

XI

(EXCURSION DU JORULLO).



LE JORULLO

PAR

E. ORDÓÑEZ.

LE JORULLO.

PAR M. EZEQUIEL ORDÓÑEZ.

L'apparition du Jorullo, au mois de Septembre 1759, connue, presque aussitôt, du monde entier, a été considérée comme un événement d'une grande importance pour l'histoire du volcanisme terrestre. Ce n'est pas que ce phénomène eût, en lui même, rien d'exceptionnel : quelques éruptions soudaines de masses, volcaniques avaient été, précédemment, observées ; mais des circonstances particulières donnèrent à la formation du Jorullo, à ses débuts, tout à la fois, un caractère de grandeur et de singularité quand on la comparait à d'autres éruptions, qui, en d'autres temps et en d'autres lieux, avaient eu l'homme pour témoin.

La plus ancienne, la plus complète et la plus autorisée des descriptions de ce volcan est dûe à la plume du grand explorateur Alexandre de Humboldt, qui le visita vers le milieu de Septembre 1803, c'est à dire 44 ans après son apparition.

L'un des mérites qui caractérisent la relation de Humboldt, dont les éléments sont disséminés dans ses œuvres monumentales, et un peu plus condensés dans le "Cosmos," est d'avoir tracé la topographie de la région du Jorullo, d'avoir déterminé les hauteurs et fixé les

coordonnées géographiques approximatives du volcan, à une époque où, comme il le dit, lui même, il était "particulièrement absorbé par l'étude géognostique de cette montagne." Rien n'égale le soin avec lequel l'auteur de l'"Essai politique sur la Nouvelle Espagne" s'est attaché à réunir les documents relatifs à l'apparition du volcan, révisant les documents qui parvenaient à sa connaissance et recueillant les traditions de la bouche des anciens habitants de la région dévastée.

Et, malgré cela, les circonstances, précises de la série de phénomènes qui se produisirent, là, dans un court espace de temps, sont restées, en partie, enveloppées d'un mystère, qui ne sera, sans doute, jamais entièrement éclairci. C'est un malheur que déplore aussi Humboldt, et qu'il attribue, avec raison, au peu de densité, de la population de cette région, à l'époque de l'éruption, et au manque d'observateurs intelligents et instruits.

Etant données les conditions politiques du pays, au moment de la naissance du Jorullo, on ne doit pas être surpris que le clergé, associé indirectement à l'Administration, et dominateur, presque absolu, de l'esprit populaire, ait été informé, en même temps que le Gouvernement de la Nouvelle Espagne, des premiers symptômes de cette convulsion. A la suite des grondements souterrains entendus dès le 29 Juin 1759, c'est à dire trois mois, environ, avant la catastrophe, dans la région des "Playas del Jorullo," puis, aussi, des tremblements de terre "qui devenaient, de jour en jour, plus forts," le Collège des Jésuites, établi à Patzcuaro, envoya le père Isidro de Molina "pour donner des consolations spirituelles aux habitants bouleversés de terreur par les bruits et les mouvements souterrains." C'est ainsi que s'exprime le père Joaquin de Ansagorri, curé du village

de la Huacana, dans une lettre écrite trois semaines avant l'éruption. Le même curé donna, plus tard, une narration complète des événements survenus pendant la nuit du 28 au 29 Septembre; ces faits sont relatés dans une communication, en date du 19 Octobre de la même année, 1759, et adressée à l'Evêque de Valladolid. Ce document qui raconte, en termes simples, les phénomènes observés, fut égaré, dit Humboldt dans son *Cosmos*; mais il fut retrouvé, en 1830, dans les archives de Michoacán, par le Père J. Pastor Morales.

Un des plus précieux éléments de l'histoire du Jorullo est, peut être, le dossier, composé de 46 feuilles, qui existe dans l'"*Archivo General y Público de la Nación*," et dont Orozco y Berra a publié les parties les plus importantes.¹ Ce dossier contient, outre les instructions du gouvernement central aux autorités de Valladolid, le rapport présenté, le 13 Octobre 1759, au Vice-Roi de la Nouvelle Espagne, Marquis de las Amarillas, par l'Alcalde Mayor de Michoacán, Dn. Martín de Reynoso Mendoza y Luyando, rapport qui, sous forme de journal, donne la description minutieuse des faits relatifs au Jorullo, depuis le mois de Juin, jusqu'au 8 Octobre, de cette année. Il contient aussi le rapport de Dn. Manuel Román Sayago, Administrador Général des haciendas de Dn. José Pimentel,—au nombre desquelles était celle de Jorullo, dévastée par l'éruption;—ces notes quotidiennes rapportent tout ce qui concerne le volcan, jusqu'au 13 Novembre 1759, date à partir de laquelle il n'y a plus de renseignements certains,—à notre connaissance, du moins.—Orozco y Berra mentionne aussi, comme faisant partie de ce dossier, une lettre du Père Isidro

1 Diccionario de Historia y de Geografía. México, 1854.

de Molina, qu'il ne copie pas dans son dictionnaire, parcequ'il la juge sans importance. Au rapport de l'Alcalde Mayor de Michoacán est joint un dessin du Jorullo, en noir et en rouge, "mal tracé et pouvant, à peine, donner une idée approximative du sujet" comme dit Orozco y Berra.

Désireux de connaître les manuscrits authentiques relatifs au volcan, nous avons activement cherché le dit dossier, dans l'"Archivo General de la Nación," mais nous n'avons pas été assez heureux pour le trouver, faute de références qui puissent nous guider dans ce travail ardu. Il ne peut, pourtant, guère y avoir de doute que ce document y existe toujours, M. Juan de D. Domínguez en ayant extrait, en 1870, des passages des mêmes textes déjà copiés par Orozco y Berra, en 1854, fait mention expresse qu'il s'est servi du manuscrit des Archives.¹

Nous n'avons pas pu avoir, non plus, connaissance de la lettre authentique du Père Isidro de Molina, mentionnée par Humboldt, dans le Cosmos, bien que, par des voies diverses, des recherches aient été faites dans les Archives de l'ancienne Valladolid,—aujourd'hui Morelia,—et dans l'antique Evêché de Michoacán.² De la lettre que Dn. Joaquín Ansagorri, Curé de la Huacana, adressa, comme nous l'avons déjà dit, à l'Evêque de Michoacán, le 19 Octobre 1759, nous ne connaissons que la copie d'un fragment, transcrite par J. Orozco y Berra, dans ces "Efemérides Seísmicas."³

1 Boletín de la Sociedad de Geografía y Estadística. 2.^a época, 1870. p. p. 561-565.

2 Dans ces recherches, nous avons été particulièrement aidé par M. le diacre Luis R. Pérez. Nous lui en exprimons publiquement notre reconnaissance.

3 Bol. Soc. Geogr. y Est. 1.^a época. Tomo V, 1857, p. p. 148-149. Mem. Soc. A. Alzate. T. I, 1887, p. p. 332-333.

Mais, si nous n'avons pas été assez heureux pour trouver la lettre originale du P. Molina, le P. L. Pérez a eu la bonne fortune de rencontrer un document non moins précieux : il s'agit d'une communication, datée du 19 Oct. 1759, adressée par le Curé de la Huacana à l'Evêque de Michoacán, dans laquelle, en rendant compte des consolations spirituelles qu'il a données à ses paroissiens, il énumère les causes de leur affliction : les effrayants tremblements de terre et les bruits souterrains, l'obscurité produite par les pluies de cendre, les pertes de récoltes et de bétail et les torrents de boue qui menaçaient d'inonder les terres arables de la Huacana, située sur le bord de la rivière, d'ordinaire, basse et tranquille, mais, alors, fortement grossie. Nous ne pouvons affirmer que ce document émane bien du P. J. de Anzagorri, le même dont parle Humboldt.

La catastrophe du Jorullo a dû produire, dans presque toute la Nouvelle Espagne, une vive impression, augmentée par les exagérations qui circulaient de bouche en bouche. Le Vice-Roi recevait des nouvelles, par différentes voies, et même de localités très éloignées du lieu du désastre. Nous avons vu, dans l'«*Archivo General de la Nación*,» (Doc. N.º 203, T. 44, Amarillas 1759), une lettre de Cuernavaca, datée du 21 Nov. 1759, et adressée au Très Excellent B.º Fr. Dn. Julián de Arriaga, lui rendant compte du phénomène. A cette lettre était jointe la copie d'un rapport sur les circonstances qui avaient accompagné l'éruption. Cette copie ne se trouve, malheureusement, pas parmi les manuscrits qui constituent le volume cité. Des mentions vagues et isolées, du Jorullo se rencontrent aussi dans beaucoup de documents anciens, à Mexico et dans les archives de Michoacán.

Dans son «*Storia antica del Messico*,» publié à Cese-

na, Italie, en 1780, l'historien exilé Francisco Javier Clavijero, signale, en peu de lignes, et sous une date inexacte, l'apparition du Jorullo. Prenant pour thème l'éruption de ce volcan, le Père Rafael Landivar¹ a composé à Bologne, en 1782, un admirable cantique, en latin, justement loué par Humboldt.

Antonio de Alcedo, en 1789, a publié, sur le Jorullo, une notice, basée, probablemente, sur des renseignements peu dignes de foi, si nous en jugeons par les inexactitudes qu'elles renferme.² Il est, peut être, pourtant, dans le vrai, quand il dit que le pays était, autrefois, si fertile que les indiens l'avaient nommé "Jorullo," c'est à dire "Paradis," en langue tarasque.

Ce n'est, peut être, que quelques années après que le volcan exhala ses derniers soupirs, car cet immense incendie et ce désastre gigantesque ne peuvent avoir été l'œuvre d'un espace de temps aussi court que veulent nous le faire croire des témoins peu scrupuleux; et, pendant ce temps, le volcan n'a pas eu d'observateurs dignes de foi. Trente ans plus tard, quand le volcan et le pays dévasté commençaient à se revêtir de la végétation semi-tropicale qui les envahit, aujourd'hui, le vaillant Intendant "Corregidor" Dn Juan Antonio Riaño, et ses compagnons, Dn. Francisco Fischer³ et Dn. Ramón Espelde,⁴ l'épée nue, en guise de bâton, escaladent la côte abrupte, et atteignent le sommet du volcan, le 10 Mars 1789. Cette

1 Rusticatio Mexicana ed altera. Bologna, 1782, p. 17.

2 Diccionario Geográfico-Histórico de las Indias Occidentales, ó América T. V. Madrid, 1789.

3 Les premières informations que l'on eut, en Allemagne, sur le Jorullo, furent données, dit Humboldt, par Francisco Fischer, dans une lettre publiée dans le "Schriften der Bergbaukunde."

4 Humboldt reconnaît à D. Ramón Espelde le mérite d'avoir, le premier, fait l'ascension du volcan, et cela avant de prendre part à l'expédition de Riaño. Espelde, qui habitait encore les environs du Jorullo, à l'époque de la visite de Humboldt, donna à ce dernier, sur la catastrophe, des renseignements qu'il tenait de témoins oculaires.

expédition, par les dangers qu'elle présentait, à cette époque, par les péripéties que traversèrent les voyageurs, qui, plus d'une fois, roulèrent dans les pierres et le sable, et par l'intérêt qui s'attachait à ce qu'ils virent, fourni ample matière à la charmante chronique publiée par Riaño, dans la "Gaceta de México" du 5 Mai 1789, sous le bien modeste titre de "Superficial y nada facultativa descripción del estado en que se hallaba el volcán del Jorullo la mañana del 10 de Marzo de 1759." En terminant cette relation de voyage, l'Intendant "Corregidor," avec la verve qui lui était habituelle, disait qu'il croyait utile cette publication, "parce qu'elle pourrait exciter la curiosité et l'enthousiasme de quelque personne, qui, parée des connaissances nécessaires, la compléterait et enrichirait."

A un aussi modeste et véridique narrateur succède, en effet, un autre, plus savant et plus éloquent, le Baron Alexandre de Humboldt, qui inspecte le Jorullo, en Septembre 1803. S'appuyant sur les dire de témoins oculaires, reproduits dans le récit de Riaño,—d'après lesquels la montagne fut formée par un gonflement du sol ressemblant à une ampoule—il prétendit confirmer la théorie sur les cratères de soulèvements, théorie que, d'accord avec Léopold de Buch, et d'autres grands géognostes de son époque, il soutint, ensuite, contre les doctrines d'Elie de Beaumont, d'Hamilton et d'autres, non moins illustres, auxquels succédèrent les Scrope, les Lyell, les de Saussure, les Prévost, les d'Aubuisson, dont les travaux parvinrent à la connaissance de Humboldt, pendant les dernières années de sa vie.¹

¹ Parmi les objections les plus sérieuses que provoqua la théorie de L. de Buch sur les cratères de soulèvement, dès l'époque du triomphe de ses adversaires, figurent celles de Lyell, résumées dans ses "Principles of Geology," et

Après les mesures barométriques, la description générale du Jorullo et l'histoire de son apparition, le chapitre principal des études de Humboldt est la description des "hornitos," qu'il rencontra disséminés, par milliers, sur toute la surface de la nappe de lave. Mais cette description était si extraordinaire que nul, depuis, n'a rien pu trouver de semblable. Quelques personnes

celles de Poulett Scrope, exposées dans ses études "on the Mode of Formation of Volcanic Cones and Craters—Quarterly Journal of the Geological Society of London—1859, p. p. 508-512," et *Considerations on Volcanoes* dans lesquelles, avec une remarquable précision, il explique la véritable formation du Jorullo, celle des "volcancitos," l'extension du "malpays" et l'origine des "hornitos." Il compare ces derniers aux protubérances couvertes de cendres, qui se formèrent sur les laves du volcan d'Awascha, au Kamtschatka, en Juillet 1827, et sur les laves du Vésuve, pendant l'éruption de 1822. Dans cette même étude, Scrope dit avoir reçu de Lyell la nouvelle que de Saussure venait de visiter le Jorullo, et s'était convaincu qu'il n'y avait eu aucun soulèvement, mais qu'un torrent de lave avait inondé le terrain, au pied du cratère.

Nous ne pouvons faire moins que de reproduire le précieux document que nous a laissé de Saussure sur sa visite au Jorullo, qui nous révèle la parfaite appréciation qu'il s'était faite des choses. A l'article du savant genevois on ne peut pas ajouter grand'chose qui explique les vraies conditions de formation du volcan. Voici, du reste, le document auquel nous nous référons :

NOTE SUR LA FORMATION DU VOLCAN DE JORULLO, MEXIQUE
PAR M. H. DE SAUSSURE, DE GENÈVE.

Société Vaudoise des Sciences Naturelles, Lausanne. (Séance du 22 Juin, 1859.)

