

# IX

(EXCURSION DU JORULLO).



## LE XINANTECATL OU VOLCAN NEVADO DE TOLUCA

PAR

T. FLORES.

---

---

# LE XINANTECATL OU VOLCAN NEVADO DE TOLUCA.

PAR M. T. FLORES.

[AVEC 4 PLANCHES.]

## SITUATION.

Le Nevado de Toluca, également connu sous le nom de "El Xinantecatl,"<sup>1</sup> est situé, d'après D. Joaquín Velázquez de León, à 19° 11' 20" de latitude Nord, et à 0° 29' 57" 2 de longitude Ouest de México. Comme quelques autres grands volcans mexicains, il se trouve sur le bord SE. du Plateau Central, et est à peu près à vingt kilomètres de la ville de Toluca, capitale de l'Etat de México.

## PHYSIOGRAPHIE.

La vallée de Toluca, dont l'élévation moyenne est de 2,630 m. au-dessus du niveau de la mer, forme le point le plus élevé du plateau d'Anahuac ou Mesa Central. En même temps, avec le bassin de Mexico et la vallée de Puebla, elle forme l'extrémité meridionale de cet haut plateau. Elle est limitée au N. et au NE. par les montagnes de Xocotitlán, Monte Alto et las Cruces; à l'Est,

---

<sup>1</sup> D'après quelques auteurs, le mot Xinantecatl signifie "El Señor Desnudo" ("Le Seigneur Nu"), dans le langage des premiers habitants de l'Anahuac; mais, en réalité on ignore le véritable sens de ce mot.

por la chaîne de l'Ajusco; au Sud, par les montagnes de Tenango et au SO. par les pentes du Nevado de Toluca. Vers le NO. la vallée est ouverte et verse ses eaux dans le lac de Chapala par le Río de Lerma, la plus grande des rivières de l'Etat de México, et dont le cours marque parfaitement la descente générale de cette vallée qui n'est, par conséquent, un bassin fermé. Les montagnes de l'Ajusco et de Las Cruces, avec leur prolongement (Monte Alto et Monte Bajo), séparent la vallée de Toluca de celle de México, en ne formant qu'une seule crête sur les versants de laquelle existent, des deux côtés, des torrents assez importants qui alimentent à l'Est les lacs de la vallée de México, et à l'Ouest le lac de Lerma, où prend naissance la rivière de Lerma, près du village du même nom.

M. E. Ordóñez attire l'attention<sup>1</sup> et avec justice sur la ressemblance remarquable qui existe entre ces deux vallées. En effet, si on les compare entre elles, on rencontre une grande analogie dans leurs détails physiographiques et dans leur constitution géologique, et, pour mieux apprécier cette ressemblance, nous nous permettons de reproduire ici ses paroles. Il dit: "Pour se rendre compte des rapports entre le bassin de México et la vallée de Toluca, il suffit d'un simple coup d'œil. Tels sont par exemple, la même orientation moyenne ou le parallélisme des sierras qui forment les limites orientales et occidentales; la jeunesse relative du matériel volcanique accumulé vers le Sud, dont l'encombrement justifie dans une certaine mesure la grande hauteur atteinte par cette barrière qui fait voir avec une netteté frappante le bord du Plateau Central; encore faut-il rappeler, pour mieux

