

RAPPORT PRÉLIMINAIRE
SUR UNE
EXPÉDITION GÉOLOGIQUE DANS LA RÉGION ANDINE

SITUÉE ENTRE
LAS LAJAS (Argentine) et CURACAUTIN (Chili)

(38—39° LATITUDE SUD)

PAR

DR CARL BURCKHARDT

GÉOLOGUE DE LA SECTION D'EXPLORATIONS NATIONALES
AU MUSÉE DE LA PIATA

Avec un profil transversal de la Cordillère et trois planches

RAPPORT PRÉLIMINAIRE
SUR UNE
EXPÉDITION GÉOLOGIQUE DANS LA RÉGION ANDINE

SITUÉE ENTRE
LAS LAJAS (Argentine) et CURACAUTIN (Chili)

PAR
Dr. CARL BURCKHARDT
GÉOLOGUE DE LA SECTION D'EXPLORATIONS NATIONALES
AU MUSÉE DE LA PLATA

I ⁽¹⁾

A. DESCRIPTION DES ROUTES

(Voir la carte de la planche I)

Parti le 22 novembre 1897 de Buenos Aires en compagnie de mon collègue M. le docteur Leo Wehrli, j'aurais dû faire partie de l'expédition géologique qui devait, selon les instructions, se diriger au Lac Nahuel-Huapi et vers la région située entre ce lac au sud et le Biobio au nord.

Retenu deux mois à Valparaiso, par une maladie assez grave, je ne pus me mettre en route que le 9 février 1898. M. le Directeur me donna alors l'ordre de partir aussitôt par Temuco pour Junin de los Andes, où mon collègue devait m'attendre pour faire ensuite des études dans la région des lacs Lacar et Tromen et du rio Biobio.

J'arrivai le 19 février 1898 à *Junin de los Andes*, où je ne trouvai ni M. Wehrli, ni des nouvelles de son expédition.

Après cinq jours d'attente, je résolus d'aller travailler seul. Cette résolution fut prise en vue du peu de temps d'été restant; j'éprouvai aussi le plus vif désir de pouvoir enfin me mettre en route, après tant de semaines perdues à Valparaiso. Heureusement je réussis à réunir très vite les éléments nécessaires à mon expédition.

Comme champ de travail j'avais choisi la région située entre Las Lajas et Curacautin, soit la contrée mentionnée en dernier lieu dans nos instructions. J'espérais pouvoir étendre les études jusqu'à l'est de Las

(1) La première partie de ce rapport a pour but d'exposer les résultats purement scientifiques de mon voyage, tandis que la seconde traitera de leur application à quelques questions de limites entre le Chili et la République Argentine.

Lajas et réussit ensuite à tracer le profil transversal complet de la Cordillère.

Voyageant avec mon assistant Teófilo Gerber, trois péons et quatorze animaux, par *Quillen, Aluminé, Gayetué, Pino Hachado, Haichol* et complétant mon équipement au campement Gayetué de la IV^e Commission de limites et à *Las Lajas*, je suis arrivé le 7 mars à l'arroyo *Leucullin* (à l'est du campement militaire de Las Lajas).

Là j'ai commencé le travail sérieux en étudiant dans les sept jours suivants la région située au nord et à l'est de *Las Lajas* et le grand plateau qui sépare la chaîne de la Vaca Muerta de celle de Pino Hachado. En allant successivement de l'est à l'ouest, j'ai commencé, le 13 mars, l'étude de la chaîne de *Pino Hachado* à *Haichol* et grâce au temps splendide, qui permettait un travail continu, j'ai terminé les recherches dans cette chaîne, près de *Liucura*, le 23 mars.

Selon les instructions, je devais étudier tout spécialement les environs de l'Arco. Dans ce but j'ai dressé les tentes d'abord près du col de l'Arco et ensuite à l'extrémité orientale de la *Laguna de l'Aluminé*.

Malheureusement, six jours de neige et de mauvais temps ont ralenti là de beaucoup le travail scientifique, de sorte que ce ne fut que le 7 avril que j'ai pu partir pour la vallée du Biobio en retournant par le même chemin du col de l'Arco.

Comme la vallée nommée *Paule*, arrosée par l'arroyo *Pancunto* (affluent gauche du Biobio entre la lagune Gayetué et le rio Lonquimay) paraissait offrir un profil clair de cette partie de la Cordillère, j'ai installé là le campement pour huit jours. L'étude du bord sud du *Rio Lonquimay*, dans les environs de la Comisaria, compléterait mes observations.

