

XXVI

(EXCURSION DU NORD).



GÉOLOGIE DE LA SIERRA DE MAZAPIL

ET SANTA ROSA

PAR

C. BURCKHARDT.

GÉOLOGIE DE LA SIERRA DE MAZAPIL ET SANTA ROSA.

PAR M. CARLOS BURCKHARDT.

AVEC DEUX CARTES GÉOLOGIQUES ET 15 PLANCHES.

I.—INTRODUCTION.

La région minière de Mazapil, située au nord de l'Etat de Zacatecas, fait partie de la soi-disant "Mesa Central" du Mexique.

Le nom "Mesa" ne paraît guère bien choisi pour cette partie du pays, du moins quand on considère la structure géologique de la région située entre Salinas au sud et Parras au nord et limitée à l'est par la "Sierra Madre Oriental," à l'ouest par la "Sierra Madre Occidental." Cette région n'est pas un plateau uniforme, mais on y observe des chaînes de montagnes généralement de courte extension, qui surgissent çà et là comme des îlots de la plaine. Autant que j'ai pu observer dans cette région, la direction est-ouest des couches sédimentaires y est la prédominante, et les Sierras elles mêmes montrent aussi une direction, qui va généralement à-peu-près de l'est à l'ouest.

La région de Mazapil nous fournit un exemple de ces chaînes de courte extension et dirigées de l'ouest vers l'est. Nous y voyons deux chaînes, séparées par une large vallée. La septentrionale, nommée *Sierra de la Caja*, at-

teint des hauteurs considérables, et dans elle sont situées les principales mines, tant celles au nord-est de Mazapil (Albarradon etc.) que celles de Concepción del Oro et Aranzazú.

Au sud de la large vallée, dans laquelle est située la ville de Mazapil, s'élève une seconde chaîne: *La Sierra de Santa Rosa*. Dans cette chaîne, qui sera visitée par le Congrès, se trouvent les mines de Santa Rosa. Les chaînes citées sont suivies d'autres Sierras tant au nord qu'au sud. Au nord s'étend *la Sierra de Zuluaga*, séparée de celle de la Caja par la large vallée de Bonanza, tandis que la première des chaînes meridionales est la *Sierra de San José*, et la vallée, qui s'étend entre elle et la Sierra de Santa Rosa, porte le nom de Vallée de San José.

Toutes ces chaînes et beaucoup d'autres, qui suivent encore plus lointain, présentent la même structure générale. Elles sont dirigées plus ou moins de l'ouest à l'est, leur extension est peu considérable et elles sont séparées par des vallées extrêmement larges. Toute la région est très-aride par suite de la pauvreté de la végétation; c'est un véritable désert, et les cimes ne sont couvertes que de buissons épineux clairsemés. Ainsi le paysage est triste, mais en revanche il se prête très-bien pour étudier les affleurements. La structure géologique se révèle avec beaucoup de clarté, et c'est ainsi que la région de Mazapil me paraît importante surtout sous deux rapports. D'abord il est possible d'étudier dans ces Sierras non seulement une seule assise sinon toute la série de couches jurassiques et crétaciques depuis le Kimeridgien jusqu'au Turonien; et presque toutes les assises étant fossilifères, quelques-unes même très-riches en Ammonites, il est possible de se faire une idée détaillée de la succession des couches jurassico-crétaciques.

En second lieu la région est remarquable par la clarté avec laquelle on y peut apprécier les rapports entre la tectonique et les masses éruptives.

La région de Mazapil est un centre minier très-ancien ; malgré cela cependant la littérature géologique de la contrée est très-pauvre. Elle se réduit à quelques notes de *C. Schuchard*,¹ de *Joseph Burkart*,² de *J. G. Aguilera* et *Ezequiel Ordóñez*.³ On me dispensera de donner un résumé des travaux cités, qui ne contiennent du reste que peu d'indications géologiques. La plupart des auteurs se contentent de présenter quelques observations sommaires, et de citer quelques fossiles, qu'ils considèrent généralement comme jurassiques.⁴

Qu'il me soit permis de remercier ici notre estimé Directeur *M. José G. Aguilera*. Je suis fort obligé envers *M. le Prof. H. Rosenbusch* à Heidelberg, qui a bien voulu examiner des échantillons des roches éruptives et nous communiquer ses résultats, qui seront publiés ci-dessous. Je présente en outre tous mes remerciements à : *MM. F. Sotelo* à Mazapil. *D. McLachlan* et *C. Figueroa*, ingénieur de Mines à Santa Rosa, et *R. Aguilar y Santillán* à México.

II.—APERÇU STRATIGRAPHIQUE.

Ayant déjà donné ailleurs une description détaillée des fossiles, que j'ai rencontré aux environs de Mazapil ainsi que des différentes assises jurassico-crétaciques,

1 *Carlos Schuchard* : Descripción del Mineral de Mazapil. *Minero Mexicano*, tomo IX, 1882-83, tomo XI, 1884, N.º 38, p. 491.

2 *Joseph Burkart* : Aufenthalt und Reisen in Mexico, II Band. 1836, p. 155-158.

3 *Bosquejo geológico de México*. Boletín de la Comisión geológica de México, nos. 4-6. 1896, pages 68, 69, 206-209, 256.

4 Quelques ouvrages, qui traitent de la géologie et des mines de Mazapil, sont si phantastiques, qu'ils ne méritent pas d'être mentionnés.

qui affleurent dans la région, je me contente de donner ici un résumé stratigraphique, tout en renvoyant le lecteur au travail cité, qui-j'espère-pourra encore paraître à temps pour pouvoir servir de guide aux membres du Congrès lors de la visite de la région.¹

La région d'études est formée de sédiments jurassiques et crétaciques, dont la série d'assises va du Kimeridgien au Turonien.

Les couches plus anciennes de cette série s'observent au centre des deux Sierras, tandis que les vallées nous montrent les assises plus modernes. Les masses éruptives, d'une extension plus ou moins considérable, qui s'observent dans les deux Sierras, seront examinées dans le troisième chapitre.

A. JURASSIQUE SUPERIEUR.

1.—Calcaires à *Nérinées*.

Des calcaires massifs grisâtres, très-puissants, pétris de *Nérinées*, sont les sédiments plus anciens de la région et s'observent au centre de la Sierra de la Caja et de la Sierra de Santa Rosa, formant la plupart des crêtes et cîmes de ces Sierras. Dans la masse principale s'observent des intercalations de *marnes grises à Bivalves*. Ce sont des bancs marneux de faible épaisseur, dont on observe quatre différents dans la Sierra de Santa Rosa, et qui contiennent beaucoup de fossiles, généralement assez mal conservés (*Pholadomya*, *Pleuromya*, *Trigonia*,

¹ Ce travail sera intitulé: La Faune jurassique de Mazapil avec un Appendice sur les Fossiles du Crétacique inférieur, avec 43 planches. Boletín del Instituto Geológico de México, N.º 23, 1906.

Pour toutes les citations d'ouvrages consultés je renvoie le lecteur à ce mémoire, car il n'est pas possible de citer la littérature dans le présent travail.

Astarte, Harpagodes, Terebratula). En outre se présentent dans le calcaire à Nérinées des intercalations de *Bancs de Coraux* également de peu d'épaisseur.

Au sommet des masses calcaires grises s'observe un banc *calcaire noir ou rougeâtre*, très-caractéristique et de grande extension. C'est un calcaire, qui est facilement reconnaissable par des surfaces luisantes, qu'il contient, et par les nombreuses restes d'une grande *Trigonia*, qui s'y observent.¹

2.—*Couches à Idoceras.*

Une bande de terrains argileux et schisteux avec intercalations de calcaires se superpose aux calcaires à Nérinées, étant surmontée à leur tour par les masses calcaires du Crétacique inférieur. Cette bande de terrains moins compactes origine des dépressions dans le terrain et elle a fait naître des gorges et des vallons plus ou moins profonds. ("Cañones" et "Cajones"). Comme d'autre part la couleur plutôt sombre des roches de la bande contraste avec les parois blanchâtres des calcaires environnants, il est partout facile de distinguer la bande dans le paysage.

J'ai proposé de nommer "Couches à Idoceras" l'assise la plus ancienne de cette bande de terrains parcequ'elle contient de nombreuses espèces des groupes de l'*Ammonites planula* et *Balderus*, pour lesquelles j'ai proposé le nouveau genre *Idoceras*. Ce sont des argiles et marnes souvent schisteuses, jaunâtres, brunâtres ou violâtres, qui contiennent des rognons et des boules d'un calcaire noir compacte. Les couches, puissantes de 15-30 m., sont très-fossilifères. Surtout les calcaires m'ont fourni les

¹ Il est probable que les calcaires à Nérinées sont à paralléliser avec le Séquanien. Une étude détaillée des fossiles de ces calcaires reste encore à faire.

fossiles suivants: *Lytoceras* sp. ind., *Neumayria profulgens* nob., *N. Ordoñezi* nob., *Oppelia Bösei* nob., *O. (Neumayria) harpoceroides* nob., *O. (N.) flexuosa-costata* Qust, *Macrocephalites epigonus* nob., *Perisphinctes aff. cyclodorsatus* Moesch., *P. McLanchlani* nob., *Simoceras Aguilerae* nob., *S.* cfr. *Doublieri* D'Orb., *Aspidoceras* cfr. *acanthicum* Oppel sp., *A quemadense* nob., *A. contemporaneum* E. Favre, *A. bispinosum* Qust. sp., *A. mazapilense* nob., *A. euomphaloides* nob., *Idoceras zacatecanum* nob., *I. Humboldti* nob., *I. Sub-Malleti* nob., *I.* cfr. *hospes* Neumayr sp., *I. laxevolutum* Font sp., *I. canelense* nob., *I. neogaeum* nob., *I. Soteloi* nob., *I. mexicanum* nob., *I. Balderum* Oppel sp., *I.* cfr. *Balderum* Lorient sp., *I. santarosatum* nob., *I. Figueroae* nob., *I. Viverosi* nob., *I. subdedalum* nob., *I. cajense* nob., *I. inflatum* nob., *Aulacostephanus zacatecanus* nob., *Aulacostephanus* sp., ind.

Nous voyons, que les couches à *Idoceras* contiennent un mélange intéressant de formes méditerranéennes et d'espèces de l'Europe centrale.

Les premières sont surtout représentées par *Simoceras Aguilerae* nob. (voisin de *S. Benianum* Cat.) *Aspidoceras quemadense* nob. (voisin de *A. subbinodiferum* Canavari), *Aspidoceras contemporaneum* Favre, *Aspidoceras mazapilense* nob. (voisin de *A. acanthicum* Gemmellaro non Oppel) ; les dernières par *Oppelia Neumayria flexuosa costata* Qust., *Aspidoceras bispinosum* (Ziet.) Qust, *Idoceras zacatecanum* nob. (voisin de *Ammonites planula* Lorient non Hehl), *Idoceras Balderum* Oppel sp., et *Aulacostephanus zacatecanus* nob. (voisin d'*A. pseudomutabilis* de Lorient).

La faune montre beaucoup de rapports avec celle des couches de Baden. Tandis que certaines espèces, comme

les *Aulacostephanus*, indiquent le Kimeridgien supérieur d'autres paraissent plutôt nous annoncer des couches kimeridiennes inférieures. Je crois pouvoir expliquer ce mélange en admettant, que les couches à *Idoceras* correspondent à un niveau limitrophe entre le Kimeridgien inférieur et supérieur. Cette position stratigraphique paraît aussi indiquée par les formes voisines de *Simoceras Doublieri* et par *Idoceras Balderum* Opperl et les espèces voisines, car ces espèces caractérisent en Souabe, selon certains auteurs (*Engel, Haizmann*), les couches limitrophes entre le Jura blanc γ (Kimeridgien inférieur) et le Jura blanc δ (K. supérieur).

3.—*Banc à Aucella du groupe Pallasii Keys.*¹

Sur les couches à *Idoceras* repose au Puerto blanco un banc peu puissant d'un calcaire schisteux, brunâtre, faiblement phosphoritique.

Ce banc contient de nombreux restes d'*Aucella*, dont la plupart appartient au groupe de *Aucella Pallasii Keyserling*. L'apparition de ce banc d'*Aucella* à affinités russes, intercalé entre des couches, qui contiennent des espèces voisines de formes de l'Europe centrale et de la région méditerranéenne, est fort intéressante.

4.—*Couches à Haploceras Fialar.*

Le banc à *Aucella* est immédiatement recouvert par une assise très-fossilifère et facile à retrouver dans toute l'extension de la région d'études. C'est un calcaire noir, compacte, puissant d'un mètre environ, qui forme un banc pétri d'Ammonites, surtout de nombreuses espèces

¹ Une étude détaillée des *Aucella* sera publiée plus tard. La plupart des espèces appartient aux groupes de *Aucella Pallasii* et de *Aucella Bronni*.

du genre *Haploceras*. *Haploceras Fialar* Opperl et des espèces voisines sont très-répandues et très-nombreuses à côté de beaucoup d'autres espèces du genre *Haploceras*. Les *Oppelia* du groupe *flexuosa* sont également très-répandues.

Voici la liste des espèces, que j'ai trouvé dans cette assise: *Phylloceras aff. consanguineum* Gemmellaro, *Oppelia (Neumayria) cfr. trachynota* Font. (Opperl), *O. (N.) aff. Strombecki* Opperl sp., *O. (N.) cfr. Nereus* Font; *Haploceras Fialar* Opperl sp., *H. aff. Fialar* Opperl sp. (plusieurs formes), *H. transatlanticum* nob. et formes voisines, *H. zacatecanum* nob. et formes voisines, *H. mexicanum* nob., *H. cornutum* nob., *H. Felixi* nob., *H. Ordoñezi* Aguilera sp. (voisin du *H. indicum* Uhlig), *H. costatum* nob., *Craspedites praecursor* nob., *C. mazapilensis* nob.

Plusieurs de ces formes sont nettement kimeridgiennes surtout *Phylloceras aff. consanguineum* Gemmellaro, *Oppelia (Neumayria) cfr. trachynota* Font., *Oppelia (N.) aff. Strombecki* Opperl sp. et *Haploceras Fialar* Opperl sp. La plupart de ces formes ne sont pas limitées ailleurs à un niveau spécial, mais se retrouvent à la fois dans le Kimeridgien inférieur et supérieur. Cependant l'assise à *H. Fialar* doit appartenir au Kimeridgien supérieur, étant donné que les couches sousjacentes contiennent déjà des formes de ce niveau et sont à placer à la limite entre le Kimeridgien inférieur et supérieur, comme je viens de démontrer ci-dessus.

L'apparition dans cette assise de deux espèces du genre *Craspedites*, dont l'une est très-voisine de certains *Craspedites* du Crétacique inférieur de l'Allemagne du Nord, est fort remarquable.

5.—*Argiles à Waagenia.*

Au sud-est de la France les couches inférieures à *Phylloceras Loryi*, qui contiennent selon *P. Lory* en abondance des *Haploceras* du groupe *Fialar* et des *Oppelia* du groupe *flexuosa*, sont surmontées par les calcaires à *Waagenia Beckeri*, sommet du Kimeridgien, et ces derniers à leur tour supportent la zone à *Oppelia lithographica* (Partie supérieure des couches à *Ph. Loryi*; calcaires supérieurs du Château de Crussol).

Il est vraiment frappant de voir une succession tout-à-fait analogue dans les Sierras de Mazapil.

En effet ici aussi les couches à *Haploceras Fialar* supportent des couches à nombreuses *Waagenia*, qui sont elles-mêmes surmontées par des calcaires phosphoritiques rougeâtres, représentant à-peu-près la zone à *O. lithographica*.

Les argiles à *Waagenia* affleurent dans la Sierra de Santa Rosa, où elles atteignent une puissance de 10 à 30 mètres. C'est un ensemble de couches argileuses, schisteuses ou marneuses, brunâtres, jaunâtres ou violâtres et très-ferrugineuses. J'y ai recueilli outre beaucoup de restes mal conservés les fossiles suivants; *Aspidoceras avellanoides Uhlig*. *Waagenia sp. ind. cfr. harpephora Font. non Neumayr*, *W. sp. ind. cfr. harpephora Neumayr.*, *W. sp. ind. cfr. Knopi Neumayr*, *W. sp. ind. aff. Beckeri Neumayr.*

6.—*Calcaires phosphoritiques rougeâtres.*

Des calcaires phosphoritiques, quelquefois bréchiformes, généralement rougeâtres, grisâtres et souvent tachetés de jaune, forment une assise d' 1 à 2 mètres, qui se reconnaît facilement dans toute la Sierra.