"Il a cette année précisément un siècle que la belle vallée de Jorullo a vu s'opérer le terrible changement qui a transformé son sol, et qui a substitué aux champs d'indigotiers et de cannes à sucre une nappe aride de lave lithoïde. Selon la tradition des lieux, le seigneur de Jorullo ayant refusé l'aumône aux moines quêteurs de Pátzcuaro, ceux-ci lancèrent leur malédiction contre cette vallée impie et chargèrent le ciel de la consumer de ses feux, pour ensuite la faire disparaître sous une épaisse couche de glace. Le premier de ces événements ne se fit pas attendre, car des flots de lave incandescente, peu de semaines après, sortirent des entrailles de la terre et se répandirent sur toute l'étendue des plantations. Comme l'indique Humboldt, le refroidissement graduel du volcan est au yeux des populations le symptôme certain de l'achèvement au second acte de la malédiction des moines.

"La catastrophe qui dévasta la vallée de Jorullo eut pour effet de créer un volcan parfaitement caractérisé. Une nouvelle montagne avait subitement surgi à la surface du globe, et la rapidité inouïe de sa formation, en même temps que la grandeur de sa masse, fit de son apparition un phénomène qui n'a son semblable nulle part.

"L'importance de ce phénomène, au point de vue géologique, est très grande, vu les conclusions qui en découlent; aussi ne saurait-on mettre trop

ont bien dit en avoir vu des vestiges; mais ceux-ci ne correspondent nullement au signalement de Humboldt, ni par leur abondance, ni par leur importance, et l'on ne peut, pourtant, pas admettre la disparition complète de ces étranges protubérances, étant données les conditions de conservation des autres petits monticules, si abondants sur les coulées. D'autre part, ces protubérances en

d'attention à en bien étudier les causes et le mode de développement. La cause est toute connue, puis qu'elle se trouve dans la volonté des moines! Quant au mode de développement, auquel est due la formation du Jorullo, ils ont été mal interprétés, et ont servi d'appui à des théories tout à fait mal fondées.

"Humboldt, qui a visité le volcan 43 ans seulement après son apparition, l'a considéré comme étant le résultat d'un soulèvement.

"Selon lui, l'immense nappe de lave qui entoure la montagne est la suite d'un ramollissement du sol par les gaz, et d'un boursoufflement en vessie, accompagné de soulèvement. Les bords de cette nappe de gaz seraient la *tranche de soulèvement* de l'espèce de table que l'action souterraine aurait soulevée. Cette opinion a servi d'argument en faveur de la théorie des cratères de soulèvement de De Buch et à celle qui assigne aux cônes volcaniques le même mode d'origine. Mais la première inspection des lieux montre qu'une semblable opinion ne peut plus avoir cours dans l'état actuel de la science. Le Jorullo selon mon opinion, n'est le résultat d'aucun soulèvement quelconque, et il a pris naissance uniquement par voie de *débordement* et d'*entassement*. Les nappes de lave, ou *malpays*, ne sont autres que de vastes écoulements de matières incandescentes qui ont tapissé la vallée, en formant des golfes et des promontoires, comme le ferait une masse de plomb fondu qu'on verserait sur une surface rugueuse. Les bords du "malpays," élevés de 30 à 80 pieds, ne sont pas une tranche de soulèvement, mais seulement le culot terminal des coulées de lave. Le cône qui forme la montagne proprement dite, n'est que le simple résultat d'entassements successifs de cendres, graviers et scories rejetés par l'orifice principal.

"Le volcan de Jorullo se compose: 1.º, de la mer de lave qui est le résultat de plusieurs débordements de lave successifs à travers des crevasses; ces débordements, de plus en plus restreints, se sont superposés et ont formé quatre gradins principaux, de plus en plus élevés; 2.º, du cône central élevé par dessus ces laves après qu'elles eurent cessé de couler, et par l'action des éruptions gazeuses; 3.º, d'une grande et dernière coulée partie du sommet du cône et qui est descendue en contournant la montagne. Cette coulée est due à un retour de lave qui a eu lieu après la période purement gazeuse, à laquelle on doit la formation du cône. Ensuite, la lave qui n'a pu déborder est restée prise dans le creux du cône comme dans un bassin, et elle s'est peu à peu effondrée à mesure que l'action souterraine cessait et que la lave de la cheminée retombait: il en est résulté un abaissement par ruptures concentriques qui ont formé le vaste entonnoir du cratère.

"Outre le cône principal, il existe encore une série de petits cônes placés sur une même ligne, et qui ne sont que des monceaux de sable accumulés par les éruptions gazeuses, dépourvus de toute coulée. Leur disposition montre que l'éruption s'est faite selon un axe très net qui court N.S., et que cet axe est évidemment déterminé par une fissure locale, à travers laquelle les ma-

forme d'hornitos, formées de minces couches de cendres, qui couvrent cette région, se rencontrent, encore, par milliers et donnent raison aux vues de Poulett-Scrope. Il ne faut donc pas s'étonner qu'il y ait des doutes sérieux au sujet de la véracité de la peinture qu'a faite Humboldt, ou, tout au moins, que l'on se refuse à admettre, comme chose démontrée, la natu-

tières volcaniques ont été forcées; mais il n'y a pas trace de soulèvement de couches selon cet axe, ce qui semble prouver que la pression volcanique n'a pas rompu les couches sous-jacents, mais qu'elle s'est simplement fait jour à travers une faille par laquelle les matières liquides et fluides ont pu s'échapper.

"D'autres petits cônes de cendres sont semés à une plus petite distance du cône principal. Le plus grand est sur le versant opposé de la vallée entièrement au dessus de l'axe principal.

"Le cône principal et ses annexes reposent sur une base de lave déjà fort élevée. En effet, le "malpays" va s'élevant très rapidement jusqu'au pied des cônes. Ce point culminant du "malpays" forme, pour Humboldt, le sommet de la vessie de lave et du soulèvement de la plaine.

"Je ne crois pas qu'on doive envisager ainsi la structure de la montagne. Et disons d'abord que le mot de *plaine* employé par Humboldt d'une manière vague pour désigner la vallée, par opposition aux montagnes qui la bordent, a été pris trop au pied de la lettre. La vue insuffisante du Jorullo publiée par l'illustre voyageur a corroboré cette erreur dans l'esprit des géologues. Le sol au milieu duquel le volcan a fait éruption est celui d'une vallée très accidentée; de plus ce n'est pas dans le fond de la vallée que s'est ouverte la crevasse, d'où sont sortis les basaltes qui ont tapissé les districts environnants mais c'est au contraire sur le versant oriental de la vallée, sur les pentes qui s'abaissent vers le fond de cette dernière, et l'axe volcanique est lui-même parallèle à ce fond. Il en résulte que les laves ont coulé ces pentes et les ont tapissées, en sorte que la grande élévation de leur partie culminante tient à la structure du sol sous-jacent, et s'explique sans l'intervention d'aucun soulèvement.

"Il faut ajouter que cette partie culminante du "malpays" est rendue plus saillante encore par la superposition de plusieurs nappes de lave successives, qui ne s'étendent pas jusqu'à ses limites extrêmes.

"On voit que le volcan de Jorullo est formé de tout autre manière que par un soulèvement, et que son apparition, loin de plaider en faveur de l'action soulevante des forces volcaniques, montre, au contraire, que les plus grands efforts volcaniques peuvent se produire sans déranger les couches du sol.

"Il serait trop long d'entrer dans les détails relatifs à la structure des laves, des scories, des petites cônes de boursoufflement ou "hornitos." La nature minéralogique est purement basaltique. Je révoque en doute le morceau de syénite trouvé par Humboldt sur le "malpays," et je suppose qu'il y a là une confusion entre la syénite et le trachyte à baguettes de pyroxène, dont j'ai trouvé aussi quelques débris.

"L'examen du cratère, des coulées, des tufs, etc., nous entraînerait trop loin aussi; tous ces faits se trouveront mentionnés dans le mémoire qui doit paraître prochainement."

re que l'éminent explorateur attribue à ces hornitos.

Cependant, Burkart,¹ lors de son voyage au Jorullo, en 1827, c'est à dire 24 ans après la visite de Humboldt, ne voulant pas rompre avec les idées du maître, dont il accepte la théorie des cratères de soulèvement, dit, simplement, que, sous l'action des eaux et de la végétation, beaucoup d'"hornitos" ont disparu, et que d'autres ont changé de forme; puis il en décrit deux autres types, qui sont essentiellement différents de ceux de Humboldt.

Deux décades s'étaient écoulées, depuis le voyage de Burkart au Jorullo, quand parut une nouvelle description, celle de Schleiden,² qui, avec un jugement moins prévenu, reconnaît et établit clairement que le volcan n'est pas l'œuvre d'une seule éruption, et que les divers éléments qui composent la nouvelle création doivent s'être présentés à des époques diverses, tels, par exemple, que la lave qui a formé le malpays, les matériaux des cônes, la couverture de cendres, etc. Schleiden ne trouve pas les "hornitos" de Humboldt, mais bien les nombreuses petites protubérances composées d'agglomérats de lapilli, de cendres et de tufs, qui hérissent les champs de lave, et dont il donne une explication peu satisfaisante. Il compare le malpays du Jorullo au "Pedregal," ou malpays de San Angel, près de Mexico, comparaison qui n'est juste qu'en ce qu'elle considère la région envahie, qui entoure le Jorullo, comme un champ de lave, tandis que, en ce qui concerne la structure et l'aspect, la

1 Aufenthalt und Reisen in Mexico, in den Jahren 1825 bis 1834—Stuttgart—1836.

Ueber die Erscheinungen bei Ausbrüche des mexicanischen Feuerberges Jorullo, im Jahre 1759—Zeits. Geol. Ges. IX—1857, p. p. 274-297.

2 Ueber den Jorullo, Fortschritte der Geogr. und Naturgesch. von Froriep u. Schomburgk, Vol. II, 1847.

différence est sensible. Avec le dessin des cônes du Jorullo, fait par Schleiden, s'efface, un peu, l'impression fantastique produite par celui de Humboldt, avec ses pentes par trop exagérées. Les paysages de Sartorius¹ ne sont moins fantastiques.

Une erreur de ce genre se remarque aussi dans les gravures coloriées de "Die Vulkane der Republik Mexico" de Pieschel, publié en 1856. La description que ce voyageur fait du Jorullo est un peu antérieure à son Atlas, puisqu'elle a paru dans le "Zeitschrift für Allgem. Erdkunde" de 1855. Pieschel, dans ses explorations, traversa une région volcanique très intéressante, celle qui s'étend entre le volcan de Colima et le Jorullo, passant au pied de la montagne élevée de Tancítaro. Il ne nous a, malheureusement, laissé, que peu de détail sur cet itinéraire. Pieschel était un observateur sagace, aussi est il fâcheux que, en parlant du Jorullo, il ait décrit des choses qu'il n'a pas vues, qu'il ait dit, par exemple, que les parois les plus élevées du bord du cratère sont en syénite, et qu'un pic de syénite, en voie de destruction, fait saillie, au sommet de ce cratère, etc., choses incompatibles avec le jugement qu'il a montré dans ses descriptions.

Dans la seconde moitié du XIX^e siècle, de nombreuses descriptions du Jorullo ont été faites, et il a circulé, avec une véritable profusion, des notices sur sa formation, émanant, toutes, de celles des anciennes publications. Dans les nouvelles explorations, les observations ont été, pour ainsi dire, toujours les mêmes, et les voyageurs ont suivi les mêmes itinéraires. Les ouvrages d'enseignement reproduisent ce qui a été considéré comme

1 Mexico and the Mexicans. London, 1859.

bien connu dès les premiers phénomènes qui ont caractérisé la formation du volcan.

De brèves annotations, de simples données sur la situation et l'histoire du volcan, comme celles de Zayas Enríquez,¹ Medal, Bárcena, García Cubas, ou des notices un peu plus sérieuses comme celles de Reclus,² Zurcher et d'autres nombreux auteurs étrangers, abondent dans ces derniers temps. Parmi les contributions les plus importantes, nous en citerons une, la description du voyage fait au Jorullo par MM. Felix et Lenk, vers la fin d'Avril 1888.³ Ces auteurs font une révision assez complète des études sur le Jorullo parues depuis l'époque de Humboldt, indiquant, en peu de mots, l'état actuel du volcan, comparent les altitudes qu'ils ont déterminées avec celles données par Humboldt et par Burkart, décrivent un "hornito," semblable à ceux de Humboldt et vu par eux-mêmes, et parlent aussi des protubérances du malpays, couvertes de tufs. Avec raison, ils les considèrent également comme des hornitos; mais ils donnent, de la formation de ces petits cônes composés de couches de tuf, une explication qui ne nous semble pas admissible, parce qu'elle suppose à cette roche une plasticité qu'elle n'a pas. Enfin, la contribution originale la plus importante de leur étude est la description pétrographique des matériaux qui constituent notre nouveau volcan, à la lumière des procédés actuels d'investigation.

Il semble que, après un siècle, pendant lequel se sont

1 Los Estados Unidos Mexicanos. R. Zayas Enríquez. México, 1893.

Apuntes estadísticos sobre el Distrito de Ario (Mich.), p. J. Medal. Mem. Soc. Cient. Alzate. T. II. 1888-1889. México.

Tratado de Geología. M. Bárcena. México, 18.

Diccionario Geográfico, Histórico y Biográfico. Antonio García Cubas. México, 1888.

2 "Nouvelle Géographie Universelle," Ellsée Reclus.

3 Beitrage z. Geol. u. Palläont. der Rep. Mexico. Leipzig, 1890.

succédé des études sur le Jorullo, à intervalles relativement courts, et faites par des observateurs avantageusement connus, notre tâche devrait se résumer à coordonner les résultats obtenus jusqu'à maintenant. Mais le peu de ressources offertes par la région, le manque de confort dû au climat et les fatigues d'un voyage long et difficile, à cheval, ont, plus d'une fois obligé les explorateurs à rester trop peu de temps sur place. Nous avons eu, sur eux, au contraire, l'avantage d'avoir établi un camp au Rancho de la Mata de Plátano, situé à moins d'un kilom. de la base du cône du Jorullo, de disposer d'un plan suffisamment exact, levé par l'Ingénieur Alberto Anguiano, et d'avoir profité de la collaboration de M. Andrés Villafaña, géologue de notre Institut. En outre, l'aide matérielle des autorités de l'Etat de Michoacán, et les éléments mis à notre disposition par la compagnie d'Inguarán, ainsi que les excellentes habitations qu'elle possède sur le Rancho de la Mata de Plátano, nous ont permis de mener à bonne fin une exploration du Jorullo aussi complète qu'on pouvait le désirer.

SITUATION DU JORULLO.

Le volcan du Jorullo est situé au fond d'un grand amphithéâtre, creusé dans le flanc d'un bloc de plateaux élevés, avancé vers le Sud, et qui se détache du bord méridional du Plateau Central, dans les districts de Pátzcuaro et d'Ario, Etat de Michoacán.

