisteuses*

Ces buttes sont complètement dénudées, et donc perdues dans leur état actuel, pour les cultures et pour le parcours des troupeaux. *L'installation de boqueteaux* diminuerait le départ des éléments schisteux qui s'épandent sur le fond et constituerait une précieuse source de revenus.

4. *Dans les fonds*

Sur les lits d'oueds à profil longitudinal « en gradins » nous avons noté la présence d'un pseudo-gley dans des cuvettes suspendues à fond argileux ; des petits *barrages en terre battue* permettraient à peu de frais d'accumuler là de *petites réserves d'eau* pour le début de la saison sèche. Celles-ci pourraient servir au bétail, ou bien à l'irrigation de certaines cultures : on pourrait envisager l'introduction de la culture du maïs, par exemple, ou même de *la culture fourragère*.

Quant aux épandages, c'est à leur source qu'il faut les maîtriser, par de petits barrages et des cordons de pierres sèches dans les vallons.

Ces barrages et cordons répondraient au double but de briser les « coups d'eau » des orages et de conserver plus longtemps au sol ainsi épargné son humidité. Si la technique des barrages de terre est assez délicate (choix d'une terre argileuse, compactage soigneux, conception du déversoir de crue en pierres) elle permet néanmoins de créer sans frais autres que ceux de main d'œuvre des parcelles fertiles, pour autant que la distance entre deux barrages successifs et la position et l'orientation des ouvrages tiennent rigoureusement compte des données de la morphologie locale.

On voit qu'une meilleure mise en valeur des sols de la daïa ne demanderait que des moyens techniques et financiers très modestes.

A un tout autre point de vue, il faut rappeler la beauté et les dimensions impressionnantes de la grotte du Chiker et l'Ifri ou Atto. L'aménagement touristique de ces deux cavités ⁽¹⁾ pourrait en faire un lieu très fréquenté et serait une source certaine de revenus. Mais un tel projet d'aménagement touristique nécessiterait une

(1) L'Ifri ou Atto a déjà été aménagé, mais l'installation est très dégradée depuis quelques années.

étude spéciale. Par contre, l'intérêt hydrologique du réseau souterrain n'est plus à démontrer, puisque la résurgence de Ras el Ma alimente la centrale hydro-électrique auxiliaire de Taza.

Quant aux ressources en minerais (plomb, zinc et fer), elles ont fait récemment (1960) l'objet d'une étude très fouillée de Ph. Morin qui conclut à la possibilité d'exploitation très rentable. C'est à cette conclusion qu'aboutissait aussi, en ce qui concerne le fer, le travail de J. Agard, J. Destombes et W. van Leckwijck (1952).

CONCLUSIONS

La daïa Chiker a été décrite (P. Russo, 1936) comme un poljé typique.

Mais peut-on accorder ce nom à une dépression dont le fond, drainé par des conduits karstiques, n'en est pas moins essentiellement, pour la plus grande partie de sa surface, un aplanissement sur schistes?

L'exemple de la daïa Chiker montre donc que des réseaux karstiques peuvent assurer l'évacuation d'un débit solide important (en l'occurrence les produits de la désagrégation des schistes).

L'accent a été mis sur la complexité de l'évolution de la région étudiée, évolution dans laquelle les phénomènes karstiques, les processus fluviaux et les transports en masse sont intimement intriqués, bien que l'un ou l'autre ait pris la prévalence suivant le climat.

Les surfaces qu'on pourrait dire « lithologiques » se sont établies à des niveaux déterminés par le degré d'avancement de l'érosion dans la région, et inversement le développement des surfaces d'érosion d'origine climatique a toujours été influencé et souvent limité par la lithologie.

Les dernières étapes de l'évolution de la daïa montrent enfin qu'une dépression peut subir un aplanissement partiel, indépendamment d'un niveau de base fluviale.

Sur le plan pratique, il est avéré que la lutte contre l'érosion et l'amélioration foncière de la daïa pourraient se mener de front et à l'aide de moyens techniques et financiers très modestes.

*Laboratoire de Géologie et Géographie physique
de l'Université de Liège.*

Service des Eaux et Forêts, Arrondissement de Taza.

