

XXXI



EXCURSIONS

À

L'ISTHME DE TEHUANTEPEC

PAR

E. BÖSE.

EXCURSION A L'ISTHME DE TEHUANTEPEC.

PAR M. E. BÖSE.

DE MEXICO À L'ISTHME.

Nous partons par le chemin de fer "Mexicano;" à Córdoba, nous prenons la ligne du "Veracruz al Pacífico," qui nous mènera jusqu'à la Station de Santa Lucrecia; et, de là, nous voyagerons sur le chemin de fer d'"el Istmo."

La constitution géologique de la région traversée par la première de ces lignes a été décrite dans un numéro de ce Guide.

Sur le chemin de fer de "Veracruz al Pacífico." on voit peu de choses intéressantes au point de vue géologique, parce que la voie suit, d'abord, le pied de la Sierra Madre orientale et court ensuite, à travers les grandes plaines de la côte, qui ne présentent qu'en quelques points de petites élévations.

A Córdoba (altitude 823m.), nous entrons dans une plaine dont le sol est composé d'un conglomérat moderne de roches éruptives, recouvert d'une couche de terre de décomposition. C'est une zone agricole riche, et, du train, nous voyons des plantations de café, de canne à sucre et d'ananas. Les montagnes sont assez éloignées; mais, près

d'Amatlán, à 5 kil. de Córdoba,¹ et à une altitude de 751m., nous pénétrons dans la vallée du Río Blanco, à l'Est de laquelle se dressent les hauteurs d'Amatlán,—éperon de la Sierra Madre,—tandis que, à l'Ouest, s'élève la chaîne principale. Nous ne voyons que des calcaires en gros bancs, qui contiennent souvent des restes de Rudistes et appartiennent à la division d'Escamela (Crétacé moyen). Dans la Sierra, il y a des fractures considérables, et la vallée du Río Blanco suit, probablement, une ligne de dislocation. Les hauteurs dont nous venons de parler vont finir près de Suchil (kil. 24, alt. 451m.). Mais, plus loin encore, nous trouvons toujours, à droite et à gauche, des collines et des montagnes, composées des mêmes calcaires jusqu'à Motzorongo (kil. 42, alt. 261 mètres). Nous entrons, alors, dans de terrains d'alluvion; puis, près de Tezonapa (kil. 48, alt. 221 m.), et d'Acatlán (kil. 61, alt 132m.), nous retrouvons les calcaires crétacés et, plus loin, les marnes et les argiles tertiaires et quaternaires.

A Suchil, nous traversons le Río Blanco, qui s'unit au Río Limón, près de son embouchure dans la Lagune d'Alvarado. Tous les cours d'eau que nous traversons, ensuite sont tributaires du Río Papaloápam; et il est à remarquer que tous ces affluents se dirigent du N.W. au S.E., tandis que la rivière, elle-même, a, généralement, une direction S.S.W.-N.N.E.

Nous traversons le Papaloápam à la Station d'El Hule (kil. 145, alt 15), où nous descendons du train, pour reconnaître le Tertiaire de la région.

En sortant de la Station, nous entrons dans une plaine; puis, après avoir dépassé l'Hacienda d'El Hule, nous

¹ Nous compterons les kilom. à partir de Córdoba.

pénétrons dans un terrain accidenté, formé d'un conglomérat principalement composé de roches cristallines, qui proviennent du Valle Nacional. Nous nous dirigeons, enfin vers le Paso Real, sur le Papaloápam. Pendant la descente nous observons que les conglomérats recouvrent des sables gris, légèrement cimentés, qui forment aussi la rive droite de la rivière. On a trouvé, ici, des fossiles, nombreux et bien conservés, du Pliocène, appartenant aux espèces suivantes :

- Pecten* (*Chlamys*) *santarosanus*, Böse.
 „ (*Euvola*) *Bowdenensis*, Dall.
Venus *Ebergenyii*, Böse.
Laevicardium *sublineatum*, Conr.
Calliostoma cfr. *limulum*, Dall.
Solarium *Villarelloii*, Böse.
Turritella *Aguilerae*, Böse.
Turritella *Tuxtepecensis*, Böse.
Anguinella *virginica*, Conr.
Xenophora cfr. *conchyliophora*, Born.
Natica *canrena*, Linné.
 „ (*Polynices*) *perspectiva*, Rogers.
Strombus *pugilis*, Linné.
Sconsia *sublaevigata*, Guppy.
Pyrula *papyratia*, Say.
Phos *mexicanus*, Böse.
Cominella *plicatilis*, Böse.
Melongena (*Solenostira*) *Mengeana*, Dall.
Marginella *Willcoxiana*, Dall.
 „ *cineracea*, Dall.
 „ *Dalli*, Böse.
 „ *cordiformis*, Böse.
 „ *latior*, Böse.

Oliva litterata, Lam.

Pleurotoma (Drillia) alesidota, Dall var. *magna*.
Böse.

„ „ *inaudita*, Böse.

Conus Agassizi, Dall var. *multiliratus*, Böse.

„ *cf. verrucosus*,

„ *Scaliae*, Böse.

„ *Burckhardti*, Böse.

Cette intéressante localité a été découverte par un Ingénieur des mines, M. Emilio Ebergényi, pendant qu'il traçait une ligne de chemin de fer entre el Hule et Tuxtepec. La découverte de la localité de Sta. Rosa lui est aussi dûe, et c'est lui qui a bien voulu me faire connaître les deux.

La faune de Tuxtepec appartient sûrement au Pliocène et, probablement, à la partie inférieure de cette formation, puisqu'on y trouve quelques formes nettement miocéniques, le *Laevicardium sublineatum*, par exemple, et qu'une partie seulement de ces espèces existent aujourd'hui encore dans le Golfe du Mexique. Nous ajouterons, toutefois, que la faune du Golfe n'est pas encore bien connue, et que l'on trouvera, probablement, dans ses eaux, quelques unes des espèces propres à la Faune qui nous intéresse.

Nous retournons à El Hule par le même chemin, et le chemin de fer nous emporte vers l'Est, à travers les plaines de la côte. Près de Pérez (kil. 200, alt. 15), nous traversons le Río Texechoacan, tributaire du Papaloápam; plus loin, le ruisseau de la Timba, affluent du S. Juan, qui, lui même, se jette dans le Papaloápam vis à vis de Tlacoatalpa; puis, à peu de distance de Juanita (kil. 271, alt. 64), nous nous trouvons dans une région un peu plus ac-

cidentée. Les hauteurs démontrent l'existence des couches tertiaires modernes, qui, ici, n'ont encore été tranchées par le chemin de fer mais, après avoir traversé le Río Colorado et le Río Trinidad, qui forment, par leur réunion, le Río S. Juan nous pénétrons, près d'Achotal (kil. 286, alt. 34), dans une contrée tout à fait accidentée, qui appartient déjà aux derniers contreforts des hauteurs de l'Isthme. Les couches y sont généralement, dans une position horizontale, mais, à mesure que nous approchons de Sta. Lucrecia, cela change: elles forment de vastes plis, dont les flancs ont une légère inclinaison (10° — 20° avec une direction générale E.W. jusqu'à N. 70° — 80° W.). La partie supérieure est formée de conglomérats sans fossiles; audessous, se trouvent des grès, tendres au point de n'être guère que du sable, un peu cimenté. Dans ces grès s'intercalent, vers le bas, des lits d'une marne d'un bleu gris, ardoisés. Et, là, les sables contiennent, près de la Station de Sta. Rosa (kil. 300, alt. 40 m.), de nombreux fossiles, presque tous de la même espèce. J'y ai trouvé des :

Pecten (Chlamys) santarosanus, Böse.

Amussium Mortoni, Rav.

Anomia simplex, d'Orb.

Laevicardium sublineatum, Conr.

Pyrula papyratia, Say.

et, aussi, quelques bivalves, qui n'ont pas pu être déterminés, parcequ'ils se sont brisés, en route.

Au dessous de ces sables fossilifères, nous trouvons des marnes d'un bleu gris, avec de fossiles peu abondants. J'y ai trouvé des :

Mitra cfr. silicata, Dall.

Oliva subplicata, Böse.

Fusus sp.

La localité ne se prête guère aux trouvailles de fossiles, parceque les tranchées du chemin de fer y sont petites et déjà recouvertes de végétation. Les couches ont, ici, une direction E.-W. et un plongement de 5° N.

A partir de Sta. Rosa, nous sommes toujours au milieu des mêmes hauteurs, composées des mêmes sables et des mêmes marnes, jusqu'à Sta. Lucrecia, station du chemin de fer de Tehuantepec.

L'ISTHME DE TEHUANTEPEC.

Avant de commencer la description de l'excursion dans l'Isthme, nous ferons connaître sommairement, et dans ses grandes lignes, la géologie des terrains qui s'étendent à l'Est et à l'Ouest de cette région. Il existe, dans l'Isthme, deux systèmes montagneux, d'âges absolument différents. La stratigraphie et la tectonique diffèrent aussi sensiblement; et le résultat donne la composition remarquable de l'Isthme de Tehuantepec.

