

XXIX

(EXCURSION DU NORD).



EXCURSIONS

DANS LES

ENVIRONS DE MONTERREY ET SALTILLO

PAR

E. BÖSE.

EXCURSIONS
DANS LES ENVIRONS DE MONTERREY ET SALTILLO.

Par M. E. Böse.

Notre visite dans les environs de Monterrey et de Saltillo se fera en deux excursions : la première nous conduira de Monterrey à la Station d'Arizpe sur le Chemin de fer Central et l'autre à Saltillo. La première excursion nous donnera une idée de la tectonique générale, et l'autre nous fera connaître la structure des plis qui composent ces montagnes. Je dois mentionner, que la ligne du chemin de fer à Arizpe n'a pas été étudiée par moi, mais par M. le Dr. S. Scalia qui s'est séparé de l'Institut Géologique de Mexico avant d'avoir pu terminer son étude. J'accompagnai ce géologue dans une de ses excursions à Arizpe, et je fis en outre une excursion à la Grotte de García et visitai Topo Chico. Scalia¹ a publié dernièrement une courte notice sur les environs de Monterrey, mais sans donner aucun profil. C'est pourquoi, dans cette description, je ne puis donner que des idées générales ; en revanche pour le trajet Monterrey-Saltillo, il me sera possible de fournir des données plus exactes.

¹ Scalia, Sopra alcune singolari formazioni montuose del Messico.—Atti Acc. Gioenia di sc. nat. in Catania, ser 4.^a vol. 19, 1906.

CONDITIONS GÉOLOGIQUES DE LA RÉGION.

Avant d'entrer dans la discussion de la tectonique, nous devons d'abord nous occuper un peu de la stratigraphie de la région. A l'exception des alluvions récents qui remplissent en partie les grandes vallées, le terrain se compose de couches crétacées, depuis le Vraconnien (Division de Fredericksburg, Caprina-limestone), vers le haut. Les couches, qui renferment le plus de fossiles, appartiennent au Sénonien.

La base des couches est formée d'un calcaire de couleur gris-claire, qui varie jusqu'au gris sombre, généralement rempli de restes de *Caprinula*. Scalia¹ a observé ces couches dans la Sierra de la Paila, et j'ai pu rencontrer un endroit assez riche dans la grotte de García, la seule place où les fossiles se séparent facilement de la roche. Je n'ai pas encore pu étudier d'une manière détaillée la faune, et c'est pourquoi je m'abstiens de citer des espèces. Les mêmes calcaires se retrouvent dans la Sierra de la Mitra et dans la petite coupole de Topo Chico. En outre, ils composent la haute montagne qui se trouve au Sud-Ouest du chemin de fer de Monterrey à Saltillo.

Nous ne pouvons dire que ce calcaire représente seulement le Vraconnien, au contraire il comprend assurément, en différents endroits en outre des horizons plus modernes, principalement le Cénomaniens. Les parties supérieures sont fréquemment stériles. Au pied de la Sierra de la Mitra, j'ai trouvé au-dessus des calcaires avec *Caprinula* un calcaire noir en bancs minces. Scalia² a trouvé dans la Sierra de la Paila sur les calcaires

1 Scalia, loc. cit. p. 7.

2 Scalia, loc. cit. p. 7.

avec *Caprinula*, un calcaire noir en bancs minces avec des fossiles relativement nombreux, qui indiquent un âge cénomanien. *Scalia* a rapporté ces calcaires, provisoirement au Cénomanien inférieur; le Dr. Burckhardt et moi nous avons commencé l'étude de cette faune et nous espérons être bientôt à même de publier nos résultats en même temps que ceux que nous avons obtenu par l'étude des couches du même âge de Camacho, Mazapil, Concepción del Oro et Catorce.

En général, sur les calcaires noirs en bancs de peu d'épaisseur, on rencontre d'énormes masses de schistes calcaires et argileux sans fossiles ou avec des coupes d'*Inoceramus*. L'âge de ces schistes n'a pas pu être déterminé à cause du manque de fossiles déterminables; mais par leur position, ils correspondent certainement au Turonien.

Les schistes passent lentement à des schistes calcaires et argileux avec intercalations de grés calcaires et de calcaires. Ces schistes renferment toujours des fossiles, quoique parfois en quantité peu considérable. Les bancs de calcaire se composent fréquemment d'*Ostrea glabra* M. et H., var. *Wyomingensis*, Meek et de *Actaeonella* sp. On trouve en outre dans les schistes presque toujours l'*Exogyra costata*, Say. Ces fossiles se rencontrent en de nombreux endroits entre Soledad et Mariposa sur le Chemin de fer National (trajet de Monterrey à Saltillo). *Scalia*¹ a rencontré les mêmes à Paredón et Arista.²

A Paredón, *Scalia* a remarqué trois bancs différents.