Les coordonnées géographiques du Jorullo paraissent ne pas avoir été déterminées, jusqu'à présent, avec une exactitude suffisante. Humboldt fait déjà remarquer la discordance qui existe entre ses déterminations approximatives et celles du géographe Lejarza. Humboldt

fixe, en effet, la latitude du Jorullo à $18^{\circ}8'$ ou $18^{\circ}9'$, environ, tandis que Lejarza trouve $18^{\circ}53'30''$. Il est probable que ce dernier chiffre est plus près de la vérité: il diffère peu de celui donné par H. Ward Poole $18^{\circ}58'$. La longitude W. de México, déterminée, respectivement, par ces autorités est de $2^{\circ}27'30''$ et $2^{\circ}37'50''$.

A partir du bord volcanique du Plateau Central, qui passe un peu au Sud du village de Sta. Clara de Portugal, sur le chemin de Pátzcuaro à Ario, et à l'altitude de 2,450 m. au dessus du niveau de la mer, les plateaux élevés, subdivisés en petits bassins, qui constituent le bloc en question, s'abaissent, en échelons successifs, jusqu'au bord de l'amphithéâtre,—où leur hauteur atteint de 1,700 à 2,100 m. Là commence une descente rapide jusqu'à Las Playas ou las Albercas, c'est à dire jusqu'au fond des vallées du Río de La Playa et de San Pedro Jorullo, qui sont à 700 m. environ au dessus du niveau de la mer, soit une chute de plus de 1,000 m.

Humboldt avait déjà signalé cette situation, toute particulière, du Jorullo, au milieu d'un bassin, et remarque que, pour arriver au volcan, il faut faire une descente rapide dans une courte distance. Le grand amphithéâtre n'a pas moins de 14 km. de diamètre. Les régions élevées, envoient vers l'intérieur, de longues ramifications, des éperons, de formes diverses, et, près des bords de ce superbe amphithéâtre, des parois, les unes verticales, et de plusieurs dizaines de mètres de hauteur, les autres à pentes abruptes, donnent à l'ensemble du paysage un aspect des plus sauvages.² Ce grand demi-cercle rocheux

1 Posiciones Geográficas y alturas de algunos puntos de la República Mexicana. México, 1901.

2 Ces vallées profondes, semi-circulaires, creusées par l'érosion,—qui nous révèlent si bien la structure géologique d'une région, et, en particulier, celle de notre Plateau Central,—s'observent aisément en beaucoup d'endroits, délimi-

a sa concavité, ou son ouverture, dirigée vers le Sud; là sortent, par des gorges relativement étroites, les eaux des ruisseaux qui y convergent. L'apport d'eau le plus considérable, bien qu'encore fort modeste, est fourni par le ruisseau de la Playa, formé de deux bras: l'actuel, qui borde, du côté du nord, le malpays du Jorullo; et celui qui était, avant l'éruption, le plus considérable, l'Arroyo de Cuitimba. Ce dernier, forcé, aujourd'hui, de suivre un cours tortueux, s'infiltré sous l'épaisse couverture de laves, d'où il sort, en sources presque froides, au bord S.W. du malpays, dans les environs du Rancho de Agua Blanca, sur le chemin de la Huacana. Un autre cours d'eau moins affecté par l'éruption, que celui de Cuitimba, est l'arroyo de San Pedro Jorullo, qui prend naissance à l'Est du volcan, dans les montagnes anciennement connues sous le nom de Cerros del Cuiche. Il descend, d'abord, par une étroite rainure ouverte dans un petit plateau, et se précipite, ensuite, en cascade, près de la Mata de Plátano, pour suivre son cours le long d'un cañón étroit percé dans un ancien plateau basaltique; et, de là, après avoir reçu les eaux tièdes qui jaillissent dans l'hacienda de San Pedro, au Sud du volcan, il va s'unir au ruisseau de la Playa. Ces deux cours d'eau, réunis prennent, alors, le nom de río de la Huacana. A travers d'étroites gorges, encaissées et chaudes, ces aux cheminent, ensuite, vers le S.W., pour se jeter dans le Río del

tant le bord actuel du dit plateau, dans la Sierra Madre Occidentale et dans la Sierra Madre Orientale. L'exemple de l'amphithéâtre du Jorullo démontre que le même phénomène se répète sur les trois versants principaux du plateau, et qu'il n'est pas nécessaire de recourir à une cause tectonique pour expliquer sa descente abrupte dans la partie méridionale. Nous en donnerons d'autres preuves encore, dans notre ouvrage, en préparation, sur les volcans du Mexique. Au sujet des amphithéâtres, on peut consulter le mémoire de Farrington: "Observations on the Geol. and Geogr. of Western Mexico." Publ. Field Columbian Museum, Geol. Series II, N.º 5, May 1904 y Ordóñez. "Las Barrancas de las Minas y de Tatatila." Bol. Soc. Geol. Mexicana. Vol. I. 1905.

Marqués, affluent important de la grande artère, le fleuve de las Balsas, qui coupe brusquement les montagnes du Sud, pour se déverser dans le Pacifique. Ainsi servant de perspective au grandiose amphithéâtre du Jorullo, se dressent, au Sud, rivalisant en hauteur avec les contre-forts échelonnés du Plateau Central, des chaînes escarpées, aux profils presque fantastiques, orientées E.W. s'élevant, les unes derrière les autres, en plans successifs, elles donnent une idée de l'épaisseur et de l'importance du grand bloc montagneux connu sous le nom de Sierra Madre del Sur.

L'extrémité orientale de l'amphithéâtre est formée par la chaîne dioritique de las Canoas, reliée aux hauts plateaux par des cônes volcaniques et des masses de basalte ancien, que nous découvrons, sur la côte d'El Tejamanil. La branche orientale fait partie de la chaîne d'Inguarán, à laquelle appartiennent les montagnes élevées de Santa Inés, qui font face au Jorullo. Le reste de l'amphithéâtre est constitué par l'énorme front des plateaux du Rancho Nuevo, d'Urapa, de las Puentes, etc., avec leurs surfaces bosselées et leurs cônes couverts de bois. Ces sommets d'El Hortigal, d'El Hortigalito, d'El Espinalillo, d'El Chivo, etc. couronnent les parois de l'immense cavité, tantôt soutenus par des murs verticaux de rochers dénudés, présentant une structure colonnaire, tantôt par des pentes rapides, qui, plus bas, se transforment en plateaux étroits et allongés. Sur l'un des plus étendus, légèrement incliné vers l'Ouest et le Sud, a surgi, à l'improviste, le Jorullo, recouvrant de ses laves tout le flanc du plateau, à l'Ouest, ainsi que la pente légèrement ondulée et vallonnée, qui devait s'étendre jusqu'à la Playa et l'Agua Blanca, au pied de la Sierra de las Canoas.

Les regards sont attirés, malgré eux, par un groupe de montagnes, sorte de squelette montagneux, qui jurant, pour ainsi dire, avec l'architecture générale de l'amphithéâtre; ce sont les Cerros del Olvido, surmontés de crêtes aigües et de sommets tranchants, qui font, probablement, partie des montagnes que Humboldt désigne sous le nom d'Agua Zarca.

GÉOLOGIE DE LA RÉGION DU JORULLO.

Pour bien comprendre les formes du terrain que nous décrivons ici, à grands traits, il faut avoir une idée de sa constitution géologique, qui est extrêmement simple, puisqu'elle se réduit à quelques affleurements de roches intrusives, à de grandes coulées et à de grandes masses de roches andésitiques et basaltiques. Les espèces les plus répandues du premier type sont la monzonite quartzifère et la diorite, considérée par Humboldt comme syénite; c'est la même que l'on trouve enclavée dans la masse des laves du Jorullo qui forment les parois de son cratère et l'intérieur des nombreuses bombes que l'on rencontre dans les agglomérats et les brèches de lapilli des "Volcancitos." Cette roche, qui constitue, sans doute, une grande partie du fond de l'amphithéâtre, recouvre une vaste surface, dans les montagnes d'Inguarán et dans la Sierra de las Canoas, apparaît aussi en taches de peu d'étendue, au pied des escarpements de l'amphithéâtre, et, finalement, se montre en apophyses élevées, qui se rencontrent dans l'intérieur et à peu de distance des volcans du Jorullo.

On remarque, surtout, le Cerro del Perico, près de la Mata de Plátano, et les montagnes de La Peña Blanca et de Las Pilas, au S. et au S.W., du grand cône. Le

talus extérieur de l'un des "volcancitos" s'appuie sur la base de La Peña Blanca; et les laves du malpays ont coulé sur la roche dioritique des flancs du Cerro de Las Pilas.

En plusieurs endroits, on peut voir que les monzonites et les diorites—qui font partie d'un grand stock, et dont nous n'avons pas pu déterminer l'âge avec certitude,—ont servi de lit à de vastes coulées d'andésites pyroxéniques et de basaltes, qui s'étendent à la partie supérieure de l'amphithéâtre, et qui, avec des andésites hornblendiques plus anciennes, forment, en fait, les plateaux d'Ario et de Pátzcuaro. Ces coulées se voient, parfois, clairement, en nappes horizontales et séparées par des lits d'agglomérats volcaniques, dans les parois verticales, comme dans les rochers d'El Chivo et d'El Hortigal. C'est seulement à la base de ces coulées, quand elles ne sont pas recouvertes ou baignées par des basaltes plus modernes, que l'on peut observer la ligne sinueuse d'union avec des andésites anciennes ou avec les monzonites, indiquant l'érosion avancée de ces dernières, et l'inégalité d'un terrain, qui s'élève et s'aplanit avec l'invasion de nouvelles matières volcaniques. Le basalte des éruptions anciennes, qui constitue les plateaux, est différent du basalte du Jorullo, en ce qu'il est plus compact, de couleur gris clair, riche en olivine, divisé, généralement, en dalles; et, s'il forme la dernière couverture des plateaux élevés, il est aussi le facteur des plateaux du fond de l'amphithéâtre, qui ont été perforés par l'éruption du nouveau volcan. Ce pays avait déjà été ravagé par d'autres éruptions basaltiques, infiniment plus grandes que celles du XVIII^e siècle, d'une part, quand le Sud du Plateau Central était en voie de encombrement et, d'autre part, quand l'érosion avait déjà dessiné sa confi-

guration actuelle; ce basalte avait, en effet, inondé les bords et les flancs de l'amphithéâtre et coulé jusqu'au fond puisque les restes des anciens malpays, ainsi que quelques bouches d'éruption, s'y reconnaissent encore. Un cône ancien bien conservé se voit sur le flanc de la Sierra de las Canoas, au Sud de la descente d'El Tejamanil. Pour nous en tenir aux environs du Jorullo, ces cônes volcaniques d'une autre époque sont encore plus caractéristiques: A l'est du gran cône, par exemple, les montagnes d'El Bonete et d'El Saucito, qui sont couvertes de cendres récentes; au Sud, à 2 km., environ, le Cerro Blanco, cône élevé, composé d'agglomérat de lapilli, qui repose sur le plateau de La Higuera, le même plateau qui sert de piédestal à notre volcan du Jorullo.—Pl. II.)

A l'Est et au Sud, ainsi qu'au Nord, le nouvel édifice volcanique,—composé de quatre cônes, et non de six, comme on l'a toujours cru,—est immédiatement entouré de cônes basaltiques plus anciens, reposant sur ces laves, et de la grande apophyse dioritique, dont nous avons déjà parlé; à l'Ouest, au contraire, tout le terrain s'inclinant de ce côté, il n'y eut aucun obstacle à l'écoulement naturel de la lave,—phénomène le plus important et le plus surprenant de l'éruption du Jorullo, que les chroniqueurs, témoins de ce grandiose événement mentionnent, néanmoins, à peine. Aussi, à partir de la base des cônes, la lave, sur laquelle ceux-ci reposent, en partie, s'étend elle en pentes douces, échelonnées, couvrant une surface, presque quadrangulaire, de 3,000 m. de long par 2,800 m. de large, soit 8½ kil. carrés environ. Les bords, très sinueux, des coulées montrent les obstacles que leur marche a rencontrés dans les inégalités du terrain et dans les petites collines volcaniques con-

nues de tous les voyageurs, telles que le Cerro de la Cruz, contigu aux Haciendas de las Playas, et les hauteurs d'El Mirador ou d'El Veladero, dont la situation est marquée sur notre plan.

Pour se rendre un compte exact de la manière dont les laves du Jorullo se sont écoulées et des points où se sont élevés les cônes, on doit étudier la région qui s'étend, de ces cônes, vers l'Est parce que, de ce côté, le terrain n'est pas recouvert de malpays. Là, en effet, on voit que les quatre cônes, comme s'ils étaient quatre bouches indépendantes, reposent, d'une façon manifeste, sur les basaltes qui constituent le plateau de La Higuera; celui-ci, limité, aujourd'hui, par les dits cônes et par la base des montagnes d'El Saucito et d'El Bonete, forme de petites explanades, sans drainage, couvertes de sable, connues des habitants du pays sous le nom de Las Albercas (La Alberca Grande et La Alberca Chica); ces Albercas marquent encore le cours du ruisseau qui descendait de la partie supérieure de l'Arroyo Puerco tributaire du ruisseau del Huaco lequel forme, plus bas, le Río de San Pedro Jorullo, comme le montre le fait qu'elles sont, en partie bordées d'un basalte identique à celui des plateaux. Au pied du cône du Jorullo, à l'Est, des monticules peu élevés de sable volcanique ferment Las Albercas, d'un côté, et donnent naissance à l'Arroyo Puerco,—ainsi appelé à cause du sable noir qu'il roule,—qui se précipite, par la chute de La Mata del Plátano, vers le fond du Cañón de Huaco. De la ferme déjà citée, la vue de ce vallon et de la Sierra Madre du Sud, qui commence à se montrer, en face, est tellement grandiose et imposante qu'elle suffit, à elle seule, pour motiver un voyage au Jorullo.

Avant d'entreprendre la reconstitution des événements

qui eurent lieu, au Jorullo, à la fin de l'année 1759, et d'interpréter les documents écrits que nous ont laissés les témoins oculaires des éruptions, il faut, d'abord, décrire les différents éléments qui se rattachent à ce phénomène : les coulées de laves, désignées sous le nom de malpays, les cônes et la couverture de cendres.

Modifiant un peu l'ordre naturel, nous commencerons par les cônes.

LES CÔNES.

Reposant sur le plateau allongé de La Higuera, dont nous avons fait mention plus haut, et avec une orientation N.E. 20° S.W. environ, s'élèvent les quatre cônes, correspondant aux quatre bouches du Jorullo, qui vomirent de la lave et des cendres, pendant l'éruption de 1759. Le plus élevé est le seul vraiment connu sous le nom de Jorullo; les trois autres sont simplement appelés "los Volcancitos,"—les Petits Volcans.—L'orientation des cheminées de notre volcan, différente, dit-on, de celle des grands volcans de l'Anahuac, a été, pour les observateurs, l'objet d'une grande préoccupation. Humboldt, pourtant, reconnaît que ce groupe de petites cheminées, orienté contre les règles si longtemps admises, est insignifiant, quand on le compare aux immenses volcans du pays. Mais ce savant, comme tous les autres qui ont visité le Jorullo, affirme, avec insistance, que ces cônes se sont formés sur une crevasse, comme semble le confirmer la direction rectiligne de ces appareils. Sans repousser, à priori, cette hypothèse si généralement admise, on pourrait, pourtant, presque affirmer que les cheminées du Jorullo sont indépendantes, à la surface du sol, bien qu'elles soient situées sur une même ligne, de 3,400 m. de long.