---

1 Memorias de la Sociedad Alzate, Tome 18. 1902, pags. 85 et 86.

saisir la ressemblance les accumulations de laves au milieu des vallées formant là-bas non seulement de petites cônes dont l'état de conservation montre combien leurs éruptions ont été récentes, mais des sierras intérieures tout à fait détachés des grandes chaînes limitrophes si semblables dans leur nature pétrographique qu'on doit les juger du même âge. Citons d'abord les montagnes près de la ville de Toluca et la Sierra de Guadalupe près de la ville de México, qui donnent des roches andésitiques très employées dans les constructions, les cônes de laves et de brèches andésitiques de Metepec et de Chapultepec, tous rapprochés de nos collines du Marqués et du Peñón de los Baños; il y a aussi de petits cratères bien conservés, notamment Tlacotepec, Tecajete, etc., près de Toluca comme nos cratères de Santa Catarina près de México; la vallée de Toluca a ses coulées basaltiques près de Tenango comme à México près de Xochimilco et Tlalpam; et les deux plaines couvertes de gros dépôts de tufs volcaniques, de brèches ponceuses avec des couches de graviers intercalées, ont leurs lagunes les unes drainées, les autres renfermées; des petites tourbières en voie de formation, leurs couches d'infusoires au fond des lacs desséchés et pour ne pas aller plus loin dans cette énumération, chaque bassin a un grand volcan au midi, l'Ajusco à México, vieux cône déjà très érodé qui est descendu par un travail énergique d'érosion au dessous des neiges perpétuelles; et dans la vallée de Toluca son Xinantecatli plus jeune, plus parfait et aussi plus haut et plus majestueux."

J'ai rencontré en outre, plusieurs sources et puits artésiens, dont la présence démontre que dans la vallée de Toluca comme dans celle de México, il existe des eaux souterraines en circulation, qui, après avoir traversé les

couches perméables du matériel volcanique dont sont recouvertes les pentes montagneuses et une partie de la vallée, apparaissent de nouveau à la surface sous ces deux formes.

La photographie de l'ensemble de la petite sierra de Toluca que je joins à ce travail, donne une idée du relief des montagnes andésitiques qui la constituent.

#### CONFIGURATION ET ASPECT PHYSIQUE DU VOLCAN.

Au Sud-Ouest de la ville de Toluca et, comme je l'ai dit auparavant, à une distance d'environ vingt kilomètres, s'élève le *Xinantecatl*, dominant majestueusement les plaines qui l'environnent, d'une hauteur absolue de 4565 mètres; ses pentes au Sud et au Sud-Ouest descendent rapidement vers le bassin du Río de las Balsas, en formant de robustes contreforts qui limitent des vallées secondaires, dont le climat, à mesure que l'on descend, est de plus en plus chaud. Les pentes du Nord, au contraire, ont un climat froid et elles s'éteignent graduellement dans la plaine. Leur uniformité est si remarquable qu'on peut les gravir à cheval, facilement en quatre heures, et atteindre toujours à cheval, les lacs qui occupent le fond du cratère, après avoir traversé le bord du Nord-Est.

Les figures suivantes donnent une idée des différents profils que présente le volcan vu du NE., de l'Est et du Sud; la figure 1 représente le profil tel qu'il apparaît depuis Toluca: alors le cratère se distingue suivant son axe longitudinal; la figure 2 montre le cratère suivant son axe transversal et dans la figure 3 on voit le profil tel qu'il s'aperçoit quand on descend par le Sud, vers le Río de las Balsas. Alors on ne voit pas le cratère, mais

seulement une aiguille qui correspond à la crête de l'un des contreforts rayonnants qui partent du côté Sud du cratère.

Les flancs du volcan sont couverts d'une épaisse végé-

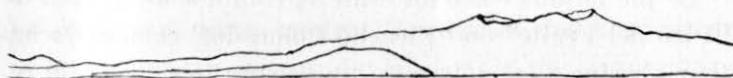


Fig. 1.—Profil du volcan vu de Toluca (au NE. du cratère).

tation arborescente, composée en majorité par des conifères (ocote, oyamel et cèdre), au milieu desquels on aperçoit de temps en temps un chêne, un *aile*, un arbou-

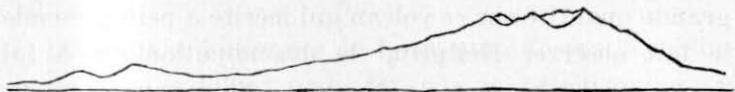


Fig. 2.—Profil du volcan vu de Calimaya (E. du cratère).

sier; cette végétation devient de plus en plus rachitique, à mesure que l'on s'approche du sommet, et disparaît enfin complètement à 4100 mètres au-dessus du niveau