1 *Scalia*, loc. cit. p. 7.

2 *Scalia* cite aussi les couches avec *Exogyra*, etc., d'Arizpe, ce qui doit être une erreur de mémoire de sa part, car on ne trouve à Arizpe que l'*Ostrea glabra* typus, quelques gastropodes indéterminables du même type que les fossiles des lits de Laramie, et un seul céphalopode, très mal conservé. Ces couches appartiennent, comme nous le verrons, à un horizon plus élevé, le Sénénien supérieur.

D'après ses collections, la couche inférieure ne contient que l'*Exogyra costata*, Say, et l'*Ostrea glabra* var. *Wyomingensis*. Le banc suivant renferme principalement l'*Ostrea incurva*, Nilss. et dans le banc supérieur existe l'*Ostrea incurva* et très-fréquemment *Anomia micronema*. *Scalia* rencontra en outre dans cet endroit un céphalopode qui, très probablement appartient à *Sphenodiscus*, mais que *Scalia* cite comme *Tissotia*. Peut-être s'agit-il du *Sphenodiscus lenticularis*: mais il est impossible d'en donner une détermination exacte à cause du mauvais état de conservation de ce fossile. Le banc inférieur de ces couches appartient probablement au Sénonien inférieur, l'*Exogyra costata* étant, dans cette région, une espèce très-fréquente dans cet horizon. Les deux autres bancs représentent peut-être déjà le Sénonien supérieur. *Scalia*¹ croyait qu'il s'agissait du Cénomancien-Turonien, ce qui est assurément une erreur.

A Arizpe,² *Scalia* découvrit une localité renfermant de très nombreux échantillons d'*Ostrea glabra* M. et H. Cette forme du Laramie se rencontre déjà dans le Sénonien inférieur dans la variété *Wyomingensis*. A Cárdenas, S. L. P. nous avons encore rencontré un seul échantillon qui ne se distingue en rien du type ordinaire. A Arizpe, nous avons trouvé toutes les variétés possibles, depuis les coquilles les plus allongées jusqu'à celles qui sont relativement très larges. La prédominance de l'*Ostrea glabra* rend probable que les couches appartiennent au Laramie; mais ces couches, bien qu'elles soient des dépôts littoraux, ne se sont pas formées dans des lagunes fermées, mais bien sur le bord ouvert de la mer: ce qui est

¹ *Scalia*, loc. cit. p. 8.

² Il ne faut pas confondre la localité d'Arizpe avec celle de Ramos Arizpe, où j'ai également découvert le Sénonien supérieur. Cette dernière localité se trouve près de Saltillo sur la ligne du chemin de fer National.

prouvé par la présence d'un céphalopode et de quelques *Turritella*. Nous verrons plus loin que des couches semblables existent aussi dans les environs de Ramos Arizpe.

Nous avons vu que sur la ligne du chemin de fer entre Monterrey et Saltillo, prédominent en bas les marnes et les schistes au-dessus desquels augmente le nombre des schistes. Ces couches plissées en nombreux anticlinaux et synclinaux, montent jusqu'au plateau de Ramos Arizpe, où l'on trouve, à la base du Cerro Alto, des schistes et des marnes avec *Exogyra costata*. Peu à peu, ces couches passent à une série de marnes et de schistes avec de nombreux bancs de calcaire et de grès calcaire. Ce dernier contient au Sud de Ramos Arizpe une faune assez riche en individus, mais appartenant à peu d'espèces. J'y ai rencontré:¹

Anomia mexicana, Böse.

Inoceramus Cripsi, Mant.

Ostrea Saltillensis, Böse.

Volutoderma Arizpensis, Böse.

Sphenodiscus lenticularis, Owen.

Au-dessus de ces couches fossilifères qui, si l'on en juge par la présence du *Sphenodiscus lenticularis*, appartiendraient au Sénonien supérieur, on rencontre un grès formant des bancs épais mais renfermant très peu de fossiles indéterminables. Entre Ramos Arizpe et Los Bosques on trouve, intercalées dans les grès, des marnes avec de nombreux échantillons d'une espèce nouvelle très caractéristique, à laquelle j'ai donné le nom d'*Ostrea Arizpensis*.

¹ Les espèces nouvelles citées dans cet article, seront décrites dans mon travail : *Sobre algunas faunas del Cretáceo superior de Coahuila*. Boletín del Instituto Geológico de México, núm. 26.

