

Nouvelles réflexions sur le problème des « pains de sucre » à propos d'observations dans le Tassili N'Ajjer (Algérie)

par Reynold BARBIER

Une récente tournée dans le Tassili N'Ajjer m'a permis quelques observations qui viennent confirmer et préciser les idées que j'avais émises antérieurement sur ce sujet à la suite d'études au Brésil, pays bien éloigné de celui-ci et bien différent à tous points de vue, mais qui correspond cependant aussi à un vieux bouclier précambrien [1].

A) L'altération « antéassilienne » des granites.

Comme on le sait, le Tassili N'Ajjer est constitué par une énorme dalle de grès cambro-ordoviciens plongeant doucement au NE sous les schistes à graptolithes gothlandiens et la vaste plaine lybienne et qui, vers l'W, repose en discordance sur les formations précambriennes s'étendant ensuite jusqu'au Hoggar et même au-delà [2].

Or dans la région de Djanet la « barrière tassilienne » qui limite l'horizon à l'E n'est formée par les grès que dans sa moitié supérieure, ce qui met en évidence leur discordance sur le substratum essentiellement granitique d'une façon particulièrement nette et spectaculaire sur des dizaines de kilomètres et permet l'observation assez aisée de ce contact.

De fait, lorsque de Djanet on gagne la zone des peintures rupestres de Tamrit, ce contact peut être particulièrement bien observé (malgré des nappes d'éboulis souvent très importantes) à partir du point où la piste carrossable s'arrête et où l'on commence la montée à pied.

Ce point est, en effet, dominé par un magnifique pilier gréseux isolé par l'érosion mais qui repose ici sur un granite formant la base de ce pilier au-dessus des éboulis et demeuré si sain que l'on voit mal, à première vue, où passe la discordance entre les deux formations (fig. 1 a et b).

Par contre, la montée jusqu'au petit plateau situé sensiblement à la limite supérieure des granites (mais où le quaternaire masque le contact) se fait dans des granites d'aspects assez variables mais généralement très altérés avec transformation plus ou moins complète en « gore » n'épargnant que des zones locales restreintes et les « boules » classiques qui encombrant les versants, mêlées aux blocs éboulés de la falaise gréseuse.

Cette altération augmente encore vers le haut et, sous la discordance que l'on voit très bien sur la face E du pilier précédemment décrit et qui se prolonge ici en falaise, apparaît un gore blanc « kaolinisé » qui contraste violemment avec le granite sain arrivant, sous le pilier Sud, jusqu'à la discordance (fig. 1 c).

Ajoutons que vers le col où l'on atteint la partie tout à fait supérieure des granites, on observe aussi une zone irrégulière complètement rubéfiée, d'épaisseur variable, et se prolongeant aussi plus bas le long de fractures ; phénomène déjà signalé ailleurs et notamment dans une note de A. BONNET et P. DUBOIS au Sahara central [3].

Il n'y a donc pas de doute que ces grès se sont déposés sur un pays granitique qui était déjà fortement altéré, mais de façon très irrégulière en profondeur puisque la discordance se fait tantôt sur