OUVRAGES CITÉS

- AGARD J., DESTOMBES J. et VAN LECKWIJCK W., 1952 — Géologie des gîtes minéraux marocains. *Notes et Mémoires Serv. géol. Maroc* n° 87, pp. 103-132.
- CASTERET N., 1934 — Rapport spéléologique sur la région du Chiker. Dactylographié, inédit.
- CASTERET N., 1935 — Sur les gouffres et les cavernes de la région de Taza. *C. R. Acad. Sc. (Paris)*, t. 200, pp. 339-341.
- CHOUBERT G., 1956 — Lexique stratigraphique du Maroc. Avec la collaboration de A. FAURE-MURET. *Notes et Mémoires Serv. géol. Maroc* n° 134, Rabat, et *Lexique stratigr. int.* vol. 4, fasc. 1, 165 p. Paris.
- CHOUBERT G., JOLY F., GIGOUT M., MARÇAIS J., MARGAT J., et RAYNAL R., 1956 — Essai de classification du Quaternaire continental du Maroc. *C. R. Acad. Sc. (Paris)*, t. 243, pp. 504-506.
- CHOUBERT G. et MARÇAIS J., 1952 — Géologie du Maroc. *Notes et Mémoires Serv. géol. Maroc* n° 100, et *Monographies régionales du XIX^e Congrès géol. international* n° 6, 3^e série, 194 p. Rabat.
- COLO G., 1961 — Contribution à l'étude du Jurassique du Moyen Atlas septentrional. *Notes et Mémoires Serv. géol. Maroc* n° 139, 226 p. Rabat.
- COLO G. et MORIN Ph., s. d. — Carte géologique inédite : feuille Taza au 1/40.000. *Serv. géol. Maroc* (inédit).
- EK C., 1961 — Conduits souterrains en relation avec les terrasses fluviales. *Ann. Soc. géol. de Belg.* t. 84, pp. 313-340.
- EMBERGER L., 1930 — Sur une formule climatique applicable en géographie botanique. *C. R. Acad. Sc. (Paris)* vol. 191, pp. 389-391.
- VAN LECKWIJCK W. et TERMIER H., 1938 — Observations géologiques sur la partie S. O. de la feuille Taza au 1/100.000 (Maroc oriental) *C. R. S. de la Soc. géol. de France* n° 6, pp. 86-87.
- MATHIEU L., 1962 — Géomorphologie appliquée à la prospection des sols à reboiser dans la plaine de Guercif (Maroc oriental). *Revue de Géographie du Maroc* n° 1, pp. 49-53.
- MORIN Ph., 1960 — Les ressources minérales du massif du Tazzeka et de ses bordures. *Mines et Géologie.*, Rabat, n° 10 pp. 21-44.
- PUJOS A., 1957 — Terres rouges, noires, grises. *Soc. Sc. natur. et phys. Maroc, Trav. Sect. de Pédologie*, t. 12, 24 p.
- PUJOS A., 1959 — Présentation de la carte des sols du Rharb par P. Divoux. *Ibid.* t. 13-14, pp. 3-50.
- RAYNAL R., 1961 — Plaines et piedmonts du bassin de la Moulouya. Étude géomorphologique. 617 p. Rabat.
- RUSO P., 1934 — Rapport hydrogéologique sur la région du Chiker. Dactylographié (inédit).
- RUSO P., 1936 — Hydrogéologie du Chiker. *C. R. Congrès international des Mines etc.*, 1935, pp. 779-782. Paris.
- RUSO P., 1937 — Les grottes du Chiker. *La Géographie (Paris)* t. 68, pp. 257-269.
- SOGETIM, 1958 — Étude des érosions dans le bassin de la Moulouya, par A. PUJOS. Rapport d'ensemble, dossier n° 6 : Climatologie (diffusion restreinte).
- TERMIER H., 1936 — Études géologiques sur le Maroc Central et le Moyen Atlas septentrional. *Notes et Mémoires Serv. Mines et Carte géol. Maroc* n° 33, 1566 p. Rabat.

DISCUSSION

LE PRÉSIDENT, M. W. VAN LECKWIJCK, a été très intéressé par la communication de M. Ek, d'autant plus qu'elle lui a fait revenir à l'esprit de vieux souvenirs du temps où il arpentait les pentes rocailleuses et boisées de cette belle terminaison nord de la chaîne du Moyen Atlas. Il tient à souligner les beaux résultats des travaux de M. Ek par les quelques considérations suivantes.

I. Relations entre la structure et l'hydrogéologie de la terminaison septentrionale du Moyen Atlas

Il semble que M. Ek aurait pu, en plus des arguments qu'il a si bien développés, attirer l'attention sur les particularités de la structure de la région très accidentée qui borde au Nord la grande dépression de la Daya Chiker et dans laquelle se situent les grottes profondes et les gouffres.

La région entourant la Daya Chiker se localise dans le prolongement oriental immédiat de la grande boutonnière paléozoïque du Tazzeka, immense pli de fond allongé SW-NE qui a crevé sa couverture mésozoïque sur plus de 45 km de longueur et 12 km de largeur (cf. W. VAN LECKWIJCK et H. TERMIER, 1938) ⁽¹⁾. Comme conséquence de ce puissant bombement, des réajustements et des tassements ont transformé la haute terminaison périclinale orientale de ce dôme en un champ d'innombrables fractures, souvent d'une extrême complexité et parfois minéralisées en plomb et zinc (cf. Ph. MORIN, 1960) ⁽²⁾. Cette tectonique cassante s'est opérée sur un matériel hétérogène mais dans lequel domine très largement une puissante ossature de calcaires massifs et puissants d'âge liasique inférieur et moyen. Le plus souvent cette armature résistante s'est cassée en maintenant une position voisine de l'horizontale. Mais en divers endroits, des blocs ainsi détachés ont basculé plus fortement, avec même certains glissements, sur leur soubassement plastique de marnes rouges et de roche basique très altérée du Permo-Trias. En particulier, au Nord de la Daya Chiker, des paquets du Lias inférieur et moyen ont été dressés à la verticale et même légèrement déversés vers le Sud, vers la dépression actuelle, et cela avec étirements ou laminages locaux de parties du Lias moyen (Domérien) dont les bancs sont beaucoup moins massifs que ceux du Lias inférieur. Ce redressement peut se voir sur une longueur d'au moins 1 km d'W en E en bordure de la daya. On y voit aussi que les bancs calcaires ont glissé suivant les joints de stratification, que ceux-ci se sont localement décollés, et on en déduit que ces cavités, après avoir été soumises aux rigueurs de cette zone moyen-atlasique à climat humide par