A l'Ouest de l'Isthme, s'étend la chaîne du Mexique et, à gauche, la chaîne de l'Amérique Centrale. La première est formée de la manière suivante:

A la base, se trouve la série archaïque (gneiss, mica-schiste, etc., avec diorites et granits anciens), surtout à l'Ouest, au Sud et au centre du pays. Sur ces roches, nous rencontrons, en général, le Crétacé; mais il existe des îlots de Rhétique, de Liasique et le Jurassique supérieur. Rarement on trouve toute cette série complète; mais le paléozoïque y fait toujours défaut, à l'exception de quelques restes, sans importance, dans le N.W. du Mexique (Etat

de Sonora). Le Crétacé, se compose du Crétacé inférieur et du Crétacé moyen (Neocomien, Aptien, Gault et Céno-manien peut-être aussi le Turonien), et recouvre, peut-être, la majeure partie du pays. Dans le Nord, vient s'y joindre le Crétacé supérieur (Sénonien inférieur et supérieur), avec la division de Laramie, tandis que celui-ci fait défaut, dans le Sud,—ce qui montre que la partie méridionale a été soulevée pendant la période sénonienne, tandis que, dans le Nord, le mouvement s'est effectué plus tard. C'est à ce soulèvement qui est dû l'absence du Tertiaire marin sur les hauts plateaux. Là, nous trouvons des dépôts de grands lacs, qui appartiennent, en partie, à l'Eocène, au Miocène, au Pliocène et au Quaternaire. Leur âge a pu se déterminer, dans bien des cas, par la découverte de fossiles, végétaux et vertébrés; dans d'autres on a dû l'estimer par la présence, ou l'absence de roches éruptives modernes dans les conglomérats.

Le Tertiaire marin se rencontre seulement sur les côtes de l'Atlantique et dans la partie Nord de la côte du Pacifique, toujours à une faible hauteur audessus du niveau de la mer; mais il faut noter que le Miocène supérieur y atteint une hauteur plus grande que dans l'Isthme de Tehuantepec. Les couches plus anciennes du Tertiaire, et, en particulier, l'Eocène, se trouvent surtout au Nord de la côte du Golfe du Mexique; au Sud, on voit, principalement, le Pliocène inférieur (Barranca de Santa María; voyez le Livret-Guide, et Tuxtepec). Toute cette distribution du Tertiaire est bien d'accord avec ce que nous avons dit, plus haut, de l'âge de la Chaîne mexicaine: le soulèvement commença, dans le Sénonien, marcha de l'Ouest à l'Est, et cessa avant la période Miocène, puisque les couches terrestres, aussi bien que les couches marines de cet âge, ne sont pas plissées.

Depuis cette époque, il n'y a plus eu qu'un seul soulèvement général de la côte du Golfe.

Quant à la tectonique, la chaîne mexicaine est de celles qui ont été produites par plissement; une coupe géologique, de Veracruz à Acapulco, au 1 : 50000, que l'on peut voir, à l'Institut Géologique de Mexico, a démontré que la Sierra se compose, là, d'un anticlinal central, avec des synclinaux latéraux, sans parler de plissements de moindre importance.

Dans le Tertiaire moderne (Miocène, Pliocène, Quaternaire et formations actuelles), c'est à dire depuis la période de plissement, de puissantes masses de Rhyolites, d'Andésites, et de Basaltes se répandirent sur tout le Mexique, moins Chiapas et Tabasco, de l'Isthme de Tehuantepec à la frontière des Etats Unis. La zone d'activité éruptive traverse le pays dans la direction S.E.-N.W., c'est à dire exactement dans la même direction que les couches elles-mêmes. C'est avec une direction analogue que se présente une zone de volcans; mais il ne faut pas oublier que de vastes régions de la côte occidentale sont encore presque inconnues; leur exploration ferait, sûrement, connaître un grand nombre de cheminées éruptives.

Ce que nous venons de dire, dans ce court exposé, se trouve, avec plus de développement, dans le Bulletin de l'Institut Géologique de Mexico, N.^{os} 4-6, pp. 189-250.

Nous devons nous occuper, d'une manière un peu plus détaillée, de la Chaîne de l'Amérique Centrale, et, en particulier des conditions géologiques de l'Etat de Chiapas.

Le Sud Ouest de cet Etat se compose, de bas en haut de :

1. Gneiss.
2. Schistes argileux et phyllites.

3. Division de Todos Santos (poudingues, grès et conglomérats), (probablement triasique-jurassique).
4. Crétacé inférieur (schistes, grès et calcaires).
5. Crétacé moyen (calcaires à Rudistes).

Au Sud Est de l'Etat, nous trouvons :

1. Gneiss et micaschiste.
2. Division de Sta. Rosa (probablement Dévonien-Carbonifère inférieur).
3. Calcaire carbonifère (à *Productus semireticulatus*, Mart).
4. Division de Todos Santos.
5. Crétacé inférieur (peu découvert).
6. Crétacé moyen (calcaires à Rudistes).

Ces séries demandent quelques mots d'explication. Sur la côte du Pacifique de cette région, se trouve un massif immense, composé de gneiss et de granit, avec un peu de phyllites et de micaschistes. On peut suivre le gneiss depuis l'Isthme de Tehuantepec jusqu'à la Sierra Madre de Chiapas. D'après Sapper, au Sud Est de cette zone, prédomine le granit; la partie centrale est encore presque inconnue. Sur les gneiss de l'Ouest se trouvent les poudingues, les grès et les conglomérats de la division de Todos Santos, qui ont un léger plongement vers le N.N. E., ils ne contiennent pas de fossiles, mais semblent, par leur position et leur similitude pétrographique, appartenir au Triasique-Jurassique, que nous connaissons, dans d'autres parties du Mexique (Puebla, Oaxaca), et de l'Amérique Centrale (Honduras).

En position presque normale, se trouvent, sur ces couches, des schistes, des grès et des calcaires feuilletés, avec quelques gros bancs de calcaires, des schistes, des grès en

bancs épais et des calcaires argileux. Ces couches sont presque horizontales et correspondent au Crétacé inférieur (Néocomien-Aptien). Nous les retrouvons près de Tuxtla Gutiérrez, où elles contiennent des coraux et des gastéropodes,—les premiers semblables à ceux du Crétacé inférieur de S. Juan Raya (Puebla).

Au Sud Est de l'Etat, on rencontre, sur le granit et les micaschistes, des bancs de conglomérats (Division de Sta. Rosa), sur lesquels reposent, en stratification concordante, les calcaires du Carbonifère supérieur. Cette série est assez plissée,—bien plus, sans aucun doute, que les couches de la division de Todos Santos, qui la recouvrent.—Ici aussi, les couches du Crétacé inférieur et du Crétacé moyen s'étendent vers le Nord, en présentant des dislocations généralement insignifiantes.

La tectonique de toute cette région méridionale est assez simple; mais, au Nord, il n'en est pas ainsi.

En certains points,—près de Copainalá (Département de Mezcalapa), et de Soteapa (Département de Tuxtla), par exemple,—on trouve des calcaires à Nummulites et à Orbitoïdes, sur les calcaires crétacés. Les Orbitoïdes appartiennent au genre *Orthophragma*, caractéristique de l'Eocène. Dans beaucoup d'autres localités de Chiapas, nous trouvons aussi l'Eocène, mais sous forme de schistes, de grès et de marnes, avec des bancs de calcaire; plusieurs centaines de mètres sont, parfois, pleins de Nummulites et d'Orbitoïdes. Cet Eocène, qui se présente en plusieurs bandes plus ou moins larges, repose, au Nord de l'Etat, sur des dolomies et des calcaires, qui appartiennent, probablement, au Crétacé. Ces calcaires ne s'observent qu'en certains points et, généralement, on ne trouve pas la base de l'Eocène.

L'Eocène du Centre de l'Etat est divisé en deux bran-

ches principales: l'une, septentrionale (Tumbalá), et l'autre, méridionale (El Porvenir, près de Chilón); la bande du Nord forme, tout à la fois, un anticlinal large et étendu, et aussi le flanc septentrional d'un vaste synclinal, dont le versant méridional est constitué, en partie, par la bande Sud de l'Eocène. Le synclinal semble se terminer, vers l'Ouest, près de Simojovel; au delà, je n'ai plus trouvé qu'une seule bande.

Sur l'Eocène, s'étend une série de marnes, argiles et calcaires en assez gros bancs, qui appartiennent au Miocène. Ils contiennent, presque partout, des fossiles,—principalement des coraux, des oursins, des bivalves et des gastéropodes,—et, par places, aussi, des plantes, et une résine, qui n'est pas de l'ambre.

Sur le Miocène, on rencontre, en beaucoup d'endroits, des grès, des argiles sableuses, avec beaucoup de mica, des poudingues et des conglomérats avec de nombreux cailloux de quartz. Dans ces couches, on trouve, généralement, en abondance, des *Ostrea*; nous n'avons vu qu'en une seule place des coraux. Cette division appartient, probablement, au Pliocène inférieur, ou au Miocène supérieur.