A l'Ouest de Los Bosques, on rencontre encore la même espèce, mais cette fois ensemble avec des *Inoceramus Cripsi*, qui se présentent en échantillons très grands, et aussi de très nombreux gastropodes (*Turritella*, etc.), que l'on ne peut déterminer d'une manière spécifique. Un peu au-dessus et au-dessous de cette couche on rencontre, dans le même endroit des marnes remplies d'*Ostrea glabra typus*. L'*Ostrea Arizpensis* existe aussi à l'Ouest de Ramos Arizpe, dans les collines au pied du Cerro Colorado.

Toute cette faune appartient sans doute au Sénonien supérieur, comme le prouve la prédominance de l'*Ostrea glabra typus* et la découverte du *Sphénodiscus lenticularis*; en outre il y a aussi des *Ostrea Saltillensis* et *O. Arizpensis* dans les couches du Sénonien supérieur de Las Esperanzas et de Múzquez, immédiatement au-dessous des couches de Laramie.

Aux environs de Ramos Arizpe, ce Sénonien supérieur est recouvert d'une masse énorme de schistes verts et rouges avec d'épais bancs de grès. Dans cette série, je n'ai rencontré aucun fossile; mais comme ces endroits sont éloignés des localités qui pourront être visitées au cours de l'excursion du Congrès Géologique, je ne les ai pas étudié en détail, à cause du manque de temps.

En résumant ce que nous avons dit des conditions stratigraphiques de la région de Monterrey et Saltillo, nous obtenons le résultat suivant:

De haut en bas, on trouve la série suivante:

Des schistes rouges et verts avec des grès sans fossiles	}	(Laramie supérieure?)
Des grès avec intercalations de schistes contenant: <i>Ostrea glabra</i> , <i>O. Arizpensis</i> , <i>Inoceramus Cripsi</i> .		
Des schistes argileux et marneux avec des bancs de calcaire et de grès contenant des <i>Sphenodiscus lenticularis</i> , <i>Ostrea Saltillensis</i> , <i>Inoceramus Cripsi</i> (<i>Anomia micronema</i> , <i>Ostrea incurva</i>).	}	Sénonien supérieur
Des grès et des calcaires avec intercalations de schistes contenant: <i>Ostrea glabra</i> , var. <i>Wyomingensis</i> , <i>Actaeonella</i> sp.		
Des marnes et des schistes avec <i>Exogyra costata</i> .	}	Sénonien inférieur.
Des schistes et des marnes sans fossiles.		
Des calcaires noirs avec <i>Turrilites</i> . (La Paila)		Turonien?
Des calcaires gris avec <i>Caprinula</i> .		Vraconnien.

Nous allons maintenant décrire à grands traits la tectonique de la région. Scalia, dans l'article que nous avons cité au commencement, à déjà indiqué la forme singulière des anticlinaux, mais il n'a pas pris en considération que les synclinaux sont aussi fermés et que les anticlinaux sont apparemment arrangées en séries. Nous verrons plus loin que ces circonstances sont d'une certaine importance pour l'explication du phénomène. En premier lieu, nous nous occuperons de la description de la forme des anticlinaux et des synclinaux.

Presque tous les plissements des environs de Monterrey sont fermés, c'est-à-dire périclinaux, ce qui signifie que les anticlinaux forment des coupoles dans lesquelles la direction des couches varie presque continuellement, tandis que les synclinaux forment des bassins géologiques fermés. Nous avons déjà rencontré des formes semblables près de Parras. Ici, nous avons cette différence qu'un axe de l'ellipse de la base n'est pas beaucoup plus grand que l'autre, de sorte que, fréquemment les coupoles se

rapprochent de segments de sphères. Cependant, dans tous les cas que j'ai pu étudier, il s'agit de coupoles à base elliptique, et c'est à quoi correspond la forme des synclinaux. Nous verrons, depuis le chemin de fer, la sierrita de Anhelo, dont la base ressemble presque à un cercle, mais je n'ai pu étudier cette montagne et, en raison du manque de cartes de cette région, l'étude en serait très difficile. Cependant, même s'il s'agissait d'une forme vraiment circulaire, cela n'aurait pas la moindre importance, car on connaît déjà des formes semblables, par exemple dans la Basilicata en Italie, qui sont assurément le résultat d'un double plissement.

Près de Monterrey, nous avons un exemple précieux d'anticlinal périclinal dans la Sierra de la Mitra. La plus grande masse de cette montagne se compose de calcaires avec *Caprinula*, et ce n'est que sur la pente du Nord-Est que l'on rencontre les calcaires noirs et les schistes qui représentent probablement le Cénomaniens et le Turo-nien. Quand on étudie la montagne avec plus d'attention, on voit qu'il ne s'agit pas d'un simple anticlinal périclinal, mais qu'il existe dans les flancs des plissements secondaires. Alors que la masse principale se compose de calcaires avec *Caprinula*, nous trouvons au N.E. et au S.E., sur ces couches, des calcaires noirs et des schistes calcaires. Ces derniers forment vers le N.E., d'abord un synclinal et un peu plus loin un anticlinal à la base de la montagne.