Généralement cette assise est très-fossilifère; dans la Sierra de la Caja surtout la roche est pétrie de restes d'*Eurynoticeras Zitteli* et de beaucoup d'*Aspidoceras*. dans certains endroits de la Sierra de Santa Rosa elle contient de nombreux *Perisphinctes* et *Virgatites*. Voici la liste des fossiles, que j'ai pu déterminer: *Phylloceras apenninicum Canavari*, *Eurynoticeras Zitteli nob.*, *Perisphinctes Aguilari nob.*, *P. cfr. Danubiensis Schlosser*, *Perisphinctes*, forme intermédiaire entre *P. contiguus* et *P. trasitorius*, *P. Nikitini Mich.*, *Virgatites mexicanus nob.*, *V. sp. ind.*, *Aspidoceras cyclotum Steuer (Oppel)*, *A. fallax nob.*, *A. phosphoricum nob.*, *A. cajense nob.*, *A. zacatecanum nob.*

Cette faune est un mélange intéressant d'éléments très-différents. Nous y voyons des formes alpines (*Phylloceras apenninicum*, *Eurynoticeras*) à côté de formes à affinités avec des espèces de l'Europe centrale (*P. cfr. Danubiensis Schlosser*, *Aspidoceras phosphoricum nob.*, (voisin de *V.A. Neoburgense Schl.*). D'autre part nous y constatons des *Virgatites* russes et aussi quelques espèces voisines de formes de la Cordillère argentine.

Et—chose intéressante—si différents que soient les éléments faunistiques de l'assise, ils indiquent cependant tous à-peu-près le même niveau limitrophe entre le Kiméridgien et Portlandien, c'est-à-dire plus ou moins le niveau de la zone à *Oppelia lithographica*.

7.—Calcaires phosphoritiques grisâtres.

Des calcaires grisâtres, puissants de 5 à 6 mètres, surmontent les couches phosphoritiques rougeâtres. Ils contiennent des quantités considérables de phosphate et sont très-siliceux. Généralement on peut distinguer trois niveaux à la base un calcaire noir à bivalves (*Lucina?*),

au milieu le calcaire gris phosphoritique et très-siliceux avec *Perisphinctes* et au sommet un banc de la même roche, pétri de la petite *Cucullaea phosphoritica nob.*

Ces couches m'ont fourni les fossiles suivants: *Phylloceras mazapilense nob.*, *Neumayria subbrasilis nob.*, *Perisphinctes santarosanus nob.*, *Perisphinctes sp. ind.*, *P. Victoris nob.*, *P. Burkarti nob.*, *Hoplites sp. ind.* (cfr. *rjasanensis Lahusen et Wallich Gray*).

Il paraît, que ces assises représentent à la fois une partie du Portlandien inférieur et supérieur.

8.—Calcaires marneux blanchâtres à silex.

Lithologiquement ces couches sont très-faciles à reconnaître, et partout se voient du premier coup d'oeil les roches de cette assise: des calcaires marneux et schisteux blanchâtres, qui alternent avec des bancs de silex noir. Les couches, qui atteignent une puissance de 10 mètres environ, renferment beaucoup de fossiles cependant généralement mal conservés. J'en ai pu déterminer d'une manière approximative les suivants: *Perisphinctes cfr. Koeneni Steuer*, *P. cfr. permulticostatus Steuer*, *Hoplites cfr. calistoides Behr.*, *Hoplites*, plusieurs espèces du groupe de l'*Hoplites Calisto*. Cette faune indique le Portlandien supérieur et peut-être, par la présence de l'*Hoplites cfr. calistoides*, aussi la base du Berriasien.

B.—CRETACIQUE.

I.—CRÉTACIQUE INFÉRIEUR ET MOYEN.

1.—Calcaires et marnes à *Holcostephanus*. Valanginien.

Les masses calcaires crétaciques, qui se superposent à la bande de terrains argilo-schisteux, que nous venons d'étudier, représentent toute la série depuis la limite supérieure du Jurassique jusqu'au Crétacé supérieur. A peu-près au milieu de leur épaisseur ces calcaires sont divisés en deux parties par une assise marneuse très-fossilifère, les "couches à Parahoplites;" d'autre part, à la base du complexe, s'observe une seconde bande marneuse, également riche en fossiles: les "couches à *Holcostephanus*." Grâce à ces bancs marneux fossilifères il est possible d'établir quatre subdivisions dans le Crétacique inférieur et moyen de Mazapil.

Les marnes inférieures à *Holcostephanus* sont peu puissantes et séparées des couches jurassiques par quelques bancs calcaires grisâtres de peu d'épaisseur.

Ce sont des marnes généralement jaunâtres, qui contiennent beaucoup de nodules d'oxyde de fer et qui alternent avec des bancs d'un calcaire grisâtre ou brunâtre. Les fossiles sont très-nombreux dans ces couches, et entre les mieux conservés j'ai pu étudier les suivants: *Astieria* aff. *psilostoma* Neumayr et Uhlig, *A.* cfr. *Atherstoni* Sharpe, *Astieria*, plusieurs espèces indéterminées, *Polyp-tychites* sp. ind., *Hoplites* n.sp. ex aff. *Michaelis* Uhlig, *H.* cfr. *hystricoides* Uhlig, *H.* cfr. *neocomiensis* D'Orb., *H.* cfr. *Thurmanni* Pict. et Camp., enfin beaucoup de fragments d'*Ammonites* déroulées appartenant probablement aux genres *Hamites* et *Bochianites*. Malgré l'état

de conservation peu satisfaisant de ces fossiles il ne peut subsister aucun doute sur l'âge de la faune, qui est valanginienne. Beaucoup de rapports paraissent exister surtout avec la faune valanginienne des Carpathes.

2.—*Calcaires grisâtres à silex.*

Audessus des marnes à *Holcostephanus* s'observent des calcaires, puissants de 400 à 500 mètres, et généralement très-caractéristiques par des intercalations de gros silex. Ces silex, souvent brunâtres à la surface et bleuâtres à l'intérieur, ont généralement une forme très-irrégulière et ne possèdent jamais une extension horizontale considérable comme les intercalations de silex du Crétacé moyen.

Les fossiles sont très-difficiles à extraire de la roche; le seul reste passable, que j'ai trouvé, est un fragment d'un *Holcodiscus*. Malgré cela il est possible de fixer approximativement l'âge des couches: en effet étant intercalées entre le Valangien et les couches limitrophes entre l'Aptien et le Gault, elles doivent appartenir au Hauterivien, Barrémien et à une partie de l'Aptien.

3.—*Calcaires et marnes jaunes à Parahoplites.*

Une bande de terrains argileux s'intercale entre les masses calcaires décrites et celles du Crétacé moyen. Cette bande est facile à reconnaître surtout dans la Sierra de Santa Rosa, où les dépressions du terrain, qu'elle occasionne, s'observent facilement dans le paysage (voir Planche X). Les couches ne sont pas puissantes, mais très-caractéristiques: des marnes et des calcaires marneux de couleur jaune-clair alternant avec des calcaires compactes grisâtres, bleuâtres ou légèrement brunâtres,

contiennent partout de nombreux fossiles. Entre ces restes, qui ne sont pas dans un état favorable de conservation, j'ai pu étudier les suivants: *Parahoplites* *cfr. aschiltaensis* *Anthula*, *Parahoplites* *sp. ind.* (plusieurs espèces du groupe du *P. aschiltaensis*), *Parahoplites* *cfr. Treffryanus* *Anthula non Karsten*, *Parahoplites* *cfr. Milletianus* *Pictet sp. non D'Orb.*, *Parahoplites* *sp. ind.*

Le genre *Parahoplites*, si abondant dans cette assise, a eu son apogée selon plusieurs auteurs, dans les couches limitrophes entre l'Aptien et le Gault (*Douvillé, Ch. Jacob*). En particulier le fossile le plus abondant, *P. Milletianus*, est selon les auteurs (*Kilian, Paquier*) caractéristique pour les couches de passage entre l'Aptien et le Gault et pour les couches basales du dernier étage.

4.—Calcaires à silex du Crétacé moyen.

Une série très-puissante de calcaires grisâtres généralement bien lités, dont les bancs alternent avec des intercalations de silex noirs, représente le Crétacé moyen. Ces calcaires atteignent une puissance de 400 à 500 mètres et sont faciles à reconnaître, car dans aucune autre division de la série jurassico-crétacique de Mazapil s'observe une masse aussi puissante de calcaires bien stratifiés, d'une alternance aussi régulière avec des bancs et lentilles de silex noir. Ces intercalations de silex ont presque toujours une grande extension; ce sont plutôt des bancs que des lentilles.

La roche n'est pas pauvre en fossiles, au contraire dans les couches abondent des *Ammonites déroulées*, généralement de très-petite taille, appartenant aux genres *Hamites*, *Crioceras*, *Ancyloceras*, et probablement *Hamulina*. Cependant ces restes ne sont pas déterminables spécifiquement.

Dans la partie supérieure des couches, surtout développée au versant austral de la Sierra de Santa Rosa, la roche est pétrie de restes de *Gastéropodes* et contient en outre de petits *Scaphites*.

L'unique fossile passablement conservé, que j'ai pu trouver dans ces assises, est *Schloenbachia acutocarinata* (*Shumard*) *Marcou* sp.¹ (*Jules Marcou*: *Geology of North America* Zürich 1858, Plate V. fig. 1.^a; comp. aussi *G. Steinmann*; *Ueber Tithon und Kreide in den peruanischen Anden*, N. J. Min., G. u. P: Jg. 1881, II Bd. p. 139). Mon échantillon porte plus de côtes simples que de côtes dichotomes, qui ne s'observent que sur la partie intérieure du plus grand tour; il se rapproche donc plus du type de *Marcou*, que des échantillons de *Pariatambo* décrits par *Steinmann*.

Schloenbachia acutocarinata est citée du Gault et du Cénomanién de l'Amérique du Nord et du Pérou, et paraît indiquer, que nos calcaires à silex représentent le Crétacé moyen. Cette conclusion est confirmée d'autre part par des raisons stratigraphiques, les calcaires à silex étant intercalés entre les marnes à *Parahoplites* (couches limitrophes entre l'Aptien et le Gault) et les schistes à *Inoceramus* du Turonien inférieur.

Les mêmes assises se retrouvent en dehors de la région de Mazapil dans plusieurs endroits; je les ai constaté à Noria de Angeles, au sud d'Ojo Caliente (Zacatecas) et près de Fresnillo. Elles existent aussi à Catorce et selon les découvertes récentes de M. l'ingénieur des Mines *L. Carranco* ces assises s'observent près de Camacho (à l'ouest de Mazapil), d'où nous avons reçu quelques fossiles assez bien conservés, qui ont été recueillis

1 J'ai trouvé ce fossile dans la partie supérieure du calcaire, au chemin de Concepción del Oro à Mazapil.

par M. Carranco. Mon collègue, M. E. Böse, et moi nous avons pu constater entre ces restes des *Turrilites* du groupe du *T. costatus* Lam., des *Schloenbachia* du groupe de la *Schloenbachia inflata* Sow. et une *Schloenbachia* très-voisine de la *Schl. Utaturensis* Stoliczka.

Pour le moment il n'est pas encore possible de séparer le Gault du Cénomanién, parce que ces deux étages sont lithologiquement confondus et les fossiles sont trop peu nombreux.

II.—Crétacique supérieur.

La transition des calcaires du Crétacé moyen aux schistes à *Inoceramus* superposés est tout-à-fait graduelle.

Peu à peu la roche devient plus schisteuse, mais paraît encore appartenir au Crétacé moyen. (Un *Turrilites* mal conservé, probablement du groupe *costatus* a été trouvé au chemin de Santa Rosa.)

Plus haut les calcaires schisteux et schistes surtout bleuâtres, violâtres et jaunâtres prédominent, alternant avec des calcaires bleuâtres et par place avec des roches gréseuses. Ces schistes contiennent beaucoup d'*Inoceramus* et quelques restes d'*Ammonites* mal conservés.

Il paraît indubitable, que ces *Inoceramus* fragmentaires et mal conservés, sont indentiques avec les *Inoceramus* du Turonien inférieur de Parras. Je renvoie le lecteur au travail de mon collègue, M. E. Böse¹ dans lequel on trouvera des indications sur nos *Inoceramus*, et je profite de cette occasion pour remercier M. Böse de la bonté avec laquelle il a bien voulu comparer mes *Inoceramus* avec ceux recueillis par lui à Parras.

¹ E. Böse : Les environs de Parras dans ce guide ; voir aussi Boletín del Inst. geol. de México N.º 26.

Il est fort probable que les grès verts accompagnés de schistes brunâtres et noirâtres, qui surmontent les schistes à *Inoceramus* et affleurent au fond des vallées de la région d'études, appartiennent au Crétacé supérieur. Cependant n'ayant pu trouver aucun fossile dans les assises, je ne peux dire rien de certain à cet égard.

APPENDICE.

QUELQUES COUPES STRATIGRAPHIQUES DÉTAILLÉES.

I. *Coupe relevée le long du chemin de Mazapil à Santa Rosa*, à partir de la vallée par Puerto Arrieros, et Puerto blanco jusqu'au Cerro de la Espuela.

(Cette coupe sera visitée par le Congrès).

Crétacique supérieur.

1. Grès verdâtres.

2. Schistes brunâtres, violâtres ou bleuâtres, calcaires bleus et couches marneuses, contenant beaucoup de restes d' :

Inoceramus sp. div.

Turrilites sp. ind.

Et plusieurs empreintes d'*Ammonites* indéterminables.

Crétacique moyen.

3. Calcaires bleuâtres ou gris, alternent avec des bancs de silex noirs, généralement bien lités, très-puissants, les bancs de silex sont très-nombreux dans tout le complexe.

Les fossiles sont généralement mal conservés mais par place très-abondants. On observe surtout des *Ammonites*

déroulées de très-petite taille; *Hamites*, *Ancyloceras*. Au chemin de Concepción del Oro à Mazapil j'ai trouvé dans ces couches un assez bon exemplaire de *Schloenbachia acutocarinata* Marcou (Shumard) sp.

Crétacique inférieur.

4. Au Puerto Arrieros s'observent des couches marneuses et marno-calcaires généralement jaune-clair, bleuâtres ou grisâtres.

Ces bancs contiennent:

Paraholites sp. ind.

Parahoplites cfr. *Milleti* Pictet et Campiche.

5. Suivent des calcaires très-puissants, généralement bien lités, grisâtres, avec des bancs et intercalations irréguliers de silex. Ces silex sont généralement brunâtres à la surface et très-épais, beaucoup plus épais et irréguliers que les silex des assises 4.

6. Au Puerto blanco s'observent intercalées dans des calcaires bleuâtres ou grisâtres compactes des couches marneuses ou marno-calcaires, généralement un peu jaunâtres, contenant des nodules d'oxyde de fer. On y recueille:

Polyptychites sp. ind.

Astieria cfr. *Atherstoni* Sharpe.

Hoplites cfr. *hystricoïdes* Uhlig.

Hoplites cfr. *neocomiensis* D'Orb.

Hoplites cfr. *Thurmanni* Pict. et Camp.

Fragments appartenant probablement aux genres *Bochianites* et *Hamites*.

7. Au Puerto blanco même s'observe un filon de roche éruptive (Dacite) d'une puissance de 6-8m.

8. Calcaires grisâtres, compactes, 6 m.
 9. Un second filon de roche éruptive puissant de 3 m.

Portlandien.

10. Calcaires marneux et schisteux blanchâtres, bien lités, alternant avec des bancs de silex noirs.

Hoplites du groupe *Calisto* D'Orb.

Hoplites sp. ind.

?*Cardioceras* sp. ind.

11. Calcaires phosphoritiques et siliceux, grisâtres, couches marneuses en haut avec de nombreuses *Cucullaea phosphoritica* nob.

12. Banc à Bivalves en haut, ensuite calcaires phosphoritiques rougeâtres et jaunâtres et calcaires noirâtres, souvent tachetés.

Restes d'Ammonites.

Cucullaea sp. ind.

(Au Cañón de San Matías on trouve dans cette couche les *Virgatites* cités ci-dessus.)

Kimeridgien.

13. Argiles schisteuses, grisâtres, brunâtres et violâtres.

Aspidoceras avellanooides Uhlig.

Waagenia cfr. *harpephora* Font.

Waagenia, diverses espèces.

14. A. En haut des calcaires noirs compactes et B en bas des calcaires marneux brunâtres, formant deux bancs peu puissants (environ 1 m.).