⁽¹⁾ VAN LECKWIJCK, W. et TERMIER, H. (1938). Observations géologiques sur la partie Sud-Ouest de la Feuille « Taza » au 1/100.000^e (Maroc oriental). *C. R. Soc. géol. Fr.*, n° 6, pp. 86-87.

⁽²⁾ MORIN, Ph. (1960). Les ressources minérales du massif du Tazzeka et de ses bordures. *Mines et Géologie*, Rabat, n° 10, pp. 21-44.

excellence, se sont élargies et que le travail de dissolution a rapidement atteint de grandes profondeurs.

On peut opposer à cette aire bordière nord de la dépression du Chiker une région située un peu plus au Sud, toujours sur le prolongement du brachyanticlinal du Tazzeka mais non plus sur sa zone axiale. Cette région, dite de la Daya Behira (voir Carte géologique p. 120 in W. VAN LECKWIJCK, 1952) ⁽¹⁾, est tout aussi fracturée que la précédente et constituée du même matériel : marnes et basalte décomposé permotriasiques, calcaires massifs du Lias inférieur. Elle est de même puissamment karstifiée avec un très vaste développement de lapiez et comporte un réseau de dayas ou dépressions plus ou moins fermées, mais beaucoup plus petites que la Daya Chiker et souvent reliées entre elles par des gorges étroites aux hautes falaises calcaires. Mais il y a deux différences importantes entre les deux régions voisines : a) alors que dans la Daya Chiker les alluvions recouvrent des marnes schisteuses du Lias supérieur (Toarcien), les dépressions et les gorges du sud ont comme support les formations permotriasiques et occupent ainsi des positions anticlinales, et b) les bancs calcaires dans la région méridionale, qui a en gros l'allure d'une cuvette à fond plat, ne sont que rarement inclinés de façon appréciable. Il en est résulté que les eaux au lieu de s'engouffrer à grande profondeur dans des masses de calcaires plus ou moins redressées, disparaissent à flanc de côté en des cours souterrains à pente faible. Au pied des hauts murs calcaires qui enserrent les gorges précitées, s'ouvrent les orifices ou yeux de ces conduits souterrains peu profonds.

Un autre effet de l'abondante circulation des eaux dans les calcaires liasiques est la fréquence des *travertins*, non seulement des travertins nés à la surface et envahis par la végétation (p. ex. Ras el Ma), qui occupent parfois de vastes étendues et ont l'allure spongieuse, vacuolaire, friable, mais encore des travertins compacts de profondeur, présentant un aspect marbré ou veiné à tel point qu'ils ont été exploités sous le nom de « marbre » ou d'« onyx » (cf. VAN LECKWIJCK, 1952, p. 121). Une exploitation fonctionnait en 1935 à Bab el Kelaa, au Piton côté 1268, à 4 km au NE de la terminaison de la Daya Chiker, en un site surplombant la résurgence des eaux à Ras el Ma dont a parlé M. EK. Les bancs calcaires du Lias inférieur y dessinent une voûte très surbaissée au sein de laquelle on observe, sur 2,50 m de hauteur, des concrétionnements travertineux, un vide se manifestant en certains points entre le travertin et le calcaire.

Le calcaire liasique, qui est parfaitement compact à proximité de Bab el Kelaa, semble devenir de plus en plus fissuré, lardé de filonnets de calcite, riche en géodes à mesure qu'on s'approche de l'exploitation. On observe alors des fissures élargies en boyaux avec cavernes, à parois revêtues d'encroûtements de structure zonée, à stalactites et stalagmites, ces dernières parfois creuses. D'après la situation topographique l'âge de ce travertin doit être relativement ancien. Il est logé, en effet, dans les bancs calcaires d'un

⁽¹⁾ VAN LECKWIJCK W. (1952) *in.*, AGARD, J., DESTOMBES, J. et VAN LECKWIJCK, W. Chapitre V : Fer *in* Géologie des gîtes minéraux marocains. Service géologique du Maroc, Notes & Mémoires n° 87, pp. 103-132.

piton séparé par un couloir de basalte permo-triasique, de grands affleurements de Lias subhorizontaux s'élevant au SE. L'eau souterraine devait venir de ces masses calcaires et le phénomène est donc antérieur à l'érosion qui a creusé le couloir signalé.