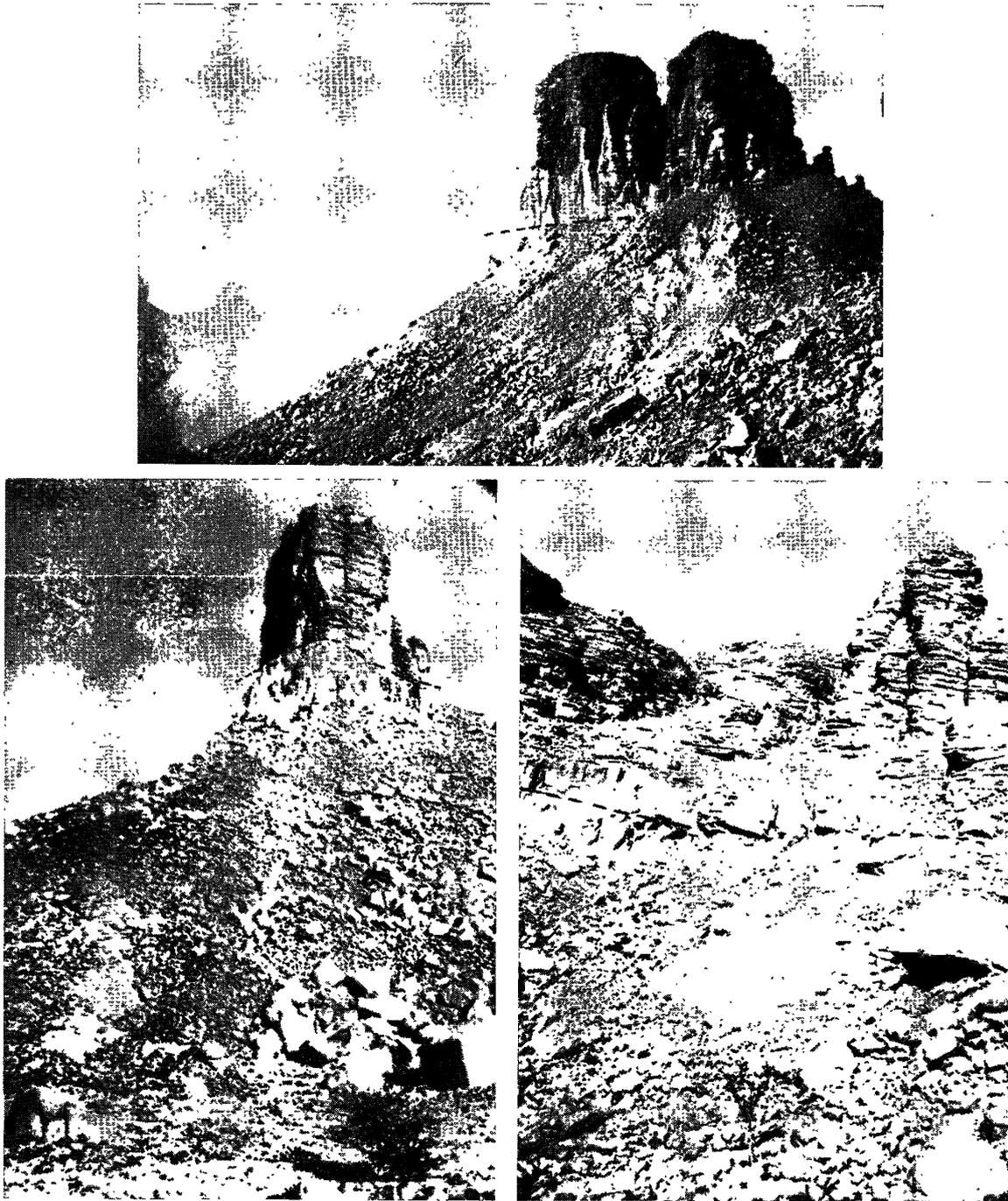


Fig. 1. — La transgression des grès du Tassili N'Ajjer sur leur substratum granitique (extrémité de la piste carrossable et début du sentier de Djanet à Tamrit).

- a) *En haut* : tours de grès isolées par l'érosion et montrant la transgression de ceux-ci soit sur du granite sain, à gauche, soit sur du granite très altéré (ravinement à droite).
- b) *En bas, à gauche* : la tour qui domine la fin de la piste carrossable et qui correspond à celle de gauche de la photographie précédente; on remarquera ici, malgré le manteau de boules résiduelles et de blocs de grès, des granites altérés vers le bas à gauche (tache claire) et des granites très sains formant la base de la tour jusqu'à la discordance (tireté).
- c) *En bas, à droite* : vue prise au N des tours précédentes en montant au premier col (le personnage donne l'échelle); on voit très bien ici la base des grès qui débute par un très gros banc et qui sont discordants sur des granites sains, à gauche, mais très altérés, à droite (tache blanche).

des granites sains, tantôt sur des granites profondément altérés et rubéfiés. Ceci me paraît recoupé par le fait que ces grès de base ne sont généralement pas micassés, ce qui tend à prouver qu'au moment de leur formation ces minéraux, abondants dans les granites sous-jacents, étaient déjà en majeure partie transformés en argile.

Ce socle précambrien a donc été altéré, mais à des profondeurs très irrégulières et variables, suivant un schéma qui correspond exactement à ceux que j'ai donnés antérieurement pour le Brésil [1]. Mais ce qui est fort intéressant ici c'est que, contrairement au Brésil, ces altérations sont datées par la discordance des grès sus-jacents, les ayant en quelque sorte mises « sous scellés », ce qui ne permet pas de douter de leur ancienneté.

Ceci n'a d'ailleurs rien de très étonnant, car il y a certainement eu une très longue période d'érosion puis d'altération continentales de ces granites entre le moment où ils ont été décapés et celui où ils ont été recouverts par les grès.