L'Eocène et le Miocène se rencontrent à des altitudes assez grandes (jusqu'à 1,800m.); mais le Pliocène atteint et dépasse 2,400m. Il repose, alors, sur le Crétacé moyen (Tenejapa, San Andrés, Distrito de Chamela).

Les couches les plus modernes du Quaternaire et des formations actuelles sont des dépôts lacustres; elles contiennent des *Unio* (près de Chiapa), et des gastéropodes terrestres.

Les roches éruptives modernes n'abondent pas; dans l'intérieur du pays, elles sont seulement sporadiques. Ce sont, en partie, des diorites quartzifères micacées, d'âge

postéocène, et des andésites miocéniques-pliocéniques. La diorite se rencontre dans la région minière de Sta. Fe, et l'andésite dans la vallée du Río Chiapas, près de San Cristóbal, et dans le Cerro de San Bartolomé Solistahuacán. Dans le Sud Est de l'Etat, prend naissance une masse énorme d'andésites, qui va s'élargissant de plus en plus, dans le Guatemala et les autres pays de l'Amérique Centrale.

Après cette courte description de la stratigraphie de l'Etat de Chiapas, je ferai un résumé, également court, de ses conditions tectoniques. Elles sont assez simples, en général : Le Sud de l'Etat est formé par une grande masse de gneiss, de micaschistes, et de phyllites, avec de puissantes masses de granit, etc. C'est une montagne ancienne, qui ferma, pour ainsi dire, à la mer crétacée atlantique le chemin du Pacifique. Cette chaîne va en s'abaissant du S.E. au N.W., c'est à dire vers l'Isthme, où elle se fond, comme nous le verrons, en une série de hauteurs et de collines. Dans la Sierra Madre, on n'a pas encore observé de restes de dépôts crétacés ou tertiaires¹ ; mais, au N.W. ; et presque dans la région de l'Isthme, nous trouvons, sur les schistes cristallins une série de grès, d'argiles et de calcaires, qui appartiennent, très-probablement, au Crétacé. Nous nous occuperons, plus loin, de ces dépôts. Les roches cristallines de la Sierra Madre, aussi bien que celles de la División de Sta. Rosa et du Calcaire Carbonifère, sont assez plissées, de sorte qu'il y a eu de forts mouvements orogéniques depuis l'époque carbonifère, et ceux-ci doivent avoir pris fin avant le dépôt de la División de Todos Santos, parceque ses cou-

¹ Je sais qu'il y a de l'asphalte et du pétrole dans le Sud de la Sierra Madre. Cela pourrait indiquer l'existence du Tertiaire ou du Crétacé ; mais il est possible, aussi, que le Tertiaire soit audessous du niveau de la mer et que le pétrole monte par des fissures.

ches ont, partout où je les ai rencontrées un léger plongement vers le N. ou le N.E. La première phase orogénétique se termina donc à la fin de la période carbonifère ou pendant la période permienne.

Sur les couches de Todos Santos, se sont déposées les couches du Crétacé inférieur, et, audessus, en concordance avec elles, les calcaires du Crétacé moyen. Ces couches présentent, dans la dépression centrale de Chiapas, de nombreuses dislocations, de peu d'importance; mais, là où finit cette dépression, du côté du Nord, et où commencent les versants abrupts du plateau Central, nous trouvons une dislocation immense, ou, plutôt, une série de dislocations. Le plateau central forme un anticlinal, dont le flanc méridional s'est brisé, en forme d'escalier; la crête de l'anticlinal, composée de bancs horizontaux de calcaires à Rudistes, et des restes d'une couche de Pliocène, constitue le plateau lui-même. Le flanc septentrional de l'anticlinal s'est effondré, et, au Nord du plateau, nous trouvons le Tertiaire recouvrant ce flanc disparu, et formant plusieurs synclinaux et anticlinaux. Le bord de la Sierra forme un anticlinal étendu, composé de Crétacé et d'Eocène, dont le versant Nord s'est affaissé et a donné naissance aux hauteurs qui avoisinent la frontière de Chiapas et de Tabasco.

Après ce court tableau de la stratigraphie et de la tectonique de Chiapas, nous devons aussi indiquer les mouvements orogéniques du terrain.

Le partie la plus ancienne de la chaîne est le Sud, ce que l'on appelle la Sierra Madre, qui s'est, probablement, soulevée, dès l'époque Paléozoïque, comme une île allongée, au milieu de l'Océan; et il est probable que, à cette époque, elle était unie à la péninsule qui s'étendait de la Californie à l'Isthme de Tehuantepec. Le dépôt du calcai-

re carbonifère fut suivi d'un autre soulèvement, qui fit émerger, en partie, les couches du Paléozoïque. Celui-ci n'avait été déposé qu'au S.E. du pays, tandis que, au S.W., existait l'île, ou presque île, paléozoïque. Le mouvement donna lieu au plissement des couches du Carbonifère etc. Survint, ensuite, un affaissement, qui fut cause que les couches de la División de Todos Santos vinrent se déposer, en partie, sur le gneiss, et, en partie, sur le Carbonifère. Sur ces couches s'étendirent, ensuite, celles du Crétacé inférieur et du Crétacé moyen; mais, nulle part, la mer de cette période ne put passer pardessus la Sierra Madre.

A la fin de la période crétacé, à l'époque du Cénomanién supérieur ou Turonien, commença, un léger soulèvement, dans le Sud, d'abord, parce que, là, la masse des calcaires crétacés a une épaisseur notablement moindre que dans le Nord. Le soulèvement avança vers le N.E., élevant toute la partie septentrionale audessus du niveau de la mer. Je dois dire que la partie la plus au Nord était, peut-être encore recouverte par la mer, au temps Sénonien, parce que nous ignorons si les calcaires et les dolomites, qui se trouvent sous l'Eocène, ne sont pas de l'âge Sénonien. Quant au plateau Central, il émergea de l'eau sans aucun doute, avant le Sénonien.

Ce soulèvement doit avoir eu peu d'importance. En même temps, se produisit une fracturation de la masse crétacée; le bord septentrional s'effondra, et, sur la ligne Chiapa-Pichucalco, la partie occidentale s'enfonça, de sorte que, au commencement de l'époque tertiaire, la mer battait une côte rocheuse et abrupte. Pendant l'Eocène et le Miocène, les conditions restèrent assez uniformes, comme nous le montre cette circonstance que le Miocène a presque exactement la même distribution que l'Eocène.

A la fin de la période Miocène il se produisit un nouvel affaissement, et presque tout le Nord, ainsi que le plateau central et une partie de la dépression centrale se couvrirent de dépôts marins du Pliocène. Il est inutile d'expliquer ici les mouvements compliqués qui se produisirent dans les régions susmentionnées; nous nous bornerons à dire que l'affaissement comprit aussi les parties du Nord et du centre qui, jusqu'alors, étaient restées audessus du niveau de la mer.

A la fin de la période tertiaire, commença un formidable mouvement de soulèvement et de plissement. Celui-ci produisit de vastes synclinaux et anticlinaux, dans les couches plissées du Tertiaire, et souleva tout le terrain, en formant un géantoclinal, de sorte que ce qui est, aujourd'hui, le plateau central se déplaça, de nouveau, sur les anciennes lignes de fracturation, et que ses couches pliocéniques furent portées à une hauteur de plus de 2,400m.

Nous avons vu, en résumé, que, dans l'Etat de Chiapas, il y eut un premier soulèvement, pendant la période permienne, ou la fin de la période carbonifère (sans parler du mouvement qui souleva, d'abord, la Sierra Madre); un second soulèvement, allant du S.W. au N.E., prit naissance, à la fin de la période crétacée, et fut suivi d'un abaissement général de la partie Nord, dirigé, du N.W. au S.E., et dont le maximum fut atteint pendant la période pliocène. Pendant le Pliocène-Quaternaire, se produisit un soulèvement général,—le plus puissant de tous,—qui porta les couches du Pliocène à une hauteur de plus de 2,400 mètres. Le mouvement orogénique principal et le plissement eurent donc lieu à une époque absolument récente: La montagne, actuelle, de Chiapas, et, nous pouvons ajouter, la chaîne qui parcourt toute

l'Amérique Centrale sont d'origine très-moderne; elles appartiennent au Pliocène-quatenaire.