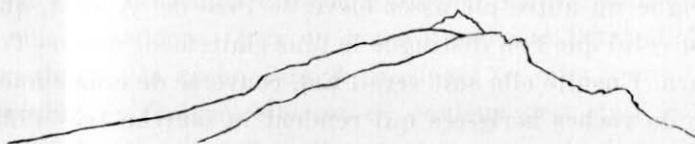


Fig. 2.—Profil du volcan vu de Tecualoya (au S. du cratère).

de la mer, précisément au pied de la couronne de crêtes aiguës et dentelées du cratère. Celui-ci apparaît alors sous une forme conique presque parfaite; mais en réalité cette forme est elliptique irrégulière. Dollfus et Montserrat,<sup>1</sup> qui firent l'ascension de ce volcan au mois

<sup>1</sup> Archives de la Commission Scientifique du Mexique, t. III.

de novembre 1865, et qui levèrent le plan du cratère au moyen d'un théodolite, attribuent au grand axe de l'ellipse (orienté du NO. au SE.), une longueur de 1431 mètres et au petit axe, 595 mètres.

Le pic le plus élevé du cratère, connu sous le nom de "Pico del Fraile" ou "Picacho Colorado," et dont la hauteur absolue a été déterminée plusieurs fois, avec des résultats différents, comme nous le verrons plus loin, atteint la région des neiges perpétuelles, ainsi que la crête la plus élevée du bord du cratère connu sous le nom de "El Espinazo," dont l'extrémité occidentale forme la base de ce pic. Néanmoins, la neige n'existe pas en grande quantité sur ce volcan qui mérite à peine, comme le fait observer Heilprin,<sup>1</sup> la dénomination qu'on lui donne ordinairement de Nevado (Neigeux); pendant les mois de mai, et juin, la neige diminue considérablement et pendant la saison des pluies (juillet et août), le cratère est le siège de fortes tempêtes.

Au pied du Pico del Fraile, la crête descend un peu pour continuer vers le N. et le NE., jusqu'à ce qu'elle atteigne un autre pic assez élevé, le Pico del Aguila, qui est celui que l'on distingue le plus clairement depuis Toluca. Ensuite elle suit vers l'Est, couverte de cimes nues et de roches hérissées qui rendent la marche très difficile. En se dirigeant vers le Sud, la crête descend beaucoup et forme alors la crête la plus basse du bord du cratère, qui, comme nous l'avons dit, peut se franchir à cheval pour pénétrer dans l'intérieur du cratère. Le fond de celui-ci est occupé par deux lacs nommés Laguna Grande et Laguna Chica. Sur leurs bords se sont accumulées de grandes pierres, détachées de la crête, et qui

---

1 Proceedings of the Academy Nat. Sc. of Philadelphia. 1890, page 261.

forment des anneaux autour des lagunes dont les eaux limpides et d'une belle couleur vert de mer, reflètent avec de beaux tons le dôme andésitique de plus de cent mètres d'élévation qui s'élève au fond du cratère en le divisant en deux parties inégales et qui ferme comme un bouchon son orifice central. Le niveau des lacs est de 4270 mètres au dessus de la mer, et la température de leurs eaux, au moment où je fit l'observation (neuf heures du matin, le 23 avril 1906), était 8° C., tandis que celle de l'air, au même moment était 3°5 C.; une analyse minutieuse faite par Dollfus et Montserrat a démontré que ces eaux sont aussi pures que l'eau distillée.

D. Joaquín Velázquez de León, qui effectua la mesure et le sondage de la Laguna Grande, lui attribue une longueur d'environ 300 mètres sur 213 de largeur et une profondeur maxima de 10 mètres.

Les pentes intérieures du cratère sont couvertes de débris qui constituent un véritable sable volcanique; ce sable, grâce à l'inclinaison (30° en moyenne), s'est réparti d'une manière assez uniforme, en prenant différentes couleurs (gris ou rouge), suivant l'état d'altération de la roche dont il provient: en effet, quand la roche est fraîche, elle est de couleur gris clair, mais quand elle a souffert l'oxydation atmosphérique, elle prend une couleur rouge assez prononcée. Dans les parties basses et abritées de ces pentes, et dans le fond du cratère croissent quelques graminées de petite taille (*zacatón*) et quelques lichens. Les roches les plus exposées à l'action de la neige présentent une surface polie; mais leur texture est bien plutôt conchoïdale et en beaucoup d'entroits elles se divisent en dalles.