Malheureusement, dans l'état actuel de la question, cette durée ne peut être précisée avec certitude, car les mesures d'âge absolu concernant les granites, et effectuées surtout au Hoggar et plus à l'W, restent encore difficiles à interpréter (voir, notamment, G. ROCCI [4]) et que, d'autre part, l'âge de la base des grès est aussi remis en cause ; considérés généralement jusqu'ici comme cambriens [5], ils pourraient en effet ne débiter qu'à l'Ordovicien [6], ce qui ne ferait d'ailleurs, en ce qui nous concerne, qu'augmenter la durée de la période d'altération qui a tout de même pu représenter quelques dizaines ou même centaines de millions d'années.

B) Les érosions « post-tassiliennes ».

Plus à l'W, dans toutes les régions où l'on ne retrouve plus le niveau témoin des grès du Tassili ou leurs équivalents latéraux, le socle précambrien a pu demeurer en conditions continentales depuis cette époque et subir une pénéplénation poussée parce que très longue, et c'est bien ce que l'on constate.

Au contraire, ce qui fait l'intérêt de la région de Djanet, encadrée des deux côtés par les grès et où ceux-ci présentent, surtout dans la barrière

tassilienne, des formes d'érosions si fraîches avec d'étroites gorges qui l'entaillent si profondément, c'est que tout porte à penser qu'il y a eu là une reprise d'érosion, un « rajeunissement » très récents qui nous permettent de saisir, « sur le vif » pourrait-on dire, ce qu'il advient de ce vieux socle altéré lorsqu'il est, pour la première fois depuis le Cambrien, soumis à l'érosion par l'ablation des grès qui le protégeaient jusqu'ici.

De fait les alentours de l'oasis, et notamment toute la zone comprise entre elle et le Tassili, sont particulièrement instructifs à cet égard. On a là une zone relativement déprimée où serpentent de larges talwegs encombrés d'alluvions et la plupart du temps secs, entre des collines assez basses formées de granites plus ou moins profondément altérés mais dont les versants sont encombrés par les amas classiques de « boules » résiduelles.

Mais en certains points jaillissent des sommets plus aigus, véritables « pains de sucre » qui contrastent violemment avec les collines précédentes par leurs formes aiguës et le peu d'altération de leurs roches qui en est responsable, notamment le Tin-Beur qui domine, au N, l'oasis elle-même (fig. 2).

La seule différence d'avec les « pains de sucre » brésiliens aux parois si unies et si lisses est qu'ici la roche est beaucoup plus diaclasée, avec souvent des fissures ouvertes, et que les pentes sont encore encombrées de « boules » résiduelles ; mais ces différences secondaires sont sans doute en majeure partie imputables aux conditions climatiques si diamétralement opposées de ces deux régions, l'une désertique et l'autre tropicale.

Ajoutons cependant qu'en certains points, et notamment le long de la route conduisant de Djanet au terrain d'aviation, on observe aussi de petites collines de roches granitiques très fraîches formant des coupes lisses tout à fait identiques, cette fois-ci, à celles qui caractérisent les régions à « pains de sucre » du Brésil.

Enfin signalons aussi que plus à l'W, au Hoggar, de tels sommets granitiques se retrouvent que les touaregs appellent « taourirt », ce qui, en tamachek, signifie précisément « pain de sucre » (renseignement oral dû à P. VIALON).

On voit donc que lorsque la couverture protectrice des grès disparaît, l'érosion, en s'attaquant au substratum granitique irrégulièrement altéré,