Après avoir esquissé, à grands traits, la constitution géologique des régions qui s'étendent des deux côtés de l'Isthme, nous pouvons déterminer les différences qui existent entre elles. Déjà, dans les conditions stratigraphiques, nous trouvons d'importantes différences. Tandis que la montagne du S.E. renferme de puissants dépôts paléozoïques, ceux-ci manquent absolument de l'autre côté de l'Isthme. En outre, il existe, dans Chiapas, une zone qui représente, probablement, le Jurassique-Triasique, et qui s'étend à travers tout l'Etat, d'où l'on peut conclure que ce dépôt a recouvert uniformément toutes les couches plus anciennes; dans la montagne du N.W. de l'Isthme, on rencontre bien des dépôts de ce genre, mais seulement en îlots isolés. Le Crétacé recouvre, au S.E. de l'Isthme, tous les dépôts sédimentaires plus anciens, à l'exception du Paléozoïque et de l'Archaïque; au N.W., nous le trouvons souvent sur l'Archaïque, et il s'étend, avec ses dépôts les plus modernes, jusque sur l'ancien continent,—étroit, mais long,—qui s'était formé, à l'époque Paléozoïque. Ce continent disparut donc sous les eaux, en partie, à l'époque du Crétacé moyen,—ce qui n'eut pas lieu dans Chiapas. Mais c'est dans le Tertiaire que nous trouvons le plus de différences. Pendant que, au S.E. de l'Isthme, le Tertiaire se présente en facies marin, dans la montagne, depuis l'Eocène jusqu'au Pliocène (l'Eocène jusqu'à plus de 1,600m., et le Pliocène, jusqu'à 2,400m., et plus, d'altitude), les mêmes dépôts manquent entièrement dans la montagne du N.W.; ils suivent seulement le pied de la montagne jusqu'à une hauteur de 100 à 200m.; et, dans la montagne même, nous ne rencontrons de dépôts tertiaires que sous forme de restes de lacs, qui

sont, en partie, caractérisés par des plantes et des vertébrés fossiles.

Les conditions tectoniques sont aussi différentes que les conditions stratigraphiques. La montagne du N.W. a une structure presque symétrique (si nous laissons de côté les dépôts archaïques de l'Ouest), à savoir : deux synclinaux extérieur et un anticlinal central. Là, le mouvement fut assez puissant : Il produisit, en beaucoup d'endroits, un plissement, extrêmement compliqué, des couches tendres, et fractura les calcaires, qu'il morcela en blocs de différentes grandeurs. Dans la Chaîne de l'Amérique Centrale, le mouvement orogénique fut moins puissant, ou du moins ; là, nous ne rencontrons pas une disposition symétrique, mais une disposition franchement unilatérale : Le Sud-Ouest fut soulevé plus que le Nord-Est ; d'une manière générale, la structure de la montagne représente un anticlinal ; sa crête est au centre du pays, tandis que, vers le Nord, s'étend une série d'anticlinaux et de synclinaux, qui ne peuvent se comparer, quant à leur extension, à ceux qui se trouvent dans la montagne du Nord-Ouest.

Mais, c'est dans l'âge de ces deux chaînes que nous trouvons la plus grande différence : tandis que celle du Nord-Ouest de l'Isthme eut son soulèvement principal pendant l'époque tertiaire la plus ancienne, et à la fin de la période crétacée, celle du Sud-Est prit naissance à la fin de la période pliocène, ou au commencement de l'époque quaternaire. La chaîne du Nord-Ouest est donc beaucoup plus ancienne, et les deux régions doivent leur origine à deux mouvements complètement différents.

La limite entre les deux systèmes montagneux se trouve dans l'Isthme de Tehuantepec, comme nous le verrons plus loin.

L'Isthme se compose de trois zones : La côte du Pacifique, avec des collines disséminées dans la plaine, la montagne et la côte de l'Atlantique. Les deux premières sont nettement séparées, à l'Est du chemin de fer, tandisque, à l'Ouest, la plaine disparaît entièrement. La limite entre la montagne et la côte de l'Atlantique n'est pas très-marquée : il existe une transition, formée par les hauteurs peu élevées.

La plaine qui longe le Pacifique n'est pas très-large ; elle est parsemée de collines, qui s'élèvent à 200-300m., audessus du niveau de la mer. Ces collines sont de forme irrégulière, de sorte qu'on ne peut pas toujours trouver la direction générale de leurs crêtes.

Bordée de versants presque abrupts, la Sierra s'élève audessus de la plaine, et projette, à peine, quelques éperons vers le Sud. Dans la partie méridionale et vers l'Ouest, seulement, on voit des cimes accentuées ; vers le centre, prédominent des plaines, d'une hauteur de 200-300m. ; je citerai celles de Chivela, Tarifa, Almoloya et Rincón Antonio. Nous trouvons peu de crêtes qui aient quelque extension,—comme les hauteurs qui forment la limite entre les plaines d'Almoloya et de Rincón Antonio. Vers l'Ouest, s'élève une région montagneuse, qui appartient déjà à la montagne principale d'Oaxaca.

A partir de Rincón Antonio, le terrain s'abaisse, peu à peu, jusqu'au Río de Jaltepec, en formant des mame-lons et de larges vallées, dont les directions ne sont pas bien constantes.

C'est au Río de Jaltepec, ou, pour mieux dire, un peu plus au Sud, près du kil. 138 du chemin de fer, que commence la plaine de la côte. Mais, dans cette partie même, se rencontrent de légères ondulations, et quelques collines à versants assez abrupts (près de Medias Aguas).

Près de la côte, on trouve encore des restes de dunes, qui suivent, vers l'Ouest, le bord de la mer. Assez loin, au N.W. de Cotzacualcos, s'élève la Sierra de San Martín, composée de roches volcaniques modernes.

Les conditions géologiques coïncident presque avec cette division topographique. La plaine de la côte du Pacifique se compose principalement de sables, de conglomérats et de marnes modernes, dans lesquels se rencontrent, par places, de grandes quantités d'*Ampullaria Cummingi*. Dans certains endroits,—entre le Dani-Guiati (près de S. Jerónimo) et le chemin de Tlacotepec à Chihuitán, par exemple,—cette couche de dépôts modernes n'existe pas dans une ondulation, qui s'élève de quelques mètres audessus de la plaine, et qui peut bien passer inaperçue, on voit seulement du granit, du microgranit et du porphyre quartzifère (felsosfelsite). Dans d'autres endroits, plus à l'Est, près de Niltepec, on trouve du gneiss granitique et des schistes archaïques, avec de la serpentine. Entre Zanatepec et Niltepec, on voit des affleurements de granit d'amphibole et de biotite; dans les rivières de Gamol et d'Ostuta, existe une brèche de porphyre quartzifère. Plus près de la ligne du Chemin de fer, près du point où elle traverse le Río de San Jerónimo, il existe sur la rive droite, sous la couche mince de marnes et de conglomérats, une grande masse d'une brèche ignée de porphyre quartzifère; plus près des maisons de San Jerónimo, la rive se compose de granit et de microgranit; et S. Jerónimo même est bâti sur les mêmes roches. Tout ceci indique que la plaine de la côte du Pacifique se compose réellement de roches archaïques,—partie gneiss et partie roches intrusives anciennes.—C'est ce qu'indiquent aussi les montagnes isolées dans la plaine. Dans le Sud, une

vallée, formée par une petite chaîne qui s'étend vers l'Ouest, enferme la baie de Salina Cruz et la ville du même nom; cette chaîne se compose, en partie, de microgranit et, en partie, de granit de biotite. Dans la nature, on ne peut distinguer, topographiquement, ces deux variétés; il y a un changement continu; mais on peut dire que le microgranit prédomine. Plus au Nord-Est, s'élèvent de la plaine les montagnes de S. Diego et de Dani-Guibixio, près d'Huilotepc, composées de brèche de porphyre quartzifère. Suit une plaine, qui s'étend jusqu'à Tehuantepec, et, seulement à l'Ouest, dans le lointain, nous apercevons des chaînes, composées de roches cristallines,—principalement granit et microgranit.—Près de Tehuantepec, s'élève le Dani Lieza, du côté droit de la rivière. Cette montagne se compose essentiellement de felsite, intercalée dans du gneiss pyroxénique, et de l'augengneiss. Le gneiss forme, aussi, le sol de Sta. María, faubourg de Tehuantepec, du côté droit de la rivière. Le gneiss continue aussi sur l'autre rive, et constitue les collines de Tehuantepec. A partir du Dani-Lieza, nous voyons, vers le N.W., de puissantes Sierras, composées de calcaires presque entièrement marmorisés, et dans lesquels on ne rencontre que rarement des restes de Rudistes, en mauvais état, qui nous montrent que ces calcaires sont créacés. En se rapprochant de ces montagnes calcaires, il semble que l'étroite gorge, par laquelle le Río de Tehuantepec passe entre elles, doit son origine à l'érosion. Sapper, qui a passé par cette coupure, en allant à Oaxaca, l'a crû. Mais, en réalité, il n'en est pas ainsi: sur la rive gauche, le long du chemin, et au pied de la montagne, il existe une bande, étroite mais assez longue, de gneiss, tandis que, sur la rive opposée, le pied du Cerro Quie-Ngola se compose uniquement de cal-

caires, dont la direction est N. 40° W. et le plongement 20° N.E.; il est donc impossible qu'il y ait une série normale; il doit y avoir une fracture longitudinale, au fond de la vallée, une dislocation, qui a fait affaisser le côté S.W. de la gorge, et qui a, sans aucun doute, une assez grande extension.