Nous verrons un autre anticlinal près de García. Cette montagne, située au N.E. du village, est coupée par un profond ravin qui s'étend jusqu'au centre de la masse. Celle-ci, sur tous les points où j'ai pu l'étudier, se compose de calcaires avec *Caprinula*, dont les bancs montrent le plongement périclinal.

Sur le trajet entre Monterrey et Saltillo, le chemin de fer coupe un grand nombre d'anticlinaux et de synclinaux, dont la tectonique est semblable à celle que nous venons de décrire. Dans tous les cas, un axe de l'ellipse de la base est plus long que l'autre et la construction des synclinaux correspond à celle des anticlinaux.

Nous observons en outre autre chose : les plis sont arrangés en séries, de telle manière que dans chacune de ces séries, les anticlinaux forment une espèce de file de coupoles séparées par des bassins. Ces files suivent plus ou moins la direction E.—W. ou S.E.—N.W. La direction principale des plis est N. 70° W. jusqu'à E.—W., et parfois N. 45 W.

Scalia¹ a essayé d'expliquer cette tectonique singulière par l'hypothèse que tous les anticlinaux seraient des laccolithes. Mais Scalia ne donne aucune preuve à l'appui de cette hypothèse et ne peut en donner aucune, car il n'en existe pas dans la région qu'il a visitée. Pour ma part, j'avais déjà tenu compte de cette idée sur le terrain, et je m'efforçai de trouver des ravins qui coupassent profondément les anticlinaux. Mais nulle part je n'ai pu rencontrer le moindre vestige de roches éruptives, et il serait presque impossible, dans le cas où il s'agirait de laccolithes, que l'on ne rencontrât pas, quelque part, des traces de la roche intrusive. Il n'existe pas non plus de roches éruptives dans les éboulis. Scalia cite comme exemple d'une laccolithe près de cette région, une découverte que j'ai faite. Il dit que j'ai rencontré près de Colton une laccolithe avec une large zone de contact. Je regrette que Scalia cite cet exemple, car il doit m'avoir mal compris. En premier lieu, Colton est à une distance d'au

¹ Scalia, loc. cit. pag. 10 et suivantes.

moins 350 kilomètres de la région mentionnée. Par conséquent on ne peut absolument se servir de l'existence d'une laccolithe près de Colton comme d'une circonstance rendant probable l'existence de laccolithes près de Monterey. En second lieu, je n'ai jamais soutenu que la masse éruptive de Colton fût une laccolithe: je me suis contenté d'indiquer à mes collègues que, peut-être, pourrait-ce être une laccolithe. Il m'a été impossible d'arriver à des résultats certains parce que je n'ai pu voir qu'une petite partie de l'Ouest de la masse éruptive de Colton (La Tinaja); je l'ai visitée deux fois et chaque fois durant un jour seulement, et je n'oserais exposer une idée sur un massif éruptif aussi énorme que celui de Colton sans l'avoir étudié en détail. Je regrette beaucoup que Scalia m'ait attribué une hypothèse, que je n'ai jamais avancée.

Toujours est-il que dans le terrain nous ne trouvons pas le moindre appui pour l'hypothèse d'un soulèvement par roches éruptives; au contraire, la disposition des plis en files parle clairement contre les idées de Scalia. Il est vrai que le défaut complet d'une carte de cette région fait qu'il est difficile d'observer l'arrangement des éléments tectoniques mais ce que j'ai vu depuis les montagnes les plus élevées, m'a donné la conviction que les anticlinaux sont arrangés en lignes. En outre, nous avons vu que le plus grand axe suit toujours, plus ou moins, la direction de E. à W. L'union de ces deux caractères me fait considérer comme impossible qu'il s'agisse ici de laccolithes distribuées de manière irrégulière. Je n'ai jamais voulu émettre une hypothèse pour l'explication du phénomène des plissements périclinaux, parce que la région est trop peu connue. Mais la publication de Scalia m'oblige à démontrer qu'on peut aussi en trouver une autre explication. Cette explication, Scalia

aurait pu la découvrir dans son propre pays, car dans le Sud de l'Italie, dans la Basilicata, il existe des conditions très semblables qui ont été décrites par G. de Lorenzo.¹ Là, il s'agit aussi de coupoles parfaitement périclinales, dans le Triassique de la région et De Lorenzo a démontré que ces coupoles n'ont aucun rapport avec un soulèvement de roches ignées, sinon qu'au contraire, les roches éruptives se trouvent toujours dans les bassins. De Lorenzo a démontré également que les coupoles s'étaient formées à la suite d'un double plissement, c'est-à-dire qu'il se formèrent d'abord des plis normaux et qu'ensuite pendant un soulèvement plus récent, il se produisit une pression latérale presque perpendiculaire à l'extension des axes des plis, d'où il résulta que les plis se replièrent de nouveau de sorte qu'ils en arrivèrent à former des coupoles périclinales.