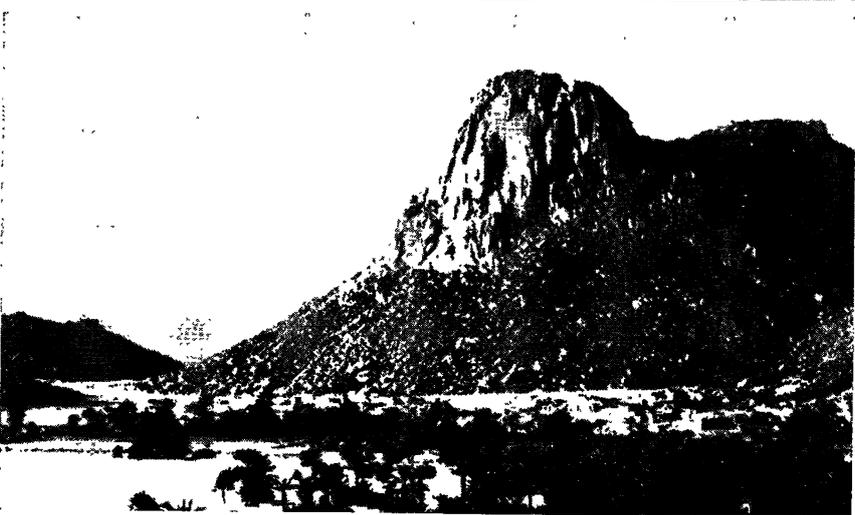


Fig. 2. — Les « pains de sucre » de la région de Djanet.

- a) *En haut* : vue générale, prise du sommet qui domine à l'E l'oasis de Djanet, de la région comprise entre celle-ci et la barrière gréseuse du Tassili N'Ajjer que l'on aperçoit au fond. Cette région, dégagée à une époque assez récente de sa couverture protectrice de grès, montre bien une évolution tendant vers la pénéplation mais qui n'est pas encore très poussée : les talwegs sont déjà larges, plats et encombrés d'alluvions, mais il subsiste encore beaucoup de collines de granite altéré aux formes assez molles, bien que protégées par une couverture de « boules résiduelles » ; parmi elles émergent, par places, des « pains de sucre » correspondants aux zones où le granite était demeuré sain jusqu'à la transgression des grès.
- b) *Au milieu* : vue générale de la partie N de l'oasis de Djanet avec l'un des plus beaux « pains de sucre » de la région, le Tin-Beur.
- c) *En bas* : le même sommet dont les formes hardies et caractéristiques sont dues à la fraîcheur locale des granites, alors que les abords, plus altérés dès avant la discordance tassillienne, ont été beaucoup plus érodés.

commence par déblayer assez facilement les zones les plus atteintes en donnant de larges talwegs et en laissant néanmoins des collines protégées en partie par les « boules résiduelles », mais sans que l'on arrive jusqu'à une pénéplénation plus poussée, comme c'est le cas dans les régions où les grès ont manqué ou ont été éliminés beaucoup plus anciennement ; et c'est bien entendu là aussi que cette même érosion différentielle dégage les zones de roches saines pour donner soit des collines et coupôles, soit de véritables « pains de sucre ».

C) Les causes et l'âge du rajeunissement du relief.

Il reste cependant à savoir quelle a pu être la cause du rajeunissement de relief qui a manifestement atteint cette région, provoquant l'élimination des grès et sculptant leur substratum, et quel peut en être l'âge.

Les études de P. BORDET sur le Hoggar [7] sont très instructives à cet égard, car il a lui-même eu à résoudre des problèmes morphologiques dont l'explication peut être liée à celle du problème des émissions de laves récentes qui caractérisent cette région.

Pour cela il admet, après une longue phase d'altération et de pénéplénation du socle cristallin et l'épanchement des laves sur cette pénéplaine, un bombement général de ce socle provoquant une reprise d'érosion qui érode facilement les roches cristallophylliennes profondément altérées et dégage ainsi les magnifiques appareils volcaniques intacts si typiques de cette région, l'ancienne surface ne se trouvant plus que « fossilisée » par les coulées ayant résisté à l'érosion.

Bombement et volcanisme sont considérés comme « probablement les effets d'une même cause profonde » et « très récents géologiquement parlant ».

Il nous paraît donc probable que ce sont ces mêmes phénomènes qui ont dû, malgré la distance et les différences géologiques, s'étendre aussi, au moins par contrecoup, au Tassili, ce qui est d'autant plus vraisemblable qu'on y rencontre aussi quelques pointements de basaltes récents [8], la grande fraîcheur des formes topographiques étant finalement liée aussi, ici, au climat beaucoup plus

humide que ce pays a connu au Quaternaire et dont témoignent les peintures de cette région où l'on retrouve non seulement la girafe mais aussi l'hippopotame.

D) Conclusions.

Dans le détail de la genèse des « pains de sucre » dont les roches sont le plus souvent granitiques, mais aussi parfois gneissiques, bien des facteurs seraient à étudier (pétrographie, texture, structure tectonique...) pour mieux comprendre, dans chaque cas, quel peut être leur rôle dans la phase d'altération préliminaire et l'orientation des altérations différentielles.