De Mixtequilla (point où le Río Tehuantepec sort de gorge), en allant vers le Nord, il y a, à l'Ouest du chemin de fer, une série d'autres montagnes, formées du même calcaire marmorisé et, généralement, sans fossiles. Leur direction est constante; mais l'inclinaison change un peu, et, souvent, il est difficile d'observer leur stratification. Près de Tlacotepec, les montagnes paraissent former un anticlinal, à crête coupée; au milieu de ce plateau, s'est creusé une vallée, dans laquelle des quartzites apparaissent comme base des calcaires, Au Nord de ces chaînes calcaires, qui se terminent au Cerro de Laollaga (1,243m.), nous trouvons du microgranit, recouvert, par places, par des argiles et des grès, du Crétacé inférieur. Près de Chihuahán, il y a une colline composée de felsite. Nous avons déjà fait observer que, à l'Est du chemin de fer, les conditions sont absolument différentes: Les montagnes calcaires manquent, et il n'y a que des roches intrusives anciennes, et des gneiss; ainsi voyons-nous, le microgranit continuer à s'étendre des collines de Laollaga, vers l'Est, formant une large ondulation, traversant le chemin de fer, près du kil. 306, et s'élevant, enfin, pour former le Cerro de Dani-Guiati. Au milieu de cette masse microgranitique, on rencontre, sur le chemin de Tlacotepec à San Jerónimo, un petit affleurement de porphyre quartzifère sous forme felsitique. Nous avons déjà dit que, dans le Río de San Jerónimo, émergent aussi les roches anciennes.

Le basalte, cité par Spencer, n'existe pas, dans cette localité.

Nous sommes arrivés au pied de la Sierra qui, dans la partie orientale de l'Isthme seulement, se sépare, d'une manière marquée, de la plaine de la côte. A l'Ouest, elle est reliée par les hauteurs de Laollaga avec les montagnes de Tlacotepec et de Salina Cruz. de sorte que, là, la plaine de la côte manque absolument.

Le pied de la Sierra forme, près de Río Verde (la station actuelle du chemin de fer), une éminence, composée de gneiss et de schistes d'ouralite, dont la direction varie entre N. 80° W. et N. 55° W., avec un plongement, qui est, en général, légèrement vers le S.W. Près du kilomètre 247, on trouve un calcaire gris-bleu, bréchoïde et presque marmorisé. Entre le gneiss et le calcaire, existe une fracture; le calcaire est, probablement, créacé, mais tellement métamorphosé qu'on n'y rencontre déjà plus de fossiles. La direction du calcaire est N. 60° W., avec plongement de $25-30^{\circ}$ vers le S.W. Sous le calcaire, il y a des bancs de psammite, et sous ceux-ci des phyllites glandulaires, dont la direction est N. 55° W., et le plongement 25° S.W. Des phyllites de même nature, des gneiss et des schistes cristallins forment la partie basse des montagnes, à l'Est du Chemin de fer, c'est à dire la base de la Sierra dont le pic le plus élevé est connu sous le nom de Cerro Masáhui.

Pendant que ces roches disparaissent presque vers l'Est, leur zone s'élargit vers l'Ouest. Cela produit une fracture, qui met en contact avec ces argiles une masse de calcaire d'un blanc-gris-bleuâtre, métamorphosé en marbre. Ces calcaires, sans fossiles, mais appartenant, probablement, au Crétacé, ont une direction N. 60° W., mais forment un plissement. Sur la cime du Cerro Prie-

to, les calcaires ont un plongement de $25-30^{\circ}$ S.W.; mais, plus au S.W., ils se plissent et deviennent presque verticaux. Nous rencontrons ces mêmes calcaires, plus à l'Est, dans le Cerro Masáhui, avec inclinaison vers le Sud Ouest. A l'Est du Cerro Prieto, disparaît, dans les bas fonds, la partie peu inclinée du calcaire, pour reparaître dans les Cerros de Guacamaya et d'Almoloya. Sous les calcaires, se trouvent des gneiss de séricite, des phyllites gneissiques, du gneiss de muscovite, dans lesquels la direction change énormément. La direction générale est N. $30-60^{\circ}$ W., et le plongement S.W. Plus haut, le plongement change et est N.E. Naturellement, il y a aussi une quantité de plissements, plus petits, qui rendent difficile l'appréciation de la situation générale. Près de Chivela, suivent des gneiss, des schistes cristallins, des phyllites etc., qui constituent les plaines de Chivela et le fond de la vallée de Petapa. La direction prédominante est N. $30-40^{\circ}$ W.; le plongement va, d'abord, vers la N.; puis, plus au Nord, vers le S. Nous trouvons, naturellement, aussi, des directions très-différentes,—N. 25° E. N.N.S., par exemple,— comme l'on doit s'y attendre, dans des schistes fortement plissés.

Entre Petapa et Tarifa, s'étend une petite chaîne calcaire, qui traverse le chemin de fer, au col de Niza Conejos. Il existe, probablement, une dislocation entre ces calcaires et les schistes qui s'étendent au Sud, car les deux séries ont le même plongement, et les schistes se trouvent dans le prolongement des calcaires et sous le même angle.

Les calcaires de Niza Conejos-Petapa reposent sur des grès rougeâtres et des schistes argileux, intercalés de calcaires ardoisiers. La direction générale tant des calcaires que des schistes etc. est d'abord, N. $55-60^{\circ}$ W., avec

un plongement vers le S.W. ; plus loin la direction change et passe à l'E.-W., avec le plongement vers le N. Ces grès et ces schistes constituent toute la plaine de Rincón Antonio. De Rincón Antonio à Mogoñé, s'étend une zone composée, presque exclusivement, de grès rougeâtres et verts, avec des schistes argileux jaunes et noirs, qui appartiennent, peut-être, à la série du Crétacé inférieur. Cette série est plissée en grand replis ; elle forme une douzaine d'anticlinaux et de synclinaux que l'on observe, presque parfaitement, dans le Cañón de Malatengo, par lequel passe le chemin de fer, pour descendre à Mogoñé. Près de la rivière, nous remarquons des calcaires ardoisiers noirs, dont le plongement général est S.W. Des couches semblables sont très-fréquentes, dans la série du Crétacé inférieur du Mexique,—particulièrement dans Chiapas. Les grès et les schistes continuent, dans la plaine de Sarabia, où ils sont peu à découvert. Plus en avant entre Sarabia et Paso del Buque, suivent des sables et des conglomérats modernes, probablement d'origine lacustre ; de sorte que l'on ne peut reconnaître la tectonique des couches plus anciennes. Près de Paso del Buque, apparaissent, de nouveau, des roches du Crétacé inférieur, sous forme de marnes, en bancs peu épais, et de schistes marneux (direct. N. 80° W., plongement $25-40^{\circ}$ N.). Plus loin, au dessus, se rencontre une masse énorme de calcaires grisbleu, en gros bancs (direct. N. 80° W. plongement 40° N.). à Nérinées, Rudistes (rares) et contenant de nombreux radioles d'oursins. La présence des Rudistes nous apprend que les calcaires appartiennent au Crétacé. C'est la première fois que l'on a trouvé des fossiles dans les calcaires crétacés de l'Isthme.

La zone des calcaires a une largeur de 2 kilomètres,

environ; mais, en plusieurs endroits, on rencontre les calcaires recouverts par des conglomérats et des grès modernes.

A partir d'ici (kil. 162), s'étendent des grès et des conglomérats modernes, qui sont, peut-être, déjà des formations marines très-modernes,—peut-être, même quaternaires.—Ils sont faiblement ondulés; mais, souvent, il est impossible d'observer leur direction, parce que les couches sont presque horizontales. En fait de fossiles, je n'y ai trouvé que des restes de plantes. Les conglomérats se composent principalement de quartz, de fragments de gneiss etc. Les grès reposent sur des schistes marneux, de couleur gris-bleuâtre, qui, d'après leurs fossiles, appartiennent au Miocène supérieur marin. Ces schistes forment la base de toute la plaine de l'Atlantique: mais ils sont couverts, en beaucoup d'endroits, de sables et de conglomérats. Le dernier affleurement de ces schistes apparaît près de Chinameca. Ces couches doivent avoir une puissance respectable, des perforaisons de 400 m. de profondeur, pratiquées près de Jáltipan n'en ayant pas traversé toute l'épaisseur. Les schistes sont plissés en synclinaux et anticlinaux en pente douce. Au kilomètre 136, semble exister un anticlinal; Sta. Lucrecia paraît être au fond d'un synclinal; puis, vient un énorme anticlinal, qui s'étend de Sta. Lucrecia à Chinameca. Sa crête est près du kil. 70; le plongement des flancs est de 15-20°, et la direct. N. 80° W.

Récapitulons, maintenant, ce que nous avons dit de la stratigraphie, et de la tectonique de l'Isthme:

Seule, la plaine du Pacifique se compose essentiellement de roches archaïques. La Sierra est constituée principalement par du Crétacé et des roches archaïques; le tertiaire marin y manque. La plaine du versant de

l'Atlantique est formée de Miocène supérieur, de Pliocène, de Quaternaire et de dépôts récents.