Tel peut être aussi le cas dans les environs de Monterrey, et alors les plis dont l'axe est E.-W. ou bien S.E.-N.W. seraient plus anciens que le plissement avec axe dirigé N.-S. Un double mouvement orogénique semblable expliquerait la disposition des anticlinaux, ce que ne fait pas l'hypothèse du soulèvement par laccolithes. Notre hypothèse expliquerait aussi la formation des plis fermés que nous observons dans la région de Parras. Mais, je le répète, je ne soutiens pas l'idée émise comme une théorie, car il me manque encore beaucoup de données nécessaires. J'ai simplement voulu démontrer que l'hypothèse de Scalia, qui laisse tant de choses inexpliquées, n'est pas la seule possible; et aussi que Scalia se trompe quand il dit² que de ses observations

1 De Lorenzo.—Le montagne Mesozoiche di Lagonegro.—Atti R. Acc. d. Sc. fis. e gmat. di Napoli. Vol. VI, ser. 2, Napoli, 1894.

2 Scalia, loc. cit. pag. 10.

géotectoniques "résulte" que le soulèvement de nos montagnes est dû à la pression de roches éruptives.

En réalité, pour le moment, nous ne pouvons rien faire de plus que de démontrer la tectonique singulière de cette région, sans pouvoir en donner une explication satisfaisante, parce qu'il nous manquent presque toutes les données nécessaires. C'est pourquoi toute hypothèse, que l'on présenterait actuellement pour expliquer la formation des anticlinaux périclinaux et des synclinaux avec structure correspondante, ne pourrait qu'être prématurée, parce qu'elle ne s'appuyerait pas sur une base nécessaire d'observations.

EXCURSION DE MONTERREY Á ARIZPE.

Le train nous prend le matin à Monterrey et nous conduit dans la vallée située entre la Sierra de la Mitra au Sud Ouest et les Cerros de Topo Chico et García au Nord-Est. Nous avons déjà dit que cette vallée représente un synclinal, et, du train, nous verrons clairement comment les couches s'inclinent des deux côtés vers la dépression. Après avoir passé García, nous entrons déjà dans les schistes et les grès du Crétacé supérieur. Depuis cet endroit, le chemin de fer monte toujours en courbes étroites, par Icamole jusqu'à Paredón, où Scalia a trouvé des fossiles dans les marnes et les grès qui, d'après mes observations, appartiennent en partie au Sénonien inférieur et en partie au Sénonien supérieur. Entre Paredón et Amargos, nous apercevons, vers le Nord, la montagne d'Anhelo dont la forme a été représentée par Scalia¹ dans un dessin un peu schématique.

¹ Scalia, loc. cit. p. 4.

Nous voyons en outre, sans sortir du train, de nombreuses coupoles de structure périclinale. Les couches du Sénonien continuent également depuis Paredón en montant. Le chemin de fer décrit de nombreuses courbes pour monter jusqu'à la plaine sur laquelle s'élève la Sierra de la Paila.

Notre excursion s'arrête à la station d'Arizpe à 110 km. de Monterrey.

Aux environs de cette station s'élèvent de petites collines composées de marnes et de grès qui renferment un grand nombre d'*Ostrea glabra* du type que l'on rencontre dans les couches de Laramie. J'ai trouvé en outre quelques gastropodes mal conservés, et Scalia y a découvert un échantillon de céphalopode qui appartient sans doute à *Sphenodiscus* ou à quelque genre semblable. L'*Ostrea glabra* s'y rencontre en nombreux bancs et fréquemment ce fossile est parfaitement conservé; on peut y recueillir presque toutes les variétés de cette espèce qui ont déjà été décrites.

Le matin encore, le train nous ramène à Monterrey où nous arrivons vers midi.

EXCURSION DE MONTERREY À SALTILLO.

Le train nous emmène de Monterrey, cette fois dans la direction de l'Ouest, mais ensuite il suit le côté S.W. de la Sierra de la Mitra. Au S.W. du chemin de fer se dresse la masse énorme de la Sierra Madre Oriental, formant une crête fantastique composée de calcaires avec *Caprinula*. Ces calcaires composent la masse principale de cette montagne jusque près de Santa María; plus loin nous verrons qu'elle est séparée des montagnes que nous traversons avec le train, par une faille ayant une direction

E.W. Le calcaire forme un anticlinal à flancs très escarpés. Près de Villa García commencent à se montrer sur la ligne du chemin de fer, des schistes avec intercalations de grès et de calcaires, qui appartiennent déjà au Crétacé supérieur.