Mais il me semble que le Tassili permet de dégager, avec beaucoup plus de précisions qu'il ne m'avait été possible de le faire jusqu'ici, les deux grands facteurs principaux qui interviennent à mon sens dans la genèse de ces formes souvent si extraordinaires que sont les « pains de sucre » et sur lesquels j'avais déjà insisté à propos du Brésil :

— Une phase ancienne de décomposition des roches cristallines supposant une longue émergence et descendant irrégulièrement en profondeur ;

— Une phase de rajeunissement qui tend à déblayer et pénéplaner les zones altérées en dégageant au contraire les zones saines mises alors en relief sous forme de coupôles parfois encore plus ou moins « enterrées » ou de véritables « pains de sucre » jaillissant souvent d'une façon étonnante, au milieu de formes beaucoup plus molles ou surbaissées (fig. 3).

Mais cette région présente aussi un intérêt particulier du fait que l'on a une possibilité assez rare de dater ces deux phénomènes :

— Le premier est ici « Antétassilien », donc Cambrien ou antérieur (l'Infracambrien manque ici) ;

— Quant au second, il est certainement très récent géologiquement parlant, c'est-à-dire contemporain des émissions volcaniques du Hoggar et prolongé encore durant la période humide qui s'est poursuivie jusqu'au Néolithique.

J'ajoute que j'ai pu observer aussi ces deux facteurs primordiaux dans des régions assez différentes :

— D'une part près de Kassala, au Soudan, près de la frontière éthiopienne, ainsi que j'avais déjà eu l'occasion de le signaler [9] : ici encore le vieux socle a été irrégulièrement altéré et la phase de rajeunissement est évidemment en rapport avec

les grandes cassures de l'Est africain qui jouent un si grand rôle dans l'Ethiopie voisine où leurs jeux ou rejeux sont accompagnés de nombreuses émissions basaltiques tertiaires, quaternaires et même historiques.

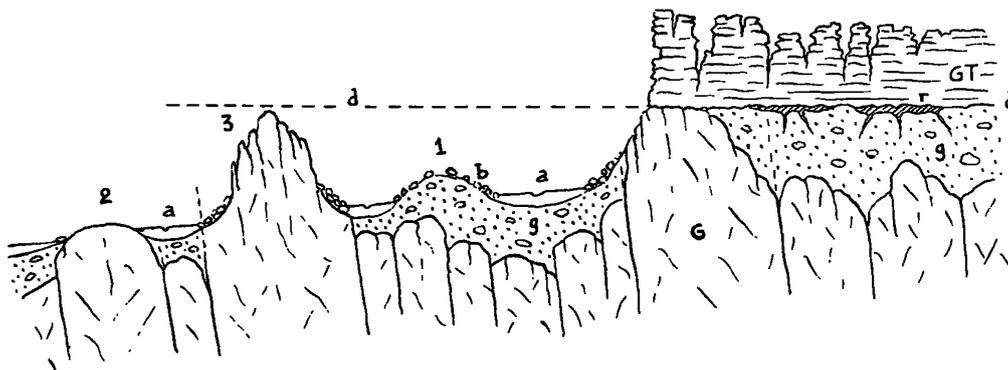


Fig. 3. — Coupe géologique schématique de la bordure du Tassili N'Ajjer près de Djanet.

G, substratum granitique ; g, granite altéré et gore ; r, zone rubéfiée ; b, « boules » résiduelles ; G T, grès du Tassili ; d, discordance.

On remarquera, à droite, que la discordance des grès se fait tantôt sur des granites sains, tantôt sur des granites altérés attestant l'ancienneté des phénomènes d'altération qui ont atteint ceux-ci ; à gauche, après l'ablation récente des grès (rajeunissement probablement essentiellement quaternaire du relief), les zones altérées sont en grande partie éliminées pour faire place à de larges talwegs encombrés d'alluvions (a) avec néanmoins quelques collines résiduelles (1) ; ailleurs, au contraire, les zones saines du granite ainsi dégagées émergent soit sous forme de coupes surbaissées (2), soit sous forme de « pains de sucre » plus ou moins aigus (3).