Le cône principal du Jorullo est comparable, par son importance, à celui du Vésuve, reposant sur le mont Somma, tandis que les "Volcancitos" ne dépassent pas, de beaucoup, les dimensions du Monte Nuovo. Ci-joint, nous donnons une vue des Volcans du Jorullo (Pl. I). calquée sur un dessin, fait d'après nature et avec le plus grand soin, et nous y joignons un profil, qui peut donner une idée de leur hauteur et de leur importance relatives. Comme l'on verra, ces appareils ont la forme de cônes parfaits, mais, seul, le cône principal est presque complet; les autres sont ouverts, jusqu'à leur base, d'une manière curieuse, et présentent la forme d'un fer à cheval. Le cône principal est très voisin du "Volcancito" del Norte, tandis que les "Volcancitos" du Sud sont séparés de la base du volcan par plusieurs monticules de sable et de lapilli que l'on avait supposé également être des appareils complets d'éruption. Ils en ont bien, en effet, l'apparence; mais, à leur base, nous avons vu in situ, le basalte ancien des plateaux, et sur cette roche, les lits horizontaux de lapilli et de cendres. Il se peut que ces monticules aient été de vrais volcans en voie de formation; mais ils paraissent, plutôt, être de simples accumulations de produits volcaniques, car nous ne trouvons pas, en eux la structure caractéristique des cônes d'éruption. Les bandes horizontales des monticules peuvent, facilement, être observées dans leurs éboulements, qui affectent la forme d'entonnoirs et ressemblent beaucoup à ceux des "Volcancitos" d'"Enmedio" et "del Sur," auxquels ils sont intimement liés.

A peine le sable volcanique est-il emporté de quelque endroit immédiatement voisin des cônes que, déjà, le basalte ancien des plateaux apparaît, dans sa position primitive, sans avoir éprouvé, par suite des éruptions,

le moindre déplacement. C'est pour cela que nous croyons que les cônes se sont formés autour de petits tubes, ou cheminées, et non sur une fracture continue.

Tous les cônes du Jorullo sont, presque identiquement, formés des mêmes matériaux fragmentaires: Lapiilli, fragments de basalte compacte et cendre. Dans les "Volcancitos" "del Norte" et "del Sur," et dans le "Volcancito" intermédiaire, quand les éruptions touchaient à leur fin, mais avant la pluie de cendres, il y eut une projection abondante de bombes, de toutes grandeurs.

LE CONE DU JORULLO.

Il s'élève du malpays, du côté de l'Ouest, et du plateau de La Higuera, du côté oriental, avec sa forme conique régulière, et ses pentes qui oscillent entre 28° et 35° ,¹ la plus forte correspondant à ses flancs méridional et occidental, par lesquels l'ascension est le plus difficile, tant à cause de cette inclinaison qu'à cause de la dureté des couches de sable qui revêtent sa surface.

Comme tous les cônes volcaniques faits de matériaux fragmentaires, le Jorullo a de nombreux sillons, rayonnants, étroits,—surtout, dans sa moitié méridionale,—et qui ressortent, comme des raies noires, en temps de pluie, sur le fond vert de végétation qui recouvre en grande partie le cône, ou comme des côtes, à peine marquées et vues de loin, en hiver. La végétation herbacée, les arbustes touffus et aussi des arbres puissants lui donnent un caractère d'ancienneté tel qu'il pourrait bien dissi-

¹ Dana rapporte (Manual of Geology 4th. édition, 1895, p. 27), que N. S. Manrose à mesuré le talus du cône du Jorullo et a trouvé qu'il a 27° , d'un côté, et 35° , de l'autre. Ces chiffres diffèrent peu des nôtres.

muler son jeune âge, sans une coulée de lave noire, nue et fraîche, qui, échappée du bord septentrional du cratère, a baigné jusqu'au pied, tout ce flanc, et s'est même répandue sur une partie du malpays, qui lui sert de support, et dont il a suivi tous les contours et sinuosités. Aussi, la forme conique ne se dessine-t-elle pas clairement, du côté Nord, parce que cet épanchement de lave fait saillie, comme un appendice, ou comme une masse bombée, d'aspect rugueux et sombre (Pl. III), superposée au cône. (Voir aussi le plan et le dessin). Pour de la lave émise à la fin de la période aigüe des éruptions du Jorullo, on peut dire que son volume est considérable. En s'écoulant par le talus Nord du cône jusqu'à sa base, elle a, naturellement, rencontré le pied du "Volcancito del Norte," et s'est bifurquée en deux branches : l'une, occidentale, sur le malpays formé par les éruptions antérieures, et l'autre orientale, qui semble avoir formé des chutes en cascades. Cette masse noire, à surface bombée, rugueuse, avec ses ondes et ses gerçures résultant d'un écoulement rapide, vue du "Volcancito del Norte,—c'est à dire d'une distance assez faible pour n'en perdre aucun détail,—a un aspect original et fantastique.

Les petits bassins fermés de l'ancien plateau basaltique, connus sous le nom de Las Albercas, sont barrés, en partie, par des masses verticales de cette curieuse lave.

La hauteur du cône audessus de ses fondations de laves,—les unes anciennes et les autres modernes,—est très variable. Il est grand et svelte, du côté Ouest, où il s'élève brusquement jusqu'à 400 m. au dessus du malpays ; à l'Est, au contraire, c'est à dire du côté par lequel se fait, d'ordinaire, l'ascension il n'a plus que 175 m. et même moins de 150 (Pl. IV), si on le mesure à partir d'une arête aigüe, couverte de sable, qui s'étend du vol-

cân au Cerro del Bonete, dont le pied ferme La Alberca Chica, dans laquelle prend naissance l'Arroyo Puerco. Comme nous l'avons déjà dit, dans nos ascensions au cratère, nous avons toujours suivi ce chemin, parceque c'est, d'une part, le plus court, et, d'autre part, le moins fatigant à cause de sa plus faible pente. Nous avons aussi passé par le chemin qu'a pris Humboldt, sur le flanc occidental, le long de la coulée de lave,—mais, seulement, pour descendre,—la montée en étant excessivement fatigante.

Le grand cône du Jorullo est construit, en totalité, de matériaux fragmentaires, ainsi qu'il a été vu plus haut, et, principalement, de débris de "Tezontle" (lapilli) noirs et rouges, de morceaux de roches basaltiques, plus ou moins vitreuses, et, parfois, vitrifiées, à la surface. Ces fragments, dont les dimensions ne dépassent, généralement, pas celles d'un œuf, forment un agglomérat peu compacte, et, quelquefois, absolument sans consistance, parcequ'ils ne sont reliés par aucun ciment, ou que, quand il en existe un, il se compose seulement de particules fines de sable et de cendres. Cet agglomérat est, généralement, assez dur, quand, par suite de la haute température de l'éruption, les éléments ont pu se souder entre eux, comme on le remarque dans les arêtes émoussées. Les agglomérats et les brèches ainsi constitués s'étendent en bancs mal formés sur le flanc du cône. A leur surface, ces strates imparfaites sont protégées par une couche mince de cendres durcies et de tuf noir, ondulé, strié, et gercé par les eaux pluviales. Il résulte de cette observation que les éruptions se terminèrent par une pluie de cendres, et que, la couche qu'elles ont formée ne recouvrant pas le dernier écoulement de lave du cratère, cette coulée marque réellement la fin de la catastrophe,

ainsi que nous essayerons de nous en rendre compte aussi, d'autre part.

LE CRATÈRE.

On sait que le cône du Jorullo possède un cratère, dont le bord est accessible de tous côtés, mais dont il est difficile de suivre le pourtour, plutôt à cause de son peu de largeur que des inégalités de ses bords. Deux éminences, pourtant, attirent immédiatement l'attention : L'une, au N.W., qui est la plus haute, et est allongée en forme de crête (Pl. V) ; l'autre, au N.E. en forme de pic. (Pl. VI), Comme il est d'usage de donner un nom aux points les plus élevés de nos grands volcans, nous avons baptisé la première "Pico de Riaño," en souvenir du vaillant Intendant de Valladolid. Sur chacune de ces deux cimes, Humboldt et tous les autres observateurs ont placé leurs instruments ; mais nous devons reconnaître que, en ce qui concerne les altitudes, leurs chiffres ne sont pas toujours d'accord. Pour les comparer, et aussi dans l'intérêt des études subséquentes, il serait utile de donner au pic N.E. une désignation spéciale, et nous proposons que, à l'avenir, il soit connu sous le nom de "Pico de Humboldt."

Tandisque ce savant assigne au bord le plus élevé du cratère une altitude de 1,301 m., Burkart ne lui attribue que 1,224 m. et trouve 1,214 m. pour le Pico N.E.

Pour expliquer ces divergences, Félix et Lenk ont émis l'hypothèse d'un abaissement du sommet le plus élevé du Jorullo, en donnant, à l'appui, les fréquents éboulements qui se produisent dans le cratère. Suivant le témoignage des habitants des fermes voisines, on en a, certainement, plus d'une fois, entendu le bruit, accompagné de nuages de poussière s'échappant de l'entonnoir.

La hauteur absolue des bords de ce dernier peut donc bien avoir diminué, pour cette raison. Mais, en tous cas, nous n'en voyons pas la confirmation dans les observations mêmes de Félix et Lenk ; en effet, tandis que Humboldt donne au cratère une profondeur de 96 m., ces messieurs, en 1888, trouvent 132 m., c'est à dire une profondeur plus grande ; or les mêmes éboulements qui en ont abaissé le sommet auraient aussi forcément dû élever le fond.

Les hauteurs absolues trouvées par ces derniers observateurs ne sont pas éloignées de celles de Burkart, (1,232 m., pour le Pico de Humboldt, et 1,222 m., pour le Pico de Riaño), tandis que nos mesures se rapprochent davantage de celles de Humboldt. Nos mesures hypsométriques, prises, à l'occasion du levé topographique fait par MM. les Ingénieurs A. Anguiano et A. Villafaña, ont établi que la petite crête du N.W. est la plus élevée et a une altitude de 1,320 m., tandis que le Pico de Humboldt n'atteint que 1,310 m. La mesure que donne Humboldt de la profondeur du cratère semble faible. Nous avons trouvé entre le pic le plus élevé du bord du cratère et le fond, une différence de niveau de 149 m., soit, pour le fond, une altitude absolue de 1,171 m.

Le Pico de Riaño présentant une compacité relativement grande, on ne peut supposer qu'il ait pu subir une diminution sensible de hauteur : il n'en est pas de même du Pico de Humboldt, qui est destiné, sans doute, à disparaître, peu à peu, tant parcequ'il s'élève isolé du bord que parcequ'il est miné, par sa base, composée d'agglomérats sans consistance, comme toute la masse du pic.

La forme générale du contour du cratère est un ovoïde, dont le grand axe, orienté, exactement du N. au S.,

mesure 520 m., et l'axe transversal E.W. 385 m. seulement. La forme allongée du cratère, exagérée beaucoup encore par l'œil, provient de l'élargissement produit, dans les parois, par la brèche de 150 m. de large qu'a ouverte, vers le N., le dernier écoulement de lave, lequel, en sortant de ce cratère, a occasionné aussi une coupure d'environ 60 m. Il n'y a pas de doute que la cavité ait eu, au début, une forme à peu près circulaire celle d'un entonnoir parfait, forme qui a été assez bien conservée, jusqu'à ce jour, par les parois méridionales, au pied desquelles se trouve le point le plus profond.

La sortie de la lave par le cratère (Pl. X), dernier épisode de la vie éphémère de ce volcan, a laissé des traces très évidentes dans tout son intérieur. Tandisque, sur le talus externe, on ne trouve guère que les agglomérats, grossièrement stratifiés,—preuve que le cône a été formé par l'accumulation de matériaux projetés,—dans l'intérieur, on voit, un véritable entonnoir, fait de lave dure et de gros croûtes de lave, dont les rebords saillants semblent marquer les va et vient de la matière en fusion, qui a rempli la cavité jusqu'à ses bords. Les différents niveaux sont, aujourd'hui encore, mieux marqués par une série de fissures larges et échelonnées, qui font le tour du cratère et donnent l'impression d'entonnoirs emboîtés les un dans les autres, ou de coquilles concentriques, d'épaisseur varié, (de 2 à 10 m.). Ces fissures, initiées, pendant la contraction de la lave, par suite du refroidissement, se sont agrandies, plus tard, par affaïssement; quelques masses de lave, détachées suivant ces fractures, se sont effondrées, laissant des parois inclinées, atteignant jusqu'à 20 m. de hauteur. Sur ces surfaces lisses, la roche fraîche est d'un gris rougeâtre clair, tandis que la lave librement refroidie, à la surface,

est d'un gris tirant sur le chocolat, rugueuse comme un chou-fleur et d'aspect sombre. Le contraste entre la lave noire, les parois inclinées et les éboulements du cratère donne à la vue du cratère un aspect sévère, et produit une impression de ruine et de désolation. Les fissures dans les croûtes de lave commencent, parfois, tout près des bords qui sont, par suite, très aigus. Les éboulements et les affaissements en bloc ont formé des rampes dans les parois Est et Sud, laissant ainsi voir, dans les bords mêmes du cratère les agglomérats qui constituent tout le cône; et nous ne pouvons nous expliquer comment cette structure sans consistance a pu supporter, sans se rompre en plusieurs places à la fois, et même sans se fendre, l'énorme poids de lave, qui, comme nous l'avons vu, l'a rempli jusqu'aux bords. Il y eut, pourtant, un moment où la paroi la plus faible,—celle du Nord,—fut obligée de céder, et fut entraînée avec violence par la lave, qui se précipita sur la pente. Les morceaux des parois du cratère se voient encore sur les côtés de la brèche.

D'après la forme des masses de lave jetées par le cratère il paraît que cette lave a passé par de brusques changements de niveau et que la sortie du liquide visqueux s'effectuait par pulsations. Deux retraits sont clairement marqués, au dessous du niveau d'écoulement. Le dernier bouillonnement de lave, forcé de s'épancher, par la brèche, sur une pente déjà moins forte, descendit avec lenteur; sa surface se refroidit rapidement, se solidifia et devint immobile; mais, dans l'intérieur, la masse continua de couler, même après que le reste de la matière fondue se fut définitivement retiré dans les profondeurs du cratère. Il en résulta un vide, un tunnel, long et courbe comme le courant lui même; au bout d'un certain temps, ses parois se fissurèrent, sa voûte se contracta,

puis s'effondra, et du tunnel d'autrefois il ne resta plus, comme témoin, qu'un canal rempli de décombres, de 70 ou 100 m. de large, que nous appelons, "la rue des ruines," bordé de parois de 5 à 10 m. de haut, unies à cause du plissement de dalles de lave. La rue a une longueur de 1,500 m. environ. La lave qui s'est écoulée par ce tunnel apparaît, à l'extrémité, comme un rebord élevé (voir la carte).

