

XX

(EXCURSION DU NORD).



EXCURSION AU CERRO DE MULEROS

PRÈS CIUDAD JUAREZ, CHIH.

PAR

E. BÖSE.

EXCURSION AU CERRO DE MULEROS

PRÈS CIUDAD JUAREZ (CHIH.)

Par M. E. Böse.

CONDITIONS GÉOLOGIQUES DE LA RÉGION.

Le Cerro de Muleros forme une masse montagneuse d'une extension peu considérable, à 5 km., environ, de Ciudad Juárez; sa moitié septentrionale appartient aux Etats Unis (territoire de New Mexico), et sa moitié méridionale au Mexique (Etat de Chihuahua); la frontière ne passe pas par le point le plus élevé, mais un peu plus au Sud.

Malgré son peu d'extension vers le Nord et sa hauteur modeste, cette montagne présente bien des aspects intéressants, tant par sa tectonique que par sa richesse en fossiles.

La montagne s'élève en un pic élégant jusqu'à la hauteur de 1421 m.; cette cime est entourée de plusieurs crêtes, qui ont la tendance de former des cercles ou des arcs. Ces caractères distinguent nettement le Cerro de Muleros de toutes les montagnes contiguës, tant du côté des Etats Unis que du côté du Mexique: Les autres Sierras, en effet, s'étendent, toutes, en long, du S.E. au N.W., et forment, en général, des crêtes allongées et parallèles entre elles. Cette disposition attire, à première vue, l'attention du géologue, et fait soupçonner l'inter-

vention de certaines causes géologiques, que confirme l'étude de la nature,—ainsi que nous le verrons dans les pages qui suivent.

La masse principale, c'est à dire le massif le plus élevé, se compose d'une roche intrusive, qui est, d'après les déterminations de M. le Prof. Dr. Rosenbusch, un porphyre syénitique.¹ Cette roche est l'élément constitutif, tout à la fois, de la cime principale, et du vaste cercle de crêtes et de collines qui l'entourent. Le reste de la montagne est formé de roches sédimentaires, dans lesquelles on ne remarque que quelques rares filons de la même roche éruptive. C'est uniquement au Sud du massif,—dans le Cerro Prieto,—que l'on remarque un filon assez étendu; tandis que le Cerro de la Mina et le Cerro de la Cruz sont formés par une masse éruptive relativement indépendante. Sur le chemin de Ciudad Juárez, on trouve aussi un autre filon, complètement isolé, et presque recouvert de conglomérats assez modernes.

Avant de commencer l'étude de la tectonique de la montagne, nous devons nous occuper sommairement de la stratigraphie des dépôts sédimentaires qui composent sa base. Les couches fossilifères en sont connues, depuis, longtemps déjà. Elles ont été, probablement, rencontrées, sur son chemin, par la commission de délimitation de la frontière, à la tête de laquelle était Emory, et une partie de ces fossiles ont, sans doute, été décrits par Conrad, dans l'appendice paléontologique du rapport de la dite

¹ M. Rosenbusch a eu la bonté d'étudier plusieurs exemplaires de cette roche,—ce dont nous le remercions, ici, de la manière la plus vive. Le résultat de son étude est le suivant: Cerro Muleros bei Ciudad Juárez, Chih. Das Gestein ist ein Syenitpophyr mit Einsprenglingen von Orthoklas und Plagioklas, dessen Kerne auf der Fläche (010) \propto P \oslash eine negative Auslöschung von 10° (Ab₂₇ An₄₂) und dessen Schale die Auslöschung von 0° (Ab₆₉ An₂₁) hat, ferner Einsprenglinge von braunem Amphibol, braunem Biotit, und ganz vereinzelt Quarz. Die Grundmasse ist mikrogranitisch.

Commission.¹ C'est, du moins, ce que semble indiquer la description de quelques fossiles cités, appartenant à la localité "between El Paso and Fronteras." Plus tard, nous voyons la localité plusieurs fois mentionnée par Hill; et, enfin, Stanton et Vaughan² ont publié une note sur la succession des couches crétacées dans le Cerro de Muleros.

Dans ce travail, sont, également, citées les différentes publications de Hill, dans lesquelles il est fait mention de notre localité.

Nous avons exposé, ailleurs,³ que nous différons, sur plusieurs points, des idées des auteurs sus mentionnés. Les erreurs de Stanton et Vaughan résultèrent de ce qu'ils ne comprirent pas bien la tectonique de l'endroit, et, par suite, comptèrent deux fois le même grès, le prenant pour deux couches d'âges différents. Certains points, où la série des couches est clairement exposée et peu disloquée, nous manifestent la véritable succession. Dans notre excursion, nous suivrons, en partie, le chemin qu'ont suivi Stanton et Vaughan, et nous verrons d'où provient leur erreur.

Toutes les couches sédimentaires, à l'exception des conglomérats et des sables récents, appartiennent au Crétacé. Stanton et Vaughan n'ont reconnu que leur partie inférieure, dont ils ont donné une liste de fossiles; mais leurs déterminations diffèrent, en beaucoup de cas, des nôtres. Et, à ce sujet, nous renverrons le lecteur à notre travail déjà cité. Stanton et Vaughan distinguèrent,

1 Emory, Report on the United States and Mexican boundary survey. Washington, 1857.

2 Stanton and Vaughan, Section of the Cretaceous at El Paso (Texas). American Journal of Science, 4th. series, vol. I. 1896.

3 Böse. Monografía geológica y paleontológica del Cerro de Muleros, cerca de Ciudad Juárez, Chih.—Bol. del Inst. Geol. de México, núm. 25.

dans cette partie inférieure, dix horizons,—que nous devons réduire à huit. Mais ces horizons ne peuvent se classer comme de vrais horizons stratigraphiques. Il n'y a dans la masse inférieure, que deux horizons, auxquels il faut joindre aussi deux horizons plus modernes, qui puissent être considérés comme tels. Nous donnerons un coup d'œil sur la distribution des fossiles dans les roches.

Les dépôts les plus anciens se rencontrent au N.E. de la montagne, près du pont du Chemin de fer du Southern Pacific, et du côté du Nouveau Mexique. Là se trouve un calcaire presque clair, assez dur et peu marneux. Il contient peu de fossiles reconnaissables,—dont les principaux sont les :

- Gryphaea navia, Hall.
- Gryphaea Pitcheri, var. Tucumcarii, Marc.
- Exogyra texana, Roem.
- Vola irregularis, nobis.
- Vola texana, Roem.
- Trigonia aff. Guadalupae, nobis.
- Tylostoma Chihuahuensis, nobis.
- Neritina sp. ind.