A. Dans le banc calcaire du sommet, qui est très-fossilifère, se trouvent :

Oppelia (*Neumayria*) cfr. *trachynota* Font.

Oppelia (Neumayria) aff. Strombecki Oppel sp.

Oppelia (Neumayria) cfr. Nereus Font.

Haploceras Fialar Oppel sp., très-abondant.

Haploceras aff. Fialar Oppel, trois formes différentes.

Haploceras transatlanticum nob.

Haploceras aff. transatlanticum nob.

Haploceras zacatecanum nob.

Haploceras aff. zacatecanum nob. trois formes différentes.

Haploceras mexicanum nob.

Haploceras cornutum nob.

Haploceras Felixi nob.

Haploceras costatum nob.

Craspedites mazapilensis nob.

B. Dans le banc marno-calcaire, en partie brunâtre de la base s'observent :

Aspidoceras cfr. inflatum binodum Quist.

Aucella, plusieurs espèces des groupes de *l'Aucella Pallasii* Keys, et de *l'Aucella Bronni* Rouill.

15. Couches marneuses et schisteuses brunâtres avec intercalations de rognons calcaires avec :

Neumayria Ordoñezi nob.

Oppelia (Neumayria) harpoceroïdes nob.

Oppelia (Neumayria) sp. ind.

Macrocephalites epigonus nob.

Perisphinctes aff. cyclodorsatus Moesch sp.

16. Calcaire noir, par place luisant, à la surface rougâtre, forme un banc puissant.

17. Calcaires très-puissants, grisâtres, en gros bancs, formant tout le centre de la Sierra de Santa Rosa, contenant généralement beaucoup de Nérinées. Intercalés dans ce calcaire se trouvent des bancs de Coraux et des

bancs marneux grisâtres avec nombreuses Bivalves (*Pholadomya*, *Trigonia*, *Astarte*, *Opis*, etc.) Gastéropodes (*Harpagodes*) et Brachiopodes (*Terebratula*).

II.—COUPE RELEVÉE SUR LA "VEREDA DEL QUEMADO"

SIERRA DE LA CAJA,

À PARTIR DU "VALLE DE MAZAPIL."

(Voir Planche III et IV.)

1. Plusieurs centaines de mètres. Calcaires grisâtres du Crétacique inférieur.

Portlandien.

2. Calcaires blanchâtres marneux et schisteux avec bancs de silex noirs. *Perisphinctes* *cf.* *Richteri* Opper sp.; *Hoplites*, plusieurs espèces du groupe de l'*Hoplites* Calisto d'Orb. et Zittel. 8 m.

3. Marnes et schistes brunâtres. 3-4 m.

4. Banc à *Cucullaca phosphoritica* nob. Calcaires phosphoritiques grisâtres.

5. Calcaires phosphoritiques grisâtres, *grands Perisphinctes*, *Neumayria subbrasilis* nob. 5-6 m.

6. Marnes et schistes brunâtres, calcaires marneux. 4-5 m.

7. Calcaires phosphoritiques rougeâtres, très-fossilifères, à taches noires. 1 m.

Phylloceras apenninicum Canavari.

Eurynoticeras Zitteli nob. très-abondant.

Perisphinctes Aguilari nob.

Perisphinctes Nikitini Mich.

Aspidoceras cyclotum Steuer (?Opper).

Aspidoceras fallax nob.

Aspidoceras phosphoricum nob.

Aspidoceras cajense nob.

Aspidoceras zacatecanum nob.

Cucullaea sp. et plusieurs Bivalves.

Kimeridgien.

8. Argiles et schistes brunâtres, en partie couverts de végétation; dans ce complexe s'observe un banc calcaire saillant. 30 m.

9. Calcaire noir, formant un banc d'un m., très-riche en fossiles,

Phylloceras aff. *consanguineum* Gemm.

Haploceras Fialar Oppel sp., très-abondant.

Haploceras costatum nob.

Craspedites praecursor nob.

Craspedites mazapilensis nob.

10. Marnes, schistes, calcaires marneux brunâtres et jaunâtres, contenant beaucoup d'impressions de Perisphinctes et d'autres Ammonites.

Intercalés dans ces couches s'observent des rognons calcaires souvent très-considérables, formés d'un calcaire noir compact très-semblable au calcaire N.º 9 et pétris de fossiles. J'y ai recueilli: environ 30 m.

Lytoceras sp. ind.

Oppelia Bösei nob.

Perisphinctes aff. *cyclodorsatus* Moesch.

Aspidoceras quemadense nob.

Aspidoceras bispinosum Quist. sp.

Aspidoceras mazapilense nob.

Idoceras cfr. *zacatecanum* nob.

Idoceras cfr. *hospes* Neumayr sp.

Idoceras laxevolutum Font sp.

Idoceras cajense nob.

Idoceras inflatum nob.

Aulacostephanus sp. ind.

Et beaucoup d'autres restes mal conservés.

11. Calcaires rougeâtres et noirs, compactes, par place avec des surfaces luisantes, 2 m.

Trigonia grande espèce.

Bivalves.

12. Marnes et schistes marneux gris et brunâtres, quelques cm.

13. Calcaires gris et blanchâtres, compactes, en gros bancs, très-puissants, forment toute la partie centrale de la Sierra de la Caja ; par place pétris de *Nérinées*.

III.—REMARQUES SUR LES ROCHES ÉRUPTIVES.

D'après une communication de M. le Prof. H. Rosenbusch.

M. le Prof. H. Rosenbusch a eu la bonté d'examiner des échantillons des diverses roches de la région. Selon cette communication, que nous publions ci-dessous verbalement, on peut distinguer les types de roches suivants.

1. SIERRA DE SANTA ROSA.—*La masse intrusive de Las Parroquias* est formée par une roche dacitique, tantôt par une Dacite à mica, tantôt par une Dacite à biotite et amphibole. Les filons, qui se détachent de cette masse, sont également formés par la même Dacite. En outre s'observent isolés entre les masses sédimentaires de la Sierra, de petits affleurements de la même roche (Cerro de la Lucerna, Rancho Canela, Puerto del Aire).

Ce sont probablement des filons, qui se trouvent en communication souterraine avec la masse dacitique de Las Parroquias.

La masse intrusive de Santa Rosa (Cerro Colorado)

est constituée par une roche éruptive fortement altérée, dont on peut dire seulement, que c'est une roche porphyrique sans pouvoir la déterminer exactement.

2. DANS LA SIERRA DE LA CAJA s'observent plusieurs affleurements éruptifs.

Ceux du *Cajón de San José et de ses alentours* apparaissent çà et là audessous des roches sédimentaires. Ils paraissent former une seule et unique masse intrusive, qui pourrait très-bien être la continuation de la masse intrusive dioritique de Concepción del Oro. Les roches du Cajón de San José appartiennent à une Diorite augitique, celles de la masse située au nordouest de ce Cajón. à une Syénite à mica.

La *masse éruptive du Cerro Carnero* correspond peut-être à un centre d'éruption, car on voit la masse s'amincir en bas et se prolonger sous forme d'une tige étroite jusqu'au niveau de la bande du Kimeridgien-Portlandien (voir la carte au 50,000^e.). La roche est une Andésite à Amphibole.

Enfin il y a encore plusieurs affleurements isolés et peu considérables de roches éruptives dans la Sierra de la Caja; cependant par l'état profondément altéré de ces roches une détermination est impossible et je les ai désigné sur la carte comme "roches éruptives en général."

Dans la partie tectonique (voir ci-dessous) je m'occuperai en détail de la Tectonique des masses éruptives de la Sierra de Santa Rosa ainsi que des phénomènes de contact et du système de filons métallifères, qui s'observent à leur limite.

Ici je fais suivre textuellement les renseignements sur les roches éruptives, que M. le Prof. *Rosenbusch* a bien voulu nous communiquer.

REMARQUES SUR LES ROCHES ÉRUPTIVES DE LA RÉGION
PAR M. LE PROF. H. ROSENBUSCH.

(Pour éviter des confusions je fais suivre les remarques en allemand, reproduisant verbalement la communication).

I.—ERUPTIVMASSE VON LAS PARROQUIAS
(SIERRA DE SANTA ROSA).

“Die intrusive Masse von Parroquias ist nach den mir vorliegenden Proben nicht ganz einheitlich.

Probe 1 (von der Hauptmasse westlicher Teil) stellt einen unfrischen *Glimmerdacit* dar mit Einsprenglingen von Sanidin und zonarem Plagioklas (die Kerne sind Labradorit Ab. 55, An 45; die äussern Schalen basischer Oligoklas Ab. 65, An 35), sowie von Quarz. Die Einsprenglinge von Biotit sind gänzlich in ein Gemenge von Chlorit und Epidot umgewandelt. Die Grundmasse ist mikrogranitisch, aus isometrischem Orthoklas und Quarz aufgebaut.

Probe 2 (ebenfalls von der Hauptmasse, aber östlicher Teil) war in frischem Zustande wohl ein hyalopilitischer *Biotit-Amphibol-Dacit* mit Einsprenglingen von Oligoklas, Biotit, Amphibol, Quarz und Pseudomorphosen von Calcit nach einem verschwundenen Mineral (wahrscheinlich Pyroxen). Die Grundmasse besteht aus kleinen isometrischen Orthoklasen, die eingebettet sind in ein sekundär-allotriomorph-körniges Gemenge von Feldspat und Quarz, das aus ursprünglichem Glase hervorgegangen sein dürfte. Zirkon wurde vereinzelt beobachtet. Die Quarzeinsprenglinge führen zierliche Glaseinschlüsse.

Probe 3 vom Puerto blanco (von der Hauptmasse aus-

gehender Gang) ist gleichfalls ein *Biotit-Amphibol-Dacit* mit ursprünglich hyalopilitischer Grundmasse, deren Feldspate aber hier leistenförmig nicht isometrisch sind. Viel Calcit.

Probe 4 vom Puerto del Aire (isolirtes gangartiges Vorkommen, das in der Tiefe wohl mit der Hauptmasse in Verbindung steht).

Einsprenglinge von Calcitpseudomorphosen nach Feldspat, von dem keine Spur erhalten blieb, von wenig Quarz und Biotit liegen in einer von Eisenoxydkörnchen durchstäubten, sehr feinkörnigen mikrogranitischen Grundmasse mit isometrischem Feldspath. *Mikrogranitischer Glimmerdacit*.

Probe 5 vom Rancho Canela (isolirtes Vorkommen) ist ein klastisches Gestein in stark verändertem Zustande. Es besteht: 1.) aus regellos eckigen Fragmenten von Glimmerdacit mit ursprünglich glasiger oder mikrofelsitischer Basis, die aber ebenso wie die Feldspathe verkieselt ist; 2.) aus viel eckigen und scharfkantigen Quarzplittern und 3.) aus Fragmenten von einem hornfelsartigen Gemenge von viel braunen Biotitblättchen, viel Quarz und etwas Feldspat. Alles das ist durchtränkt mit Calcit. Ob ein Dacit mit viel Einschlüssen oder eine Eruptivbreccie vorliegt, ist nicht zu entscheiden auf Grund des mir gesandten Materials."

II.—ERUPTIVMASSE VON SANTA ROSA (SIERRA DE SANTA ROSA).

"*Probe 1 vom Südabhang des Cerrito Colorado* ist ein vollständig verändertes porphyrisches Gestein von dessen Einsprenglingen nur die scharfkantigen Quarzplitter erhalten sind. Was nach den Umrissen einst Feldspateins-

prenglinge waren, ist in ein Haufwerk chloritischer Sphärokrystalle von optisch + Charakter, was nach den Umrissen Biotiteinsprenglinge waren, ist in denselben Chlorit, der aber hier ganz mit Eisenerzstäubchen und Schnüren erfüllt ist, umgewandelt. Die ursprünglich sphärolitische Grundmasse ist zu einem allotriomorph-körnigen Quarz-Feldspat-Gemenge geworden. Quarzleisten und Schnüre markieren die ursprünglichen Boutonnieren.

Probe 2 vom Gipfel des Cerro Colorado ist wohl dasselbe Gestein, aber hier sind Einsprenglinge und Grundmasse in ein Gemenge von Muscovit und Quarz verwandelt.

Auch *Probe 3 von Santa Rosa* (bei der Negociación minera, nahe am Contact mit Kalk), ist dasselbe wie Probe 2. In keinem der Gesteine der Masse von Santa Rosa konnte ein idiomorpher Quarzeinsprengling gefunden werden; alle Quarze waren fragmentär. Probe 3 enthält grobkörnige rundliche Quarzaggregate, die ich nicht genetisch zu deuten vermag."

III.—ERUPTIVMASSE DES CERRO DEL CARNERO (SIERRA DE LA CAJA).

"Die Probe war ursprünglich ein vitrophyrischer *Amphibolandesit*, der nur Amphiboleinsprenglinge führte. Dieser ist umgewandelt in ein Kieselmineral von optisch + Charakter, wohl Quarz, der zahlreiche tafelförmige Anataskryställchen beherbergt und stets von einem Mantel von Brauneisen eingefasst ist."

IV.—ERUPTIVMASSE DER UMGEBUNG DES CAJÓN
DE SAN JOSÉ
(SIERRA DE LA CAJA).

“*Probe 1 vom obern Ende des Cajón San José.*—Aus einem mittelkörnigen Gemenge von Orthoklas, Andesin und Diopsid nebst Erzen heben sich mit grössern Dimensionen Individuen von saurem Labrador mit Mänteln von Andesin ab. Biotit und vereinzelt Hornblende, sowie etwas Titanit sind die Uebergemengtheile. Der Orthoklas ist der jüngste wesentliche Gemengtheil. Das Gestein ist ein porphyrartiger und orthoklasreicher *Augitdiorit.*”

Probe 2 von der mittlern der 3 Massen vom Cajón San José.—In dieser Probe herrscht der Orthoklas über den Kalknatronfeldspat vor, der hier auch albitreicher ist und zum Oligoklas gehört. Die dunkeln Gemengtheile sind zu Calcit verwittert und waren nach den Durchschnitten herrschend Biotit. Alle Feldspate sind stark kaolinisch, Titanit accessorisch. Die Structur hier und in Probe 1 vorzüglich schön hypidiomorph. Das Gestein (Probe 2) ist ein *Glimmersyenit.*”

IV.—TECTONIQUE.

(VOIR LES DEUX CARTES ET LA PLANCHE DE PROFILS).

La tectonique de la région d'études est relativement simple. Chacune des deux Sierras est formée par un anticlinal, dont le centre est occupé par les assises supra-jurassiques, tandis que dans les deux flancs s'observent les assises du Crétacique inférieur et moyen. La vallée

de Mazapil entre les deux chaînes est un vaste synclinal de couches supracrétaciques. Cette structure est compliquée d'une part par des fractures d'extension considérable d'autre part par des masses éruptives qui ont modifié la tectonique dans la Sierra de Las Bocas en déplaçant les assises jurassico-crétaciques et en produisant quelques failles.

1.—*Sierra de Santa Rosa.*

(VOIR CARTE AU 25.0000e. ET PROFILS).

La structure de la partie orientale de la Sierra de Santa Rosa, aux environs du Cerro de San Matías, du Cerro de Todos Santos et du Cerro San José est assez simple. (Profil I-III). C'est un anticlinal de couches jurassico-crétaciques avec quelques replis secondaires, qui se voit très-bien déjà de loin comme le démontre la Pl. IX. Le calcaire à Nérinées avec plongement anticlinal occupe le centre de la Voûte, et des deux côtés suit d'abord la bande de terrains kimeridgiens-portlandiens, qui origine deux vallons (Cañón de San Matías, Cañón entre le Cerro Todos Santos et le Cerro San José), ensuite le calcaire du Crétacé inférieur et moyen.

On observe une légère tendance à la formation d'une voûte en éventail, les couches plongeant par place des deux côtés vers le centre; en outre il faut remarquer, que le flanc nord de l'anticlinal est un peu couché et qu'on observe par place des plissements très-intenses, surtout dans les calcaires mésocrétaciques.

Cette structure assez simple est compliquée par deux fractures au nord et à l'ouest du Cerro San Matías. L'une de ces failles est figurée sur la Pl. XIII. Elle se manifeste surtout par la terminaison brusque des bancs de marnes

grises à bivalves. La fracture elle même est marquée dans le terrain par une bande plus dépourvue de végétation que les alentours.

La seconde faille, au nord du Cerro San Matías, longe la limite septentrionale du calcaire à Nérinéés et met le Valangien en contact immédiat avec cette roche. Cette tendance de produire des fractures ou au moins des irrégularités de plongement à la limite entre les calcaires compacts à Nérinéés et les terrains argileux et marneux superposés se reproduit dans plusieurs points de notre région d'études; fait que je signale à cette occasion pour ne plus y revenir. (Comparez Profil I, Cerro todos Santos; Profil V, Chorreadero; Profil X, Canela; Profil XIII.)