Les photographies ci-jointes donnent une idée de l'é-

tendue et de la régularité de la vallée de Toluca et de l'ensemble général du volcan vu de cette vallée,—où l'on aperçoit aussi le cône basaltique de Tlacotepec. Les autres photographies montrent le Pico del Fraile avec l'Espinazo et une partie de la Laguna Grande, la Laguna Chica, le dôme central et les pentes intérieures du cratère.

#### ASCENSIONS.

La possibilité qu'il y a de monter à cheval jusqu'au cratère de ce volcan, et la facilité relative avec laquelle on monte jusqu'à la région atteinte par ses pics les plus élevés, région qui dépasse de beaucoup la limite de la végétation et touche même la zone des neiges perpétuelles, font que ce volcan a été l'objet de nombreuses excursions, parmi lesquelles je mentionnerai les suivantes :

Humboldt.....	le 29 septembre...	1803
Burkart.....	24 mars .....	1826
Velásquez de Leon.....	21 mai.....	1835
Pieschel .....		1852
Saussure et Peyrot .....		1856
Dullfus et Montserrat .....	novembre...	1865
Villada.....	novembre...	1887
Heilprin .....	21 avril.....	1890
Ordóñez .....	mars.....	1902

#### HAUTEUR ABSOLUE.

La hauteur absolue du Pico del Fraile a été déterminée par différents auteurs qui, dans leurs déterminations, ont obtenu les chiffres suivants :

Auteur.	Hauteur en mètres au-dessus du niveau de la mer.
Burkart .....	4654.0
Humboldt .....	4622.5
Dollfus et Montserrat. ....	4578.5
Heilprin .....	4557.9
Velázquez de León.....	4476.5

Les observations que j'ai faites simultanément avec l'Observatoire Météorologique Central de l'Etat de Mexico, et les calculs<sup>1</sup> respectifs m'ont donné une hauteur absolue de 4564.8 mètres. D'après ce résultat, le Nevado de Toluca occupe le 4.<sup>e</sup> rang, en élévation, entre les grands volcans mexicains.<sup>2</sup>

#### ÉRUPTIONS.

Le Nevado de Toluca n'a pas donné de signes d'activité depuis une longue période; dans la littérature on ne trouve mention de quelque éruption et d'après l'aspect de son cratère, il semble que l'érosion, aidée par les changements brusques de température, la neige et les tempêtes, cause une destruction incessante très énergique, qui diminue de plus en plus sa hauteur absolue.

#### NATURE PÉTROGRAPHIQUE.

M. S. Ordóñez a fait, dans une autre occasion,<sup>3</sup> l'étude pétrographique des laves du Xinantecatl. Je cite cette étude ici, à cause de l'intérêt qu'elle renferme et parce

1 Les observations se firent avec un thermo-baromètre, corrigé par le Physikalisch-Technische Reichsanstalt Abth. II de Charlottenbourg, et pour les calculs ont été employés les tables de T. Delcros (Smithsonian Miscellaneous Collections p. 349).

2 La hauteur de ce volcan n'est dépassée que par le Pic d'Orizaba 5549 m.) le Popocatepetl (5450 m.) et Iztaccihuatl (5280 m.).