Au S.W. s'élève un anticlinal, tandis que la voie traverse presque l'axe d'un synclinal. Entre Santa Catarina et García, la voie ferrée va presque du S.E. au N.W., mais à partir de ce dernier endroit, elle tourne vers le S.W. et croise ainsi perpendiculairement l'axe principal des plis.

Nous traversons d'abord une plaine assez large; après avoir dépassé la station de Soledad les montagnes commencent à se rapprocher et nous pouvons observer que sur les deux côtés du chemin de fer, entre les kils 976 et 975¹ les couches forment un anticlinal assez important. La direction principale de ces couches est N. 60° W. Entre les kils. 975 et 974, nous traversons d'abord un synclinal assez large, mais bientôt les couches s'élèvent énergiquement pour former un anticlinal dont l'axe se trouve presque en face du km. 974. Puis vient un synclinal plus large, dont l'axe se trouve presque en face du km. 973. Les couches changent un peu de direction E.-W. et au km. 972, elles recommencent à se soulever. Ici, toute la montagne se compose des schistes, des grès et des calcaires du Sénonien. En différents endroits, on rencontre les couches avec *Ostrea glabra*, var. *Wyomingensis* y *Actaeonella* sp. Entre les km. 972 et 971, s'élève de nouveau un synclinal de forme très régulière, puis vient un large synclinal dont l'axe se trouve en face du km. 970. Ici le train entre déjà dans un défilé étroit, où les couches

1 Les kilomètres se comptent depuis Mexico.

sont parfaitement à découvert. Entre les kms. 970 et 968, s'élève un anticlinal dont la crête est située entre les kms. 968 et 967. En cet endroit, on rencontre partout les bancs avec *Ostrea* et *Actaeonella*. Au km. 967, se trouve l'axe d'un synclinal, mais aussitôt les couches se relèvent et au km. 966 on aperçoit sous les grès des marnes grises, qui contiennent dans un endroit *Exogyra costata* assez bien conservée. Entre les kms. 966 et 964, les couches forment de nouveau un anticlinal et là nous pénétrons dans le bassin de Rinconada. Devant nous se dresse la chaîne majestueuse de la Sierra Madre, composée ici de calcaires avec *Caprinula*. De loin nous pouvons déjà voir que les collines entre Rinconada et la Sierra que je viens de mentionner se composent de couches appartenant au Sénonien, et, en réalité, on trouve *Ostrea glabra* dans les grès et les schistes que traverse le chemin de Rinconada à Los Muertos. La Vallée de Rinconada est située dans un synclinal dont l'axe va presque directement de l'E. à l'W. Ici, la voie du chemin de fer décrit une vaste courbe pour atteindre la hauteur de Los Muertos, et suit d'abord, depuis le km. 967 jusqu'au km. 958, la vallée qui se trouve sur l'axe du synclinal. Depuis le train, nous pouvons observer parfaitement la constitution du terrain et nous voyons que les couches s'inclinent des deux côtés vers la partie profonde de la vallée. Après avoir franchi un petit tunnel, la voie traverse de nouveau les plis. Entre le km. 958 et la station de Mariposa, nous voyons un petit anticlinal dont l'axe se trouve au km. 957. Entre ce point et Mariposa, se présente encore un autre synclinal dont les flancs ne sont pas très inclinés. La voie traverse un défilé très étroit où l'on peut voir les couches plissées des deux côtés du chemin de fer. Puis vient de nouveau un anticlinal dont la crête se trou-

ve près du km. 956; les couches s'inclinent vers le Sud et forment un synclinal dont l'axe se trouve entre les kms. 956 et 955. Suit un autre anticlinal dont la partie la plus élevée s'observe entre les kms. 955 et 954. Entre ce point et Los Muertos on rencontre de nouveau un synclinal bien visible. Avant d'arriver à cette dernière station, le chemin de fer sort de l'étroit défilé dont j'ai parlé et pénètre dans un élargissement de la vallée. Devant nous se dressent les calcaires à *Caprinula* de la Sierra Madre, en masses grandioses. Suivant les études que j'ai faites dans la vallée par où passe le chemin de Los Muertos à Rinconada, il existe là, au pied des calcaires, une fracture qui a fait descendre le bloc septentrional. Celui-ci se compose de couches du Sénonien.

Les calcaires de la Sierra Madre forment un anticlinal dont le flanc septentrional paraît brisé, le résultat est que le versant Nord de la Sierra Madre forme d'énormes escarpements. Depuis le chemin de fer on voit moins bien la tectonique que depuis le chemin dont je viens de parler.