La tectonique est des plus simples: du côté du Pacifique, nous ne recontrons de lignes tectoniques importantes que vers l'Ouest, région qui n'appartient déjà plus à l'Isthme. La Sierra forme un anticlinal, de 80 kil. de large. La côte de l'Atlantique présente quelques synclinaux et quelques anticlinaux, à pentes douces.

Cette structure trouve son explication dans le fait que l'Isthme forme la limite entre deux chaînes d'âges différents. La partie archaïque des plaines du Pacifique appartient, sans aucun doute, à l'Amérique Centrale et est l'extrémité de la chaîne centroaméricaine. Une ligne allant de Salina Cruz à Chihuitán indique, à peu près le commencement de la chaîne mexicaine, qui est beaucoup plus ancienne que les montagnes de l'Amérique Centrale.

La chaîne de l'Isthme est le résultat du soulèvement crétaéo-éocénique, c'est à dire qu'elle est un éperon de la montagne mexicaine,—comme le prouve l'absence absolue du Tertiaire marin dans cette chaîne.

Enfin, les ondulations de la côte de l'Atlantique, formées de larges plis du Tertiaire moderne, sont le résultat du soulèvement et du plissement pliocénique-quatenaire et les dernières convulsions de la force qui a construit le pont entre les deux continents américains.

L'EXCURSION DANS L'ISTHME.

Nous commencerons par une excursion, de Sta. Lucrecia à Coatzacoalcos; reviendrons, de nuit, à Sta. Lucrecia; puis, continuerons, le jour suivant, par une tournée, de Sta. Lucrecia à Rincón Antonio; et finirons par

un voyage, d'un jour, de Rincón Antonio à Salina Cruz.

A Sta. Lucrecia (kil. 127,¹ alt. 30 m.), nous voyons, des deux côtés de la station, les affleurements du Miocène supérieur; il y a peu de fossiles, j'y ai trouvé.

Limopsis Aguilari, Böse.

Après avoir traversé les collines, peu élevées, de Sta. Lucrecia, nous descendons dans une dépression peu marquée, d'où nous sortons pour arriver, près du kil. 124, à une autre hauteur, où nous trouvons les espèces suivantes:

Dentalium rimosum, Böse.

Pleurotoma cfr. *ostrearum*, Dall.

Pleurotoma sp.

„ cfr. *cedonulli*, Rve.

„ cfr. *Henikeri*, Sby.

Drillia sp.

Cancellaria sp.

Scaphella dubia, Brod.

Dalium Dalli, Böse.

Trophon sp.

Mitra striatula, Lam.

Natica canrena, L.

Sigaretus mexicanus, Böse.

Oliva subplicata, Böse.

Pinna sp.

Ostrea sp.

Astarte opulentora, Dall.

Propeamussium pourtalesianum, Dall.

Cette faune appartient au Miocène supérieur, ainsi que l'a déjà signalé Dall. Les sables qui la couvrent

¹ Les distances kilométriques se comptent, à partir de Coatzacoalcos.

appartiennent, bien certainement, au Pliocène; mais la région se prête peu à la découverte de fossiles. Au delà du kil. 124, nous passons par une régions presque plane, dont le fond est formé de marnes du Miocène supérieur, ainsi que j'ai pu m'en assurer, en 1904, qu'and on a fait les fouilles pour les fondations des ponts. Dans les environs de Tortugas (kil. 106, alt. 44 m.), nous voyons, par places, des masses de sable recouvrir les marnes. Le ruisseau, près de Tortugas, met bien ces marnes à nu, mais je n'y ai pas rencontré de fossiles. Un peu plus loin, au kil. 104, existe une tranchée, mais elle est, actuellement, couverte de végétation. Je n'y ai guère trouvé que des fragments de fossiles,—entre autres un *Fusus* sp. Spencer, non plus, ne cite aucun fossile déterminable, originaire de ce point. Plus loin, nous ne trouvons plus que des sables et terre arable, jusqu'à Medias Aguas (kilomètre 97, alt. 32 m.). Après avoir passé cette station, nous voyons, des deux côtés du chemin de fer, des montagnes assez abruptes, composées de calcaire, que je considère comme un calcaire créacé,—bien qu'on n'y ait trouvé, jusqu'à présent, aucun reste fossile indiscutable de Rudistes,—parce que, dans le Tertiaire, nous ne connaissons pas de calcaire de ce type. En outre, elles ont toute l'apparence d'un récif plus ancien que le tertiaire des environs; elles sont divisées en blocs, tout au moins au dehors. L'intérieur de ces montagnes est sillonné de fentes remplies, en partie, de spathe calcaire, et de stalactites. Dans les fissures de ces calcaires, on trouve aussi une petite quantité de pétrole et de soufre. Les calcaires, eux mêmes, sont fréquemment imprégnés d'asphalte ou de bitume. L'existence du soufre s'explique facilement par la présence d'eaux sulfureuses, dans les environs. Quand ces eaux traversèrent les calcaires, l'acide sulphy-

drique fut réduit et laissa un dépôt de soufre natif. Dans le calcaire, on ne peut voir de stratification bien définie.

Entre Medias Aguas et El Juile (kil. 87, alt. 40 m.), on n'aperçoit pas d'affleurement du Tertiaire, le terrain étant couvert d'une végétation exubérante. C'est aussi ce qui se passe dans la première partie du chemin, au delà d'El Juile; plus loin, nous rencontrons surtout des sables et du gravier, jusqu'à Almagres (kil. 76, alt. 48 mètres).

Mais on ne les trouve que sur la ligne du chemin de fer; vers l'Ouest, du côté de Sayula, on observe les schistes du Miocène supérieur. Près d'Almagres, au kil. 70, il y a une autre tranchée, dans les schistes, où l'on a trouvé les fossiles suivants :

Sabella.

Dentalium cfr. *megathyris*. Dall. (?*Dent. rimosum*, Böse).

Conus cfr. *leoninus*.

Pleurotoma albida, Perry.

„ cfr. *ostrearum*, Stearns.

„ sp.

Drillia sp.

Scaphella dubia, Brod.

Marginella cfr. *cineracea*, Dall.

„ cfr. *succinea*, Conr.

Olivella mutica, Say.

Niso interrupta, Say..

Scala retifera, Dall.

Phalium globosum, Dall.

Daphnella sp.

Glyphostoma Gabbi, Dall.

- Metulella fusiformis*, Gabb.
Fusus sp.
Murex sp.
Trophon cfr. *triangulatus*, Cpr.
 „ sp.
Phos sp.
Mitra cfr. *fulgurita*, Rve.
Cancellaria cfr. *modesta*, Dall.
 „ *centrota*, Dall.
Natica cfr. *canrena*, L.
Solarium sp.
Xenophora caribbaea, Petit.
Pecten cfr. *glyptus*, Verr.
Amussium lyoni, Gabb.
Pinna sp.
Loripes sp.
Astarte opulentora, Dall.
Arca Spenceri, Dall.
Leda acuta, Conr.

C'est près de là que doit se trouver le sommet de l'anticlinal, car d'ici à la mer, les couches sont seulement inclinées vers le Nord. Les affleurements se terminent au kil. 69. Vient, ensuite, la station d'Ojapa (kil. 60, alt. 32 m.) ; et nous passons toujours sur des sables pliocènes jusqu'à Jaltipan (kil. 42, alt. 40 m.). Près de cette station, à Potrerillas, on a fait des recherches, pour trouver du pétrole,—dont on a des indices, depuis longtemps.—on a creusé, en plusieurs endroits, et le pétrole a été trouvé, en petites quantités et à une profondeur de 170 m. Ces travaux sont intéressants au point de vue géologique, parcequ'ils prouvent que le Miocène supérieur est assez puissant: on l'a suivi, jusqu'à une profondeur de

350 à 400 m. ; il était accompagné, dans certains puits de fragments de fossiles. A Jaltipan, existe une colline abrupte, le Cerro de la Malinche, formé de sable et de conglomérats ; ce sont, sans doute, les restes d'une colline, qui a été détruite par érosion et par le travail de l'homme. Il y a encore d'autres éminences semblables, dans les environs. Ces sables et ces conglomérats,—peut-être pliocènes,—continuent, de Jaltipan à la station de Chinameca (kil 37). Un peu plus loin,—au kil. 35,—nous voyons émerger, pour la dernière fois, les schistes du Miocène supérieur, aujourd'hui complètement recouvert de végétation, et décomposés par l'action des pluies, de sorte que l'on n'y découvre plus de fossiles. Spencer y mentionne les :

Pleurotoma albida, Perry.

Phos sp. (le même qu'au kil. 70).

De là, s'étendent, dans la direction de Coatzacoalcos, du gravier et un sable de couleur bigarrée, bien exposés à la vue, dans une tranchée, au kil. 17,—où l'on se rend compte qu'ils ont un léger plongement vers le Nord.

Puis, vient un sable moderne, qui provient, probablement, de dunes détruites. C'est tout ce que nous voyons, jusqu'à la côte du Golfe, à Coatzacoalcos, où le Río Coatzacoalcos coule à travers des marécages, souvent envahis par des mangliers, qui produisent, peu à peu, une nouvelle terre ferme.