Regardant le panorama de Santa Rosa depuis le Cerro de la Espuela (voir Pl. IX) on se trouve sur le centre de l'anticlinal, formé de calcaires à Nérinéés et on aperçoit la continuation orientale de la voûte, au delà de Santa Rosa, au Cerro de San Matías et Todos Santos. Mais ce qui est surprenant au premier coup d'oeil, c'est l'interruption brusque de la voûte par la vallée de Santa Rosa, au milieu de laquelle s'élève une montagne pyramidale complètement isolée. On voit de loin déjà, que cette montagne se distingue des autres cimes par la couleur rougeâtre de la roche et par ce motif je propose de la nommer "Cerro Colorado." Cette montagne curieuse, ainsi que le Cerrito Colorado à côté d'elle, est formée d'une roche éruptive porphyrique (voir ci-dessus p.). Le centre de la voûte de la Sierra de Santa Rosa est donc interrompu par une masse éruptive de forme presque circulaire et on a l'impression, que celle-ci s'est ouvert le chemin à travers les roches sédimentaires à-peu-près comme un bouchon d'une bouteille de champagne.

La masse porphyrique de Santa Rosa a une forme particulière; elle coupe les roches sédimentaires comme un véritable "Stock" tant à l'est qu'à l'ouest, tandis que leur limite septentrionale et méridionale est parallèle avec le plongement des couches infra-crétaciques environnantes. Pl. IX et X montrent comme la roche éruptive coupe les assises sédimentaires, Pl. XI au contraire nous enseigne un parallélisme complet entre la limite de la masse éruptive et la stratification des calcaires infra-crétaciques superposés.

La masse porphyrique de Santa Rosa est nettement intrusive, car on observe tout autour une zone de roches sédimentaires métamorphosées par le contact éruptif. Il est intéressant que cette zone métamorphosée et minéralisée est surtout développée à la limite orientale et occidentale de la masse éruptive, c'est-à-dire là, où cette masse coupe les roches sédimentaires presque à angle droit.

Pl. XII montre une partie de la zone minéralisée, qui consiste comme ailleurs surtout de lits de fer rouge, et qui s'intercale ici entre le calcaire à Nérinées métamorphosé d'une part et la roche porphyrique d'autre part. La limite de cette dernière n'est pas tout à fait verticale, mais montre un plongement vers le nordouest.¹

Les filons métallifères (argent, or, plomb) de Santa Rosa sont en relation intime avec la zone minéralisée mentionnée. Ils se trouvent presque tous à la limite orientale de la masse éruptive là, où celle-ci coupe les sédiments jurassiques à angle droit. On peut distinguer deux systèmes de filons, dont les uns ont une direction parallèle à la limite de la masse éruptive, tandis que

¹ Ce plongement s'observe aussi à l'intérieur de plusieurs mines, par exemple dans le Socavón de las Turquesas.

les autres sont plus ou moins perpendiculaires à cette direction. Selon une communication aimable de M. l'ingénieur C. Figueroa la richesse en métaux est le plus considérable aux endroits, où les deux systèmes de filons se croisent et aussi là, où les filons se réunissent avec la zone minéralisée du contact.

Au métamorphisme de contact est certainement aussi due la formation des *turquoises* du "Socavón de las Turquesas."

Ces *turquoises*, ont la forme de rognons et s'observent là où les assises phosphoritiques de la bande portlandienne sont en contact avec la masse porphyrique. Comme j'ai démontré dans d'autres travaux¹ les calcaires portlandiens de la région contiennent jusqu'à 20% de P_2O_5 . En outre, selon une analyse de M. le Dr. de Vigier on y constate de la silice, du fer et de l'alumine. Presque tous les éléments pour la formation des *turquoises* étaient donc offerts par la roche, et ce n'est que le cuivre, qui a dû y être apporté par l'éruption. Nous devons probablement admettre, que lors ou à la suite de l'éruption de la masse porphyrique, des eaux thermominérales, en circulant par les roches phosphoritiques infiltrèrent les *turquoises* dans la roche sédimentaire, fendillée au contact avec la masse éruptive.

A l'ouest de la masse éruptive de Santa Rosa nous observons la continuation de l'anticlinal du Cerro San Matías et Todos Santos. Profil V, qui coupe la Sierra entre Santa Catarina au nord et la vallée de San José au sud, passant par Puerto blanco, le Cerro de la Espuela et le Cerro de la Lucerna, montre en effet complètement la même structure que le Profil III.

¹ La faune jurassique de Mazapil, Boletín núm. 23 del Instituto Geológico de México, 1906.

Le flanc nord de la grande voûte jurassico-crétacique est couché avec plongement austral des couches. Le flanc sud montre aussi par place une légère tendance de se coucher. Cette structure se poursuit avec quelques changements jusqu'à la terminaison occidentale de la chaîne comme le prouve le Profil X. Cependant dans cette partie occidentale de la Sierra la structure a été modifiée par la masse éruptive de Las Parroquias, qui s'est introduite comme un coin entre les couches jurassico-crétaciques du flanc nord de la voûte.

La masse éruptive dacitique de Las Parroquias a une forme tout particulière.

Les sédiments métamorphosés au contact de la masse (Décoloration des schistes et argiles suprajurassiques, marmorisation du calcaire à Nérinées) et surtout dans le toit de celle-ci, ainsi que les filons, qui s'en détachent, prouvent clairement, qu'il se traite d'une masse intrusive. Mais la forme de cette masse intrusive cadre aucunément avec les formes habituelles de ces masses. Ce n'est ni un "Stock" ni une Laccolithe, ni un "Lagergang" ou quelque autre forme connue. C'est une masse allongée, relativement peu épaisse, dont les limites latérales sont parallèles avec la stratification des couches sédimentaires voisines, tandis que la limite supérieure, visible surtout à la terminaison orientale de la masse, se comporte comme un "Stock" et ne montre aucun parallélisme avec les couches superposées, qu'elle coupe presque à angle droit. On peut comparer la masse avec un "Lagergang" d'épaisseur considérable, mais cette épaisseur est trop grande pour qu'on puisse appliquer le terme mentionné.¹

¹ Ceux, qui ont besoin d'un nouveau nom, pourront peut-être accepter la dénomination "Sphénolithe."

Du toit de la masse de Las Parroquias se détachent plusieurs filons, et il est probable, que les affleurements isolés de Dacite, qu'on observe dispersés par la chaîne, soient aussi en communication souterraine avec la masse principale.

Comme la masse de Santa Rosa, celle de Las Parroquias a métamorphosée les couches jurassiques et infra-crétaciques, de sorte que l'intrusion est certainement postérieure à la formation de ces couches. Probablement elle est assez moderne et à-peu-près contemporaine avec le plissement principal des Sierras, à son tour postérieur au dépôt des couches supra-crétaciques, qui ont encore été plissées avec les couches sousjacentes.

La masse de Las Parroquias offre un intérêt tout particulier par la clarté avec laquelle on observe des rapports entre la masse intrusive et la tectonique de la Sierra. En effet l'intrusion de ce coin de masse éruptive entre les couches du flanc nord de la voûte—qui est un flanc moyen couché—a déplacé et brisé les couches jurassico-crétaciques environnantes.

Ce déplacement des couches par la masse éruptive s'observe clairement, quand on suit la bande septentrionale de terrains kimeridgiens-portlandiens de la Sierra, depuis le Puerto blanco jusqu'à l'endroit, où l'arroyo de Las Bocas sort de la Sierra pour entrer dans la vallée de Mazapil.

Au nord du Cerro de La Espuela on voit la bande citée passer avec direction est-ouest depuis la vallée de Santa Rosa par Puerto blanco jusqu'à l'arroyo de Las Bocas dans la partie supérieure du Cañón du même nom. De l'autre côté de la masse de Las Parroquias, à l'ouest, on retrouve la même bande avec la même direction, passant par le Cañón et Puerto del Aire. Mais la partie

de la bande, que nous avons observé au Puerto blanco, ne communique pas en ligne droite avec celle du Puerto del Aire, quoiqu'au premier coup d'oeil il semble bien, qu'elle doit suivre le Cañón de Las Bocas dans toute sa longueur. Il n'en est rien; la bande est déplacée horizontalement vers le sud, à la limite australe de la masse de Las Parroquias, et ce déplacement, d'une ampleur d'environ 800 mètres, s'observe clairement sur la carte au 1:25,000^e, sur les Profils V à X et sur les vues Pl. VI-VIII.

Par suite du déplacement mentionné la bande kimeridgienne-portlandienne ne passe pas par le Cañón de Las Bocas, mais on la voit affleurer beaucoup plus au sud, derrière Las Parroquias, aux pentes septentrionales de la Sierra et du Picacho alto de Las Bocas, où elle longe la limite australe de la masse éruptive.

La masse intrusive de Las Parroquias ne s'est pas introduite tout à fait parallèlement entre les couches sinon elle a coupée les couches un peu obliquement. Ainsi, à la terminaison occidentale, la masse s'intercale entre les calcaires infracrétaciques, puis vers l'est elle s'introduit d'abord entre les couches valanginiennes et enfin, à la terminaison orientale, entre le Valangien au nord et la bande kimeridgienne au sud (voir la carte au 25,000^e).

Tandis que la masse intrusive est assez mince à l'ouest et gagne peu à peu en épaisseur vers le centre, elle est au contraire plus épaisse à l'est et là son épaisseur est considérable dès son apparition. Conformément à cette disposition a eu lieu le déplacement des couches environnantes: à la terminaison orientale, où la masse fait leur apparition brusque, étant dès le commencement considérablement épaisse, les couches ont été complètement bri-

sées et une faille s'est formée;¹ à l'ouest au contraire, où la masse s'amincit peu à peu, les couches sont encore en continuation presque complète et elles y ont été fortement infléchies et seulement partiellement fracturées. (voir la carte.) Cette disposition me paraît en pleine contradiction avec l'hypothèse d'une cavité préexistante, dans laquelle le magma serait entré d'une manière passive. Comment en effet s'imaginer une cavité allongée, limitée d'un côté par une faille, de l'autre par une inflexion des couches et au surplus admettre, que cette cavité aurait existé dans le flanc moyen couché d'une voûte, où la compression a certainement atteint le maximum?

Avec *Branco* et d'autres auteurs² je crois devoir admettre, que le magma a eu la force de s'ouvrir le chemin, de déplacer les roches sédimentaires et de jouer ainsi un rôle actif lors de la formation des montagnes.

Avant de terminer je veux remarquer, que le déplacement des couches se fait sentir non seulement au voisinage immédiat de la masse éruptive mais encore plus loin, quoiqu'en moindre degré. Ainsi au Puerto del Chorradero s'observe clairement, que la bande australe de terrains kimeridgiens-portlandiens de la Sierra s'infléchit vers le sud et dans la Sierra Gallos Blancos on voit les couches crétaciques s'infléchir légèrement vers le nord, surtout immédiatement à l'ouest du Puerto Arrieros (voir la carte 1 à 25,000).

¹ Pour les détails de cette faille voir la carte au 1:25,000e. La faille est bien visible sur Pl. VII.

² Il n'est pas possible de citer ici toute la littérature du reste bien connue, qui traite de ces questions.

2.—*Sierra de La Caja.*

Je ne donnerai ici qu'un aperçu très-sommaire de la Sierra de la Caja, qui ne sera pas visitée par les excursionnistes.

La structure générale de la Sierra est semblable à celle de la Sierra de Santa Rosa, surtout dans la partie occidentale.

Les Profils XII et XIII démontrent, que là aussi nous observons une voûte, dont le centre est occupé par les assises suprajurassiques, tandis que les deux flancs sont formés de couches crétaciques. Cette structure simple se complique vers l'est, où apparaissent des roches éruptives intrusives et où se montrent des fractures considérables.

Une grande fracture s'observe dans le flanc septentrional de l'anticlinal de La Caja. Le plan de cette fracture est incliné vers le nord et la faille a mis en contact anormal sur une grande extension le calcaire à Nérinées du centre de la voûte et les calcaires mésocrétaciques du flanc nord.

Sur toute cette extension la bande de terrains kimmeridiens-portlandiens manque complètement entre les calcaires à Nérinées et ceux du Crétacé inférieur et moyen. Il y a donc deux masses calcaires d'âge différent, qui ont été mises en contact par la faille sur une grande partie des pentes septentrionales de la Sierra. Par là il n'est pas toujours facile de poursuivre la fracture d'autant plus, que les pentes septentrionales de la Sierra de la Caja n'offrent que peu de sentiers et sont couverts de buissons et arbres épineux.

Il y a cependant plusieurs endroits, où la faille se manifeste clairement. Ainsi, en suivant le sentier, qui

passé par le Puerto de los Novillos pour conduire aux chaumières du même nom dans la Vallée De Bonanza, on descend depuis le Puerto vers le nord d'abord par le calcaire à Nérinées du centre de la Sierra. Ce calcaire montre un plongement vertical comme le démontre Profil X et contient en plusieurs endroits beaucoup de Nérinées. On arrive ainsi jusqu'à une petite plateforme, qui marque la fracture, car au delà s'observe déjà le calcaire à Silex du Crétacé moyen avec ses fossiles caractéristiques (petites Ammonites déroulées). Ce calcaire, en contact immédiat avec celui à Nérinées du Jurassique supérieur, appartient à la partie relativement effondrée au nord de la faille tandis que le calcaire à Nérinées a été relativement soulevé. Il montre des directions très-variées étant fortement plissé; et ces plis, qui affectent la forme d'une multitude d'échelons, s'observent jusqu'au pied de la Sierra, où le calcaire est recouvert par les schistes à Inoceramus et les grès verts également fort disloqués.

Il est très-intéressant, que la faille coïncide en plusieurs endroits avec des filons métallifères, qui ont été éraflés dans quelques endroits, où l'on voit encore des fouilles ("catas").

Le flanc austral de la Sierra de La Caja est plus normal que le flanc nord, car ici on observe sur une grande étendue la série normale des assises depuis le calcaire à Nérinées jusqu'au Crétacé moyen. Ces couches sont cependant fortement disloquées, souvent verticales, même couchées avec plongement septentrional, ou, en d'autres endroits, énergiquement plissées (voir Profil XI Cajón San José).¹

Déjà de loin cependant se voient quelques irrégulari-

¹ Comme dans la Sierra de Santa Rosa des plissements très-intenses se manifestent surtout dans les calcaires bien lités du Crétacé moyen.

tés interrompant la structure simple du versant austral de la Sierra. Ainsi au sud du Cerro de los Azulaques s'observe une roche verdâtre, qui interrompt les assises jurassico-crétaciques du flanc sud de la voûte et qui par leur couleur intense a motivé le nom "Azulaques." Cette roche est un grès verdâtre; grès, qui doit être assimilé aux sédiments plus modernes de Mazapil, qui remplissent la vallée étant probablement supracrétaciques parcequ'ils reposent sur les schistes à *Inoceramus* du Turonien.

Ce grès, qui s'étend presque jusqu'au calcaire à Nérinées du centre de la Sierra, montre un plongement très-différent de celui des couches crétaciques, auxquelles il s'adosse à l'est du chemin de los Novillos. (voir la carte 1:50,000.) Ces faits paraissent nous enseigner, qu'une partie à-peu-près semicirculaire du flanc sud de la Sierra s'est relativement enfoncée et qu'une fracture a mise en contact anormal les grès verts et les sédiments jurassico-crétaciques de la Sierra.

Une autre irrégularité s'observe au Cerro de la Milanesa, où les couches jurassico-crétaciques s'infléchissent vers le sud étant coupées par une fracture au pied austral du Cerro cité (voir la carte 1:50,000).

PROGRAMME DE L'EXCURSION.

Un jour (environ 8 heures à pied). De Mazapil par le chemin de Santa Rosa jusqu'au Puerto blanco. Série crétacique et jurassique du flanc nord de la voûte de la Sierra de Santa Rosa. (Voir le profil stratigraphique détaillé I, ci-dessus, p. 17.) Fossiles des couches à *Parahoplites* au Puerto Arrieros; du Valanginien au nord de Puerto blanco; du Portlandien et surtout du Kimeridgien (*Aucella*, *Haploceras*) au Puerto blanco. Au Puerto blanco filons dacitiques et métamorphisme des sédiments.