II. — Formations quaternaires rouges, noires, grises

M. VAN LECKWIJCK voudrait aussi dire un mot au sujet des formations grises, noires, rouges que M. EK a retrouvées dans la région du Chiker.

Longtemps avant l'arrivée des colons européens, les cultivateurs indigènes avaient constaté que leurs terres de labour présentaient des teintes différentes d'un endroit à l'autre et que certaines qualités du sol étaient liées à celles-ci. Aussi, sur le versant atlantique du Maroc, tout au moins, distinguaient-ils par des termes courants les variétés principales suivantes : *rmel* (= sable en arabe), *dhess*, *tirss*, *hamri* (de *ahmar* = rouge), *khal* (de *akhal* = noir). Les pédologues et géographes européens ont repris ces mots en leur donnant une signification plus précise et une description lithologique plus complète. Ils ont défini de la sorte, pour la basse plaine côtière du Rharb, une des régions les plus fertiles et les plus intensivement cultivées du Maroc, les types suivants : *dhess* = limon gris moyennement calcarifère, peu structuré, perméable ; *mtill* = limon gris analogue au précédent mais plus léger, plus sableux, plus clair ; *ferchech* = forme de transition entre *dhess* et *tirss*, ou *dhess* lourd, argileux, plus foncé ; *tirss* = sol (notez ce mot !) argileux noir ou noirâtre, peu calcarifère, à structure prismatique grossière, peu perméable ; *hamri* = limon argileux rouge, souvent tirsifié, c'est-à-dire noirci en surface.

Or il se fait que dans le Rharb les terrains s'ordonnent en bandes parallèles aux lits des grands oueds suivant la succession des teintes : gris (*dhess*), noir (*tirss*), rouge (*hamri*), en partant du lit du cours d'eau. Par places la série se complète par le *dhess* sableux ou *mtill* qui s'emboîte dans le lit majeur ou qui en constitue les levées naturelles, et par le *dhess* lourd ou *ferchech* qui prend sa place entre le *dhess* gris et le *tirss* noir (voir Carte des sols du Rharb, par P. DIVOUX, 1959).

Dans cette juxtaposition latérale « rouge-noir-gris » (qui a d'ailleurs aussi été observée en coupes verticales), les jeunes pédologues du Maroc (A. PUJOS, 1957 ⁽¹⁾ ; P. DIVOUX, 1959 ⁽²⁾) ont vu trois étapes de la chronologie du Quaternaire récent. Dans la répartition des nuances du gris et de la granulométrie : « *ferchech-dhess-mtill* », ils ont vu un phénomène aussi essentiellement chronologique, mais sans doute accentué par un drainage qui s'amenuise avec l'éloignement des rivières, à la fois collectrices et évacuatrices (A. PUJOS, 1959, p. 8). Il nous semble que cette répartition pourrait n'être qu'une conséquence normale de la sédimentation fluviale en plaine.

(1) PUJOS, A. (1957). Terres rouges, noires, grises. Problèmes de coloration et de datation des sols méditerranéens étudiés en Afrique du Nord. *Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc. Trav. Sect. Pédologie*, t. 12, pp. 71-96.

(2) DIVOUX, P. (1959). Carte des Sols du Rharb au 1/100.000 avec notice. *Centre de Recherches agronomiques*, Rabat, Maroc.

En ce qui concerne le phénomène majeur : « rouge-noir-gris » nous adoptons volontiers l'opinion des géographes (J. LE COZ, 1961) ⁽¹⁾ et géologues (G. CHOUBERT, 1956) ⁽²⁾ du Maroc, qui estiment qu'il ne faut pas accorder au *tirss* noir le même sens qu'aux autres types de dépôts. La teinte noire doit résulter d'une altération pédologique dans un milieu hydromorphe qui a été conditionné par la topographie et la morphologie ; elle n'est donc pas liée à une période définie, mais sa formation s'étale dans le temps depuis la cessation de la formation rubéfiante des *hamris* jusqu'à nos jours, avec peut-être une période privilégiée pendant laquelle les conditions morphologiques nécessaires étaient plus largement développées. J. LE COZ (1961) fournit en outre comme argument en faveur de cette hypothèse, l'absence de dépôts alluviaux « noirs » et de terrasse « noire » entre les dépôts alluviaux et les terrasses « grises » et « rouges » dans la vallée d'un des oueds (O. Beht) de la plaine du Rharb, dans le secteur où, encaissée, elle n'a pas encore atteint cette plaine : à peu de distance avant de pénétrer dans celle-ci, là où l'enfoncement dans le plateau est déjà fortement affaibli, il y a superposition des dépôts alluviaux : *dhess* gris sur *hamri* rosâtre ; 5 km en amont le *dhess* est emboîté dans une terrasse de *hamri*.

Notons que pour A. PUJOS (1959) ⁽³⁾ aussi le noircissement ou la tirsification est essentiellement le résultat d'une pédogénèse, avec cette différence toutefois, que celle-ci n'est pas soumise à des conditions topographiques mais à un climat déterminé, différent de l'actuel et caractéristique d'une époque donnée.