3 Loc. cit. p. 99.

qu'elle est l'une des plus complètes que j'ai pu consulter. Il dit: "Toutes les laves du volcan Nevado de Toluca ont un aspect franchement trachytique avec des couleurs gris, gris rougeâtres ou rouges; ces dernières couleurs proviennent tantôt de l'oxidation atmosphérique tantôt des conditions spéciales de refroidissement. La pâte vitreuse de la roche est parsemée de nombreux cristaux blancs de feldspath, jusqu'à un centimètre de longueur. On voit aussi des aiguilles et des sections allongées de l'hornblende d'une couleur noire et brillante à l'œil nu. Sur la platine du microscope, les roches réduites en lames minces révèlent qu'elles ont partout les mêmes caractères répondant à une semblable composition, soit que les échantillons procèdent d'une seule coulée, soit qu'elles viennent de différentes coulées. A cause de son importance et des dimensions du massif lavique, la roche grise du mamelon qui occupe le milieu du cratère est un type. Le magma incolore par transparence est toujours bien dévitrifié en nombreuses aiguilles et tablettes d'abord reconnaissables par leur petit angle d'extinction comme appartenant à l'oligoclase. Il y a aussi quelques fines aiguilles d'une légère nuance verdâtre que nous supposons être de l'augite. Autres que ces microlithes, la polarisation faible et confuse de la pâte fait voir l'état de tension du verre. Quant aux cristaux de la première date de consolidation autre que les feldspaths dont nous parlerons plus loin, suit en abondance l'hyperstène avec des sections allongées prismatiques et des carrés tronqués de la base; les premières légèrement teintées en jaune verdâtre ou rougeâtre. Les grands individus montrent ses clivages par des lignes très fines ou par des cassures. Dans la surface un peu rugueuse des cristaux viennent presque constamment de larges inclusions de

magnétite très caractéristique. Le dichroïsme est bien marqué, quoique pas très intense dans des couleurs qui varient du vert clair au jaune rouge faible. C'est à grand peine que l'on peut distinguer les sections de la base des cristaux d'hypersthène de ceux de l'augite, mais cette dernière apparaît très rarement. L'hornblende ferrifère dans cette roche a des cristaux plus larges que ceux de la piroxène rombique, d'une couleur brun intense et à dichroïsme très fort. Ils offrent toujours d'excellents clivages et un rebord plus foncé dû à l'altération. Dans quelques échantillons, l'hornblende apparaît en longues aiguilles et les sections transversales donnent des losanges très aigus avec les clivages ordinaires. Les roches contiennent dans le magma de petits cristaux de fer oxidulé, quelques fines barres d'apatite et très rarement de la tridymite. Dans les laves brunes ou grises de la haute crête occidentale du cratère, on voit la fluidité par l'écoulement des groupes de microlithes feldspathiques parsemées dans un verre incolore avec des aiguilles verdâtres et de fines parcelles opaques étendues comme de la poussière. Dans quelques roches d'ici, l'hornblende surpasse en abondance l'hypersthène, de même que dans les roches du Pic del Fraile ou dans le bord du cratère du côté nord-est qui ont aussi la même description ci-dessus. La couleur rouge des laves tient à l'oxydation du fer du magma ou à l'altération de l'hornblende dont les cristaux, par effet de cette décomposition, se sont en partie désagrégés en de fines aiguilles opaques rouges, disséminées dans la masse de la roche. Cette similitude d'aspect et composition des laves du Nevado est aussi manifeste dans les cristaux porphyritiques qui ont ainsi les mêmes caractères, toujours d'un aspect vitreux à l'œil nu. On voit dans le microscope les cristaux des mâ-

cles simples ou des mâcles multiples et en tout cas en plusieurs zones d'accroissement, ce qui met des difficultés pour avoir des chiffres exacts de l'extinction qui diminue vers la périphérie du cristal. Cependant l'angle d'extinction de la zone de symétrie rappelle une andésine, tandis que d'autres, surtout les cristaux en mâcles répétées appartiennent à un labrador acide."

D'après ce qui précède, on peut classer les roches du Nevado de Toluca comme des *andésites d'hypersthène et de hornblende*.