Du Puerto blanco sur un sentier jusqu'à la crête au sud du Cerro de la Espuela, Déplacement des couches jurassiques et crétaciques par la masse intrusive de Las Parroquias (voir Pl. VII, Pl. VIII). Depuis la crête Panorama de la région de Santa Rosa (voir Pl. IX).

Traversée de la masse de Las Parroquias (Couches déplacées au sud de cette masse. Dacites de la masse) et retour à Mazapil par le Rancho de las Bocas et la Sierra de Gallos Blancos.



Série jurassique et crétacique de la Sierra de Mazapil et Santa Rosa.

		Caractère lithologique et Puissance.	PRINCIPAUX FOSSILES.	ÂGE.	
CRÉTACIQUE.	Crétacé supérieur.	Schistes à <i>Inoceramus</i> .	Schistes et calcaires 150-200 m.	<i>Inoceramus</i> sp.	Turonien.
	Crétacé moyen.	Calcaires à silex. { b. calcaires à Gastéropodes. a. calcaires à A. déroulées.	Calcaires grisâtres à silex noirs 400-500 m.	Scaphites sp., <i>Schloenbachia acuto-carinata</i> (Shum), <i>Marcou</i> , <i>Ammonites déroulées</i> (Hamites).	Crétacé moyen.
	Crétacé inférieur.	Couches à <i>Parahoplites</i> .	Marnes jaune-clair, calcaires gris, quelques m.	<i>Parahoplites</i> cfr. <i>Milletlanus</i> , <i>Pict.</i> (non D'Orb.), <i>Parahoplites</i> cfr. <i>aschiltaensis</i> <i>Anthula</i> , cfr. <i>Treffryanus Anthula</i> (non Karsten), <i>Parahoplites</i> , plusieurs espèces indét.	Couches limitrophes entre l'Adtien et le Gault.
		Calcaires grisâtres à gros silex, calcaires bleus.	400-500 m.	<i>Holcodiscus</i> sp.	Crétacé inférieur.
		Couches à <i>Holcostephanus</i> .	Marnes jaunâtres avec nodules d'oxyde de fer, calcaires gris ou bleuâtres quelques m.	<i>Asteria</i> aff. <i>pellostoma</i> N. et U., <i>A.</i> cfr. <i>Atherstoni</i> , <i>Sharpe</i> , <i>Hoplites</i> aff. <i>Michaelis</i> Uhl., <i>H.</i> cfr. <i>hystrioides</i> Uhl., <i>H.</i> cfr. <i>neocomiensis</i> D'Orb., <i>H.</i> cfr. <i>Thurmanni</i> P. et C.	Valanginien.
JURASSIQUE SUPÉRIEUR.	Portlandien	Calcaires marneux blanchâtres à silex.	10 m.	<i>Perisphinctes</i> cfr. <i>Koeneni</i> <i>Steuer</i> , <i>P. permulticostratus</i> <i>Steuer</i> , <i>Hoplites</i> cfr. <i>calistoides</i> <i>Behr</i> , <i>H.</i> plusieurs espèces du groupe de l' <i>H. calisto</i> D'Orb.	Base du Berriasien? Portlandien supérieur.
		Calcaires phosphoritiques et très-siliceux, grisâtres, Calcaires noirs, 5-6 m.	Calcaires phosphoritiques et très-siliceux, grisâtres, Calcaires noirs, 5-6 m.	<i>Perisphinctes santarosanus</i> nob., <i>P. Victoris</i> nob., <i>Burkartii</i> nob., <i>Hoplites</i> cfr. <i>rjasanensis</i> <i>Lah.</i> , <i>Hoplites</i> cfr. <i>Wallenhi</i> <i>Gray</i> , <i>Neumayria subrasilis</i> nob.	Portlandien supérieur et inférieur.
		Calcaires phosphoritiques rougeâtres.	1-2 m.	<i>Phylloceras apenninicum</i> <i>Can.</i> , <i>Eurynoticeras Zitteli</i> nob., <i>Perisphinctes</i> cfr. <i>Danubiensis</i> <i>Schlosser</i> , <i>P. Nikitini</i> <i>Mich.</i> , <i>Virgatites mexicanus</i> nob., <i>Aspidoceras cyclo-tum</i> (<i>Opp.</i> <i>Steuer</i> , <i>A. fallax</i> nob., <i>A. phosphoriticum</i> nob., <i>A. cajense</i> nob., <i>A. zacatecanum</i> nob.	Base du Portlandien.
	Kimeridgien.	Argiles à <i>Waagenia</i> .	Argiles schisteuses, très-ferrugineuses, généralement brunâtres, 10-30 m.	<i>Waagenia</i> cfr. <i>harpephora</i> <i>Font</i> , <i>W.</i> aff. <i>Beckeri</i> <i>Neum.</i> , <i>W.</i> cfr. <i>Knopi</i> <i>Neum.</i> , <i>W.</i> cfr. <i>harpephora</i> <i>Neum.</i>	Sommet du Kimeridgien.
		Couches à <i>Haploceras Flalar</i> .	Calcaires noirs, compactes 1 m.	<i>Oppelia</i> cfr. <i>trachynota</i> <i>Font.</i> , (<i>Oppel</i>) <i>O.</i> aff. <i>Strombecki</i> <i>Oppel</i> , <i>Haploceras Flalar</i> <i>Oppel</i> , <i>H.</i> plusieurs espèces, <i>Craspedites mazapilensis</i> nob.	Kimeridgien supérieur.
Banc à <i>Aucella</i> .		Calcaires schisteux brunâtres, légèrement phosphoritiques.	<i>Aucella</i> , plusieurs espèces des groupes de l' <i>A. Pallasi</i> <i>Keys</i> et de l' <i>A. Bronni</i> <i>Roull.</i>	Kimeridgien supérieur.	
Couches à <i>Idoceras</i> .		Argiles et marnes schisteuses avec des boules et rognons d'un calcaire noir compacte 15-30 m.	<i>Neumayria profulgens</i> nob., <i>Oppelia</i> aff. <i>Nereus</i> <i>Font.</i> , <i>O. flexuosa-costata</i> <i>Quist.</i> , <i>Macrocephalites epigonus</i> nob., <i>Stroceras</i> cfr. <i>Doublieri</i> D'Orb., <i>Aspidoceras contemporaneum</i> <i>Favre</i> , <i>A. bipinnatum</i> <i>Quist.</i> , <i>A.</i> cfr. <i>acanthicum</i> <i>Oppel</i> , <i>Idoceras laxevolutum</i> <i>Font.</i> , <i>I. Halderum</i> <i>Oppel</i> , <i>Anlacostephanus zacatecanus</i> nob., etc.	Couches limitrophes entre le Kimeridgien inférieur et supérieur	
	Calcaires à <i>Nérinéés</i> .	Au sommet banc calcaire noir et rougeâtre à <i>Trigonia</i> . Masse principale; calcaires massifs, grisâtres avec intercalations de marnes grises à <i>Bivalves</i> et de bancs de <i>Coraux</i> ; très-puissant.	<i>Nerinea</i> div. espèces; <i>Coraux</i> , dans les marnes <i>Bivalves</i> (<i>Pholadomya</i> , <i>Trigonia</i> , <i>Astarte</i> , <i>Opis</i>), <i>Gastéropodes</i> (<i>Harpagodes</i>) et <i>Brachiopodes</i> (<i>Terebratulina</i>). Au sommet du calcaire <i>Stroceras</i> cfr. <i>Doublieri</i> <i>Loriol</i> (D'Orb.)	Jurassique supérieur (probablement Séquanien).	

Sierra de Mazapil.

CARTE GÉOLOGIQUE

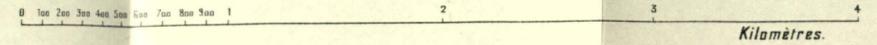
DE LA

SIERRA DE SANTA ROSA

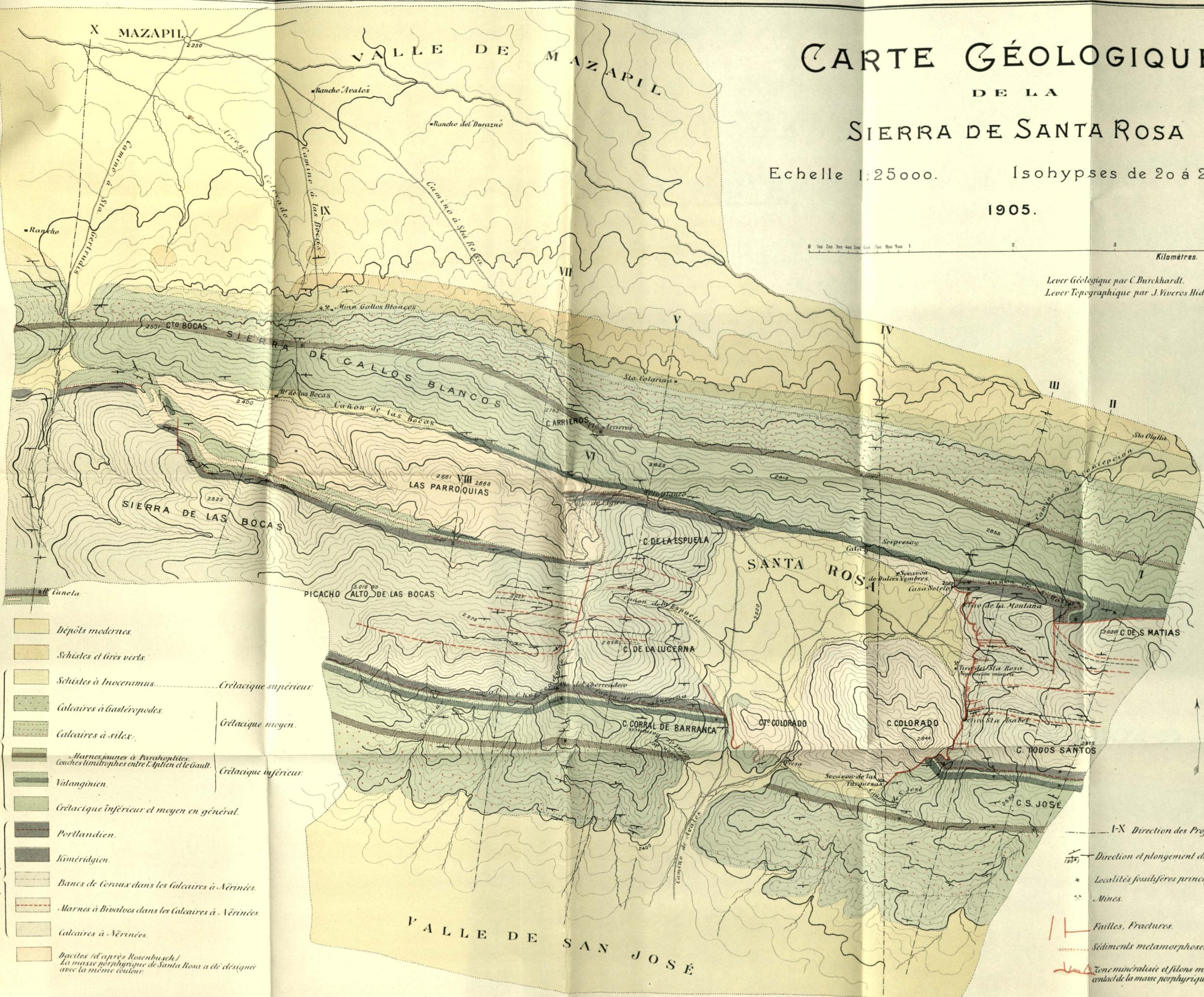
Echelle 1:25000.

Isohypsés de 20 à 20 M^s

1905.



Lever Géologique par C. Burckhardt.
Lever Topographique par J. Viveros Hidalgo.



- Dépôts modernes
- Schistes et grès verts.
- Schistes à Inoceramus. Crétacique supérieur
- Calcaires à Gastéropodes. Crétacique moyen.
- Calcaires à silex.
- Marnes jaunes à Parahoplites. Couches limitrophes entre l'Albien et le Gault. Crétacique inférieur.
- Valanginien.
- Crétacique inférieur et moyen en général.
- Portlandien.
- Kiméridgien.
- Bancs de Coraux dans les Calcaires à Néritées.
- Marnes à Bivalves dans les Calcaires à Néritées.
- Calcaires à Néritées.
- Basaltes (d'après Rosenbusch) La masse porphyrique de Santa Rosa a été désignée avec la même couleur.

- I-X Direction des Profils.
- Direction et plongement des couches.
- Localités fossilifères principales.
- Mines.
- Failles, Fractures.
- Sédiments métamorphosés par contact éruptif.
- Zone minéralisée et filons métallifères au contact de la masse porphyrique de Santa Rosa.

VALLE DE BONANZA

CARTE GÉOLOGIQUE

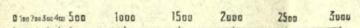
DES

SIERRAS DE MAZAPIL ET STA. ROSA.

1905.

ECHELLE - 1:50.000.

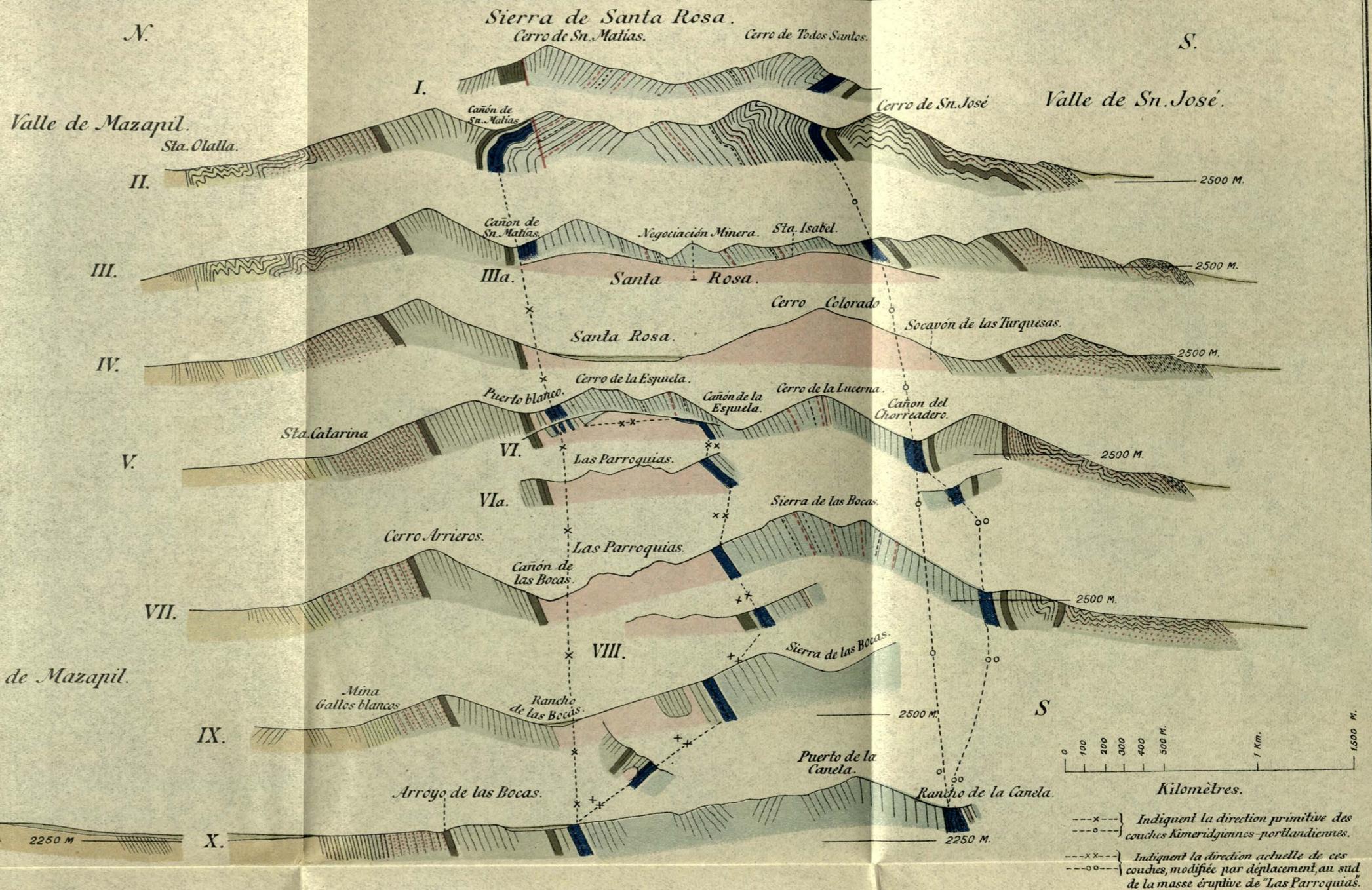
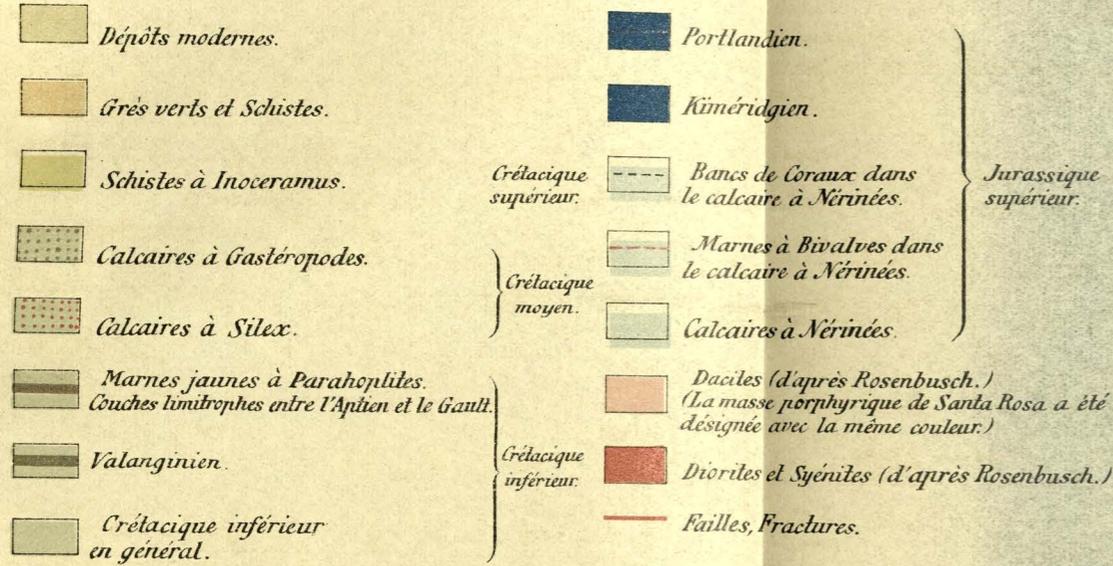
ISOHYPPSES DE 20 A 20^{ms}.