Quoi qu'il en soit de ces hypothèses, il semble qu'une certaine prudence doit être de mise quand on se propose de dater des dépôts de teintes analogues trouvés en des endroits éloignés du Rharb. Notons que PUJOS (1957) a lui-même repéré ailleurs, et notamment dans le Moyen Atlas des successions, qu'il qualifie de chronologiques, de dépôts de pente où des « sols noirs ou *tirss* reposent sur des horizons rouges d'origine subaérienne » ; un des points qu'il cite (Tazzeka) est même très proche de la Daya Chiker. En divers endroits, il a aussi observé des superpositions, ou des surimpositions, ou des emboitements : « gris sur noir sur rouge », ou encore « gris sur rouge ».

Il nous faut encore rappeler que les dépôts quaternaires rouges ne sont pas tous de même âge au Maroc. Et ceci nous amène à dire un mot de l'âge précis des *dhess* et des *hamris* dont nous avons parlé et de répondre par la même occasion à une question posée par M. SERET ⁽⁴⁾.

Les études poursuivies ces dernières années au Maroc par une série de géologues et de géographes, travaillant surtout indépendamment, ont con-

⁽¹⁾ LE COZ, J. (1961). in Excursion dans le Moyen Atlas, le Haut Atlas oriental et le Rif (21-31 octobre 1959). *Biul. Peryglacjalny*, n° 10, Łódz, pp. 107-168.

⁽²⁾ CHOUBERT G., (1956) Les rapports entre les formations marines et continentales quaternaires. *Actes IV^e Congr. Inqua*, Rome-Pise 1953, pp. 576-590.

⁽³⁾ PUJOS A., (1959). Présentation de la Carte des Sols du Rharb à l'échelle de 1/100.000 par P. DIVOUX. *C. R. séances Soc. Sci. Nat. et Phys. Maroc, Trav. Sect. Pédologie*, t. 14, 28 pp.

⁽⁴⁾ Voir p. 99.

duit à établir pour le Quaternaire sensu stricto (sans le Villafranchien) une suite de six cycles climatiques, dits Pluviaux, séparés par des Interpluviaux correspondant à six transgressions marines (CHOUBERT, 1962) (1). Ne nous intéressent ici directement que les trois dernières divisions de cette échelle.

La dernière transgression, dite *mellahienne* avec plage consolidée à 2 m maximum, qui correspond grosso modo au Flandrien, est suivie par une période, dite *rharbienne*, à sédimentation de limons gris (*dhess*) dans les basses plaines alluviales des oueds atlantiques. Transgression mellahienne et dépôts rharbiens appartiennent ainsi à l'Holocène. De toutes récentes déterminations au C¹⁴ ont donné pour la transgression un âge de 6.000 ans (correspondant à l'épisode de Calais de la transgression flandrienne), et pour des dépôts rharbiens un âge très récent de 800 ± 200 ans (M. GIGOUT, 1959) (2). D'ailleurs, on sait que des limons rharbiens ont enseveli des ruines romaines (p. ex. Banassa).

Le dépôt et la rubéfaction des *hamris* ont précédé la transgression mellahienne et sont attribués au dernier Pluvial, dit *soltanien*, qu'on s'accorde à mettre en parallèle avec la période glaciaire du Würm en Europe. A l'encontre de ce qu'on pensait auparavant, on admet depuis une dizaine d'années au Maroc, que les cours d'eau alluvionnent pendant les Pluviaux, le rapport vitesse sur charge devenant alors tel qu'ils ne parviennent plus à évacuer le matériel solide transporté. Par contre, durant les Interpluviaux les vitesses augmentant et les charges diminuant, les oueds reprennent leur creusement, et cela malgré une sécheresse relative.

Le Pluvial soltanien, relativement tempéré, est caractérisé par un très large développement de limons rouges ou ocres, qu'il est permis de comparer aux loess récents des pays européens (CHOUBERT et al., 1956) (3). Le Pluvial précédent (= Riss), à climat plus rigoureux, n'a pas ou guère donné naissance à des formations rubéfiées, mais a favorisé surtout l'éclosion de croûtes calcaires. En revanche, au Mindel, vraisemblablement moins rigoureux, il y a eu aussi abondance de dépôts limoneux mais de teinte plutôt rose, se distinguant du rouge du Soltanien. Le Pluvial précédent (= Günz) est, comme le Riss, pauvre en formations rouges. Il y a donc, au Maroc, deux époques de dépôt de limons rouges quaternaires : les pluviaux correspondant au Mindel et au Würm. Ce sont, semble-t-il, des époques humides nettement plus fraîches que l'actuelle mais moins froides que celles des autres pluviaux. CHOUBERT et FAURE-MURET (1955) (4) ont tenté d'expliquer la nature rubéfiante

(1) CHOUBERT, G., (1962). Réflexion sur les parallélismes probables des formations quaternaires atlantiques du Maroc avec celles de la Méditerranée. « *Quaternaria* », VI, Rome, pp. 137-175.

(2) GIGOUT, M., (1959). Âges, par radiocarbone, de deux formations des environs de Rabat (Maroc). *C. R. Acad. Sci.*, t. 249, pp. 1914-1915.