Les dernières pulsations de la lave, dans l'intérieur du cratère, sont aussi marquées par des escaliers (las terrazas). Ces échelons, actuellement couverts de décombres, sur le chemin de la coulée, servent, aujourd'hui, à descendre au fond du cratère, et, sans cette circonstance heureuse, ce fond, réduit à un trou étroit, dominé par de grands rochers, serait complètement inaccessible.

LES FUMEROLLES.

Sur les marches de lave du cratère, non loin du fond, et sur le trajet de la dernière coulée, — près de sa sortie, — on trouve encore quelques trous qui rejettent, constamment, de la vapeur d'eau, et de l'air chaud. Dans les matinées fraîches, on peut observer, à distance, la sortie des vapeurs, en petites colonnes blanches. La situation des principales fumerolles est indiquée sur notre carte. Le plus grand nombre de ces trous qui n'exhalent plus, aujourd'hui, que de la vapeur d'eau, ont une température de 75°, et, en particulier, celles qui sont situées dans l'intérieur du cratère. Nous avons été très surpris de trouver des fumerolles d'une température supérieure à 100°, une, surtout, située hors du cratère, sur la dernière coulée, de lave émise par ce même cratère, à l'entrée de la "rue des Ruines." Le thermomètre, plongé

dans l'intérieur, à plus d'un mètre, monta jusqu'à 165°, bien que l'émission de vapeur fût peu considérable. Et, pourtant, quand l'air ambiant est à une température modérée, et très chargé d'humidité, la colonne de vapeur condensée, qui s'élève de cet orifice, est si grande, qu'on peut clairement la voir, à 10 kil. de distance.

Humboldt a signalé ce fait que, quand il essaya de descendre au fond du cratère, envahi par des vapeurs sulfureuses chaudes, il rencontra un trou, qui exhalait de l'air à 98° environ, c'est à dire à une température un peu plus élevée que celle (93°—95°), qu'il nota dans les cavités des hornitos qui rejetaient de la vapeur d'eau. La sortie de la vapeur des fumerolles s'effectue par les interstices qui existent entre les pierres amoncelées, et le point d'où elles émanent se reconnaît à la couleur blanche et jaunâtre que prennent les roches, réduites, à leur surface, en matière argileuse, par la décomposition, dûe aux vapeurs et à la température.

LES VOLCANCITOS.

Fort peu de chose a été dit sur la nature et les dimensions des petites éminences coniques situées au N. et au S. du cône du Jorullo, et formées aussi pendant l'éruption du siècle avant dernier. Dans les descriptions qui ont été faites de ce phénomène, il est seulement rapporté que, dans le Jorullo, s'ouvrirent plusieurs bouches, qui jetèrent du feu et de la flamme.

Les "Volcancitos,"—ou petits volcans,—comme on les désigne généralement dans le pays, sont au nombre de trois: un au Nord, et deux au Sud du gran cône; de sorte que le Jorullo se compose réellement de quatre bouches d'éruption, autour desquelles se sont formés les cônes

avec les matières projetées par de véritables explosions. Par les dites bouches sortit, d'abord, évidemment, la lave, puisque leurs cônes reposent, du côté occidental, sur un malpays commun, mais dans lequel on reconnaît encore, plus ou moins clairement, les masses de lave qui se sont écoulées par chacun de ces orifices. La capacité des diverses cheminées d'éruption peut se mesurer par la dimension des cônes qu'elles ont édifiés autour d'elles et par le volume des matières qu'elles ont vomies. Comme le grand volcan est, à ce double point de vue, bien supérieur aux trois autres, il en résulte que ces derniers ne sont que des appareils secondaires, alimentés par de simples conduits,—peut être très superficiels,—qui se sont branchés sur un tronc commun puissant. Toutes les bouches ont projeté, simultanément, de la lave, et tous les cônes se sont formés presque en même temps, ou successivement, mais à de très courts intervalles.

Par leur forme, leur constitution et leur grandeur, nos "Volcancitos" sont comparables au Monte Nuovo des champs Phlégréens, en Italie, et il est certain qu'ils se sont édifiés avec une rapidité également comparable. Les "Volcancitos" des deux extrémités ont, au dessus de la base qui, du côté Est, leur est commune à tous,—le plateau de la Higuera,—des altitudes sensiblement égales : 115 m., pour celui du Nord, et 120 m. pour celui du Sud. En outre, ils se ressemblent beaucoup ; la base de l'un est, seulement, un peu plus petite que celle de l'autre, ce qui donne au premier une apparence plus svelte, (voir les Pl. VII et VIII). Quant au "Volcancito" du milieu, il est un peu moins élevé que son voisin, le "Volcancito" du Sud, puisque sa hauteur n'est que de 55 m. Les altitudes absolues des 3 cônes sont les suivantes :

Volcancito del Norte	1190 m.
.. .. Sur	1095 ..
.. .. d'Enmedio.....	1040 ..

De même que le cône principal, les Volcancitos sont formés, comme nous l'avons déjà dit, d'un agglomérat de fragments de lapilli. Ces fragments varient, de la grosseur d'une noix à celle du poing, et du noir au rouge. Ils contiennent aussi des fragments de roche compacte, basaltique, et le tout est mêlé de sable. L'agglomérat passe, généralement, peu à peu, à la brèche compacte.

La position quaquaversale des couches imparfaites peut s'observer en plusieurs endroits, en particulier, dans les parois des éboulis, en partie, dissimulés par la vigoureuse végétation qui se développe dans l'intérieur des cratères. Leurs trois bouches ont la forme de fers à cheval, et sont ouvertes d'une manière particulière, dans leur moitié occidentale.

Mais ce qui caractérise, surtout, les Volcancitos, c'est la profusion de bombes volcaniques, de toutes dimensions, réparties dans la masse de leurs agglomérats, et qui ne semblent pas exister, en aussi grande abondance, dans les matériaux qui constituent le cône principal. Les bombes furent lancées, en plus grande quantité, vers la fin des éruptions, puisque c'est à la surface des talus extérieurs qu'on les rencontre, de préférence, sous forme de boules grossières, noires, (Pl. IX) dont beaucoup on roulé jusqu'à la base des cônes. Sur le Volcancito du Sud, les divisions qui séparent les propriétés,—et qui passent par le milieu du cône,—sont faites, presque entièrement, de bombes volcaniques. La grandeur la plus commune de ces masses, arrondies et tordues, est celles d'une tête humaine; mais il y en a

dont le volume dépasse un mètre cube. La lave basaltique, dont elles sont formées, est très vitreuse, avec un léger lustre résineux; la fracture est fraîche et semi-conchoïdale. Parfois, elles ont un noyau spongieux; parfois, aussi, c'est la périphérie qui est pleine de soufflures. A l'extérieur, leur aspect rappelle celui des bombes de beaucoup de volcans, avec des torsions, des ondulations, des cavités, des protubérances, etc. Leur forme générale est sphérique, ellipsoïdale ou fusiforme. Une, ou plusieurs couches concentriques, semblables à des croûtes, peuvent se détacher, (bread crust); mais il n'est pas rare que des excroissances de lave fondue les soudent, formant comme les mailles d'un filet, à dessin capricieux. La roche qui constitue les bombes est, généralement, dans un état particulier de tension, qui fait qu'elle éclate, sous l'action d'un choc peu violent. On peut en conclure que, très probablement, un grand nombre des fragments de roche compacte et vitreuse, qui entrent dans la composition des agglomérats des Volcancitos et du grand cône, ne sont, que des morceaux de bombes, qui ont éclaté en tombant.

La pente des Volcancitos est aussi raide que celle du Jorullo (elle va jusqu'à 35°), et ces talus ont dû être recouverts de sables, qui ont été, depuis lors, en grande partie, entraînés par les eaux, ce qui a été facilité par la mobilité des bombes; et, pour la même raison, la végétation n'a pas pu se développer, sur ces côtes, avec sa vigueur normale. Les sables se sont accumulés au pied des cônes, et forment une épaisse couverture, sur leur base orientale. Les mêmes sables s'élèvent aussi en monticules, au pied du Volcancito du Nord, d'où ils ont été entraînés, plus tard et ont rempli Las Albercas, et le ravin du Río Puerco, qui est bordé par des bancs élevés

de sables noirs. Seuls, les tufs fins,—poussière volcanique cimentée par les eaux,—forment les couches relativement dures, sur les bords des petits cratères, et se rencontrent en couches continues, en certaines parties de leurs talus. Des couches semblables, de sables et de cendres, recouvrent tout le malpays formant, à la base des cônes des couches minces, nombreuses, dont la puissance totale est, d'abord, grande, mais diminue, à mesure qu'on s'en éloigne, pour ne plus former, là où se sont éteintes les coulées, que des lits peu épais.

Nous avons déjà dit qu'une partie des parois des cratères des Volcancitos a disparu, laissant les entonnaires ouverts,—tous dans la même direction. Cette particularité produit, à première vue, une impression erronée, bien qu'elle fait attribuer à une cause commune et étrangère une démolition, qu'on pourrait croire être due à une inclinaison, plus ou moins grande, du conduit d'éruption; on peut citer bien d'autres cas, où cette cause a produit des effets analogues. En face des ouvertures des cratères, se voient plusieurs monticules, ou chaînes de monticules, arrondis par les manteaux de cendres ou de tuf qui les recouvrent, mais leur masse est invariablement composée d'agglomérats; ce ne sont donc que les débris des parois des cratères et des cônes, qui ont été disseminés dans le malpays. La destruction partielle des cônes n'a donc pas d'autre cause que le mouvement de la matière en fusion. En effet, ces cônes, peu élevés et d'un volume relativement faible, reposaient sur la lave, alors incomplètement solidifiée; et celle-ci, dans son mouvement lent de descente, entraîna, avec elle, la partie de ces édifices, qui avait pour base cet instable piedestal, et leurs pans détachés, perdirent l'équilibre et se réduisirent en morceaux. Quand les cônes se divi-

sèrent en deux, il se produisit, d'abord, forcément, des fissures; on en voit encore, dans les talus des restes des cônes qui sont restés debout, et sur le bord même des éboulis. Ces fissures s'observent aisément dans le Volcancito du Sud, là, elles n'ont pu être entièrement bouchées par les décombres, et ont encore plus de 2 m. de large.

Les surfaces qui résultent de la rupture des cônes se sont arrondies et on formé un talus, pour atteindre un équilibre stable. En même temps, une couverture de tuf,—qui s'étend, presque sans interruption, de ceux des bords des cratères qui n'ont pas été détruits et dans une position quaquaversale,—dissimule considérablement les effets de cet effondrement; ce qui prouve bien que les cônes se sont rompus, puis écroulés avant la chute d'une forte pluie de cendres mêlées d'eau. Cette pluie de cendres qui recouvrit aussi toute la surface du malpays, d'une manière que nous indiquerons plus loin, est, en fait, la dernière étape des éruptions combinées des différentes bouches du Jorullo.

Mais, si les laves qui ont frayé leur chemin par les quatre ouvertures se sont écoulées en même temps et se sont confondues, au point de constituer un seul malpays, la formation des cônes fut, comme nous l'avons dit, successive, mais se produisit à de très courts intervalles. Des trois Volcancitos, celui du milieu est le plus ancien; il est antérieur, tout au moins, au Volcancito du Sud, puisque ce dernier, en se formant, a déplacé une partie du talus du premier. Sur notre dessin, et sur le plan, on voit clairement des deux cratères, en partie emboutis l'un dans l'autre. Du Volcancito du milieu, il ne reste plus qu'une portion inférieure à la moitié de son volume primitif, parce que, à l'arrachement dû au mouvement

de la lave, vint s'ajouter la destruction causée par son voisin du midi.

Avant d'en finir avec cette description sommaire des Volcancitos, nous dirons que, entre leur bases orientale et occidentale, il y a une différence de niveau considérable (55 m.), qui indique, comme pour le cône principal, que tous ces edifices se sont élevés sur le bord même d'un plateau supporté par des bords taillés à pic et assez hauts pour empêcher la lave de s'écouler vers l'Est. Une partie de la paroi verticale basaltique se voit sur la base du cordon de monticules couverts d'agglomérats et de cendres qui s'étendent entre le cône du Jorullo et le Volcancito du milieu. Ces éminences ont été prises par tous les explorateurs pour des Volcancitos, au même titre que ceux que nous venons de décrire rapidement.

LE MALPAYS.

La hauteur et le volume des cônes du Jorullo paraissent insignifiants, quand on les compare aux puissantes coulées de laves que les cheminées ont vomies, en 1759 C'est pour cette raison que, suivant nous, le phénomène le plus important des éruptions de ce volcan est la production d'une aussi énorme masse de matières fondues. La coulée principale, dont l'épanchement fut, après l'ouverture du conduit, ou des conduits souterrains, le véritable début de l'éruption, a recouvert une surface de 81/2 km. carrés, environ. Le terrain dévasté par ce torrent à marche précipitée, était occupé, dit-on, par d'importantes plantations de canne à sucre, dépendant de l'Hacienda de Jorullo, dont les constructions furent ensevelies sous la lave. Il y a des gens qui assurent avoir vu des ruines de ces maisons et des restes de canaux d'arrosage, au

milieu du malpays, et cette légende, acceptée par quelques voyageurs européens a trouvé asyle dans des traités d'enseignement. Fouqué¹ répète que les maisons furent cernées par la lave mais non envahies. Nous pouvons affirmer que cette assertion n'est pas exacte, parce que là où, d'après la tradition, étaient les constructions de l'Hacienda, la lave doit avoir, pour le moins une centaine de mètres d'épaisseur. Sous la pression de cette masse colossale de matière ignée, aucun édifice n'est à même de résister. Humboldt rapporte aussi que, sur le terrain recouvert, aujourd'hui, par le malpays, il y avait des goayaviers, célèbres, dans tous les environs, "par la douceur de leurs fruits." Et, actuellement, encore, les arbres qui croissent, en grand nombre, sur le plateau de La Higuera, au pied des cônes et du côté oriental, donnent des fruits d'une douceur exceptionnelle; beaucoup de ces arbres sont assez grands et paraissent assez âgés pour avoir pu être témoins de l'éruption. Ces goayaviers croissent jusqu'au bord du malpays, mais, jamais, dans le tuf qui recouvre les laves. Là vivent d'autres essences, connues dans le pays, sous les noms de: Copal, Tepehuaje, Higuera, Tepamo, Cicuillo, et autres, appartenant, toutes, à la zone tropicale. Comme il a été dit précédemment, les laves s'écoulèrent, suivant la pente que présentait le terrain, des bords du plateau de la Higuera vers l'Ouest; mais il est probable, également, que, avec l'inclinaison générale susmentionnée, il y avait aussi des gradins, sortes d'escaliers, de peu de hauteur correspondant à diverses coulées d'anciennes laves, dont le prolongement vers le Sud peut se voir sur les flancs du Cerro de la Pilas, et du Cerro de la Peña

¹ F. Fouqué. Le Santorin et ses éruptions. Paris, 1879, p. 419. A. de Lapparent. Traité de Géologie. 4e. éd. p. 460, 1900.