- | | | |
|--|---|-----------------------|
| | Depôts modernes. | |
| | Grès verts et Schistes. | |
| | Schistes à <i>Inoceramus</i> . | Crétacé supérieur. |
| | Calcaires à <i>Silix</i> . | Crétacé moyen. |
| | Couches limitrophes entre l'Apitien et le Gault | |
| | Vélanginien. | Crétacé inférieur. |
| | Crétacé inférieur en général. | |
| | Portlandien (calcaires phosphoriques) | |
| | Kiméridgien. | Jurassique supérieur. |
| | Calcaires à <i>Nérinés</i> . | |
| | Andésites (d'après Rosenbusch) | |
| | Dacites (d'après Rosenbusch) | |
| | (Les roches porphyriques de Sta. Rosa ont été désignées avec la même couleur) | |
| | Diorites et Syénites (d'après Rosenbusch) | |
| | Roches éruptives en général. | |
| | Sédiments métamorphosés par Contact éruptif. | |
| | Failles, Fractures. | |
| | Localités fossilifères principales. | |
| | Mines. | |
| | Direction et plongement des Couches. | |
| | XIII Direction des Profils. | |

Lever géologique par C. Burchhardt
Lever topographique par J. Hiveres

Profils géologiques transversaux DES Sierras de Mazapil.



XXVI

(EXCURSION DU NORD).



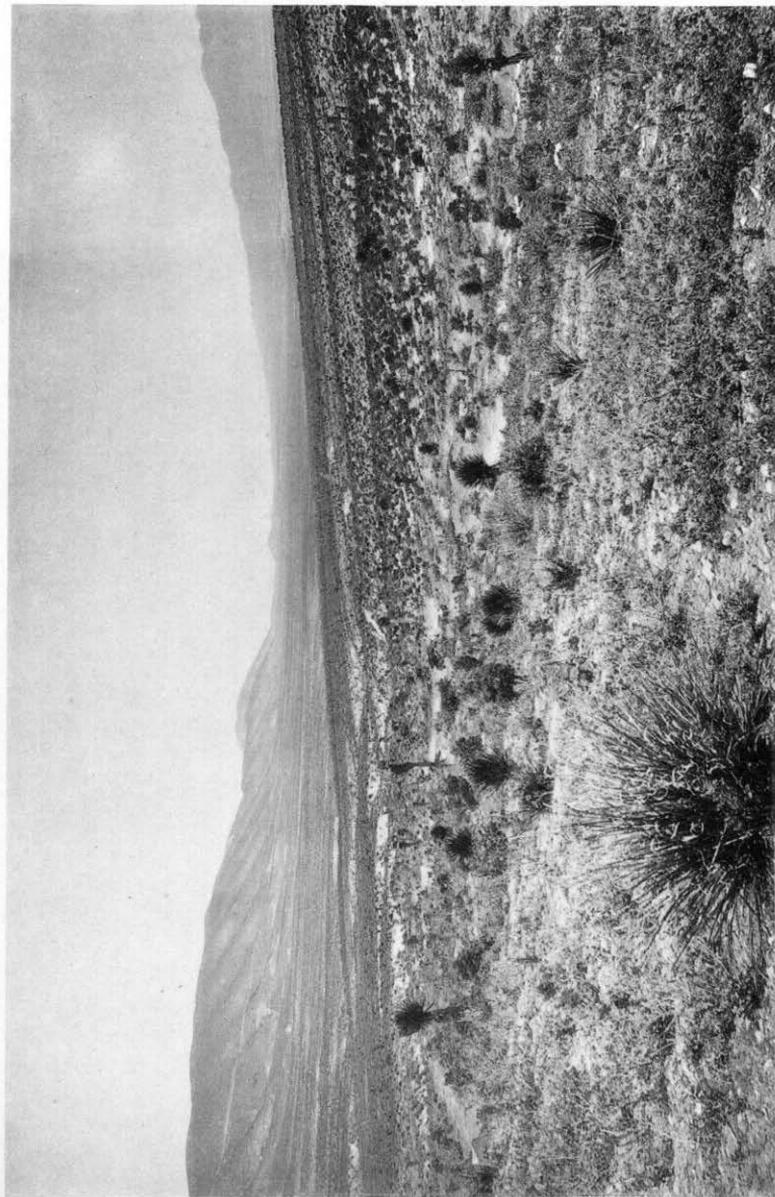
GÉOLOGIE DE LA SIERRA DE MAZAPIL

ET SANTA ROSA

PAR

C. BURCKHARDT

PLANCHES I—XIV.



Werner & Winter, Frankfurt 5/20.

Sierras et Vallée de Mazapil.
Vue prise du chemin de Mazapil à Concepción.



Wienara-Winter: Harndorf 1914

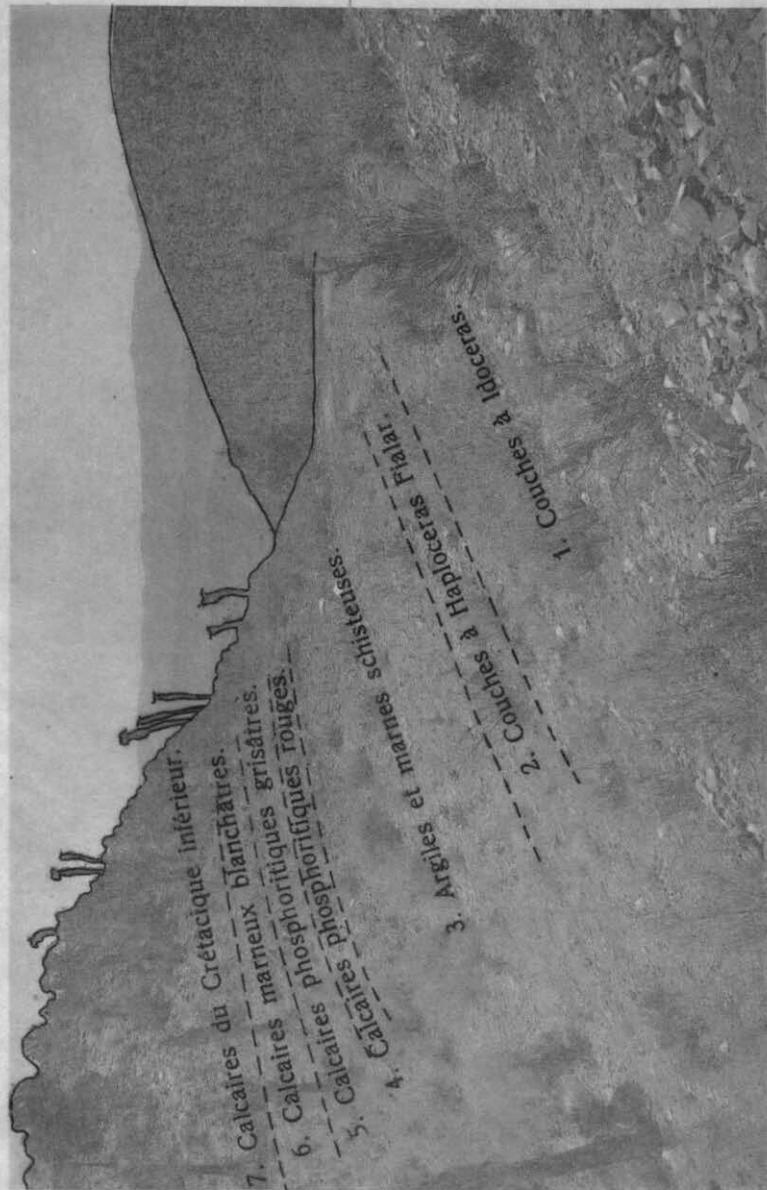
* Localités fossilifères.

Versant austral de la Sierra de la Caja.



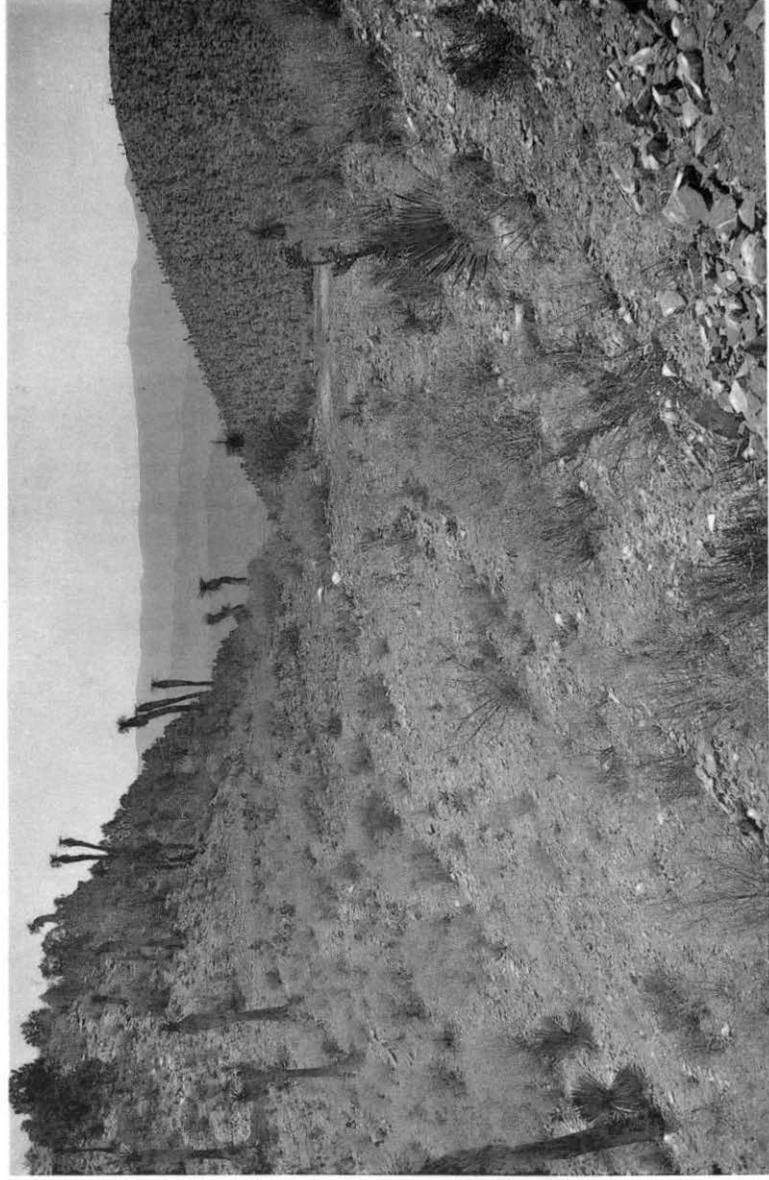
Werner & Winter, Frankfurt a. M.

Versant austral de la Sierra de la Caja.



Vignera Winter, Flandrin, R.

Couches 1-3 représentent le Kimeridgien, Couches 4-6 le Portlandien. Vereda del Quemado, Sierra de la Caja.



Werner & Winter, Frankfurt a.M.

Profil détaillé des couches Kimeridgiennes et portlandiennes.
Vereda del Quemado, Sierra de la Caja.



Warner & Wilton, Franchet 1910.

Couches 3-5 représentent le Kimeridgien, les couches 6-8 le Portlandien. Couches 1-2 sont des couches Kimeridgiennes et portlandiennes. Vereda del Quemado, Sierra de la Caja.



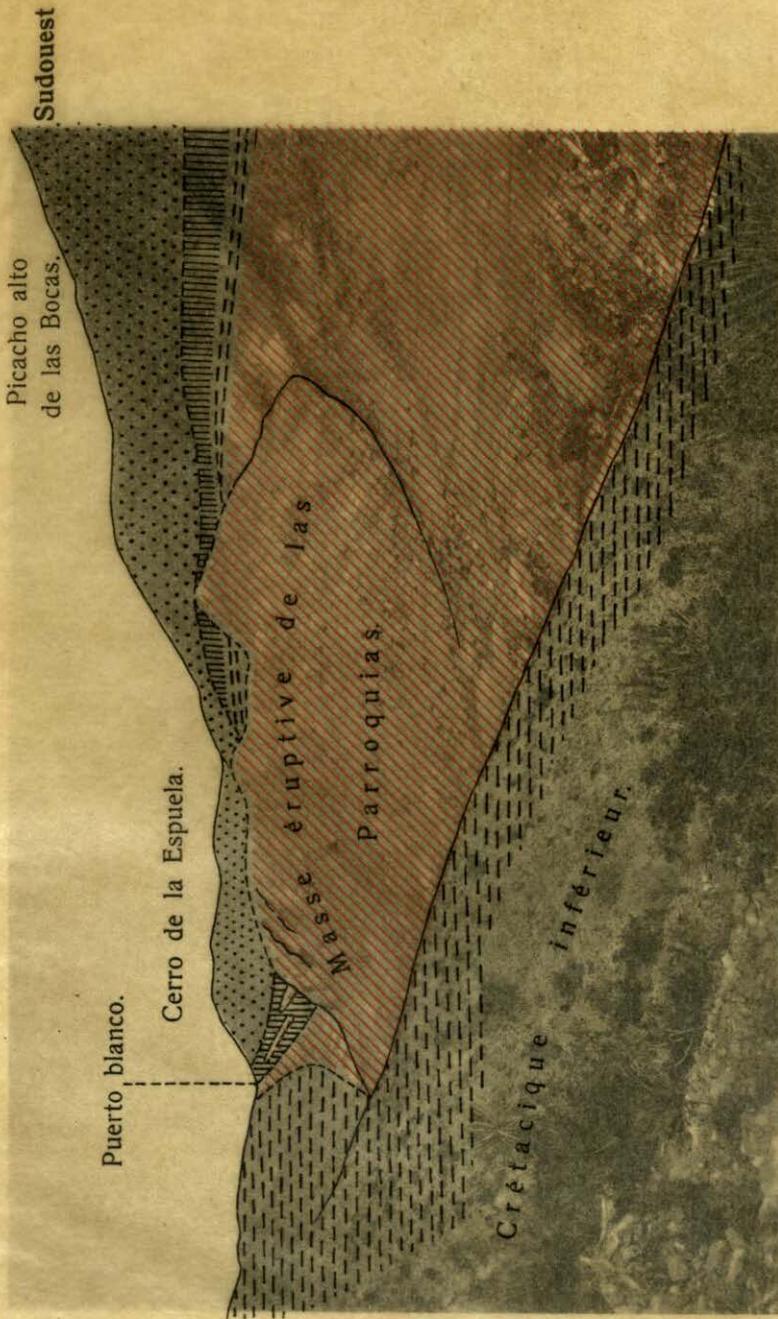
Werner & Winter - Frankfurt - N.