(3) CHOUBERT, G., JOLY, F., GIGOUT, M., MARÇAIS, J., MARGAT, J. et RAYNAL, R., (1956). Essai de classification du Quaternaire continental du Maroc. *C. R. Acad. Sci.*, t. 243, pp. 504-506.

(4) CHOUBERT, G., et FAURE-MURET, A., (1955). Hypothèse sur l'origine de l'accumulation des limons rouges et des encroûtements. *Notes et Mémoires Serv. géol. Maroc*, t. 13, pp. 39-43.

de ces climats par une teneur plus élevée de l'atmosphère en CO_2 . Les dépôts rubéfiés ne se forment plus de nos jours. Dès la fin du Soltanien (= Würm) c'est au contraire un noircissement, une tirsification, qui se développe largement, comme nous l'avons vu.

M. L. CALEMBERT : Je voudrais poser à M. EK trois questions :

1. l'absence d'argiles rouges dérivant de l'altération des calcaires est-elle vraiment significative? On peut penser que leur disparition est due à la vidange des remplissages par les eaux vadoses dont M. EK a montré le grand pouvoir de transport.

2. les phénomènes karstiques bien développés dans le substratum portent-ils les traces de corrosions phréatiques? Dans l'affirmative, on pourrait y voir une raison supplémentaire d'admettre l'hypothèse suggérée plus haut.

3. M. EK a attiré l'attention sur les dolines périphériques à la daïa et internes à celle-ci au contact des niveaux schisteux. Dans la suite, il n'a pas montré le rôle de ces dolines en tant qu'elles peuvent intervenir pour maintenir la surface de la daïa indépendante dans une certaine mesure du niveau de base régional.

M. G. SERET : Vos coupes à travers la daïa indiquent la succession de trois formations différentes. La plus ancienne, le dépôt rouge, est rattaché au Würm. S'agit-il d'un matériel amené pendant le Würm, le sol s'étant développé après le pluvial, ou bien la coloration est-elle apparue pendant ce pluvial? En Europe, on considère généralement que les colorations pédogénétiques se sont réalisées durant les interglaciaires, sur des matériaux mis en place pendant les périodes froides. En est-il de même en Afrique du Nord?

M. G. DAMIEAN : Vous signalez un climat relativement pluvieux et une érosion en nappe des buttes schisteuses. Cette érosion présente-t-elle à sa partie amont une rupture de pente concave nette?

Les schistes sont-ils altérés sous ces surfaces d'érosion?

M. C. EK : Je remercie très vivement les personnes qui, en prenant part à cette discussion, ont contribué à éclaircir les points obscurs de l'exposé. Je suis particulièrement reconnaissant envers M. W. VAN LECKWIJCK d'avoir situé dans un cadre plus vaste les problèmes exposés.

Relations entre la structure et l'hydrogéologie

M. W. VAN LECKWIJCK a magistralement montré les particularités que la daïa Chiker présente par rapport aux régions qui l'entourent. On peut, dans le même ordre d'idées, comparer la morphologie souterraine de la daïa Chiker à celle, bien différente, de la cuvette de Châra ; celle-ci, à une vingtaine de kilomètres au S. O. de la précédente, est également localisée dans le Lias inférieur, non plus dans le Moyen Atlas plissé, mais à l'O. de l'accident nord moyen-atlasique (fig. 1).