Blanca, qui s'élèvent entre les haciendas d'El Agua Blanca et de S. Pedro Jorullo. Sur ce terrain, formé de plans inclinés bas et échelonnés, plusieurs ruisseaux s'étaient creusé un lit,—celui de Cuitimba, par exemple,—et leurs eaux étaient, sans doute, employées à l'irrigation de la canne à sucre. Ces ruisseaux, convergeant vers la partie la plus basse du cañon avaient, alors, comme ont, aujourd'hui encore les eaux qui arrosent ce bassin, une issue unique et étroite, puisque la vallée a toujours été barrée, au Sud, par les Cerros de las Pilas et les collines basaltiques anciennes d'El Agua Blanca. Pour que l'on puisse se rendre bien compte de la pente moyenne du sol, il nous suffira de dire que, entre le lit de l'Arroyo de la Playa, à l'extrémité la plus lointaine du malpays et le bord du plateau de La Higuera, au pied des volcans, il y a une différence de niveau de 240 m. mais, si nous tenons compte, d'une part, de ce fait que la lave a une épaisseur considérable dans le voisinage des cônes, et, d'autre part de l'existence d'un certain nombre de marches, l'inclinaison moyenne que présentait, autrefois, le terrain était bien inférieure à celle qui résulte des données ci-dessus. Néanmoins, la lave a dû s'avancer, comme un torrent impétueux, ainsi que le prouve sa structure superficielle. Le malpays, lui aussi, présente une surface en escaliers ; mais cela est dû principalement à la superposition des divers épanchements de lave, qui recouvraient, chaque fois, des surfaces moins étendues autour des bouches d'émission.

D'autre part, si la lave, comme tout semble l'indiquer, a réellement jailli du pied des flancs abrupts du plateau de la Higuera, il faut décompter encore un peu plus que la différence de hauteur qui existe entre les bases orientale et occidentale des cônes ; cette différence, pour les

Volcancitos du Nord et du Sud, étant d'environ 55 m., cela réduit, probablement, la pente moyenne sur laquelle la lave s'est écoulée à moins de 4%. Cette différence de niveau entre les côtés opposés des Volcancitos et entre les côtés opposés du grand volcan,—différence qui, dans ce dernier cas, est plus grande encore, puisqu'elle atteint 90 m., environ,—indique clairement que la lave a pris naissance au pied même d'une des parois verticales du plateau; et de là est résulté ce fait, surprenant, à première vue, que le malpays n'existe pas à la base orientale des cônes, côté duquel leur apparence, des plus modestes, contraste notablement avec l'aspect, plus sévère et plus imposant, qu'ils présentent, vus de l'Ouest.

Sur notre carte, sont indiquées les différentes coulées qui forment le malpays du Jorullo et qui sont le produit d'émissions distinctes, séparées, sans aucun doute, par de très-courts intervalles. L'observation du terrain semble établir que, dans la formation du malpays le plus étendu et le plus ancien, ont participé des laves qui sortaient, simultanément, des quatre bouches et qui, dans leur course, se sont fondues au point de ne plus constituer qu'un seul gâteau, dont la plus grande masse a été fournie, comme on pouvait le prévoir, par la bouche principale.

Au milieu du labyrinthe de protubérances et d'inégalités du malpays on peut distinguer deux courants importants, d'extensions différentes, dont le premier,—le plus grand,—marqua, définitivement, la surface totale que devait recouvrir la lave, son contour irrégulier ayant été subordonné à la pente du terrain, ainsi qu'aux sinuosités des hauteurs limitrophes. La seconde coulée,—la nouvelle fournée, qui a dû suivre, de près, la précédente,—recouvrit un peu plus de la moitié de celle-ci,

et ses limites se reconnaissent facilement, parcequ'elle a formé, sur ses bords, une sorte de mur, de 40 où 50 m. de haut, qui représente l'épaisseur moyenne de la nappe. L'extrémité de la première coulée présente aussi de fortes chutes, atteignant également une quarantaine de mètres, mais là seulement où il y eut des obstacles qui s'opposèrent brusquement à sa marche; partout, au contraire, où elle s'arrêta spontanément, son épaisseur est de quelques mètres seulement,—près de La Playa, par exemple, où Humboldt lui attribue seulement 12 pieds.

A la vue du soudain épanchement de ces masses énormes de roches fondues, qui s'élevaient, d'abord, des conduits souterrains, comme des boursofflures sans cesse croissantes, au milieu d'épais nuages de vapeur, les témoins effrayés, qui contemplaient, des hauteurs dominantes, ce phénomène, ont cru que la surface du sol "se soulevait en ampoules," ou qu'elle s'élevait perpendiculairement, comme le rapportent les chroniques. Les personnes présentes à l'éruption du Ceboruco,¹ en 1870, assurent que, de toutes parts dans le lit de l'Arroyo de los Cuates, déjà envahi par un courant puissant de lave, jaillirent encore de nouvelles masses, qui en augmentèrent le volume. Mais il est certain que, là, comme au Jorullo, il se forma, rapidement, une croûte dure, à la surface de la lave, par suite de son refroidissement; et les masses fondues, qui, par suite de l'arrivée continuelle de nouveaux apports, augmentaient de volume, sous cette couverture, la rompirent, la remplirent de fissures, projetèrent des jets de matières, qui la hérissèrent, d'une manière fantastique, la fendirent brusquement en blocs, qui lui donnent l'aspect d'un amoncellement de pierres

¹ Voir les articles relatifs dans "Fenómenos Geológicos del Estado de Jalisco." Guadalajara, 1875.

énormes, sans forme définie, et, enfin, produisirent, ce phénomène, purement apparent, d'enflure, si visible dans le dôme, que la récente éruption du Pelé a rendu facile à observer de loin.

Quand la provision de lave, qui a formé le malpays dont nous venons de parler, fut épuisée, les volcans entrèrent dans une période d'éruptions explosives, qui donnèrent naissance aux quatre cônes, et, avec cette nouvelle étape, prend fin la phase d'énergie la plus intense. Les cheminées des volcancitos s'obstruent; seule, reste ouverte, celle du cône principal, qui se remplit, de nouveau, de lave, jusqu'au bord du cratère; celui-ci se rompt, comme nous l'avons vu, pour laisser passer une coulée, ou, plutôt, deux coulées, de peu de longueur, et qui devaient être très visqueuses, puisqu'une grande partie de leur masse est restée accumulée sur le flanc même du cône, comme l'indique notre carte.

Seuls, les deux courants sortis du cratère du Jorullo présentent, à leur surface, l'aspect caractéristique du malpays, c'est à dire une roche entièrement nue, d'aspect encore frais et d'un noir grisâtre. A la surface, sont marquées de grandes ondes d'écoulement. Leur apparence rappelle beaucoup celle de certaines coulées modernes du Vésuve.

La rugosité excessive de la lave a été décrite par l'inoubliable Humboldt, qui compare judicieusement sa surface scorifiée, granuleuse et légère à celle d'un chou-fleur. Elle produit, sous le pied, un son clair, et a, par places, l'aspect du coke. Cette structure est purement superficielle et n'atteint que quelques centimètres de profondeur; à l'intérieur, la roche devient compacte, d'un noir grisâtre, ou plombé, comme beaucoup de basaltes. La lave, à sa sortie, étant visqueuse, le brusque refroi-

dissement qu'elle a subi l'a scorifiée l'a fendue, l'a brisée, en tous sens, mais en formant, de préférence, de grosses dalles, à superficie intérieure lisse, et de couleur rougeâtre. Les crevasses ainsi formées sont le plus grand obstacle pour marcher dans le malpays; souvent, elles se recourbent comme le courant de la lave, comme celles qui se forment dans les glaciers. A ce crevassement, régulier, dans une certaine mesure, il faut ajouter cette rupture irrégulière de la lave, qui transforme toute sa masse en un amoncellement de pierres de grandes dimensions (Pl. XI), comme l'"aa" des volcans d'Hawaii, et comme les produits d'éruption de beaucoup d'autres volcans du Mexique.

Quelques observateurs entr'autres Dutton, Hitchcock, etc., nous racontent avec quelle rapidité les laves des volcans d'Hawaii se fractionnent et prennent la forme d'"aa," même quand elles sont encore chaudes.¹ Il y a dix ans, nous voyons, dans les laves émises par le Ceboruco en 1870, se produire le même phénomène, mais avec moins d'intensité. Subitement, la roche éclatait et se brisait en morceaux, qui roulaient le long de la côte, en soulevant de la poussière. La chaleur, sur les surfaces nouvelles, était assez forte pour qu'on ne pût les toucher avec les doigts. Dans la partie la plus épaisse, la plus massive, de ces laves, nous avons vu, 25 ans après leur éruption, les pierres "sauter," c'est à dire s'élever en éclatant, et laisser de ces saillies, semblables, à de petits pics, dont est hérissé le malpays, ou "ceboruco," comme on l'appelle là bas. Au Jorullo, on voit assez fréquemment aussi de ces curieux monolithes, dont un grand nombre ont "sauté," avant la complète solidification de

¹ Voir aussi Dana, Characteristics of Volcanoes, 1891.

la lave, à en juger par l'écoulement de matière fondue, en divers points de leur surface.

Tout le monde sait que les laves du Jorullo n'étaient pas encore froides, 20 ans après leur émission : Humboldt dit, en effet, dans son *Cosmos*, que Fischer, dans une de ses visites, en 1790, pouvait allumer un cigare sur ces pierres ; et que, lui même, il trouva, à la bouche des hornitos une température peu différente de celle de l'eau bouillante. Mais, à l'époque de la visite de Burkart, les hornitos étaient presque entièrement refroidis, sauf de rares exceptions.

Toute la surface du malpays du Jorullo présenterait l'aspect exceptionnellement rugueux qui caractérise les deux coulées émises par le cratère, si elle n'était recouverte d'un manteau de cendres et de sables noirs. Ces matières sont aussi les éléments constitutants des milliers de petits cônes, de 1 à 7 m. de hauteur, qui constituent, en réalité, les grandes inégalités du malpays,—à l'unique exception de ses bords, où apparaît la lave rugueuse et mouvementée, en crêtes nues, qui percent la couverture de cendres et de sables, déjà mince, dans cette région.

Etant donnée l'importance de la couche de matériaux fragmentaires, on doit supposer que les pluies de cendres et de sables jouèrent un rôle considérable, à différentes époques, pendant l'éruption du Jorullo, telle qu'elle est consignée dans les chroniques, ou, pour mieux dire, pendant les diverses éruptions, qui furent toujours accompagnées de pluies torrentielles, car on ne peut méconnaître l'intervention de l'eau dans les dépôts. Cela ne veut pas dire que le volcan vomissait de la boue ; c'est dans l'atmosphère que se faisait le mélange du sable et de l'eau, qui courait, ensuite, comme un torrent, sur toute

la surface du malpays. On admet, comme un fait bien établi, que les cendres du Jorullo arrivèrent jusqu'à la ville de Querétaro,¹ distance de 220 km. du cratère, et que les chemins d'Ario, de Santo Clara, d'Urapa, de Tacámbaro, et de plusieurs autres localités en sont couverts.

Félix et Lenk sont d'avis qu'il y eut de véritables éruptions de boue, parcequ'ils ne peuvent s'expliquer les ondulations et les mouvements des couches de cette boue qu'en admettant qu'elle coulait comme une pâte visqueuse. S'il y eut, en effet, des torrents, les sables ne se sont, pourtant, pas toujours sédimentés en mouvement; souvent aussi, ils se sont déposés, en tombant, se sont collés, sous l'action de l'eau des pluies, puis accumulés contre des obstacles, tels que des pierres saillantes, comme fait la neige, dans des mêmes circonstances, ainsi que le fait remarquer Poulet-Scrope. Les couches de cendres, sur les éminences coniques, sont épaisses, au pied, et minces, vers le sommet; mais, sur les côtés, ne sont pas marqués les différents niveaux qu'aurait atteints un véritable torrent, ou une inondation de boue. Ainsi, les traces de pluies de cendres sont plus manifestes que les indications correspondant à toute autre forme de dépôt.

La couverture de cendres et d'agglomérats de sable,—rarement de tuf ou de matières très-fines,—est fort épaisse dans le voisinage des cônes, où l'on rencontre, rarement de la lave dure sauf sur les bords des coulées ou dans les hornitos détruits par les racines des arbres. Dans les tranchées ouvertes pour les chemins et dans les lits des ruisseaux en voie de formation, cette cou-

¹ Notice communiquée par M. de Bustamante à Clavijero (*Storia antica del Messico*). Dans d'autres manuscrits anciens on trouve la même indication que les cendres du Jorullo arrivèrent jusqu'à Querétaro.

verture atteint, parfois, plus de 5 m. d'épaisseur. Aussi les éminences coniques les plus élevées doivent-elles se rencontrer ici, et, en fait on les y trouve à profusion. A mesure que l'on avance dans le malpays, en s'éloignant des cônes d'agglomérats, c'est à dire des centres d'éruption, le manteau est de moins en moins épais; en même temps, les petits cônes diminuent aussi en nombre et en importance; et c'est sur le dernier escalier de lave, sur le chemin, et dans les environs des bords, que se trouvent les plus parfaits, qui sont, sans nul doute, ceux que Humboldt décrit sous le nom d'hornitos, bien qu'ils en soient différents par leur nature et leur constitution. Nous avons déjà dit que nous n'avons pu trouver d'"hornitos" comme ceux décrits par Humboldt; nous n'en avons jamais rencontré que de grossières et imparfaites imitations.

LES HORNITOS.

Nous avons passé bien des heures à errer entre ces protubérances en forme de coupole et de cônes, qui caractérisent le malpays du Jorullo, étudiant la structure de ces étranges objets. Nous sommes surpris que Humboldt n'ait pas compris leur véritable nature, d'autant plus que, à l'époque de sa visite, ils devaient être mieux conservés, plus élevés et, peut-être aussi, d'une structure plus facile à voir. Qu'il nous soit permis, cette fois-ci, au moins d'exprimer, comme d'autres aussi l'ont fait, des doutes sur la véracité de ce passage des œuvres de Humboldt, dans lequel, avec toute sincérité et un luxe de détails, il nous décrit les hornitos comme formés de nombreuses et minces couches concentriques de basalte, avec intercalation de matières argileuses, provenant de décomposition, et d'un noyau de roche dure et compacte,—le

tout exhalant des vapeurs aqueuses, de température élevée. Nous voulons bien admettre, avec Burkart, que, sous l'action des pluies, la matière argileuse ait disparu; mais, que sont devenus les fragments des couches pierreuse, et les noyaux ronds plus compactes? Quelles sont les causes, d'une activité inouïe, qui ont pu changer la forme et la nature des hornitos ou les détruire entièrement, sans laisser aucune trace de leur nature primitive? Burkart, lui-même, décrit une tout autre espèce d'hornitos; Schleiden les décrit déjà tels qu'ils sont, tels que nous les décrirons nous-même, et tels aussi que les ont considérés Lyell, Scrope, et bien d'autres. Malgré tout, Félix et Lenk croient trouver dans les hornitos du malpays du Jorullo les minces coquilles basaltiques dont ils prétendent expliquer la formation et aussi les causes de leur destruction. Il semble qu'en bien des cas on a pris l'exception pour la règle. Ce n'est pas le moment d'ouvrir une polémique sur ce point; nous nous bornerons à décrire les protubérances du malpays, qui doivent garder leur nom, bien choisi, d'"hornitos," sous lequel elles furent désignées, dès le début, par les habitants de la localité.