Nous retournons, pendant la nuit, de Coatzacoalcos à Sta. Lucrecia, et reprenons, le lendemain, notre voyage vers le Sud. Nous traversons le Río Jaltepec, et ne voyons que des alluvions fluviales, jusqu'à Los Muertos, (kil. 131, alt. 35 m.), où existe un dépôt de gravier, qui recouvre les marnes du Miocène supérieur. Aux ponts et

dans les ruisseaux, jusqu'à Cárdenas, apparaissent quelques affleurements du Miocène; mais, en général, on ne voit, à la surface, que des conglomérats, des sables et de la terre de décomposition. Au kil. 136, existe une coupure, pratiquée dans les marnes du Miocène; mais les fossiles n'y sont pas très-abondants.

J'y ai trouvés des :

Limopsis Aguilari, Böse.

Dentalium rimosum, Böse.

Natica canrena, L.

„ (*Lunatia*) *sulcatula*, Böse.

„ *heros*, Say.

Pleurotoma veracruzana, Böse.

„ *Angermanni*, Böse.

„ *zapoteca*, Böse.

„ *Scaliae*, Böse.

Dalium Dalli, Böse.

Trophon (?) *isthmicus*, Böse.

et des reste de plantes.

Au delà, au kil. 138, nous passons des affleurements de conglomérats, plus modernes que le Miocène supérieur; de loin en loin, il y a encore quelques apparitions de ce dernier, mais déjà presque entièrement recouverts de sables et de conglomérats. Près d'Ubero (kil. 144), il y a de plus grandes sections; en haut, sont principalement, des restes de conglomérats modernes, et, plus bas des sables, de couleurs grise et jaune, déjà presque cimentés et transformés en grès. Ce grès est traversé par des bandes d'un conglomérat, formé, principalement, de cailloux de quartz et de fragments de gneiss. Au dessous des sables, on rencontre, souvent, des grès argileux, avec des em-

precintes de plantes et des couches minces de lignite (kil. 144, et près du kil. 146). Dans les sables solidifiés j'ai aussi trouvé des feuilles. En quelques endroits, sous les grès argileux, se retrouvent les conglomérats. Au kil. 146, il y a encore un petit affleurement du Miocène, sous les grès argileux. Tous ces dépôts sont légèrement voûtés et appartenant, probablement, aussi au Pliocène.

Les dépôts sableux continuent jusqu'à Tolosa (kil. 156), et même au delà. Nous traversons le Río de Jumupa, près de Tolosa Vieja, et marchons à travers les sables, etc., jusqu'au kil. 162. Ici, commencent, sur le bord de la ligne du chemin de fer, des calcaires crétacés, recouverts, parfois par les sables et les conglomérats. Près de Paso de Buques (kil. 165), nous trouvons, dans les calcaires, des radioles d'oursins, en abondance, et quelques Rudistes et Nérinées. Au dessus des calcaires mésocrétacés, on voit les argiles du Crétacé inférieur. Puis, recommencent sables et conglomérats, jusqu'à Palomares (kil. 166, alt. 88 m.). Au delà de Palomares, nous sommes encore dans les conglomérats et les grès. Nous traversons le Río Sarabia et nous trouvons des grès, d'un vert grisâtre, appartenant au Crétacé inférieur (kil. 174-175). Les hauteurs, à l'Est et à l'Ouest du chemin de fer, se composent de la même roche. Avant d'arriver à la station de Sarabia (kil. 177), recommencent les sables modernes, qui, ici, sont, probablement, un dépôt d'un ancien lac. Puis, aux kil. 185-186, de nouveau, les grès du Crétacé inférieur, qui forment une petite chaîne de collines; ces couches disparaissent, plus loin, sous les alluvions de Mogoñé (kil. 187, alt. 92 m.). De Mogoñé au Río Malatengo, continuent les alluvions; puis, réapparaissent des argiles et des grès du Crétacé inférieur. La série commence par des schistes argileux noirs (direct. N. 75° W., plongem.

30° S.W.) ; suivent des schistes argileux jaunes (direct. N. 55° W., plongem. 50° S.W.) ; ensuite, entre les kil. 189 et 190, des calcaires ardoisiers noirs (direct. N. 40° E., plongem. 80° N.W.) ; et des schistes gris (direct. N. 80° W., plongem. 80° N.) à peu de distance, nous trouvons des conglomérats modernes (kil. 190-191) ; mais, de suite, reparaissent les schistes argileux, qui alternent avec des grès rougeâtres et verts. L'inclinaison change fréquemment, et je vais indiquer ces changements, d'après les principales observations que j'ai faites :

Kil. 191-192 : direct. E.-W. plongem. vertical, 80° S. et 80° N. ;

Kil. 192-193 ; direct. N. 55° W., plongem. vertical, 70° N.E. ; direct. N. 75° W., plongem. 70° S.W. ; direct. E.-W., plongem. 70° N. ; direct. 40° S. plongem. 45° S. ;

Kil. 193-195 : direct. E.-W., plongem. 40° N. ; direct. N. 40° W., plongem. 20° N., 20° S., 20° N. ; direct. N. 80° E., plongem. 20° S. ; direct. E.-W., plongem. 20° N., 35° N.

Kil. 195-196 ; direct. N. 110° E., plongem. 45° N.N.E. ; direct. E.-W., plongem. 30° S. ; direct. N. 70° E., plongem. 20° S.S.W. ;

Kil. 196-197 ; direct. E.-W., plongem. 15° S. ; direct. N. 30° E., plongem. 20° S.E. ; direct. N. 65° E., plongem. 20° S.E. ; direct. N. 40° E., plongem. 10° S.E. ;

Kil. 197-198 : direct. N. 30° W., plongem. 25° N.E. ; direct. N. 50° E., plongem. 25° S.E. ;

Kil. 198-199 : direct N. 20° W., plongem. 30° N.E. ; direct. N. 40° E., plongem. 35° S.E. ; direct. N. 30° W., plongem. 50° N.E. ; direct. N.S., plongem. 60° E. ; direct. N. 65° E., plongem. 70° S.E., 40° S.E. ;

Kil. 199-200 : direct. E.-W., plongem. 12° N. ; direct. N. 80° W., plongem. vertical, 60° N., 65° S., 80° N., 65° N. ; direct. N. 105° W., plongem. 70° N. ; direct. N. 55° W. forte-

ment plissé. Dans tout ce parcours, il y a un changement considérable de plongement. La roche est, surtout, un grès rougeâtre et vert, avec intercalation de schistes. Souvent, on observe, à côté de la stratification, un ardoisement transversal, qui, joint à la présence de crevasses, rend, fréquemment, difficile la détermination du plongement et de la direction.

Entre les kil. 201 et 202, nous remarquons des schistes et des grès gris, et des schistes argileux, rouges et violets; leur direction est N. 62° W., et leur plongement 70° N. E. Entre les kil. 202 et 203, nous voyons des grès, d'un violet allant, parfois, jusqu'au rougeâtre qui sont plus ou moins, ardoisés et incomplètement mis à nu. Sur eux reposent des conglomérats et des grès modernes; ceux ci et de la vase s'étendent jusqu'à Rincón Antonio (kil. 204, alt. 175 m.).

De Rincón Antonio, la vue s'étend sur une plaine ondulée. A l'Ouest seulement, s'élèvent des montagnes de quelque importance, qui indiquent que, là, commence la Sierra d'Oaxaca. Au Sud, nous apercevons aussi une petite Sierra, que nous traverserons, plus tard, sur la ligne du chemin de fer, près de Niza Conejos. A l'Est, la vue s'étend aussi sur des plaines et des collines semblables à celles de Rincón Antonio. Une grande partie de ces plaines a été formée, probablement, par des dépôts lacustres. A Rincón Antonio, toute la plaine est couverte de conglomérats, de sables et de marnes, en couches horizontales, qui ont pris naissance, sans aucun doute, dans un lac. Par dessous ces dépôts, se trouvent les grès et les schistes du Crétacé inférieur, qui se voient bien, sur les bords du bassin. Sur la ligne du chemin de fer, aussi, nous observerons l'existence de ces couches.

Au sortir de Rincón Antonio, nous voyons, dans les

tranchées, des couches horizontales de conglomérats et de sables. Ce sont, comme nous l'avons déjà dit, les restes des dépôts d'un lac. Plus loin, entre les kil. 208 et 209, nous rencontrons des schistes argileux et des grès, qui contiennent des filons de quartz. Les schistes varient du jaune au gris; les grès sont blancs, verts et rougeâtres. Du kil. 212 au kil. 213, commencent à prédominer les schistes; du 213 au 214, s'y intercalent des calcaires lamellaires; les grès sont rougeâtres et recouverts par des schistes, qui sont, eux-mêmes, recouverts par des calcaires durs. Dans la série des schistes et des grès, on observe un changement de direction et de plongement. Près du kil. 204, la direction est. E.-W., avec un plongement $40-50^{\circ}$ N. Entre les kil. 211 et 212, la direction passe à N. 55° W.; et le plongement à $20-50^{\circ}$ S.W. Les calcaires qui s'étendent sur les schistes ont pour direction N. 65° W., et pour plongement 30° S.W. Ils forment la petite Sierra que j'ai déjà mentionnée et que nous traversons, à Niza Conejos. Ce calcaire est de couleur gris bleuâtre, en partie stratifié en gros bancs, en partie en lames ardoisiformes ou rubanées, et contient des rognons de silex. Je n'y ai pas trouvé de fossiles. La direction et le plongement du calcaire changent, parcequ'il est brisé et divisé en une masse de petits blocs. On y observe: Direct. N. 80° W., plongem. $25-45^{\circ}$ S.; direct. N. 30° W., plongem. $10-60^{\circ}$ W.S.W.