Pour compléter la connaissance pétrographique du volcan je présente ici l'analyse d'une andésite du Nevado, faite par le Dr. A. Lagorio,<sup>1</sup> et qui a donné les résultats suivants:

SiO <sub>2</sub> .....	65.03
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	18.83
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	2.35
CaO.....	4.43
MgO.....	2.06
K <sub>2</sub> O.....	2.24
Na <sub>2</sub> O.....	4.38
H <sub>2</sub> O.....	1.00
	<hr/>
	100.32

#### STRUCTURE ET GENÈSE DU VOLCAN.

Le cône du Nevado de Toluca repose directement sur les calcaires crétacés qui existent au Sud et au SO. du volcan (Serranía de San Gaspar, Ixtapa de la Sal), et il est constitué par la superposition d'une série de courants de lave; il se trouve recouvert depuis sa base jusqu'à près du cratère par une épaisse couche de matériel

<sup>1</sup> Mineralogische und Petrographische Mittheilungen. G. Tschermak. Vienna. 1887, t. 8, pp. 421 et 458.

détritique qui forme autour du cône une espèce de chemise, déchirée seulement dans les parties basses des pentes australes, où l'on peut voir le contact des andésites avec les calcaires crétacés déjà cités. Ce matériel détritique, qui apparaît en couches inclinées, conformément aux pentes du volcan, suit les moindres sinuosités du terrain, et est formé en majeure partie par des tufs et des brèches ponceuses,<sup>1</sup> de couleur jaune, grise ou blanche, que l'on rencontre en quelques endroits, couverts de tufs argileux, et en d'autres, alternant avec des couches de pierre ponce ou de minces lits de cendre volcanique; la couverture qu'ils forment, mince près du cratère, mais d'une épaisseur croissante à mesure que l'on descend, ne permet pas de suivre sur les flancs du N. et du NE., les différentes accumulations de lave qui forment le cône, et dont on aperçoit seulement quelques fragments laissés par l'érosion près de la cime; l'alternation de ce matériel stratifié correspond à divers paroxysmes du volcan et le dépôt a dû être le résultat de la chute directe des fragments qui le constituent, durant les éruptions, chute suivie parfois d'un léger transport causé par l'eau ou par une faible action éolienne.

Durant une période d'activité extraordinaire, se produisit l'émission d'énormes quantités de lave, dont l'écoulement s'effectua, de préférence par le côté Sud du cratère, à travers des fissures ouvertes près de là, à en juger par les robustes contreforts laviques rayonnants qui se trouvent de ce côté du cratère et de l'existence desquels j'ai déjà parlé en traitant de la configuration et de l'aspect physique du volcan. Il semble que cette période d'activité a été suivie d'une autre de calme pen-

---

<sup>1</sup> Ces tufs ponceux sont connus au Mexico sous le nom de *tepetate*.

dant laquelle l'érosion modifia la topographie en détruisant les inégalités des pentes. En effet, en certains endroits on voit des dépôts de matériel provenant des dernières éruptions sur ces surfaces corrodées par l'érosion ou sur des restes détritiques. Enfin, après une série d'éruptions, est venue l'époque finale d'activité qui fut marquée par l'apparition du dôme central, reste de la dernière émission de laves, qui est resté comme un bouchon fermant l'orifice central du cratère.

Les laves couvrirent de grandes étendues de terrain en formant des courants successifs très réguliers, et construisant ainsi le cône à pentes douces et uniformes de ce volcan; leur nature pétrographique, sans apparence remarquable de fluidité, et dans un état relativement développé de dévitrification, montre que le refroidissement s'est produit d'une manière assez lente, malgré les longues distances qu'elles parcoururent quand comença la formation du cône.

#### CLASSIFICATION DU VOLCAN.

Conformément aux idées que je viens d'exposer, on pourrait classer, peut être, ce volcan comme un volcan stratifié *polygénétique*, suivant la division<sup>1</sup> donnée par le Dr. A. Stübel, qui distingue sous ce nom les cônes volcaniques formés par l'accumulation du matériel rejeté durant une série d'éruptions séparées.

---

<sup>1</sup> Die Vulkanberge von Ecuador, p. 351.

## ÂGE DU VOLCAN.

M. J. G. Aguilera<sup>1</sup> rapporte au pliocène supérieur les tufs et les brèches ponceuses des montagnes de Las Cruces, Monte Alto et Sierra Nevada; ces brèches et tufs volcaniques correspondent à ceux que l'on trouve autour du volcan. Or, si l'on prend comme termes de comparaison, d'un côté, les calcaires crétaciques sur les lesquels reposent les andésites du volcan; et d'un autre côté les tufs et brèches déjà cités, on peut rapporter au tertiaire l'âge du volcan. Si l'on tient compte des dépôts pléistocènes qui existent dans la vallée et qui recouvrent les tufs argileux, situés sur les tufs et brèches ponceux du Nevado, on peut fixer avec plus de précision, le commencement du Pliocène, comme l'époque de l'apparition de ce volcan.