Depuis Los Muertos, la voie suit une assez large vallée. Vers le Sud se dresse la Sierra Madre, et vers le Nord il y a des collines composées des couches du Sénonien. Cette vallée nous conduit jusqu'à Santa María; à partir de cette station, la dépression s'agrandit encore davantage, et les montagnes s'éloignent. Le chemin de fer traverse une plaine et nous conduit jusqu'à Ramos Arizpe.

Ici, nous descendons du train pour reconnaître le Crétacé supérieur en faciès marin. Un peu au Sud du village, s'élèvent quelques collines: une colline, de position centrale, près de la voie et du chemin qui va à Saltillo, se compose, sur son côté septentrional, de marnes et de schistes avec des bancs de calcaire et de grès. Cette col-

line s'appelle le Cerro de la Cruz. Nous trouvons ici plusieurs bancs contenant l'*Ostrea Saltillensis*, et, des échantillons rares de l'*Inoceramus Cripsi* la *Volutoderma Arizpensis*, l'*Anomia mexicana*, et le *Sphenodiscus lenticularis*. La cime du Cerro de la Cruz se compose d'un grès formant de gros bancs sans fossiles; le plongement des couches est vers le Sud.

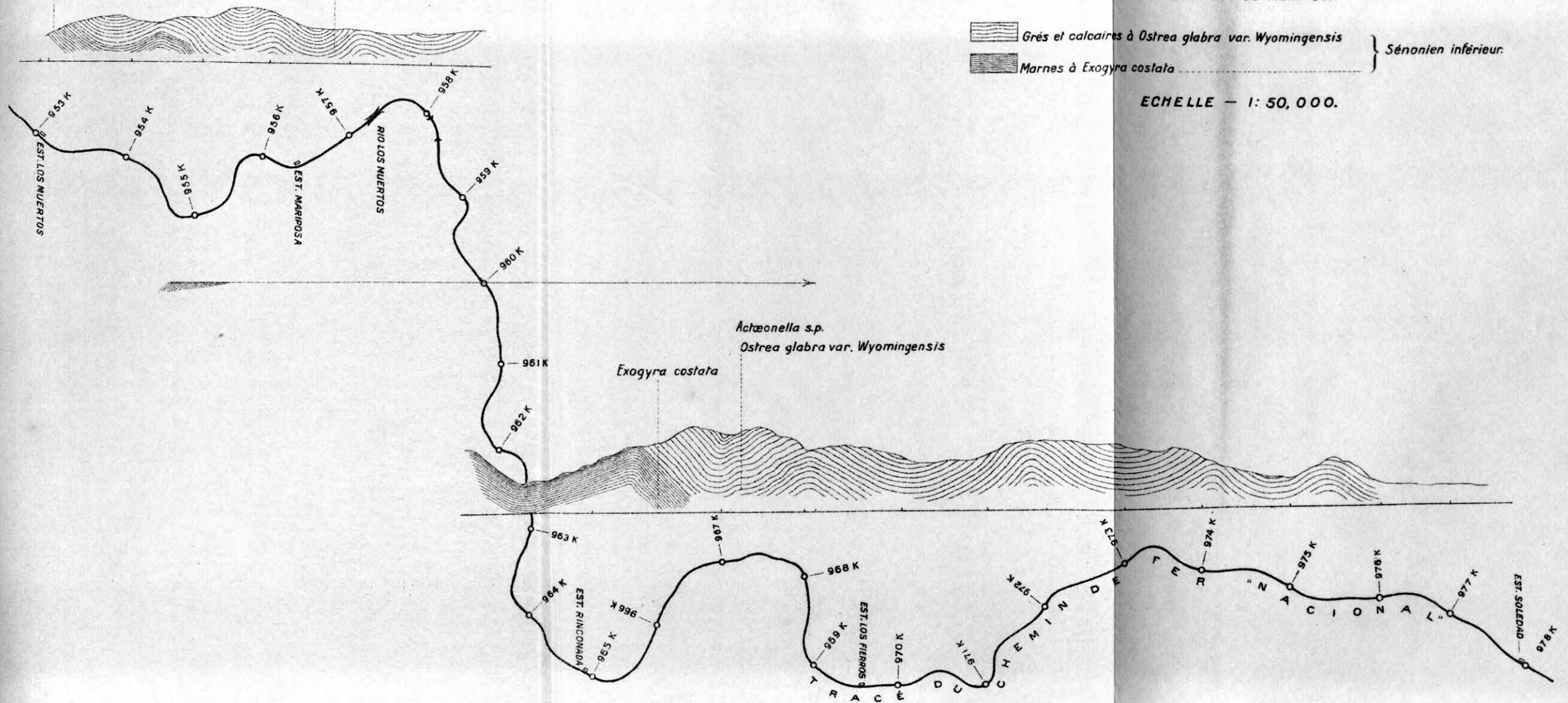
Nous pouvons seulement visiter cette colline, mais je dois ajouter que les montagnes vers l'Ouest sont beaucoup plus riches en fossiles, bien qu'en général la faune ne soit pas très abondante.