Sur ce calcaire, reposent, en concordance, des marnes schisteuses, parfois sableuses, qui contiennent des :

- Schloenbachia aff. acutocarinata (Shum.), Marc.
- Schloenbachia Bravoensis, nobis.
- Schloenbachia cfr. Belknapii, Marc.
- Schloenbachia sp.
- Pinna Guadalupae, nobis.
- Gryphaea Pitcheri, var. Tucumcarii, Marc.
- Exogyra texana, Roem.
- Vola subalpina, nobis.

- Vola quinquecostata*, Sow.
Vola irregularis, nobis.
Vola texana, Roem.
Pecten cfr. *Chihuahuensis*, nobis.
Lima Bravoensis, nobis.
Trigonia cfr. *Guadalupae*, nob.
Cardium Hillanum, Sow.
Nucula cfr. *Guadalupae*, nobis.
Homomya Bravoensis, nobis.
Pholadomya Sancti-Sabae, Roem.
Plicatula subgurgitis, nobis.
Turritella cfr. *nodosa*, Stoliczka, (non Roem.).
Turritella Bravoensis, nobis.
Tylostoma Chihuahuensis, nobis.
Enallaster cfr. *obliquatus*, Clark.
Epiaster cfr. *elegans* (Shumard).
Trochosmilja (*Coelosmilja*) cfr. *texana*, Conr.

Le passage de ces marnes à des grès, qui alternent avec des marnes et des schistes, se fait insensiblement. Dans ces dernières couches, nous avons trouvé les fossiles suivants :

- Schloenbachia* cfr. *Belknapi*, Marcou.
Ostrea cfr. *carinata*, Lam.
Gryphaea navia, Hall.
Gryphaea Pitcheri, var. *Tucumcarii*, Marc.
Exogyra texana, Roem.
Vola subalpina, nobis.
Vola texana, Roem.
Trigonia cfr. *Guadalupae*, nobis.
Cardium Hillanum, Sow.
Homomya Bravoensis, nobis.

A partir d'ici, commence un changement de faune assez notable. Nous voyons, d'abord des schistes argileux, peu riches en fossiles, auxquels succèdent, latéralement, des marnes schisteuses, un peu plus fossilifères. Ces couches renferment des :

Schloenbachia Whitei, nobis.
Schloenbachia cfr. *Belknapi*, nobis.
Schloenbachia trinodosa, nobis.
Schloenbachia nodosa, nobis.
Ostrea Marcoui, nobis.
Ostrea carinata, Lam.
Gryphaea navia, Hall.
Vola texana, Roem.
Homomya aff. *Ligeriensis*, d'Orb.

La transition de ces marnes à des marnes d'un gris bleuâtre, et presque blanches quand elles sont altérées, se fait d'une manière imperceptible. Ces derniers contiennent un grand nombre de fossiles,—à savoir des :

Schloenbachia Burckhardti, nobis.
Schloenbachia trinodosa, nobis.
Schloenbachia nodosa, nobis.
Engonoceras, sp.
Ostrea Marcoui, nobis.
Ostrea carinata, Lam.
Gryphaea Pitcheri, Mort. var. *Washitaensis* Hill.
Pecten Chihuahuensis, nobis.
Vola subalpina, nobis.
Vola quinquecostata, Sow.
Vola texana, Roem.
Vola texana, Roem., var. *elongata*, nobis.
Lima Wacoensis, Roem.

Lima mexicana, nobis.
Trigonia Emoryi, Conr.
Cardium Hillanum, Sow.
Homomya aff. *Ligeriensis*, d'Orb.
Pholadomya Shattucki, nobis.
Plicatula subgurgitis, nobis.
Natica aff. *collina*, Conr.
Pseudodiadema (*Diplopodia*) cfr. *variolare*, Brgt.
Phymosoma mexicanum, nobis.
Pyrina Clarki, nobis.
Pyrina inaudita, nobis.
Enallaster Bravoensis, nobis.
Nodosaria texana, Conr.

Au dessus de ces marnes, suivent des grès et des marnes, dont la couleur varie du jaunâtre au gris, et dans lesquelles se rencontrent des :

Pinna Guadalupae, nobis.
Ostrea Marcoui, nobis.
Ostrea quadriplicata (Shum.) White.
Gryphaea Pitcheri, Mort., var. *Washitaensis*, Hill.
Vola subalpina, nobis.
Vola texana, Roem.
Vola texana, Roem.; var. *elongata*, nobis.
Lima Wacoensis, Roem.
Lima mexicana, nobis.
Trigonia Emoryi, Conr.
Cardium Hillanum, Sow.
Gervilleia aff. *solenoides*, Söhle.
Homomya aff. *Ligeriensis*, d'Orb.
Plicatula subgurgitis, nobis.
Turritella granulata, Sow.
Pyrina inaudita, nobis.

- Enallaster Bravoensis*, nobis.
Nodosaria texana, Conr.
Terebratula, sp.
Placosmia Bravoensis, Aguilera.
Placosmia mexicana, Aguilera.

Ces grès et ces marnes sont recouverts par un grès variant du rouge au blanchâtre. Il y existe très peu de fossiles. Dans quelques points seulement, et, en particulier, dans les couches supérieures, se trouvent, en abondance, des *Exogyra ponderosa*, Roem., de toutes dimensions.

Ce grès, qui, en général, n'est pas très puissant, est recouvert, à son tour, par des marnes schisteuses jaunes, sur lesquelles s'étendent des calcaires durs, gris, qui tournent au blanc, par décomposition. Ces marnes et calcaires forment un très bon horizon de repère, parce qu'elles se remarquent de très loin, dans le paysage. La faune est la même, dans les deux couches, aussi ne les séparerons-nous pas, comme horizons. Dans les calcaires, pourtant, les fossiles ne se laissent, généralement, pas extraire. Nous y avons recueilli les espèces suivantes :

- Schloenbachia*, sp.
Exogyra ponderosa, Roem.
Vola subalpina, nobis.
Cardium Hillanum, Sow.
Enallaster Bravoensis, nobis.
Hemiaster Calvinii, Clark.
Turritella sp. (Dans les calcaires seulement).

Sur ces calcaires gisent des schistes, variant du jaune au gris, et de peu d'épaisseur, dans lesquels nous n'avons pas trouvé de fossiles. Au dessus, vient un grès quart-

zeux, très dur, imparfaitement stratifié, mais, relativement, assez épais. Dans ces dépôts, non plus, nous n'avons pas pu trouver de fossiles. Sur ces grès, et dans la partie méridionale du terrain seulement, existent des schistes d'un gris foncé, plombé et allant jusqu'au rougeâtre, avec des intercalations de bancs d'un calcaire dur, qui contiennent peu de fossiles. Parmi eux, le plus commun est l'*Inoceramus labiatus*, Schlth.; rarement aussi, se présentent des dents de poissons, et quelques bivalves, encore indéterminés. Les fossiles se trouvent, principalement, au pied du Cerro Prieto; nous en rencontrons, pourtant aussi quelque peu, à la base et à mi côté du Cerro de las Minas.