La structure plus calme de ce secteur lui donne une physionomie bien

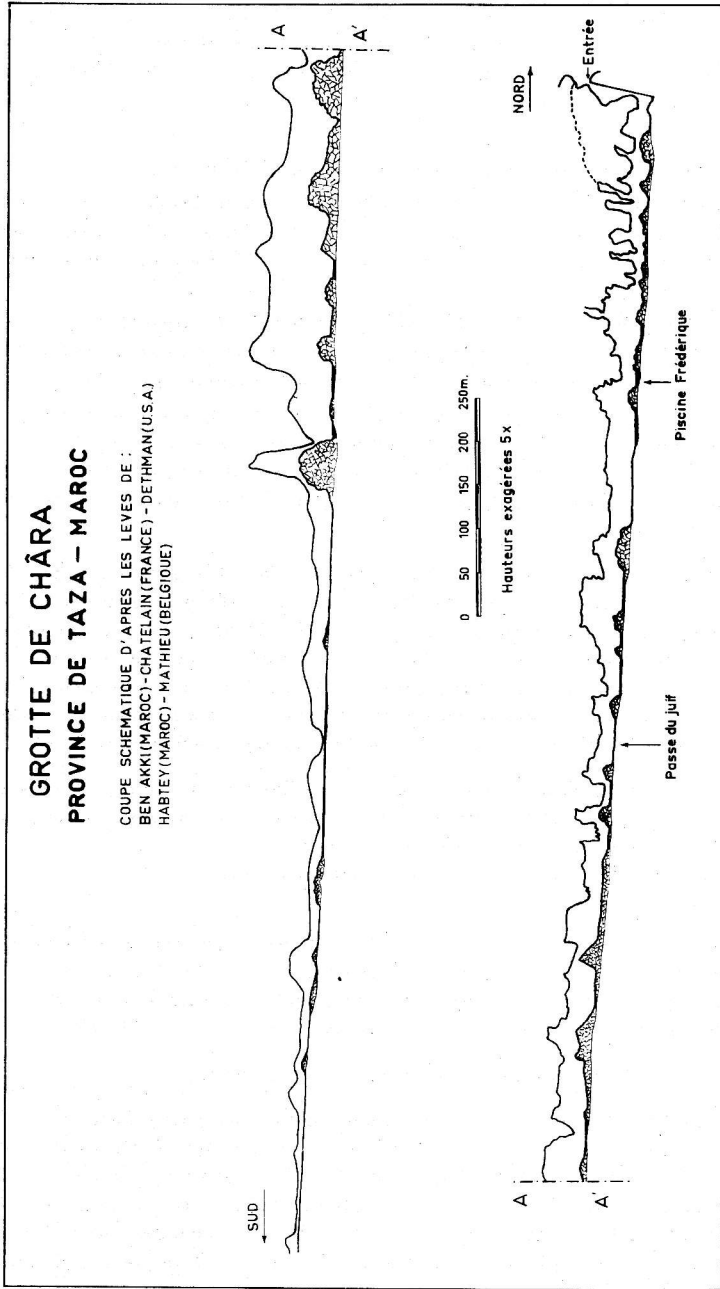


Fig. 8 — Coupe longitudinale de la grotte de Châra, montrant la continuité de la pente faible vers l'exutoire.

différente de celle du Chiker au point de vue hydrologique : c'est là, par exemple, que MM. R. CHATELAIN et L. MATHIEU ont découvert une grotte formée de très longues galeries (plus de 4 km), parcourues par une rivière souterraine dont la pente moyenne est de 1,4 % (fig. 8). Bien différente des grottes de la daïa Chiker, dont beaucoup s'ouvrent au jour par des gouffres, des puits ou des conduits en forte pente, la grotte de Châra est un conduit souterrain en relation avec des niveaux d'érosion, type déjà décrit en Belgique (C. Ek, 1961) (1).

Les remarques de M. W. VAN LECKWIJCK sont d'autre part confirmées par la découverte récente par MM. R. CHATELAIN et L. MATHIEU de plusieurs gouffres de 40 à 70 m de profondeur sur la crête du Tamersia, gouffres qui jalonnent pratiquement la bordure S. E. de l'accident nord moyen-atlasique.

Argile de décalcification et vidange de réservoirs phréatiques

La formation d'argile rouge de décalcification est actuellement très minime dans la région du Chiker. Peut-être n'en a-t-il pas toujours été ainsi. D'autre part, les traces d'un stade phréatique s'observent dans diverses petites grottes de la région.

M. CALEMBERT a donc pleinement raison de faire remarquer qu'un ancien dépôt souterrain d'argile rouge, déposé dans des cavités d'origine phréatique a pu être évacué lors de l'installation dans les grottes d'un écoulement de type fluvial.

Toutefois, il semble que dans une région très accidentée et portant la trace d'actions tectoniques récentes, la distinction introduite par W. M. DAVIS entre phase phréatique et phase vadose (2) perd de sa netteté, les deux états pouvant se succéder plusieurs fois, et les marques souvent fragiles d'une phase phréatique pouvant être effacées (3).

En outre l'existence, entre ces deux phases, d'un stade de remplissage argileux, stade observé par J. H. BRETZ (4) dans de nombreuses grottes des États-Unis, et surtout dans des régions de structure subhorizontale n'est guère aussi évidente dans la région du Chiker.

Il est actuellement impossible de décider si ceci est dû à la vidange intégrale d'un tel remplissage ou à son absence.

Rôle morphologique des dolines

Il faut souligner la distinction que rappelle M. L. CALEMBERT entre les dolines des versants de la daïa et celles du fond. Les premières ont un très petit bassin de réception ; bien que, par leur grand nombre, les dolines et fissures des versants soustraient une certaine quantité d'eau au ruissellement,

(1) Voir références *supra*, à la fin de la communication.

(2) Vadose désigne l'eau se trouvant au-dessus de la surface piézométrique.

(3) La possibilité d'oscillations d'une phase à l'autre a été mise en évidence par E. K. TRATMAN — 1961 — The hydrology of Burrington area. *Proc. Univ. Bristol Speleol. Soc.*, vol. 10, pp. 22-57.

(4) J. H. BRETZ — 1942 — Vadose and phreatic features of limestone caverns. *Journ. of Geol.*, vol. L, pp. 675-811.

le débit de chacune est très faible et pratiquement négligeable par rapport à celui des dolines du fond. Celles-ci sont localisées à la périphérie des schistes. En effet, les calcaires sont pratiquement insensibles à l'érosion sous le climat actuel (le développement des lapiés mis à part) tandis que les schistes se délitent et se désagrègent abondamment.