La nouvelle ligne du chemin de fer coupe ces calcaires, à sa descente dans le bassin d'Almoloya. Un peu avant d'arriver au réservoir d'alimentation de la station, commencent, des schistes argileux, avec des calcaires ardoisiers intercalés (direct. N. 50° W., plongem. 30° S.W.; direct. 30° W., plongem. différent, vers le S.W.), Leur limite n'est pas bien visible. Plus loin, nous voyons des

phyllites, des gneiss, des quartzites, des schistes cristallins; ceux-ci se prolongent jusqu'à Chivela (kil. 233, alt. 244 m.), où nous retrouvons le bassin d'un ancien lac.

D'ici, nous descendons, au milieu d'un paysage pittoresque, vers les plaines de la côte du Pacifique. Voici encore des gneiss et des phyllites, dont la direction change fréquemment. Nous avons, jusqu'au kil. 226, en général, un plongement vers le S.; il a changé ensuite, et vise continuellement le N., bien que la direction oscille. La région entre Niza Conejos et Chivela forme donc un synclinal. La direction de ces couches varie de E.-W. à N.-S., c'est à dire que, tandis que, dans la partie septentrionale de l'Isthme, la direction se rapproche, plus ou moins, de E.-W., nous la voyons, ici, tourner et suivre une ligne moyenne N. 30° W., qui coïncide aussi avec la direction des Sierras. Au kil. 238, le plongement change encore; au kil. 239, les phyllites, quartzites, gneiss, qui composent cette série, sont recouvert par des calcaires marmorisés (direct. N. 60° W., plongement vertical). En face, s'élève le Cerro Prieto, revêtu des mêmes calcaires, mais avec un plongement différent,—comme l'indique la coupe géologique ci-jointe. Sur la ligne du chemin de fer, les couches, moins inclinées, sont déjà détruites. Le calcaire varie du blanc au gris bleuâtre et est presque entièrement transformé en marbre; on ne trouve pas, ici, de fossiles.

Reviennent gneiss et phyllites, avec une direction très-variable: kil. 241-242: direct. N. 30° W., plongement 35° W.S.W.; kil. 242; direct. N.S., plongem. vers le W.; kil. 243-244: direct. N. 40° E., plongem. 35° S.E., et direct. N.-S., plongem. vers le W.

Entre les kil. 244-246, nous entrons dans la vallée du

Río Guichilona, où les couches ne sont pas toujours découvertes; mais, sur les pentes, on voit qu'elles appartiennent toujours à la même série. Près du kil. 246, les phyllites sont recouvertes par des psammites; puis, les psammites par des calcaires marmorisés semblables à ceux de Niza Conejos (direct N. 55° W., plongem. $25-30^{\circ}$ S.W.).

Du kil. 246 au kil. 247, nous voyons clairement la position des grès et des calcaires. En face des calcaires, de l'autre côté du chemin de fer, sur le Rancho Zapote, existe une source thermale (45° c.), qui sent fortement l'acide sulfhydrique. Cette source surgit des tufs calcaires qui s'étendent au dessus des grès et des schistes.

Au kil. 247, une faille coupe les calcaires et les fait disparaître; viennent ensuite, des gneiss et des schistes d'ouralite, qui constituent la totalité de la dernière chaîne de collines. Au kil. 248, nous arrivons à la plaine de la Côte du Pacifique. Nous passons la station de Río Verde (kil. 249), et traversons la plaine, composée de sables et d'alluvions. Dans les environs du kil. 253, on rencontre une hauteur, mais on ne peut voir de quelles roches elle est formée. A peu de distance du kil. 260, nous trouvons, sur la voie, du microgranit très-décomposé. Nous traversons le Río S. Jerónimo, et arrivons à la station du même nom (kil. 261, alt. 56 m.).

Dans le lit de la rivière, juste au dessous du pont, existe une roche, d'un vert obscur, fissurée en tous sens, et si dense que, sans le microscope, on ne peut reconnaître ses éléments constitutifs; c'est une brèche, dont les composants sont les mêmes que ceux du porphyre quartzifère. Plus haut, vers le village de S. Jerónimo, nous observons du granit à muscovite, et du microgranit, sans que l'on puisse bien distinguer la limite entre eux et

la brèche. Granit et microgranit constituent aussi le sol du village de S. Jerónimo. A peu de distance, au S.E., de la station, nous remarquons une montagne, le Dani-Guiati. Elle se compose aussi de microgranit et de granit de biotite; c'est, probablement, cette roche qui sert de base à une grande partie de la région, sous une légère couverture d'alluvions.

Au sortir de S. Jerónimo, nous traversons, au kil. 264, une zone, peu étendue, de microgranit; elle forme une légère ondulation, qui unit le Dani-Guiati aux collines de Laollaga.

Sur la voie du chemin de fer, on ne rencontre aucun affleurement, jusqu'à Tehuantepec. Mais, à droite (ouest), s'élèvent les chaînes de Laollaga et de Tlacotepec, qui se composent de calcaire (crétacé?), sur une base de gneiss. Elles continuent jusqu'à Mixtequilla, où l'on découvre leur base gneissique. Dans la plaine où passe le chemin de fer, on ne voit plus que sables et terres de décomposition, jusqu'à Tehuantepec (kil. 289, alt. 36 m.). Cette ville est située au milieu de collines, entre lesquelles passe le Río de Tehuantepec; à l'Est de la rivière, est le Dani Guivedchi; à l'Ouest, le Dani Lieza. Le Dani Guivedchi se compose de gneiss. On retrouve cette roche jusque dans les rues de la ville, jusqu'au pont sur lequel le chemin de fer traverse la rivière; puis, de l'autre côté de celle-ci, dans les rues d'un faubourg de Tehuantepec, nommé Sta. María. De ce point au Dani Lieza, nous remarquons, dans le gneiss, des intercalations de felsite,—mais le gneiss pyroxénique prédomine. Le Cerro Dani Lieza est séparé des hauteurs de Sta. María par une dépression. Dans la montagne, on exploite de grandes carrières, pour la construction du port de Salina Cruz; elles sont dans la felsite. Mais, au pied de la

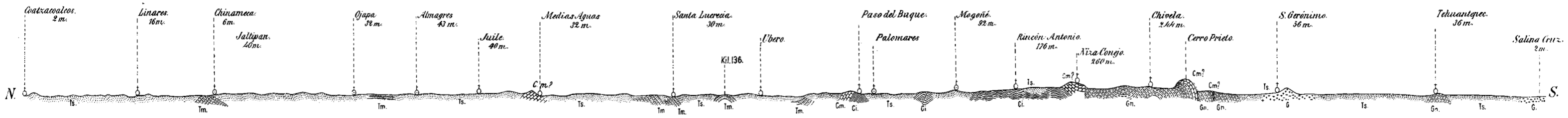
montagne, on rencontre, de nouveau, le gneiss (augengneiss), avec de la felsite intercalée, en certains endroits. De Sta. María et de Tehuantepec, on voit s'élever, du fond de la vallée, la masse énorme du Quie-Ngola, composée de calcaires (crétacés?). La coupure, au N.W., dans laquelle passe le Río de Tehuantepec, a été produite par une dislocation, qui a mis à nu le gneiss, dans le fond de la vallée.

De Tehuantepec, le chemin de fer nous emporte sur une plaine composée de sables. A droite, sont des chaînes composées de roches archaïques; à gauche, se dressent les montagnes de Huilotepec, composées de brèches de porphyres quartzifères.

Près du kil. 306, nous entrons dans la petite chaîne de Salina Cruz, dont le point culminant est le Xunirahui. Elle se compose, principalement, de microgranit; mais on y trouve, aussi, du granit,—dans le village, lui-même, à l'Est. A la sortie du défilé, la baie de Salina Cruz, encerrée, de toutes parts, entre des montagnes granitiques, s'étend sous nos yeux. A l'Ouest, des carrières importantes nous laissent voir le microgranit.



Profil géologique transversal de l'ISTHME DE TEHUANTEPEC.



- | | |
|---|--|
| Ts.-Pliocène-Pleistocène marin et lacustre. | Gi.-Schistes et grès probablement Crétacé inférieur. |
| Tm.-Miocène supérieur. | Gn.-Gneiss et schistes cristallins. |
| Cm.-Calcaire à Rudistes-Crétacé moyen. | G.-Granite. |

Echelle. { Horizontale 1:500,000.
Verticale 1:100,000.