Profil détaillé des couches Kimeridgiennes et portlandiennes.
Vereda del Quemado, Sierra de la Caja.



Werner A. Winter, Frankfurt-1/W.

„Las Parroquias“. Sierra de las Bocas.

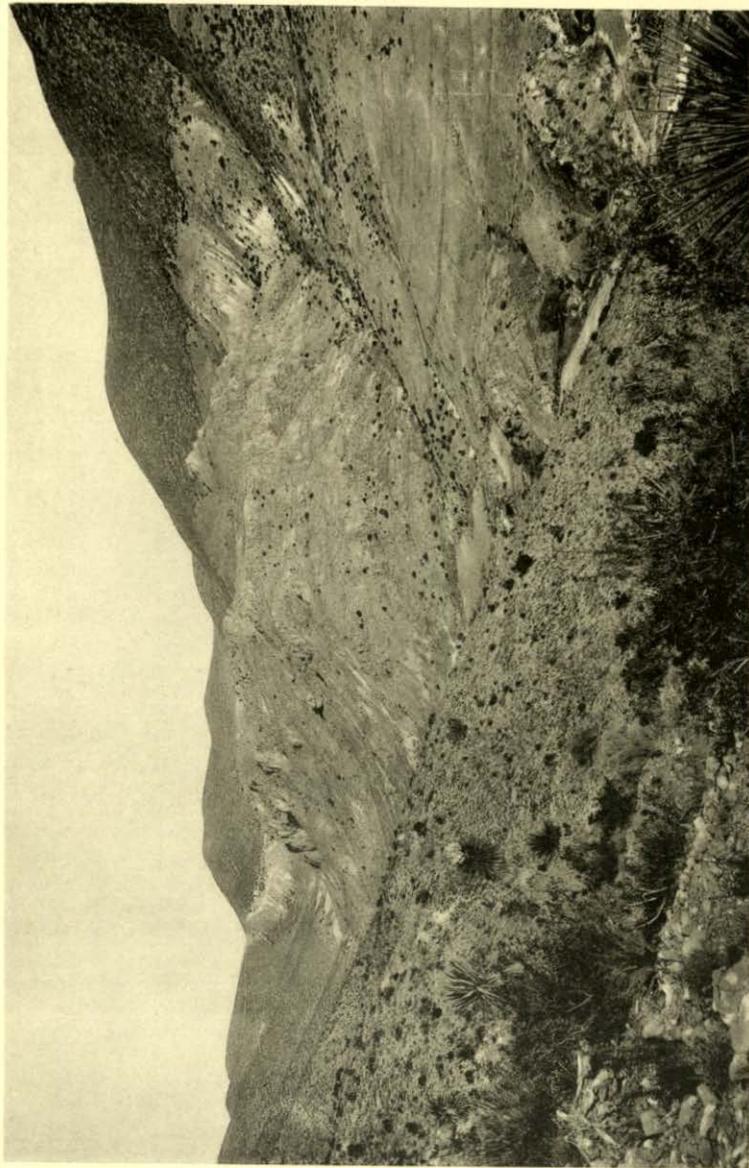


Nordest

Sudouest

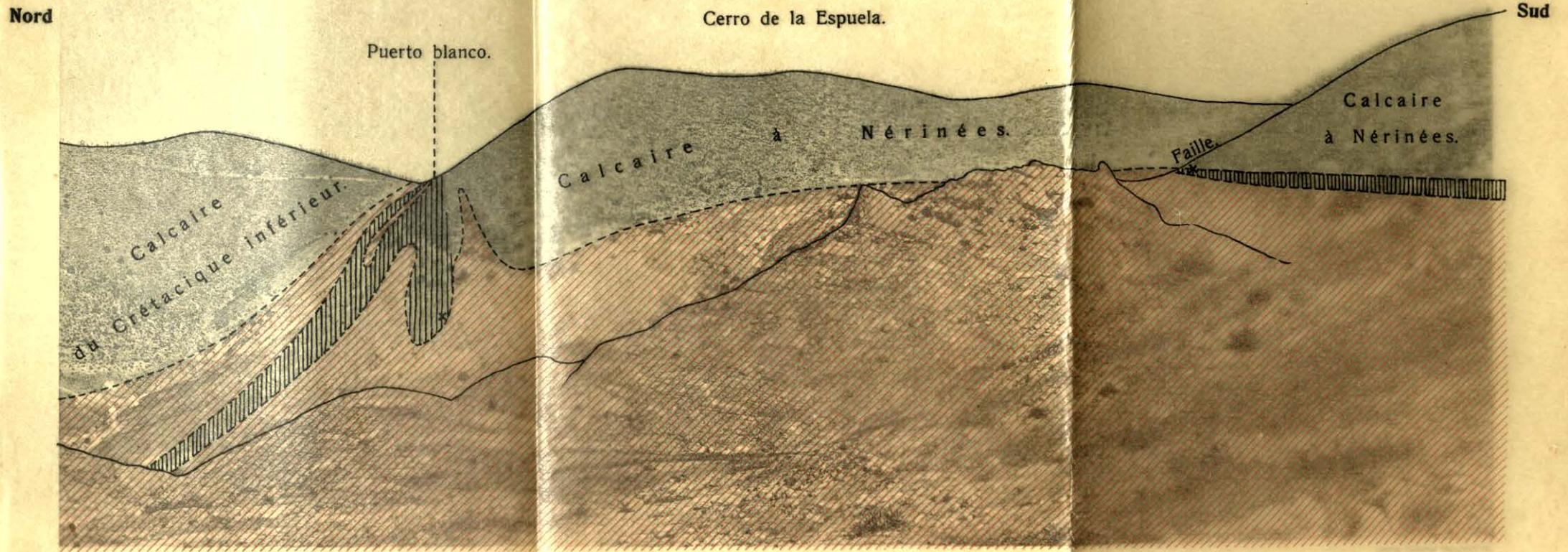
Werner & Waser, Frankfurt 1934

- ⋮⋮⋮⋮ Calcaire à Nérinés.
- ||||| Couches Kimeridiennes-portlandiennes de „Las Parroquias“
- Crétacique inférieur, tertiaire entre les couches jurassico-crétaciques.
- /// Masse éruptive.

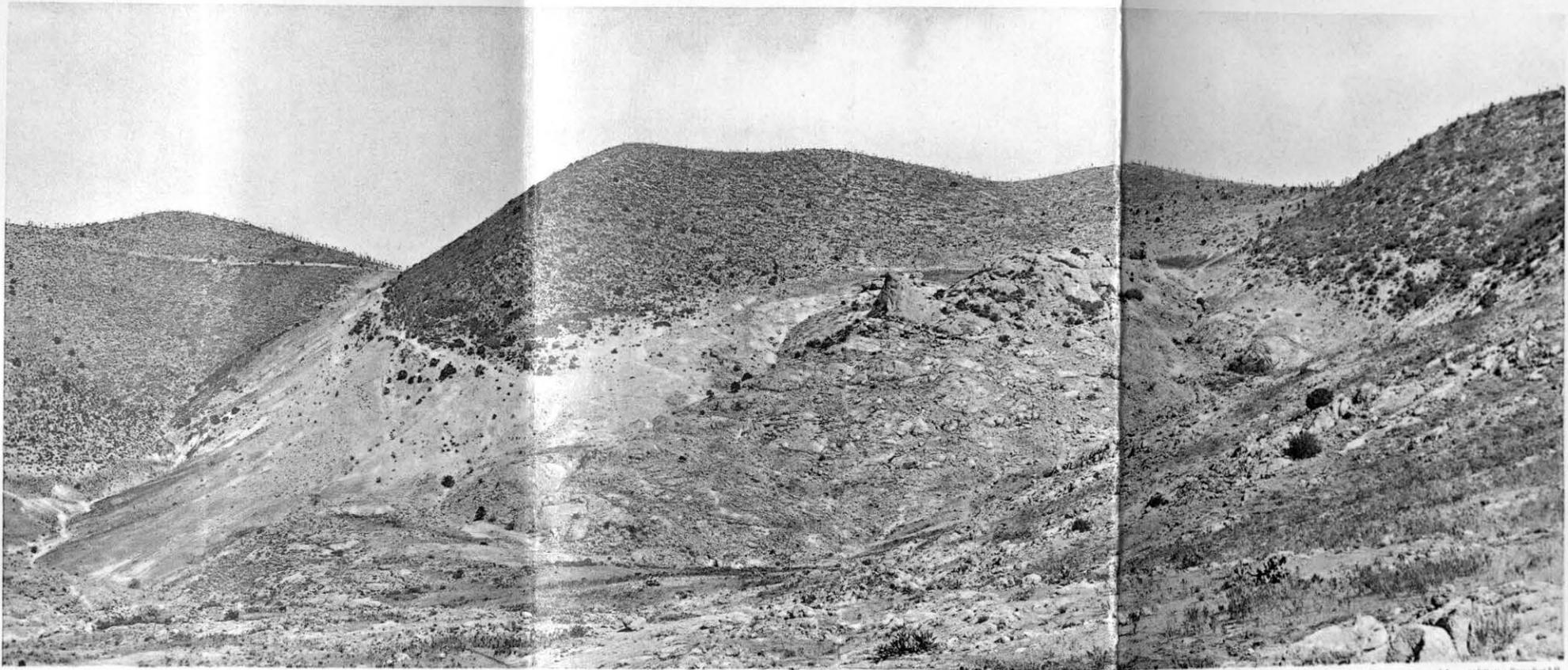


Werner A. Winter, Frankfurt 1948.

Masse éruptive de „Las Parroquias“
intercalée entre les couches jurassico-crétaciques.

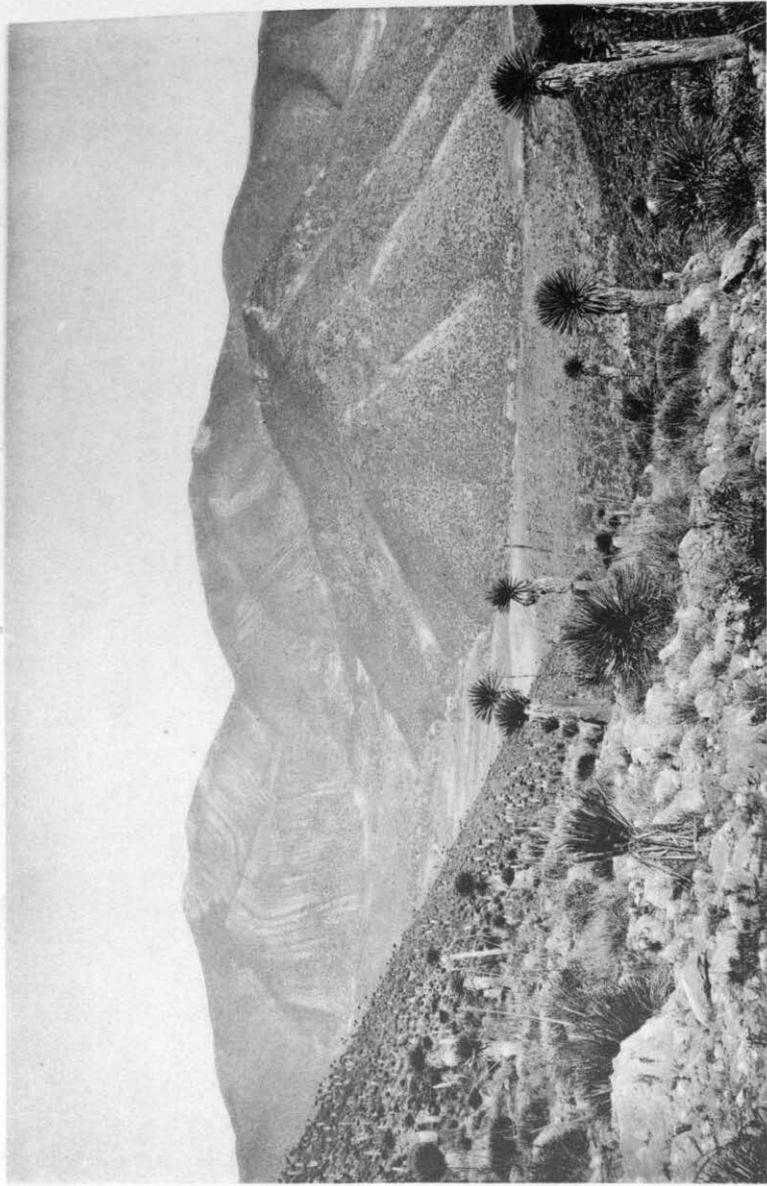


||||| Couches Kimeridiennes-portlandiennes. (Terminaison orientale de la masse éruptive de „Las Parroquias“.)
// Masse éruptive.
Les couches marquées avec x se correspondent et étaient primitivement en continuation.



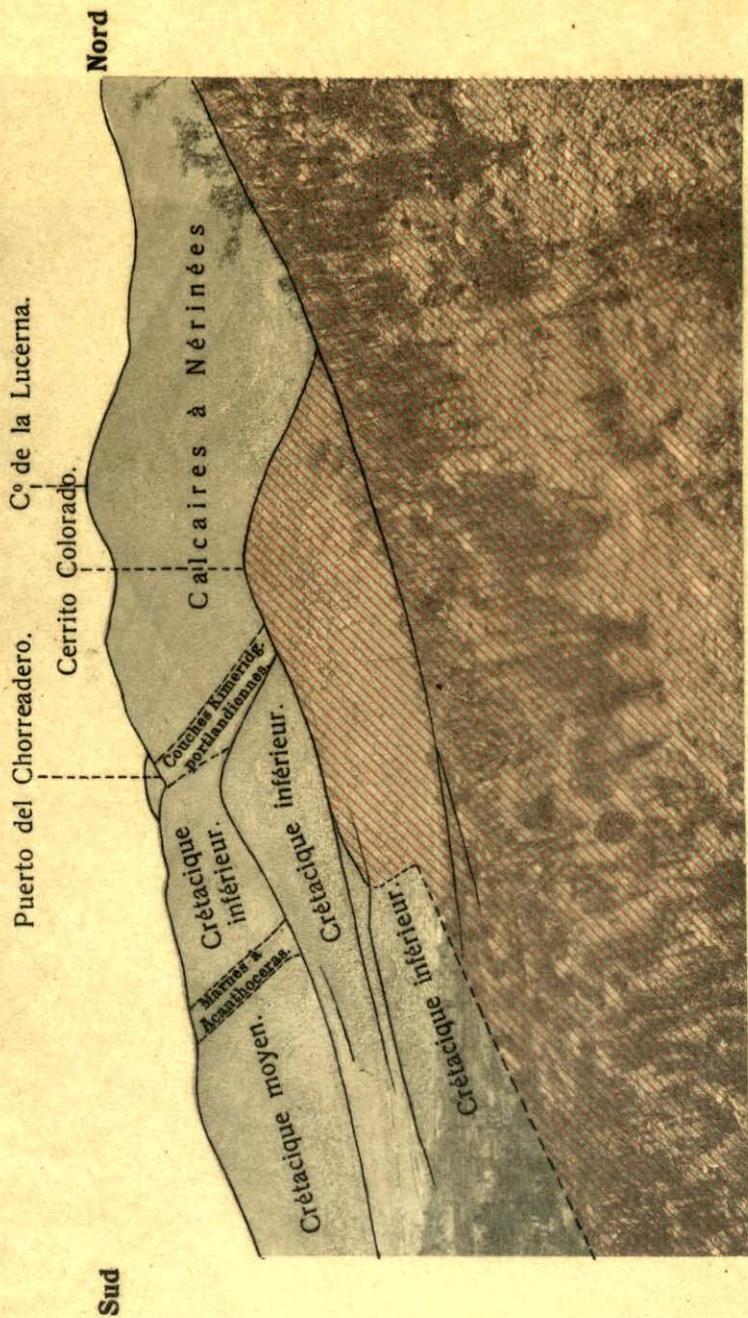
Werner & Winter, Frankfurt/M.

Déplacement des couches jurassico-crétaciques par la masse éruptive de „Las Parroquias“.
(Terminaison orientale de la masse éruptive de „Las Parroquias“.)