— D'autre part à Madagascar, où la région d'Ambalavao présente de magnifiques « pains de sucre », souvent dissymétriques, donc probablement limités d'un côté par une faille comme au Brésil et accompagnés de leur cortège habituel de coupes émergeant plus ou moins des zones altérées et latéritisées. Mais il est intéressant de noter qu'ici la phase de rajeunissement, très probablement postéocène et peut-être surtout pliocène, semble avoir agi de façons diverses suivant les points et les altitudes, si bien qu'on pourrait distinguer alors trois phases de rajeunissement : une peu importante où l'on retrouve encore les latérites avec souvent leur carapace supérieure comme pour le plateau de l'Horombé et dont n'émergent que quelques « inselbergs » qui ne seraient rien d'autre que des « pains de sucre » encore à moitié enfouis sous les produits d'altération ; une zone plus profondément disséquée avec

« pains de sucre » typiques qui est celle d'Ambalavao ; enfin une troisième, très rajeunie par suite d'un soulèvement plus intense qui a porté les vieux granites à des cotes actuellement très élevées, où les produits d'altération ont été complètement éliminés et où la jeunesse du relief devient presque « alpine » comme dans le cas du Massif de l'Andringitra culminant à 2 658 mètres ; ainsi le deuxième grand facteur aboutissant à la formation des « pains de sucre » se trouve-t-il apparaître ici comme un rajeunissement et un soulèvement d'intensité moyenne qu'encadrent des régions où les mêmes facteurs jouent aussi, mais dans un cas par défaut (Horombé) et dans l'autre par excès (Andringitra).

Enfin je rappelle que, comme j'ai eu l'occasion de le faire remarquer antérieurement [9], la répartition géographique des zones présentant des « pains de sucre », dont il vient d'être question,

montre bien que le climat actuel de ces régions ne peut éventuellement être mis en cause, pour leur genèse, que comme un facteur très secondaire puisque ces pays ont actuellement des climats diamétralement opposés, tropical dans certains cas et désertique dans d'autres, alors que les facteurs primordiaux sont une altération toujours fort ancienne et de longue durée, bien que d'âge variable et un

rajeunissement au contraire récent (tertiaire et principalement pliocène, voire même en partie quaternaire).

Laboratoire de Géologie
de la Faculté des Sciences de Grenoble.
(Laboratoire de Géologie alpine associé au C.N.R.S.)

Manuscrit déposé le 30 mars 1967.

BIBLIOGRAPHIE

1. BARBIER (R.). — Un problème morphologique au Brésil : « Pains de sucre » et « tunique tropicale » (*C.R.A.S.*, t. 245, p. 2346-2349, 1957).
— Aménagements hydroélectriques dans le Sud du Brésil (*B.S.G.F.*, 6^e série, t. 7, p. 877-892, 6 fig., 1957).
— Sites de barrages et problèmes morphologiques au Brésil (*T.L.G.*, t. 39, p. 259-262, 1 fig., 1963).
2. Carte géologique du Nord-Ouest de l'Afrique (au 1/2 000 000^e), feuille Sahara central (19^e Congrès géologique international, Alger, 1952).
3. BONNET (A.) et DUBOIS (P.). — Observations sur le Djebel Guehhad (Sahara central) (*C.R.S.G.F.*, fasc. 7, p. 194-195, 1 fig., 1961).
DUBOIS (P.). — Stratigraphie du Cambro Ordovicien du Tassili N'Ajjer (Sahara central) (*B.S.G.F.*, 7^e série, t. 3, p. 206-209, 2 fig., 1961).
4. ROCCI (G.). — Essai d'interprétation de mesures géochronologiques : la structure de l'Ouest africain (*Sciences de la Terre*, t. 10, p. 461-478, 2 fig., Nancy, 1965).
5. Bureau de recherches de pétrole et divers. Contribution à l'étude du Cambrien et de l'Ordovicien du Sahara (*C.R.S.G.F.*, fasc. 7, p. 194-195, 1959).
6. LEGRAND (Ph.). — Découverte de nouveaux gisements fossilifères dans les grès inférieurs du Tassili N'Ajjer (*C.R.S.G.F.*, fasc. 1, p. 14-15, 1964).
7. BORDET (P.). — Les appareils volcaniques récents de l'Ahaggar (19^e Congrès géologique international, Monogr. régionales, 1^{re} série, Algérie, n^o 11, Alger, 1952).
8. Carte géologique du Sahara au 1/500 000^e, feuille Fort Charlet - In Ezzane (*B.R.G.M.*, et Org. Comm. régions Sahar., 1961).
9. BARBIER (R.). — « Pains de sucre » au Brésil et dans la République soudanaise (*Actes 79^e Congrès A.F.A.S.*, p. 104, Grenoble, 1960).