Invariablement recouverts de couches concentriques minces de sable et de cendres, ces cônes ont des bases tantôt circulaires, tantôt elliptiques; ils sont, parfois, isolés et, parfois, étroitement unis les uns aux autres, en groupes, qui rappellent des montagnes en miniature. Près du grand cône et des Volcancitos, les hornitos sont très-nombreux, et leur groupement plus fréquent; près des bords du champ de lave ils sont, au contraire, épars, de peu de hauteur et de forme conique plus parfaite. Des arbres de grande taille, appartenant à des espèces déjà mentionnées, ont plongé leurs racines dans ces petits promontoires, rompant les couches concentriques, dont les

fragments, concaves comme des coquilles, se voient disséminés tout autour. Ces couches sont noires; quelquefois, leur surface est teintée de blanc et de jaune, comme si elles avaient été longtemps exposées à l'action de vapeurs fortement chauffées. Chacune présente une grande homogénéité de grain et de texture; elles ont d'un demi-centimètre à 4 ou 5 centimètres d'épaisseur, et l'on peut dire que les grains qui les composent ne sont pas cimentés, ce qui les rend très-fragiles. Ces couches sont superposées, mais sans être bien adhérentes; il existe, entre elles, des vides, parfois assez grands pour qu'il se produise un son creux, quand on choque la surface. Le plus grand nombre des hornitos ont une ouverture,—presque toujours sur le côté, jamais, au sommet, de section ovale, elliptique, circulaire, ou irrégulière, et dont les dimensions varient d'une simple fissure à 30 cm. de diamètre. La surface intérieure de cette ouverture est revêtue d'une croûte mince de poudre tuffeuse et argileuse, déposée par les eaux de pluies qui pénètrent, par là, dans les hornitos, et, fréquemment, ces boues sont assez consistantes, pour affecter des formes de stalactites vraiment curieuses. Les cavités allongées et sinueuses de ces éminences servent aujourd'hui, de repaires à des animaux sauvages, et, en particulier, à des serpents, dont quelques uns sont venimeux. En détachant les couches superficielles des hornitos, nous avons souvent rencontré des quantités de scorpions des plus dangereux. Il s'est dans le temps, échappé des vapeurs par ces trous, comme le montre le fait qu'elles sont tapissées de croûtes légères, d'un blanc jaunâtre et, composées de silice et d'oxydes de fer, semblables à celles qui se voient dans les fumerolles des cratères.

Les hornitos ont, naturellement, sans exception, un

noyau de basalte compacte, ainsi qu'on peut le voir dans un grand nombre d'entre eux, que le temps a détruit. Ces noyaux se présentent sous différentes formes :

a.) Sous forme de grandes masses anguleuses, à faces planes,—dont l'une, qui a été en contact avec des vapeurs, ou qui faisait partie du conduit par lequel elles s'échappaient, est divisée en lames fines, mais peu nombreuses, de basalte compacte et légèrement rougeâtre, avec intercalation d'argile de même couleur, tandis que le reste du bloc est intact et présente l'aspect de la lave ordinaire du Jorullo ;

b.) Sous forme de grandes masses de basalte absolument frais, divisées en trois ou quatre grands fragments conchiformes, et contenant, à l'intérieur, une cavité irrégulière, dont les parois montrent qu'il s'en est écoulé de la matière fondue ; la surface est revêtue de gouttes de lave, telles qu'on les trouve dans les tunnels de lave ;

c.) En masses informes de roche massive, contenant des canaux ou des tubes tapissés de concrétions blanches, comme les conduits des fumerolles, et présentant des stalactites et des gouttes de lave adhérentes à leur surface ; enfin, chose plus rare ;

d.) En séries de couches conchiformes et concentriques de tuf, avec une cavité sphéroïdale, au centre, résultant de la disparition de la masse qui l'occupait.

Comme on le voit, le noyau des hornitos manifeste simplement, la conformation du malpais sous sa couverture de tuf, conformation qui se devine facilement par l'examen de ses bords, toujours abrupts : pierres amoncellées, résultant du fractionnement de la lave, pendant son refroidissement, puis nivelées sous un manteau de cendres volcaniques. Les hornitos ne sont donc que les pierres les plus saillantes de la coulée recouvertes de

couches de tuf, auxquelles ils doivent la régularité de leurs formes.

Des hornitos semblables se seraient formés dans d'autres champs de laves, si elles avaient été recouvertes, comme au Jorullo, d'un manteau de cendres. Bien des témoins ont vu le spectacle fantastique de milliers de colonnes de vapeurs s'échappant des laves du Vésuve, pendant leur période de refroidissement. Là aussi, se sont formés des hornitos comme ceux d'ici, d'après Poulet-Scrope. Il y a quelques années encore, au sortir de la poste d'Ahuacatlán, les voyageurs, se rendant à Tepic, pouvaient observer, au lever du jour, les innombrables colonnes de vapeur qui s'élevaient des laves vomies par l'éruption de 1870. Quelques unes d'entre elles atteignaient jusqu'à 10m. de hauteur ; mais, aussitôt que le soleil commençait à chauffer elles n'étaient plus visibles qu'à une très-faible distance. C'est ce qui se passe dans toutes les fumerolles refroidies, et ce qui passe, également, dans celles qui existent sur le dernier malpays et dans le cratère du Jorullo. C'est ainsi que Humboldt, lui aussi, voyait s'échapper les vapeurs, au matin, par les bouches et les fissures des hornitos du Jorullo.

LES LAVES DU JORULLO.

Il n'y a pas de place ici pour une étude détaillée des laves du Jorullo et des roches de ses environs. Les laves récentes du volcan ainsi que celles de ses fondations, ne sont que des basaltes assez faciles à distinguer macroscopiquement. Il n'y a pas de différence sensible entre les basaltes des diverses coulées du Jorullo, pas même entre ceux du fond du cratère, des malpays et des hornitos. Ce qu'on remarque bientôt, sous le microscope, c'est

une plus grande quantité de verre dans la pâte des roches de la surface des coulées que dans celle du milieu de leur masse, ce qui est dû à la rapidité du refroidissement. Le verre qui entre dans la pâte des laves n'est jamais qu'un restant qui remplit les interstices laissés par un tissu de microlithes de labrador, en trainées fluidales, semées de grains et petits cristaux d'augite d'oxide noir de fer d'olivine, ce dernier un peu coloré en jaune par un commencement d'altération. Le verre se montre, dans la plupart des cas, d'une couleur brun chocolat, plus rarement incolore et toujours globulitique. Une première génération de feldspath manque, presque complètement, et on ne voit, de cette période, que des cristaux d'augite et de gros individus d'olivine qui, d'ailleurs, apparaissent à l'œil nu très frais, avec leur couleur vert de bouteille, dans la masse brune ou noire des roches. Dans beaucoup des laves en chouffleur ou spongieuses, de la surface des coulées, outre des microlithes bien développées, le verre, plus abondant, montre de très petits grains de fer noir, d'augite et des aiguilles feldspathiques, qui saupoudrent comme d'une poussière toute la masse: c'est-à-dire des nouveaux microlithes dont l'accroissement est arrêté bientôt à cause de la rapidité du refroidissement.

Les basaltes des plus anciennes éruptions, du plateau de l'Higuera, des montagnes environantes du Jorullo et des cônes bordant les malpays ont une couleur grise: sont très compactes, divisés en dalles, et laissent voir à l'œil nu des points rougeâtres d'olivine altérée. Sous le microscope on peut reconnaître que la pâte, composée de peu de verre limpide, sert de ciment, comme pour tous les basaltes, à des grains et des barres prismatiques d'augite et à des microlithes de labrador, ces microlithes sont, parfois trapues, et se fondent, dans de petites lacunes

polarisées comme du verre en tension. D'autres lacunes plus petites et plus brillantes, irrégulières peuvent se rapporter à la néphéline, qui a été reconnue chimiquement dans ces basaltes par Félix et Lenk. Les feldspaths des microlithes sont plus acides que ceux des basaltes récents et, comme dans ceux-ci, il n'y a qu'une seule génération de feldspaths excepté des cas rares, ou ces roches ont une apparence porphyritique.

L'augite et l'olivine en petits cristaux sont les seuls phénocristaux auxquels s'ajoute quelquefois l'hypersthène, qui est aussi microlithique. La néphéline et l'hypersthène viennent distinguer les basaltes des anciennes éruptions de ceux du Jorullo. Félix et Lenk ont mentionné déjà les andésites à hypersthène qui, sur des andésites augitiques et à hornblende, se trouvent dans la descente du Tejamanil et au pied des quelques roches basaltiques de l'amphithéâtre.

Nous avons cité plus haut les roches intrusives du fond de la vallée de la Sierra de las Canoas et d'autres montagnes, tout près des cônes du Jorullo auxquelles ressemble la roche en fragments enclavée dans les laves du volcan. La structure franchement holocristalline reste constante dans tous les points des massifs. La roche est composée de cristaux d'oligoclase et de labrador idiomorphiques, retenus par des plages irrégulières de quartz et d'orthose, mais ce dernier est en quantité très-variable. De la biotite, de l'augite et du pyroxène rhombique s'associent à ces minéraux, donnant au tout un type qui, rapporté à la diorite, peut se classer aussi comme une monzonite quartzifère, quand l'orthose rentre en bonne proportion. Félix et Lenk l'ont désignée comme une diorite; ils ont trouvé de la diallage entre les minéraux colorés.

Il faut faire une mention toute spéciale d'une longue et basse crête surgissant du milieu du malpays et qui sort de la base du grand cône du Jorullo.

Humboldt cite cette crête, appelée "Cerro Partido" a cause de deux incisions qui se montrent vers son milieu et d'où s'élève une masse rocheuse en forme de lentille. La crête ainsi interrompue brusquement et hérissée de cette roche, qui, de la route de Mata de Plátano, sur le malpays prend l'apparence d'une boule, les gens du pays avaient cru que par les forces de l'éruption la montagne s'était divisée en deux. Quoique la crête de la montagne soit couverte de sable, par la lentille et par les parois des ravin, nés à sa base, on voit que le Cerro Partido n'est que le sommet d'une montagne qui existait avant l'éruption du Jorullo; constituée d'une roche violacée doléritique maintenant altérée, qui loge des veines et masses de grenat grossularite et du quartz.

La présence dans ceux-ci de faibles quantités d'argent et de taches vertes de carbonate de cuivre nous a fait supposer qu'il s'agit d'un gisement de contact. L'épaisseur de la lave qui enveloppe la base de Cerro Partido est très considérable et suppose que la montagne s'élevé assez de son pied pour rompre dans un espace très grand la régularité que pouvait avoir le sol, que la tradition avait toujours considéré comme une plaine large et fertile avant la catastrophe de 1759.

Extrait de l'étude détaillée des matériaux du Jorullo que nous publierons plus tard nous donnons ici un petit tableau, qui montre la composition chimique des roches du Jorullo obtenue de bons échantillons. Ces analyses ont été faites par M. F. Roel, chimiste de l'Instituto Geológico Nacional.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
SiO ₂	62.07	51.82	52.39	51.57	52.63	70.22
Al ₂ O ₃	16.03	18.13	18.10	18.74	19.95	15.34
Fe ₂ O ₃	0.80	0.75	0.51	2.23	3.26	0.33
FeO.....	4.76	6.88	7.43	7.27	4.26	2.00
MgO.....	3.34	7.81	7.46	7.02	6.95	0.92
CaO.....	5.45	8.60	8.22	8.58	8.31	2.31
Na ₂ O.....	3.07	3.74	3.45	2.95	2.80	2.72
K ₂ O.....	2.80	0.91	0.86	0.84	0.89	5.32
TiO ₂	0.80	1.06	1.36	0.92	1.13	0.74
P ₂ O ₅	0.10	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14
S.....	0.01	0.02	traces	traces	traces	0.00
MnO						
H ₂ O +.....	0.55	0.62	0.57	0.33	0.43	0.48
H ₂ O -.....	0.26	0.21	0.10	0.12	0.08	0.13
	100.04	100.46	100.45	100.57	100.69	100.65

I. Diorite du Cerro du Perico.

II. Basalte ancien du plateau de l'Higuera.

III. Basalte du malpays du Jorullo (dernière coulée).

IV. Basalte du noyau d'un hornito (malpays du Jorullo).

V. Bombe du Volcancito du Sud.

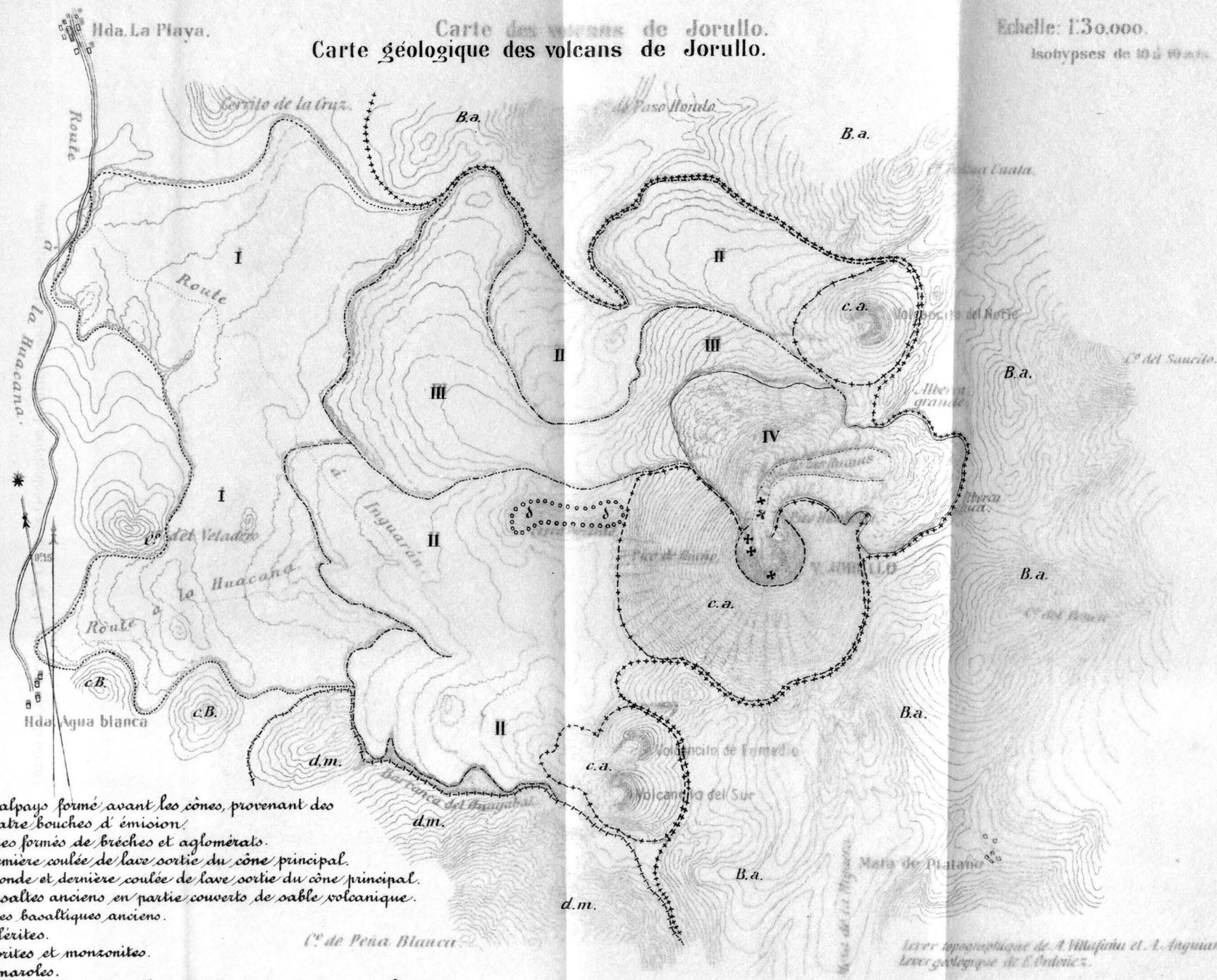
VI. Enclave de diorite dans le basalte du fond du cratère du Jorullo.