Dans les régions méridionale et occidentale du Cerro de Muleros, les couches crétacées sont couvertes, en partie, d'un sable, qui forme de vraies dunes, et, en partie, par des conglomérats d'origine fluviale, et, naturellement, très modernes.

Des listes antérieures, il résulte clairement que les fossiles des trois subdivisions inférieurs sont, plus ou moins, du même âge, et, l'étude de la faune nous a amenés à les considérer comme des représentants du Vraconnien. Seule, la *Turritella Vibrayeana*, qui provient de l'un des bancs inférieurs du calcaire de la base, indique une période du Gault, de sorte que nous devons, peut-être, voir, dans ces calcaires, la transition au Crétacé inférieur. La quatrième subdivision a une faune déjà assez différente, et la présence de l'*Ostreá carinata* montre qu'il appartient évidemment au Cénomaniens; les ammonites aussi lui attribuent un niveau plus élevé que le Crétacé inférieur. Cet horizon est intimement lié aux deux qui le suivent, par dessus, et qui sont caractérisés par la présence de la *Schloenbachia trinodosa*, forme

qui appartient déjà au groupe de la Schl. texana, et qui en est, peut-être, l'initiatrice, au Mexique. Aussi considérons-nous les trois subdivisions caractérisées par la Schl. trinodosa comme un dépôt du même âge, à peu près. Avec ce dépôt, nous entrons en plein dans le Cénomaniens. Les grès, marnes et calcaires qui forment les bancs suivants ont une faune très peu développée, mais dont cinq espèces sont déterminables; de ces cinq espèces, deux se trouvent aussi dans les horizons inférieurs,—Cénomaniens et Vraconniens;—une seule descend jusqu'au Cénomaniens. L'*Exogyra ponderosa* se rencontre, au Texas, principalement dans les horizons supérieurs,—Emschérien et Sénonien,—mais elle existe aussi dans le "Buda limestone," qui correspond probablement à notre horizon; l'*Hemiaster Calvini* se rapproche d'espèces du Cénomaniens et du Turonien du vieux monde. Aussi, n'y a-t-il pas de doute que les dépôts susmentionnés représentent une partie assez élevée du Cénomaniens.

Quant à l'âge du grès clair nous ne pouvons en juger, à cause du manque absolu de fossiles: Il peut appartenir ou au Cénomaniens supérieur, ou au Turonien inférieur. Il est recouvert par des couches qui renferment l'*Inoceramus labiatus*, Schlth. Ce fossile, en Europe, caractérise le Turonien inférieur seulement; mais, aux Etats-Unis, il existe, selon les géologues américains, aussi, dans le Turonien supérieur de sorte que nous ne pouvons affirmer si nos couches turoniennes représentent la partie inférieure ou la partie supérieure de cet étage.

Les conglomérats et les grès qui se rencontrent, à la base du Cerro de Muleros, sont, assurément, d'une époque toute récente.

Nous n'avons pu donner, ici, de preuves, à l'appui de

notre subdivision stratigraphique, et, en particulier, de la corrélation que nous avons établie entre nos éléments géologiques et ceux du vieux monde. Nous renverrons, à ce sujet, le lecteur à notre monographie, déjà citée.

Notre horizon inférieur, le Vraconnien, correspond, assurément, à une partie de la division de Fredericksburg. C'est ce qu'indique la présence de nombreux fossiles, tels que l'*Exogyra texana*, la *Gryphaea navia*, la *Gryphaea Pitcheri* var. *Tucumcarii*, l'*Enallaster* cfr. *obliquatus* etc.

L'horizon supérieur,—le Cénomaniens inférieur,—correspond à la division de Washita, comme le montrent les espèces qu'on y rencontre: *Ostrea quadriplicata*, *O. carinata*, *O. Marcoui*, *Lima Wacoensis*, *Pholadomya Shattucki*, etc.; l'*O. quadriplicata*, en particulier, est d'une grande importance. Notre zone à *Hemiaster Calvini* et *Exogyra ponderosa* représente, probablement, une partie du "Buda limestone," ou tout cet horizon.

L'absence de certains fossiles du Texas,—qui sont très fréquents en d'autres points,—tels que l'*Exogyra arietina*, ne prouve rien, naturellement; des cas semblables se présentent dans tous les étages du monde entier.

Notre Turonien correspond, probablement, aux "Eagleford shales" du Texas. Nous avons rencontré cet étage dans d'autres endroits, et nous le reverrons, dans d'autres excursions, à Parras et à Mazapil.

Après avoir, ainsi, reconnu la stratigraphie de la région, nous nous occuperons brièvement de la tectonique, particulièrement intéressante, de la montagne.

Le nucleus de la montagne est formé de porphyre syénitique; cette roche intrusive constitue les sommets les plus élevés. Elle est certainement, plus moderne que

les sédiments crétacés,—tout au moins, que le Cénomarien,—puisque, dans son contact avec eux, on observe un métamorphisme de contact, qui a, en partie, transformé les calcaires et les marnes calcaires en hornfels, et les a, en partie, marmorisés. C'est ce que l'on voit, dans tous les points où les deux formations juxtaposées sont bien à découvert. La zone de contact est très étroite,—elle a généralement, de 10 à 20 m.;—une minéralisation des fissures ne s'est pas produite.

Comme on le voit sur la carte, la roche éruptive forme presque un cercle, tandis que les sédiments l'entourent, comme des anneaux. Les crêtes des éléments topographiques montrent aussi une distribution semblable,—ce qui s'observe clairement, sur notre carte.

Cette distribution des sédiments ne pourrait exister que dans le cas où ils se trouveraient en position horizontale, ou, encore, dans le cas où l'orientation changerait constamment, tout autour du Cerro. C'est cette dernière hypothèse qui est la vraie. Sur la carte ci-jointe, nous n'avons donné qu'un certain nombre de directions; mais, quand on suit les couches, sur le terrain, on voit que leur direction n'est, nulle part, représentée par une ligne droite,—mais, toujours, par une courbe; on peut faire le tour du Cerro, et, partout, on trouvera des orientations différentes. Dans les sédiments, le plongement va, très-généralement, vers l'extérieur de la montagne; sur les côtés Est et Nord-Est seulement, nous voyons des irrégularités,—mais de peu d'importance. Sur la surface de contact avec la roche éruptive, nous trouvons, presque, partout, l'horizon à *Ostrea quadriplicata*; au Sud seulement, sur une longueur de 300 m., il est remplacé par le grès à *Exogyra ponderosa*. Vers l'extérieur, suivent, sur les quatre cinquièmes du cercle, norma-

lement, les couches plus modernes: au Sud, jusqu'au Turonien, et au Nord, seulement jusqu'au grès jaune quartzeux, que nous ne savons si nous devons rattacher au Cénomanién ou au Turonien.