Comme les schistes forment les points bas, seules les dolines qui les bordent sont fréquemment alimentées en eau. Ces dolines sont en outre seules capables de descendre en même temps que le relief ; les points d'absorption situés en plein sur le calcaire ne s'abaissent pas, tandis qu'en bordure des schistes, de nouveaux conduits se forment dans les bancs calcaires au fur et à mesure de l'abaissement de la surface. Le ruissellement, l'érosion latérale des ruisseaux et le colluvionnement travaillent de concert à aplanir la surface du fond. L'inondation qui survient à chaque période très pluvieuse, morphologiquement active, répartit le débit entre tous les points de perte du fond. Ceux-ci fonctionnant ainsi de concert aident ensemble à l'aplanissement du fond, indépendamment d'aucun niveau de base fluviale.

Ruissellement sur schiste

Questions de M. G. DAMIEAN. Les schistes toarciens sont désagrégés mécaniquement en surface ; ils ne présentent pas d'altération profonde. Le ruissellement qui les emporte présente sur la plus grande partie de la surface la forme d'un ruissellement diffus (rain-wash), provoquant une érosion aréolaire ; mais il ne s'agit pas des sheet-floods que l'on observe en zone aride ou semi-aride et que j'ai pu voir dans la plaine de Guercif, par exemple, à 60 km à l'E. de la région ici étudiée. Les seuils de plusieurs centimètres qui, dans la plaine de Guercif marquent parfois la limite amont de l'érosion, n'ont pas été ici observés.

Terres rouges, noires, grises

M. G. SERET pose la question de l'âge de la coloration des matériaux rouges.

M. VAN LECKWIJCK a apporté l'essentiel de la réponse. Les dépôts considérés ici ont été rubéfiés souvent mais pas toujours après leur dépôt, comme en témoigne la plus grande intensité de la teinte à la partie supérieure du dépôt ; A. PUJOS a noté souvent (A. PUJOS, 1957) de tels phénomènes ⁽¹⁾ ; mais la coloration peut aussi survenir dès la formation du dépôt (A. PUJOS, 1959, p. 35) ; en outre, la coloration acquise à une époque ne fait parfois que se surimposer plus ou moins énergiquement à une coloration antérieure (ibid. p. 19).

Comme le fait remarquer M. VAN LECKWIJCK, le noircissement (tirsifi-

⁽¹⁾ Voir références *supra*, à la fin de la communication ; afin d'abrégier ici la liste des ouvrages à consulter sur ces sujets, nous renvoyons aux publications de A. PUJOS, où l'on trouvera les références aux nombreuses recherches publiées dans le domaine qui nous occupe. On ne peut en effet passer sous silence les travaux de J. BOULAIN, G. BRYSSINE, G. GAUCHER, M. GIGOUT, P. LANGLE, G. MAURER et bien d'autres.

cation) est un phénomène pédologique s'observant dans l'horizon superficiel du dépôt ; mais la rubéfaction également provient d'actions pédogénétiques (ibid. p. 18) ; généralement par exemple, la décalcarisation et la structure prismatique sont liées aux horizons rubéfiés du Soltanien.

Le drainage joue évidemment un rôle dans la pédogenèse (ibid. p. 26) ; c'est sans doute à lui que l'on doit la présence de sols noirs au Soltanien ; des sols gris se sont d'ailleurs aussi localement développés à la même époque (A. PUJOS, 1957).

Mais à côté des incidences sur la pédogenèse des détails de la topographie il faut mettre l'accent sur l'influence déterminante des facteurs climatiques sur la topographie et la morphologie en général ; il n'est pour en être convaincu que de consulter le récent travail de R. RAYNAL (1961) sur ce point (1).

Les terres noires ne sont pas partout présentes ; les rouges non plus, soit qu'elles n'aient par endroits jamais existé, soit que l'érosion ou la décoloration les ait fait disparaître. A cet égard, le cours moyen du Beth, cité par M. VAN LECKWIJCK, s'oppose au cours inférieur, dans le Rharb, où la carte pédologique de P. DIVOUX montre des formations noircies tout au long des 50 km de sa vallée.

En ce qui concerne l'application des vues de A. PUJOS et de P. DIVOUX à la daïa Chiker, elle a été récemment appuyée par les recherches de L. MATHIEU, qui a retrouvé à 20 km au N. de la daïa une succession de sols rubéfiés, noircis et décolorés et en particulier l'emboîtement d'un dépôt gris limoneux dans un noir argileux, dans les basses terrasses de l'Innaouen près de Taza.

(1) J. WILBERT, d'autre part, examinant les processus pédogénétiques intervenus dans l'évolution des sols des Doukkala, énumère la steppisation (par modification anthropique du pédoclimat), le lessivage (surtout sous des climats antérieurs), l'hydromorphie, la tirsification (en grande partie paléoclimatique), l'érosion. On voit ici aussi l'importance des climats et de leurs variations sur l'évolution de la couverture meuble. J. WILBERT — 1959 — Sols types des Doukkala et leurs relations. *Soc. Sc. natur. et phys. Maroc, Trav. Sect. Pédol.* ; t. 13-14, pp. 9-34.