M. Ordóñez,<sup>2</sup> par l'étude qu'il a faite de nos roches néovolcaniques, croit que l'Ajusco et la Malintzi apparurent à la fin du Miocène; l'Iztaccihuatl et le Xinantecatl au commencement du Pliocène et le Pic d'Orizaba, le Popocatepetl, le Ceboruco et le Volcán de Colima en plein Pliocène. D'après cela, le Volcán de Toluca occupe, par ordre d'ancienneté, le 5.<sup>e</sup> rang parmi les grands volcans mexicains.

## BIBLIOGRAPHIE.

Bergeat A.—Zur Kenntniss der jungen Eruptivgesteine der Republik Guatemala.—Zeitsch. Deutsch. Geol. Ges. XLVI, 1894, pág. 151.

1 Bosquejo Geológico de México. Boletines del Instituto Geológico de México, Núms. 4, 5 et 6, pag. 229.

2 Loc. cit. p. 111.

Burkart J.—Aufenthalt und Reisen in Mexiko, t. I, pp. 176-196.

Dollfus et Montserrat.—Arch. Comm. Scient. du Mexique, t. III, 1867.

Felix y Lenk.—Beitr. z. Geol. u. Pal. d. Rep. Mexiko. I Theil. 1889, pp. 6 et 26.

Heilprin A.—Proc. Ac. Nat. Sciences Phila. 1890, p. 251.

Humboldt A. de.—Essai politique sur la Nouvelle Espagne: t. 1, pag. 188 et 298; t. 2, pag. 104 et 300.

Cosmos. 1866-1867. T. IV pp. 452 et 738.

Lagorio A.—Ueber die Natur der Glasbasis, sowie der Krystallisationsvorgänge im eruptiven Magma (Tschemak min u. petr. Mitth. 1887, t. 8, págs. 421 et 458).

Ordóñez E.—Memorias de la Sociedad Alzate, t. 18, 1902; p. 83.

Russell I. R.—Volcanoes of North America. 1897, p. 184.

Velázquez de León y Serrano.—Diccionario de Historia y de Geografía, 1856.—T. III del Apéndice, p. 22.

Villada M. M.—La Naturaleza, 2.<sup>a</sup> serie, t. I, pp. 419 et 493.



Burkart J.—Aufenthalt und Reisen in Mexiko, t. I, pp. 176-196.

Dollfus et Montserrat.—Arch. Comm. Scient. du Mexique, t. III, 1867.

Felix y Lenk.—Beitr. z. Geol. u. Pal. d. Rep. Mexiko. I Theil. 1889, pp. 6 et 26.

Heilprin A.—Proc. Ac. Nat. Sciences Phila. 1890, p. 251.

Humboldt A. de.—Essai politique sur la Nouvelle Espagne: t. 1, pag. 188 et 298; t. 2, pag. 104 et 300.

Cosmos. 1866-1867. T. IV pp. 452 et 738.

Lagorio A.—Ueber die Natur der Glasbasis, sowie der Krystallisationsvorgänge im eruptiven Magma (Tschermak min u. petr. Mitth. 1887, t. 8, págs. 421 et 458).

Ordóñez E.—Memorias de la Sociedad Alzate, t. 18, 1902; p. 83.

Russell I. R.—Volcanoes of North America. 1897, p. 184.

Velázquez de León y Serrano.—Diccionario de Historia y de Geografía, 1856.—T. III del Apéndice, p. 22.

Villada M. M.—La Naturaleza, 2.<sup>a</sup> serie, t. I, pp. 419 et 493.