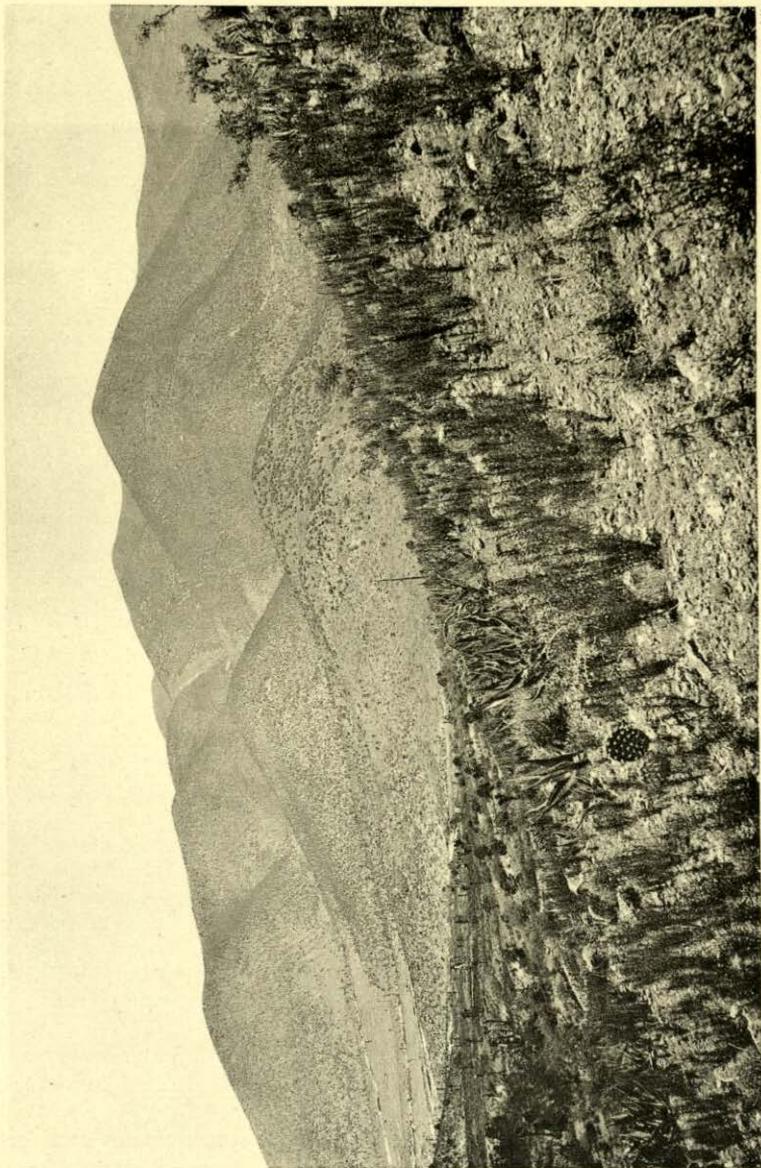
Werner & Winter - Francfort s/M.

Panorama de Santa Rosa.
Anticlinal de couches jurassiques et crétaciques interrompu par
la masse éruptive du Cerro Colorado.



Werner & Winter, Francfort 1914.

▨ Masse éruptive de Santa Rosa. Sierra de Santa Rosa.
Vue prise près de l'entrée du „Socavón de las Turquesas“.



Werner & Winter, Fracón 1/4.

Sierra de Santa Rosa.
Vue prise près de l'entrée du „Socavón de las Turquesas“.



Ménerai & Wilmot-Fraudeyria

Concordance entre la limite de la masse éruptive et la stratification des couches infra-crétaciques. (Socavón de las Turquesas, Santa Rosa.)



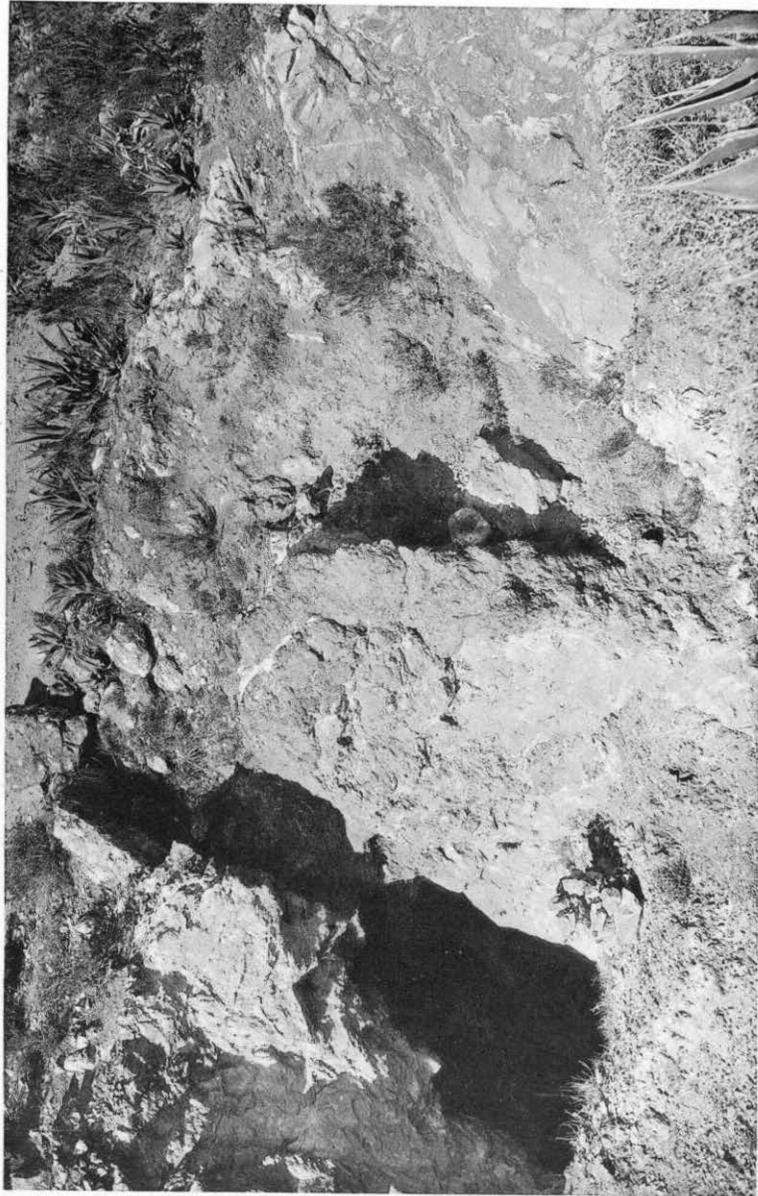
Werner & Winter, Francfort 1961.

Concordance entre la limite de la masse éruptive et la stratification des couches infracrétacées. (Socavón de las Turquesas, Santa Rosa.)



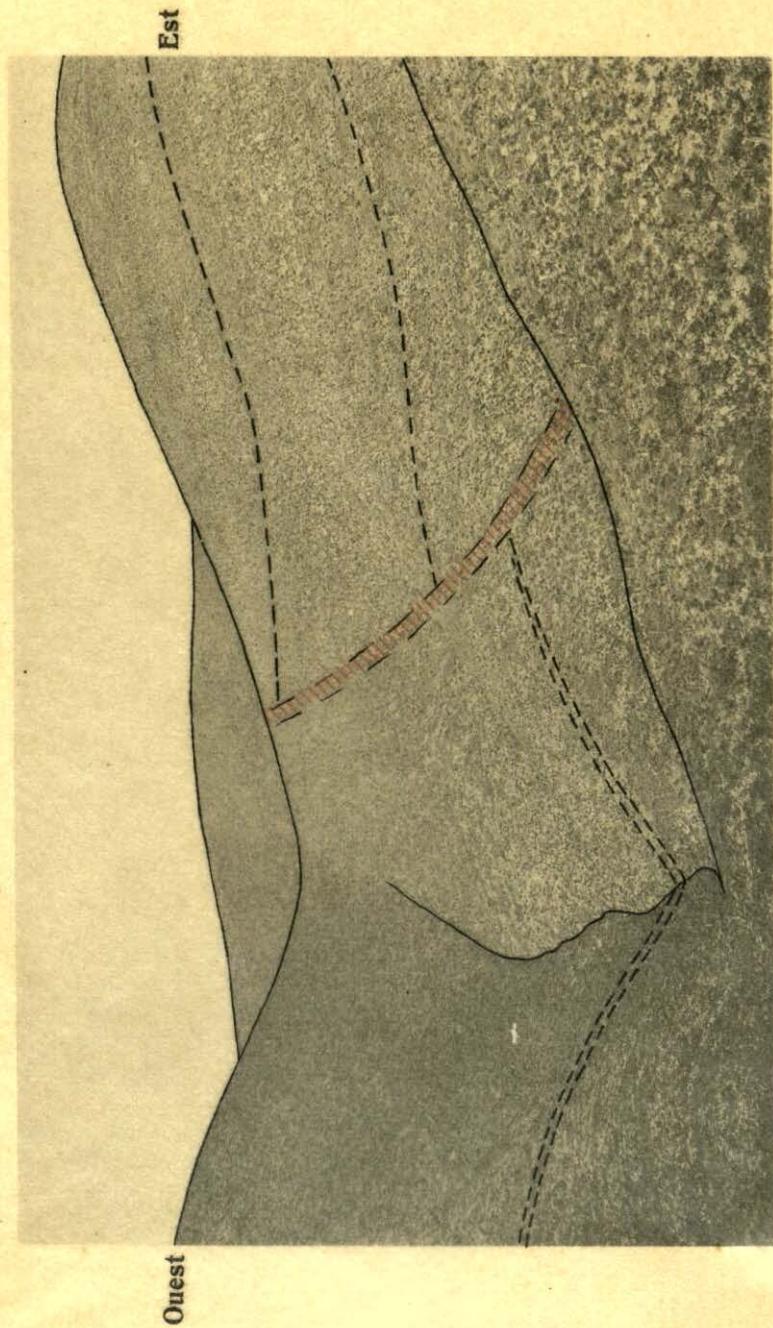
Werner & Wimmer, Frankfurt 1938

Zone minéralisée et métamorphosée au contact entre la masse éruptive et le calcaire à Nérinées. Mina de la Montaña (Santa Rosa).

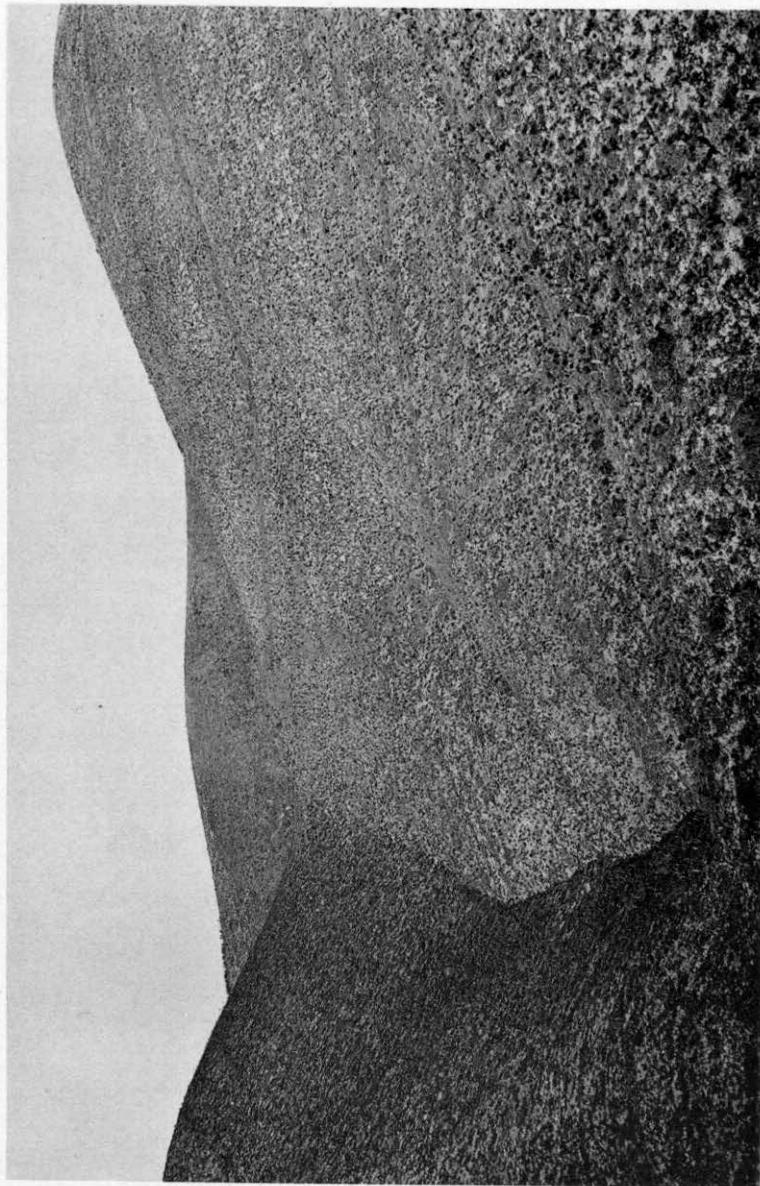


Wierner & Winter - Francfort 1961

Zone minéralisée et métamorphosée au contact entre la masse éruptive et le calcaire à Nérinées. Mina de la Montaña (Santa Rosa).

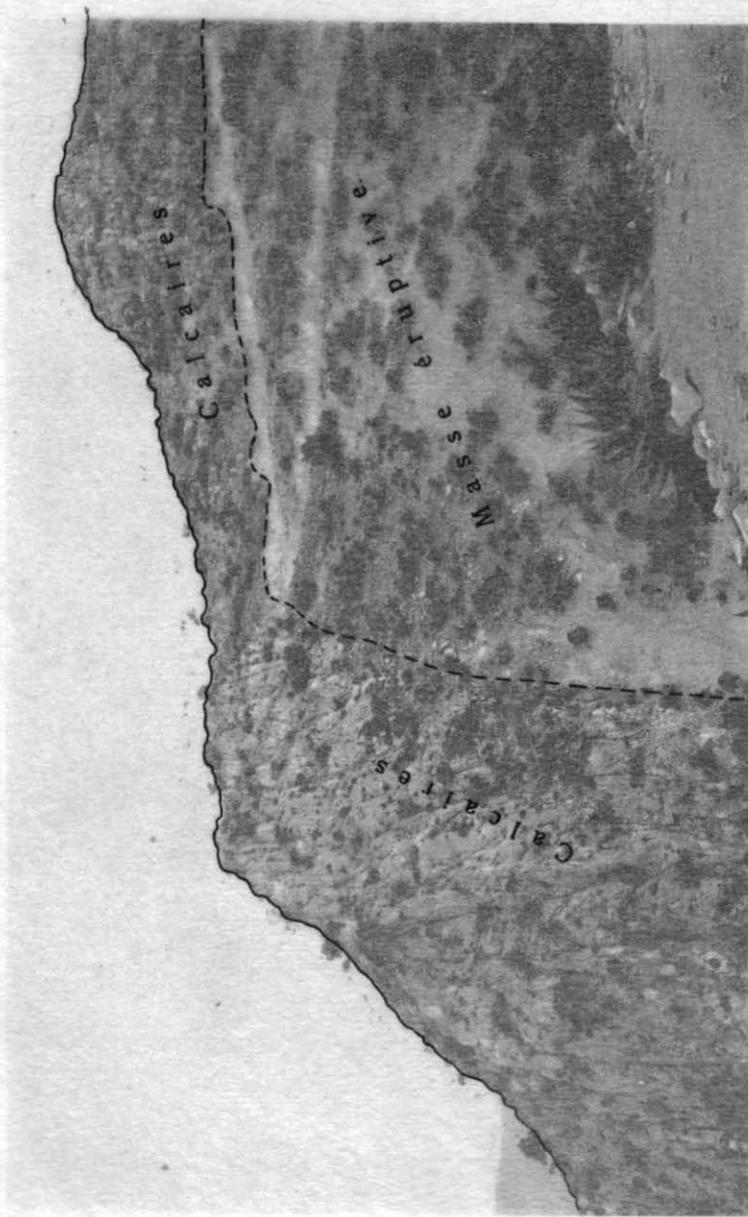


--- Marnes à Bivalves dans le calcaire à Nérinées.
Faille dans le calcaire à Nérinées. Cerro de San Matias.
Santa Rosa.
Faille.



Wiener & Winter, Frankfurt 1910.

Faillle dans le calcaire à Nérinées. Cerro de San Matias.
Santa Rosa.



Wences & Winer, Francisco '38

Recouvrement de la masse éruptive par les calcaires.
Au chemin de Mazapil entre Concepción del Oro et Aranzazú.



Werner & Winter, Francfort 1936.

Recouvrement de la masse éruptive par les calcaires.
Au chemin de Mazapil entre Concepción del Oro et Aranzazú.