Les sédiments forment, ainsi qu'il résulte de ce que nous venons de voir, une voûte immense, dont le sommet a été détruit par érosion; nous devons donc considérer la masse intrusive comme une laccolithe, pas très grande, mais assez clairement définie et bien découverte. Les deux coupes générales E.W. et N.S. démontrent cette idée, d'une manière assez claire.

Il résulte de la nature plastique de la plus grande partie des sédiments qu'il y a peu de fractures dans la voûte; celles qui existent sont, en partie, concentriques, comme au Sud et à l'Est de la montagne, ou rayonnantes, comme au Sud, à l'Est et au Nord; d'une manière générale, ces fractures sont peu considérables, et de peu d'étendue.

Une description détaillée des régions Nord, Ouest et Sud de la montagne n'est pas nécessaire, ici, parce que la carte et les coupes générales indiquent bien les conditions tectoniques; mais, en ce qui concerne les parties E. et N.E., nous serons un peu plus explicites. Au N.E., l'horizon à *Ostrea quadriplicata* recouvre une large bande. Cet horizon est fortement plissé; on y rencontre plusieurs anticlinaux et synclinaux en pente douce, suivis de plis fortement redressés; mais, à partir de la ligne du Chemin de fer de Bisbee, vient un plongement normal vers l'extérieur (N.E.), et avant d'arriver à la ligne du Southern Pacific, le plongement subit un léger changement, d'où résulte la formation d'un synclinal vaste et ouvert.

La région orientale est assez différente et plus com-

pliée; entre le torrent qui débouche près du pont du Chemin de fer de Bisbee, et le grand ruisseau qui débouche au S.E. de la montagne,—là où les montagnes se rapprochent du Río Bravo,—existe une zone avec une tectonique fort compliquée. Au contact de la roche intrusive, nous trouvons les couches à *Ostrea quadriplicata*, formant une bande très étroite; ces couches plongent vers le centre de la montagne (W.), de sorte que, sous elles, nous devrions rencontrer les bancs à *Schloenbachia trinodosa*; mais, à leur place, vient le grès rouge à *Exogyra ponderosa*,—c'est à dire qu'il y a une série inverse.

Sous le grès, nous trouvons les marnes à *Exogyra ponderosa* et à *Hemiaster Calvini* qui recouvrent les calcaires blancs à *Exogyra ponderosa*. En plusieurs places, on voit clairement que les calcaires et les marnes à *Ex. ponderosa* forment un synclinal couché, dont le flanc le plus bas occupe une position horizontale, et le flanc supérieur a un plongement de 45° - 90° . Cet synclinal explique la structure tectonique de toute la zone; mais il a été brisé transversalement en écailles nombreuses,—ce qui se voit clairement, dans toute son extension. Ces écailles ont, souvent, une longueur de moins de 100 m. Dans la partie septentrionale de cette zone, la roche du synclinal est en contact avec le grès à *Ex. ponderosa*, ou avec les couches à *Ostrea quadriplicata*; la ligne de fracture résultant de ce contact anormal est, en plusieurs endroits, bien découverte, et laisse voir jusqu'aux "harnisch." Dans la partie centrale, se présente une nouvelle complication: une fracture longitudinale a produit l'abaissement de la partie orientale du synclinal, de sorte que, là, nous trouvons, de nouveau, le grès rouge, sur les marnes et les calcaires à *Ex. ponderosa*. Au Sud, entre le synclinal et la partie affaissée, existe encore une

écaïlle isolée du même grès rouge; le synclinal s'est donc divisé en trois écaïlles. Tant au centre qu'au Nord de cette zone compliquée, les calcaires à *Ex. ponderosa* sont en contact avec les couches à *Ostrea quadriplicata*, sur lesquelles s'étend, à l'Est, normalement, le grès rouge. Le plongement est, en général, légèrement E. ou N.E. Notre série de coupes, jointe à la carte, explique la tectonique de cette région, assez embrouillée. Nous n'entrerons pas, ici, dans plus de détails: dans la description de l'excursion, nous donnerons les indications nécessaires.

ITINÉRAIRE DE L'EXCURSION.

De Ciudad Juárez, le train nous emmène, en suivant la rive gauche du Río Bravo; puis il traverse le fleuve, à 5 kil., environ, d'El Paso. Là, nous descendons et passons, d'abord, le pont du Chemin de fer du Southern Pacific. Les calcaires inférieurs se montrent, immédiatement; ils contiennent peu de fossiles; dans les bancs supérieurs, ceux-ci sont plus abondants. Nous y trouvons, en certaine abondance, la *Vola irregularis*, et le *Tylostoma Chihuahuensis*; toutes les autres espèces y sont rares. Près du pont, nous remarquons quelques petites failles, qui ont produit un affaissement, dans les couches à *Schloenbachia Bravoensis*. Dans la première tranchée du Southern Pacific, nous voyons clairement comment ces couches, qui se composent de marnes, de calcaires marneux et de bancs de grès, reposent sur les calcaires susmentionnés. Au S.E., comme à l'W. de la tranchée, nous trouvons, dans les couches à *Schl. Bravoensis*, de nombreux fossiles, principalement des *Gryphaea Pitcheri* var. *Tucumcari*, *Gr. navia*, *Exogyra texana*, *Vola texana*, *Plicatula subgurgitis*, *Tylostoma*

Chihuahuensis, Trochosmia cfr. texana. Les ammonites sont plutôt rares; mais, dans chaque excursion, nous en avons rencontré, au moins, quelques spécimens. Entre les ponts des deux chemins de fer, les marnes sont recouvertes par des couches plus dures,—en particulier, par des grès et des marnes. Dans celles-ci, il y a aussi assez de fossiles, dont les plus abondants sont les: *Gryphaea navia*, *Gr. Pitcheri* var. *Tucumcari*, *Exogyra texana*, *Vola texana*. La *Schloenbachia* cfr. *Belknapii* y est moins abondante. Plus haut, en nous rapprochant de la voie du Chemin de fer de Bisbee, nous rencontrons, au dessus des couches déjà mentionnées, des schistes de couleur sombre, renfermant très peu de fossiles; et, en suivant la tranchée, nous voyons que, dans sa seconde moitié, sur les schistes peu fossilifères, s'étendent les couches à *Schl. trinodosa* qui contiennent, surtout, la *Gr. Pitcheri* var. *Washitaensis*. Devant nos yeux, s'étend un panorama grandiose; au Sud, nous voyons les couches énergiquement plissées; au dessus, la roche intrusive,—tandisque, au N.W., se présentent les couches plongeant légèrement vers le N.