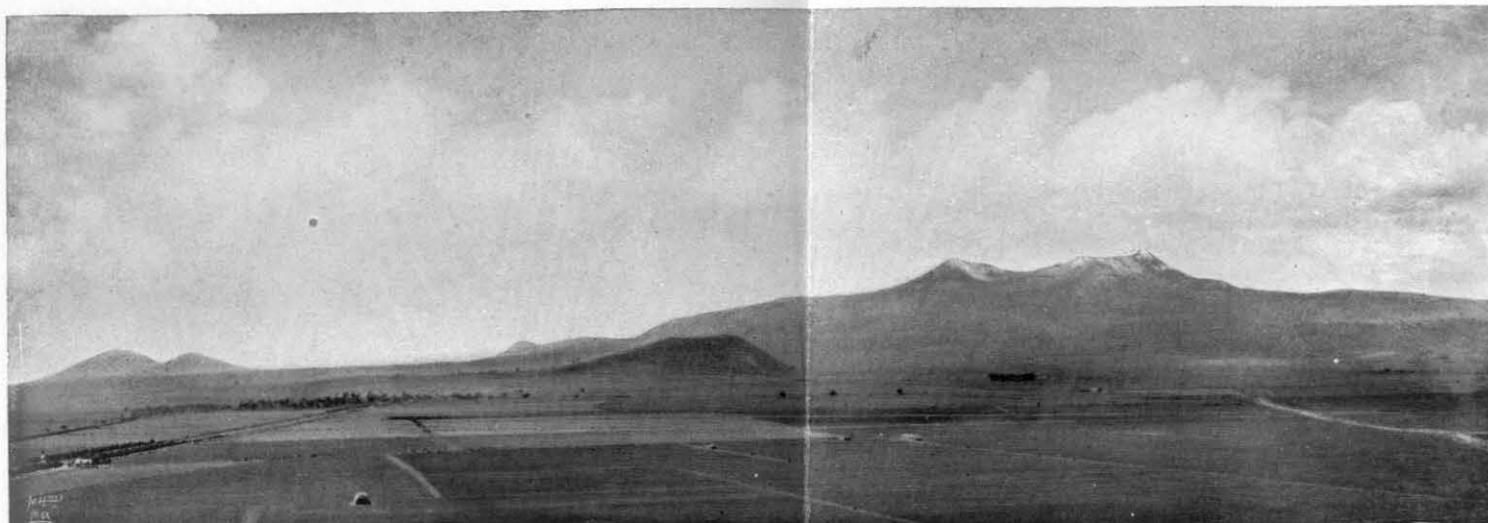


Fig. 1\_\_Vue générale du Xinantecatl, ou volcan Nevado de Toluca.



Fig. 2\_\_Vue générale de la sierrita de Toluca.

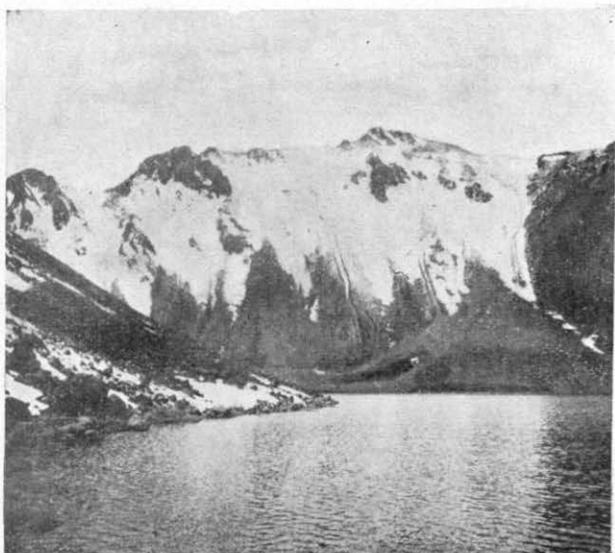


Fig. 3—Vue du pic de "El Fraile," le "Espinazo" et une partie de la "Laguna Grande."



Fig. 4—Vue de la "Laguna Chica"



Fig. 5 et 6 — Vues du dôme central du cratère.



Figs. 7 et 8—Vues des pentes intérieures du cratère.