Nous suivons le chemin de fer dans la direction de Saltillo et nous observons constamment les grès en bancs épais avec intercalations de schistes. La voie suit une petite vallée coupée entre ces couches; vers la limite de la dépression, près de Los Bosques, nous rencontrons, sur le côté oriental, une couche marneuse remplie d'une *Ostrea* de forme assez bizarre. C'est l'*Ostrea Arizpensis*. Cette même espèce se rencontre sur différents points des collines vers l'Ouest. Là existent également des couches renfermant l'*Ostrea glabra*: je n'avais rencontré aucune de ces couches près du chemin de fer. Ces couches avec *Ostrea Arizpensis* et *O. glabra* sont les assises fossilifères plus modernes que j'ai pu découvrir dans la région. Sur ces couches viennent des schistes et des grès de couleur verte ou rouge et que nous apercevons parfaitement depuis le chemin de fer, dans les montagnes qui se dressent vers l'Ouest.

Au dernier point fossilifère, nous reprenons le train qui nous conduit à travers une plaine couverte çà et là de petites collines composées de roches du Sénonien, jusqu'à ce que nous arrivons à la station de Saltillo.

Exogyra costata

Ostrea glabra var. *Wyomingensis*



PROFILS GÉOLOGIQUES LE LONG DU CHEMIN DE FER

ENTRE LA SOLEDAD ET LOS MUERTOS.

- Grés et calcaires à *Ostrea glabra* var. *Wyomingensis*
 - Marnes à *Exogyra costata*
- } Sénonien inférieur.

ECHELLE — 1: 50,000.

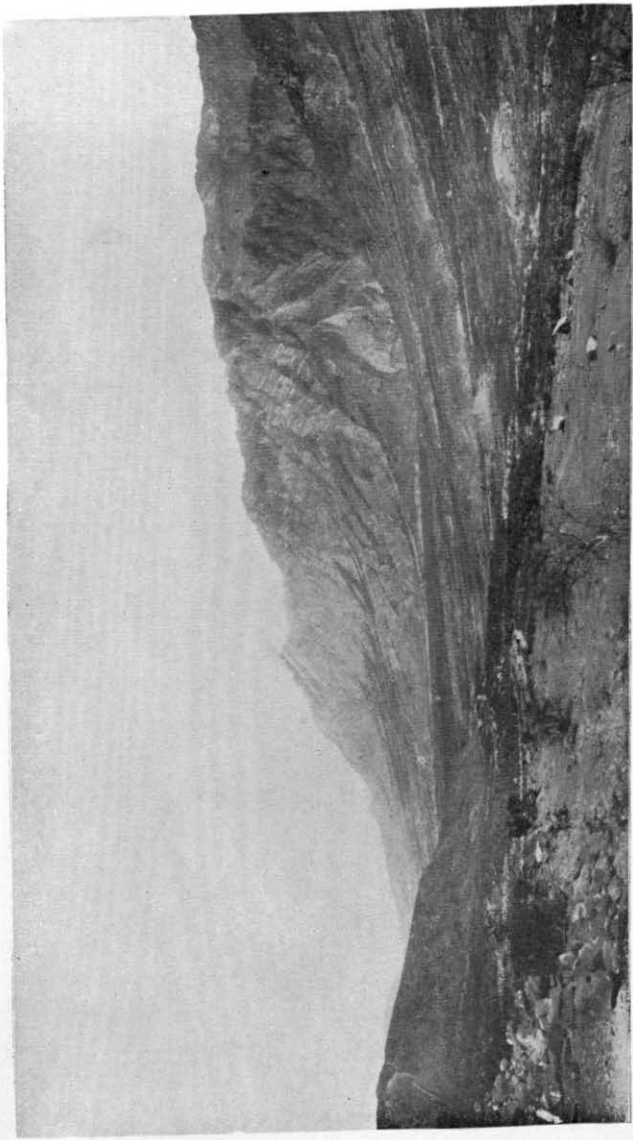


Fig. 1—La fracture entre le Sénonien et le Crétacé moyen. Vue de près Los Muertos. A droite on voit l'anticlinal brisé du Crétacé moyen, à gauche le Sénonien; la faille suit la dépression de la vallée.