Nous revenons, par la tranchée, puis nous nous dirigeons vers le S.E. Nous rencontrons, d'abord, les couches à *Schl. trinodosa*; ici les ammonites sont relativement abondantes. Nous trouverons, surtout, des fragments de *Schl. trinodosa*, *Schl. nodosa*, *Ostrea Marcouii* et *O. carinata*. Continuant notre chemin dans la direction de la briquetterie, nous montons la colline qui la domine, pour y voir les couches à *Ostrea quadriplicata*; nous y rencontrons des spécimens, bien conservés, d'*O. quadriplicata*, de *Schl. trinodosa*, de *Plicatula subgurgitis*, etc.

Nous descendons vers la briquetterie, pour nous rapprocher de la frontière mexicaine, et, près du Monument

initial, qui sépare les deux pays, nous montons la hauteur, à l'Ouest de cette pyramide. Ici, nous trouvons, d'abord, les couches à *Schl. trinodosa* qui contiennent beaucoup de fossiles,—principalement les suivants: *Schl. trinodosa*, *Schl. nodosa*, *Gryphaea Pitcheri* var. *Washitaensis*, *Vola subalpina*, *Vola texana*,—avec sa variété *elongata*, *Lima mexicana*, *Lima Wacoensis*, *Trigonia Emoryi*, *Cardium Hillanum*, *Homomya* aff. *Ligeriensis*, *Pholadomya Shattucki*, *Plicatula subgurgitis*, *Natica* aff. *collina*. *Pseudodiadema* cfr. *variolare*, *Phymosoma mexicanum*, *Holectypus limitis*, *Pyrina Clarki*, *Pyrina inaudita*, *Enallaster Bravoensis*, *Nodosaria texana*, etc.

Dans notre ascension de la côte, nous atteignons les couches plus jaunes, qui appartiennent déjà à l'horizon à *Ostrea quadriplicata*. Ici, nous trouvons, en abondance, la *Gryphaea Pitcheri* var. *Washitaensis*; plus haut, l'*Ostrea Marconi*, et, dans les couches supérieures, l'*Ostrea quadriplicata* et la *Nodosaria texana*. En moindre quantité, se trouvent les: *Vola subalpina*, *V. texana*, avec sa variété *elongata*, *Lima mexicana*, *Lima Wacoensis*, *Trigonia Emoryi*, *Cardium Hillanum*, *Gervilleia* cfr. *solenoides*, *Homomya* aff. *Ligeriensis*, *Pinna Guadalupeae*, *Turritella granulata*, *Pyrina inaudita*, *Enallaster bravoensis*, *Terebratula* sp. et *Nodosaria texana*. *Placosmilia mexicana* et *Placosmilia Bravoensis*.

Au dessus de ces couches, le grès rouge se dresse, en paroi verticale. Nous le traversons, vers l'Ouest, et descendons à la zone de fracturation. Sous le grès, nous trouvons, aussi, de ce côté de la montagne, la couche à *Ostrea quadriplicata*, mais elle est peu large et une fracture la met en contact avec le calcaire et les marnes à *Exogyra ponderosa*. Nous remarquons, de suite, que la série est renversée, c'est à dire que les calcaires sont par

dessous, les marnes au dessus, et, en haut, le grès rouge. Traversant la série, nous voyons que celle-ci se répète encore: de nouveau, vient le calcaire recouvert par les marnes, puis les marnes recouverts par le grès rouge. Mais, en montant sur ce dernier, jusqu'à la masse éruptive, nous voyons que le grès est recouvert par les marnes et les schistes à *Ostrea quadriplicata*. Nous redescendons aux calcaires à *Exogyra ponderosa*; nous y trouvons ce fossile fréquemment mêlé à des fragments et, quelquefois même, à des spécimens entiers d'*Enallaster Bravoensis*. En continuant notre marche, du côté du Nord, nous notons que, dans le lit du premier ruisseau, le calcaire est, très sensiblement, déplacé par une fracture transversale. Dans l'écaille de calcaire qui suit, on voit très bien que le synclinal est couché; à 100 m., à peine, au delà, le calcaire est, de nouveau, divisé par une fracture transversale, et le bloc suivant est déjeté vers l'Est. Ici, le synclinal est coupé par une fracture longitudinale, de sorte que le flanc normal n'est déjà plus visible, et que sa place est occupée par le grès rouge de l'écaille extérieure, que nous avons déjà vue, près de la briquetterie. Le plongement des calcaires à *Exogyra ponderosa* est W.; le grès est presque horizontale, et, en quelques endroits, on voit parfaitement la surface lisse de la fracture. Ce qui frappe, surtout, c'est que les marnes à *Exogyra ponderosa* sont recouvertes par le grès rouge, mais d'une manière discordante: Il s'agit, probablement, d'un petit chevauchement. Là, abondent de gigantesques spécimens d'*Exogyra ponderosa*, généralement brisés, mais, parfois, presque complets. Les autres fossiles y sont fort rares. D'ici, nous voyons que, vers le Nord, les calcaires sont, de nouveau, déplacés, et, cette fois-ci, vers l'Ouest. L'écaille est très petite, mais les calcaires mon-

trent, de nouveau, la forme d'un synclinal couché,—ce qui ne se voit pas bien, de ce côté, mais se voit, du côté opposé du vallon, qui est au Nord de la place que nous occupons. Le ruisseau qui coule, au fond de ce vallon, est le même que nous avons traversé, avant d'arriver à la briquetterie. Du côté opposé, se retrouvent les couches à *Exogyra ponderosa*, mais déplacées vers l'Est. Nous n'irons pas jusque là, faute de temps, mais nous retournerons sur nos pas, et nous dirigerons vers le Sud, par le même chemin qui nous a amenés ici. En arrivant au point où nous avons traversé les calcaires à *Ex. ponderosa*, nous observons que ceux-ci s'étendent une centaine de mètres vers le Sud; ensuite, ils sont un peu déjetés vers l'Ouest, et 50 m. plus loin, ils sont, encore une fois, fracturés et déplacés vers l'Est. En ce point, le chemin passe dans le grès rouge; 120 m. au de là, il repasse sur le calcaire. Cette position relative est due à une autre fracture transversale, qui a déplacé les calcaires vers l'Ouest. Ici, en dehors de l'*Ex. ponderosa*, abondante dans toutes les écaillés de calcaire et dans les marnes, nous trouvons des fragments de *Vola subalpina*, des spécimens bien conservés d'*Hemiaster Calvini* et d'*Enallaster Bravoensis*; et, dans le calcaire, se voient d'innombrables coupes de *Turritella*. Après avoir, d'abord suivi les calcaires et les marnes, puis les avoir traversés, dans la direction de l'Est, nous passons par une zone de grès rouge affaissée, pour rentrer dans les calcaires, sous lesquels s'étendent les marnes riches en *Ex. ponderosa*. Le calcaire forme une colline; la cime est le grès rouge, dont la présence, est, peut-être, attribuable à un chevauchement; vers l'Est, court une fracture longitudinale, qui met un nouveau bloc de grès rouge en contact avec le calcaire. De cette cime, on peut