Carte des volcans de Jorullo.
Carte géologique des volcans de Jorullo.

Echelle: 1:30.000.

Isotypsés de 10 à 100 m.



- I } Malpays formé avant les cônes, provenant des
- II } quatre bouches d'émission.
- c.a } Cônes formés de brèches et agglomérats.
- III } Première coulée de lave sortie du cône principal.
- IV } Seconde et dernière coulée de lave sortie du cône principal.
- B.a } Basaltes anciens en partie couverts de sable volcanique.
- c.B } Cônes basaltiques anciens.
- s } Dolerites.
- d.m } Diorites et monzonites.
- + } Fumaroles.

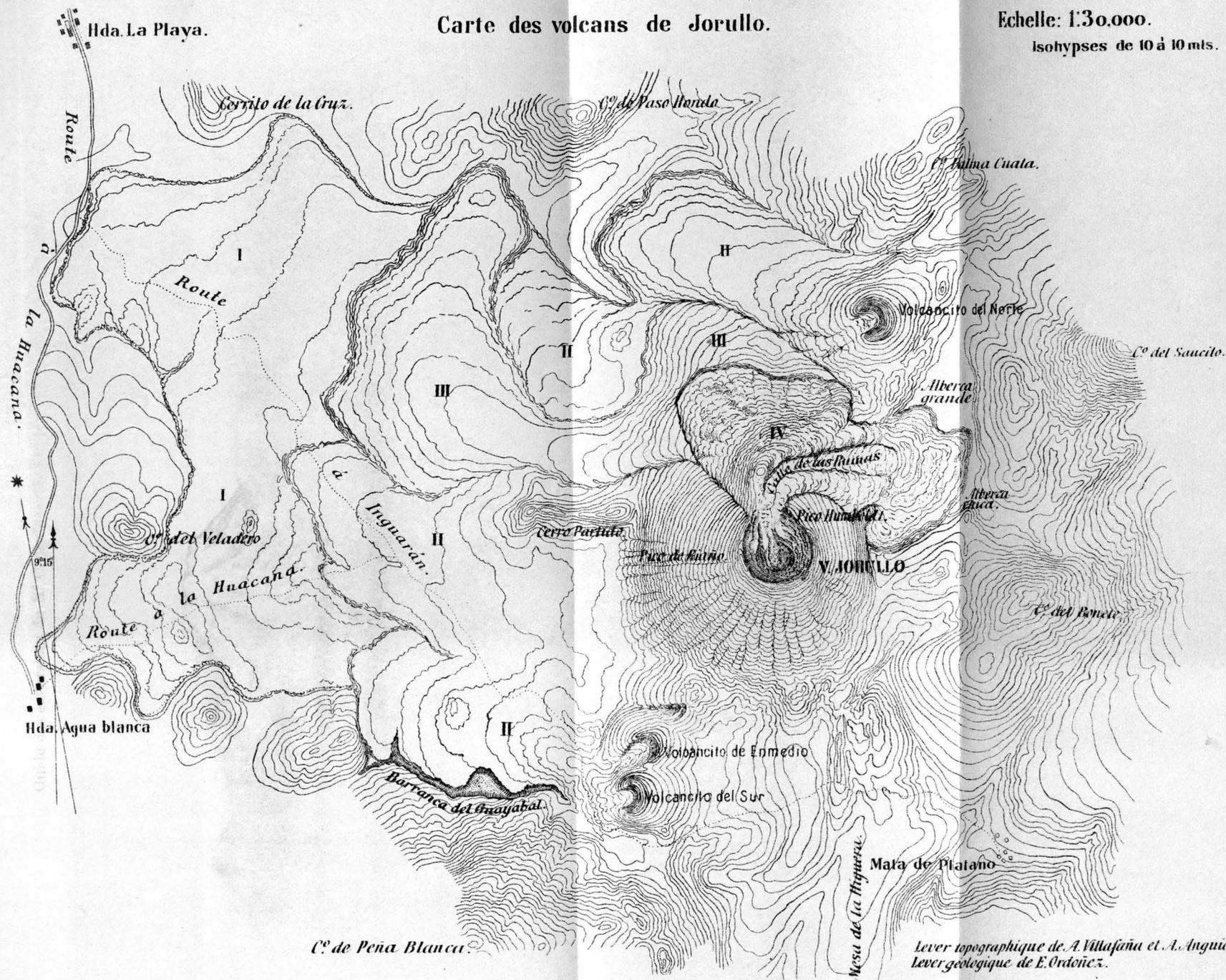
Les malpays basaltiques I, II sont presque complètement couverts par minces couches de sables volcaniques. — Hornitos.

Levier topographique de A. Villafañe et A. Anguiano.
Levier géologique de E. Ordóñez.

Carte des volcans de Jorullo.

Echelle: 1:30.000.

isohypses de 10 à 10 mts.

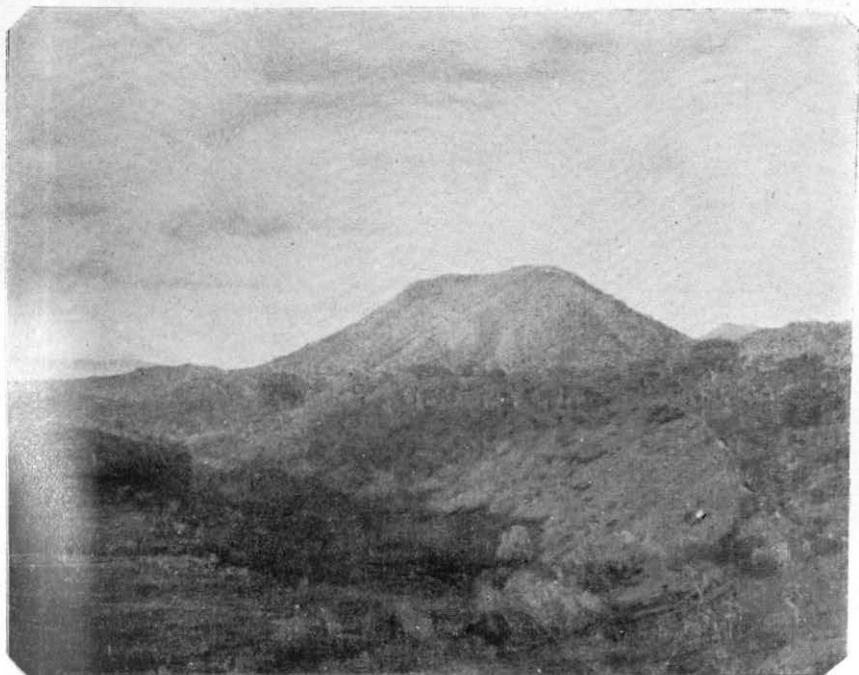


Lever topographique de A. Villafañe et A. Anguiano.
Lever géologique de E. Ordoñez.



I. Cône principal [à gauche dernière coulée de lave].—II. Volcancito du Nord.—III. Volcancito de Enmedio.—IV. Volcancito du Sud.
Vue des Volcans du Jorullo prise de l'Ouest.

Pl. I.



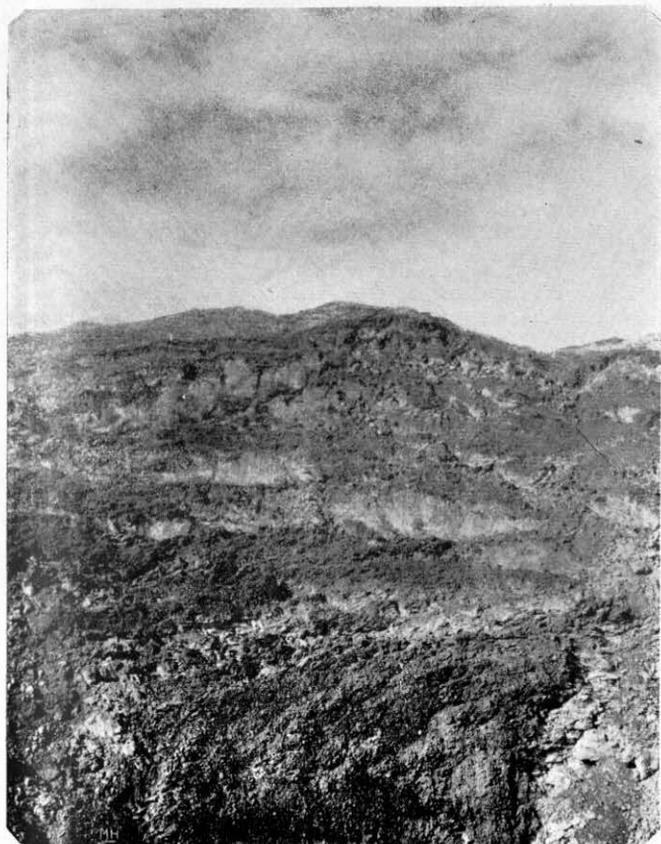
Vue du Cerro Blanco et du plateau de la Higuera.



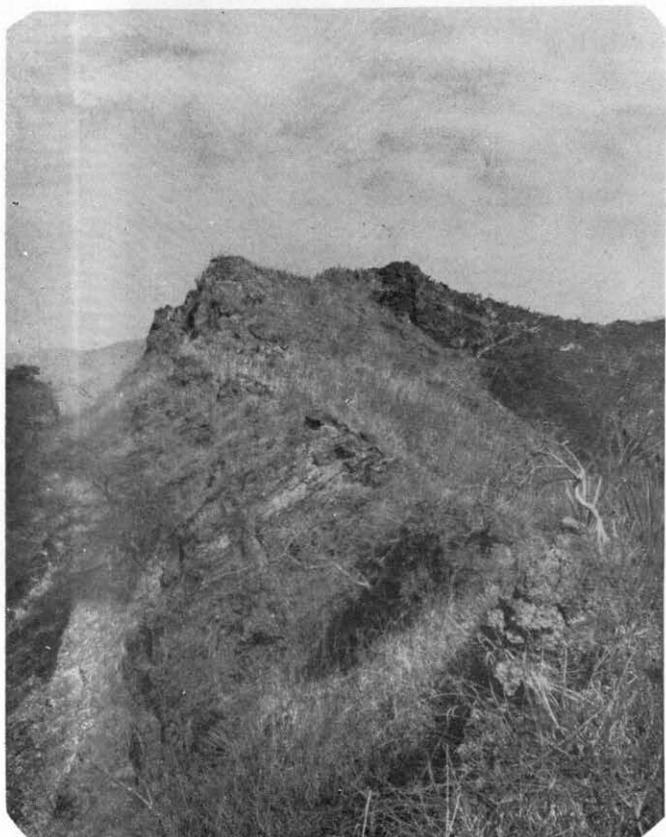
Extrême de la dernière coulée de lave sortie du cratère du Jorullo.



Le cône du Jorullo vue du S. W.



Pic de Riaño et parois NW. du cratère.



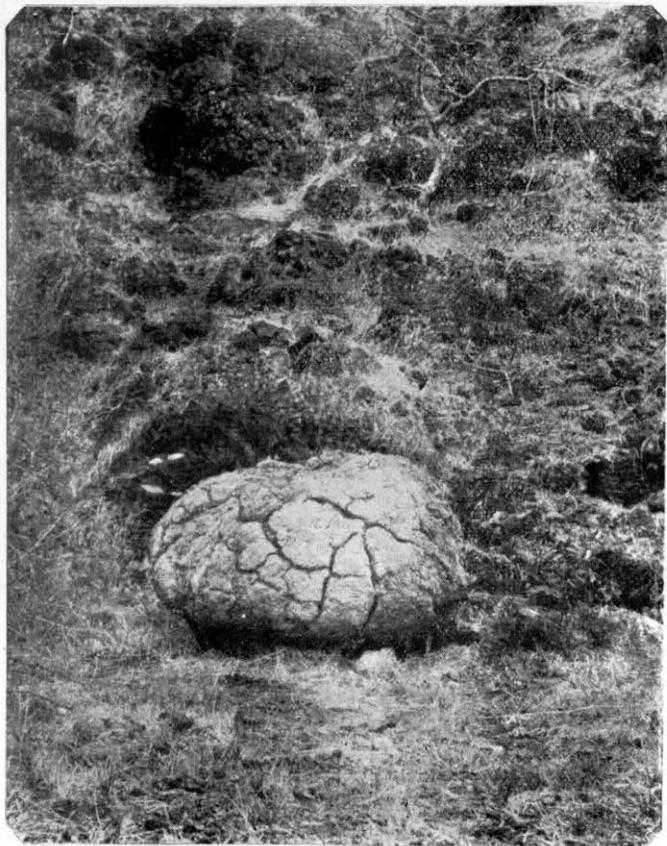
Pic de Humboldt. Bord N. E. du cratère du Jorullo.



Le "volcancito del Norte" vu dès l' "Alberca Grande"



Le "volcancito del Sur" vu du plateau de l'Higuera.



Bombe volcanique au pied du "volcancito del Sur"



Aspect de la lave à la sortie du cratère du Jorullo.



Le malpays. Coulées de laves sorties du cratère du Jorullo.