tie supérieure du versant Nord de La Loma Blanca, tandis que, en bas, ils sont recouverts par des éboulis. Continuant notre marche vers le Sud, nous rencontrons, avant d'atteindre le chemin charretier, une accumulation de sable fin, qui forme, par places, de vraies dunes. Les dunes de ce genre ne sont par rares, dans cette région; on en voit, notamment, sur une grande extension, le long du Chemin de fer Central, près de Samalayuca, au Sud de Ciudad Juárez. Le chemin charretier nous amène au pied du Cerro Prieto, dont le flanc septentrional se compose, en majeure partie, de grès et de schistes à *Inoceramus labiatus*. Un peu plus à l'Est, ceux-ci se superposent au grès blanchâtre, de sorte que toute la série des roches sédimentaires qui se succèdent, dans le Cerro de Muleros, nous est connue. La cime et la partie méridionale du Cerro Prieto sont formées par un filon de porphyre. Le chemin des charrettes nous fait passer, d'abord, sur les couches du Turonien, puis sur du grès blanchâtre; nous traversons une bande étroite d'alluvions, et nous retrouvons sur le grès blanchâtre. A la sortie d'un petit "cañón," le Cerro de la Mina apparaît, au Sud Est, avec ses deux sommets. Son versant est constitué par les grès et les schistes turoniens, et son sommet par du porphyre. Sur notre route, se montrent, parfois, de petits affleurements du Turonien, du grès blanchâtre et du porphyre; puis, viennent les alluvions. Les côtes, au Nord du chemin, sont recouvertes d'éboulis, composés, presque exclusivement, de fragments de grès blanc. Près du Río Rravo, nous tournons au Nord Ouest, et suivons le bord du fleuve. Bien tôt, se montre une petite écaille de grès rouge, qui ici, ne contient pas de fossiles. Plus loin, nous arrivons à un ruisseau de peu d'importance, qui vient de l'Ouest, et,

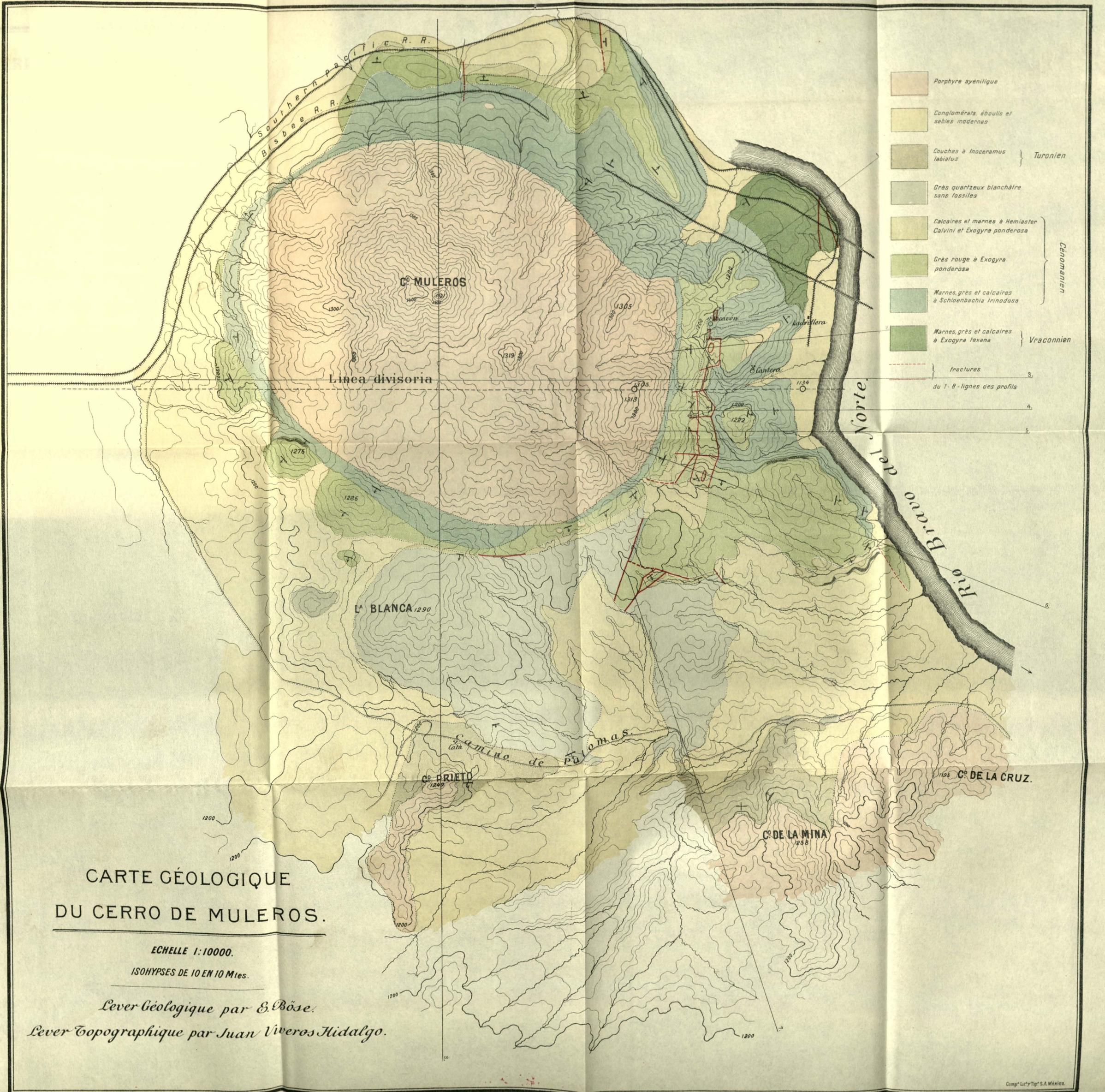
là, une petite faille met le grès en contact avec le calcaire blanc à *Ex. ponderosa*. De petites sections verticales permettent de bien observer la position de ce calcaire. Il ne se rencontre que du côté Sud du vallon, tandis que, du côté nord, nous retrouvons le grès rouge, qui s'étend, ici, normalement, sous le calcaire; à l'embouchure, pourtant, du ruisseau, la superposition, n'est pas visible, la petite vallée étant creusée dans les marnes tendres à *Ex. ponderosa*. En nous écartant un peu du ruisseau, nous rencontrons, dans un de ses affluents, une coupe parfaite: en bas, est le grès rouge, avec de nombreux et grands spécimens d'*Ex. ponderosa*; au dessus, viennent les marnes à *Ex. ponderosa*, dont nous trouvons nombreux individus; puis, plus haut, en concordance, s'étend le calcaire blanc à *Ex. ponderosa*. Cette localité donne véritablement la clé de la superposition des couches, dans le Cerro de Muleros, parce que, ici, on voit la série normale; et, plus loin, nous verrons que le grès rouge couvre normalement les bancs à *O. quadriplicata*. Il est vrai qu'il y a quelques autres coupes semblables, au Nord du Cerro, mais aucune ne se présente avec la clarté de celle que nous venons de décrire. Outre la succession des horizons, nous voyons aussi comment les couches tournent, avec ce résultat que leur direction fait partie d'une courbe.¹ ,

Nous redescendons le lit du ruisseau, jusqu'au Río Bravo, que nous suivrons vers le Nord Ouest. Au sortir du vallon, nous trouvons, immédiatement au dessous du grès rouge, les couches à *O. quadriplicata*, qui contiennent, ici, en particulier, des *Gryphaea Pitcheri*, Mort.

¹ Si nous n'avons pas le temps d'aller jusqu'au Cerro Prieto, nous descendrons directement, de la zone de fracturation qui est au dessus du grès rouge, au ruisseau décrit plus haut.

var. *Washitaensis*, Hill; puis en abondance, des *Nodosaria texana* et *Vola texana*; exceptionnellement, des *Gervilleia* cfr. *solenoides*, Söhle; enfin, d'autres fossiles, semblables à ceux que nous avons rencontrés au dessus du monument de la frontière. Les couches à *O. quadruplicata* sont, ici, d'une puissance, très réduite; juste au dessous d'elles, s'étendent les couches à *Schloenbachia trinodosa*, qui contiennent, en cet endroit, fréquemment, l'*Enallaster Bravoensis*, en plus des fossiles communs dans cet horizon. Un sentier nous mène au penchant d'une colline, dont le sommet est formé par le grès rouge; au dessous de ce grès, se recontrent les couches à *O. quadruplicata* (fragments de *Turritella granulata*, Sow.), et les couches à *Schl. trinodosa*. Nous dépassons la colline et nous retrouvons dans la plaine du Río Bravo. Les couches, à l'Ouest du chemin, appartiennent à l'horizon à *Schl. trinodosa* et présentent, fréquemment, des spécimens de: *Enallaster Bravoensis*, *Phymosoma mexicanum*, *Holectypus limitis*, et autres.

Nous arrivons au monument initial de la frontière, et, ici, finit notre excursion au Cerro de Muleros. Nous reprenons le chemin, déjà connu, par la briquetterie, jusqu'au pont du Chemin de fer de Bisbee, où nous montons dans notre train,—qui nos ramène à Ciudad Juárez.



CARTE GÉOLOGIQUE
DU CERRO DE MULEROS.

ECHELLE 1:10000.

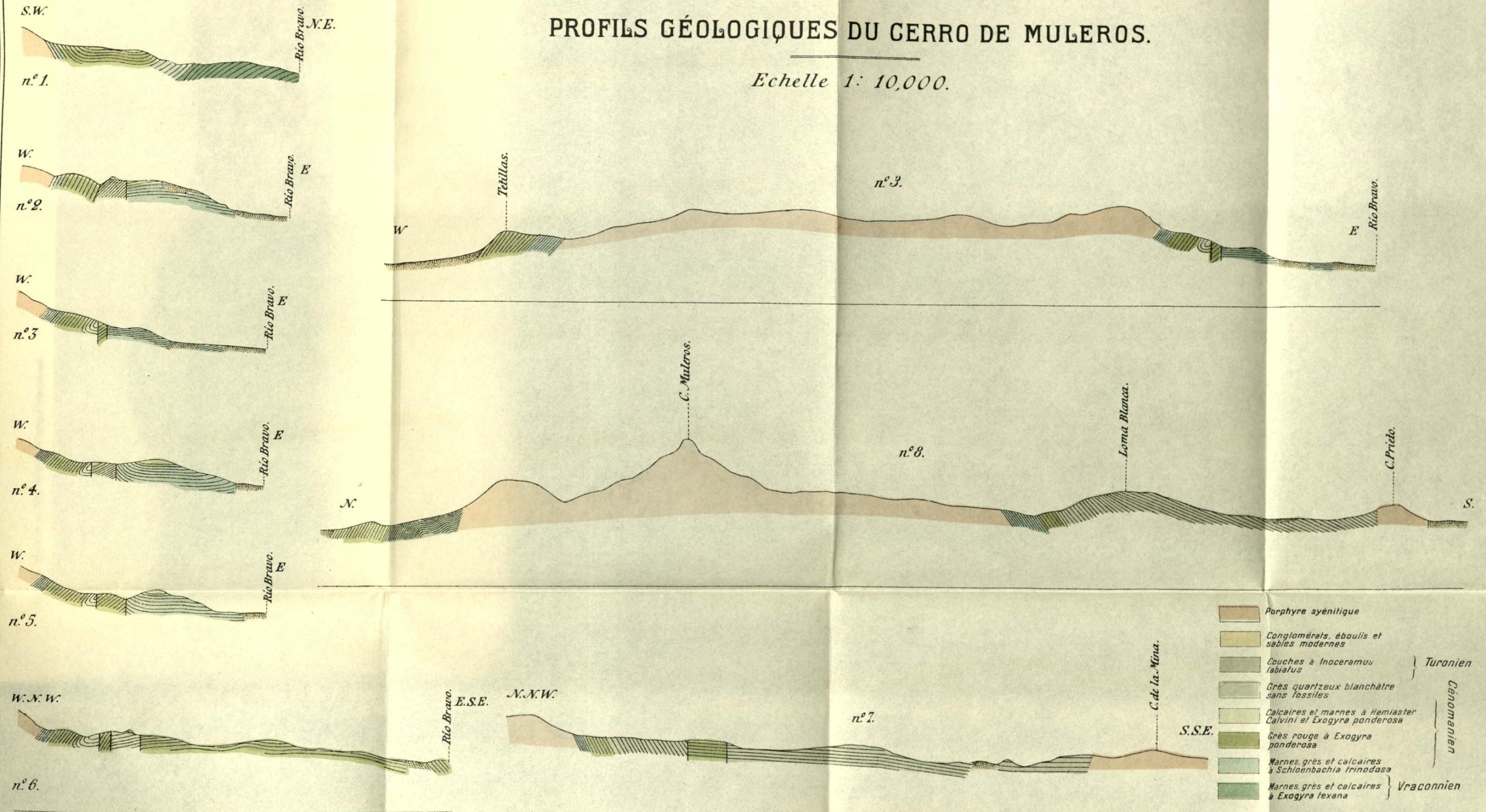
ISOHYSES DE 10 EN 10 Mtes.

Lever Géologique par E. Böse.

Lever Topographique par Juan Viveros Hidalgo.

PROFILS GÉOLOGIQUES DU CERRO DE MULEROS.

Echelle 1: 10,000.



- | | | |
|--|-----------------------------------------------------------------------------|--------------|
| | Porphyre syénitique | |
| | Conglomérats, éboulis et sables modernes | |
| | Couches à <i>Inoceramus labialis</i> | } Turonien |
| | Grès quartzeux blanchâtre sans fossiles | |
| | Calcaires et marnes à <i>Hemiasper Calvinii</i> et <i>Exogyra ponderosa</i> | } Cenomanien |
| | Grès rouge à <i>Exogyra ponderosa</i> | |
| | Marnes grès et calcaires à <i>Schloenbachia trinodosa</i> | } Vraconnien |
| | Marnes grès et calcaires à <i>Exogyra texana</i> | |

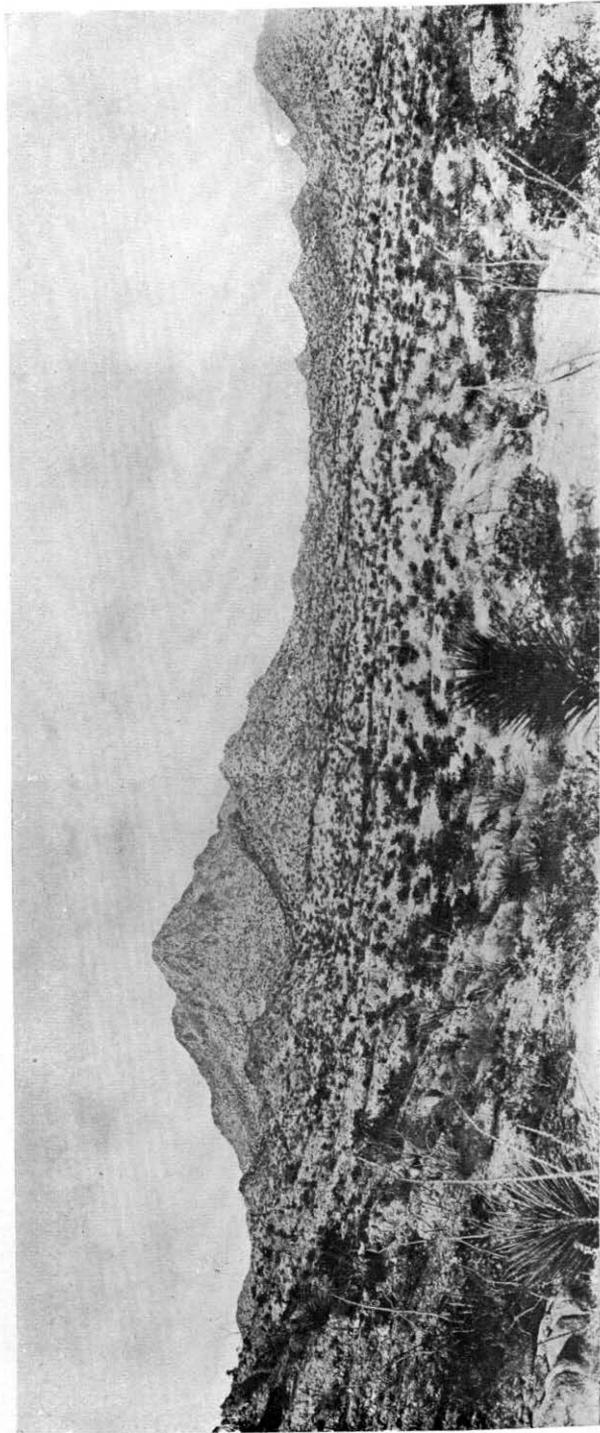


Fig. 1—Vue du pic principal (1421 m) du Cerro de Muleros.
La masse intrusive de la laccolithe.



Fig. 2—Vue de la zone plissée dans le Nord du Cerro de Muleros.

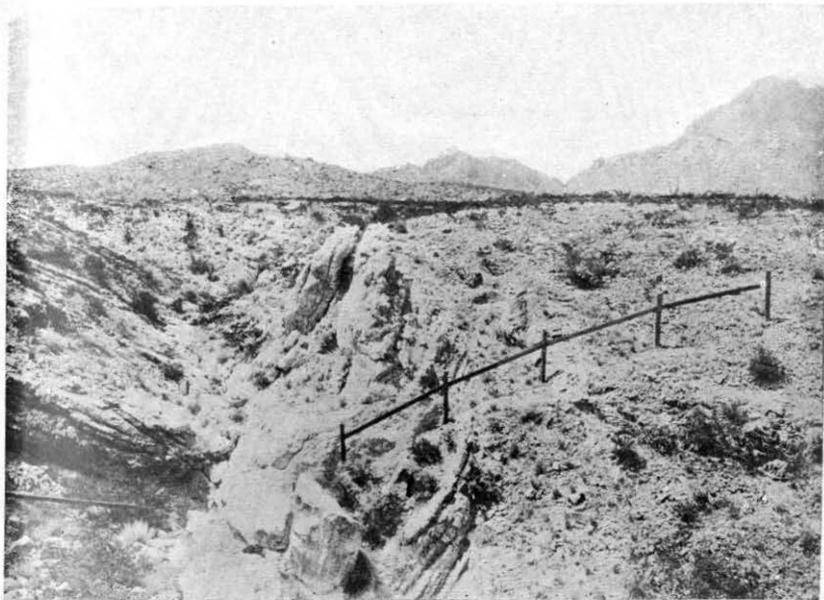


Fig. 3—Vue d'une fracture rayonnante dans la partie septentrionale du Cerro du Muleros.



Fig. 4—Vue du synclinal couché à la terminaison de la zone fracturée.



Fig. 5.—La zone fracturée vue du Nord.



Fig. 6.—La zone fracturée vue du Sud.

Les parties blanches sont les calcaires à Hemiaster Calvini; à gauche on voit la série inverse.