Le 17 avril, je suis parti du rio Lonquimay pour aborder l'étude sommaire de la chaîne occidentale et, par le col de *Malalcahuella*, je suis arrivé à *Victoria*, où se terminait l'expédition, le 22 avril.

Enfin par Santiago, Cumbre de Uspallata, Mendoza, je suis retourné à *La Plata* le 9 mai 1898.

Je fais un devoir d'affirmer que la partie occidentale de mon profil, entre Teghmallin et Curacautin est la moins bien étudiée de toute la partie traversée. La neige prématurée empêche l'étude des hautes parties, surtout du volcan Lonquimay; et l'insuffisance de mes éléments ne me permit pas de m'interner d'avantage dans les régions basses, couvertes de bois et d'une triste célébrité, comme l'on sait, par la présence des brigands. Cependant j'ai pu acquérir dans cette partie les fondements indispensables pour lever le profil transversal complet de la Cordillère.

En somme j'ai passé cinquante jours dans mon champ de travail proprement dit; de ceux-ci, sept ont été des jours de marche; sept des jours

de marche et de travail en même temps; vingt-trois des jours entièrement voués à la science, tandis que treize n'ont permis aucun travail soit par une pluie continue, soit par des tempêtes de neige.

Qu'il me soit permis de remercier ici tous ceux qui m'ont prêté leur aide, sans laquelle je n'aurais pas pu réaliser cette expédition; je nomme: M. J. M. Bernichan, majordome de la IV^e Commission de limites; MM. les officiers du 2^{me} régiment de cavallerie à Las Lajas et tout spécialement M. le major E. Roldan; M. Juan Iturra, à Junin de los Andes, et M. E. Lynch Arribálzaga, secrétaire de la Commission argentine de limites.

B. APERÇU PRÉLIMINAIRE DES RÉSULTATS GÉOLOGIQUES

(Voir le profil, planche I)

Le présent rapport ne pourra certainement donner qu'une idée générale de la région explorée. C'est la tâche du travail définitif, que je compte publier dans les «Annales du Musée de La Plata», d'offrir aux géologues des renseignements aussi complets que possibles basés sur une étude approfondie de tous les matériaux réunis. Mon collègue, M. le docteur Leo Wehrli veut bien se charger de la partie pétrographique du dit travail; le même a eu la bonté de me communiquer sur les roches volcaniques de la région quelques renseignements qui seront utilisés dans les pages suivantes.

La région, qui forme l'objet de ce rapport, se divise facilement dans les cinq parties suivantes, fondées aussi bien dans la structure géologique que dans les grands traits orographiques (voir la carte et le profil pl. I).

1. Les chaînes orientales:—

a) La chaîne de la Vaca Muerta, à l'est de Las Lajas.

b) La chaîne au nord de Las Lajas.

2. Le plateau de Las Lajas.

3. La chaîne de Pino Hachado.

4. Le plateau de l'Aluminé.

5. La chaîne de Lonquimay:—

a) La région entre les rios Biobio et Lonquimay.

b) La région occidentale entre le Lonquimay et Curacautin.

1. Les chaînes orientales

Le grand plateau de Las Lajas est limité à l'est, nord-est et sud-est par des chaînes *relativement basses, peu accentuées et constituées entièrement de sédiments mésozoïques faiblement plissés.*

a) LA CHAÎNE DE LA VACA MUERTA

(Profil E F, pl. 1)

Cette chaîne qui s'élève à l'est et au sud-est de Las Lajas, est formée par une *route très régulière de sédiments jurassiques et crétaciques*. Au centre de cet anticlinal se trouve le gypse, accompagné de grès polychlores. A ces couches suivent vers l'ouest des grès et calcaires à Astartes et des calcaires ammonitifères, qui représentent probablement le tithonique. Toutes les couches mentionnées paraissent appartenir au système jurassique, tandis que les grès et bancs d'huîtres, qui forment les pentes occidentales de la chaîne, représentent probablement le terrain néocomien.

Il est très remarquable que l'anticlinal de la chaîne de la Vaca Muerta ne présente pas la direction du nord au sud habituelle des chaînes andines, mais se dirige, au contraire, du nord-est au sud-ouest, amincissant ainsi le plateau de Las Lajas vers le sud.

b) LA CHAÎNE AU NORD DE LAS LAJAS

(Profil N O, pl. 1)

Aux bords septentrionaux du Rio Agrio — de Las Lajas vers l'ouest — s'observent des faits tout-à-fait analogues à ceux que nous venons de décrire de la chaîne de la Vaca Muerta. Là aussi nous avons une *série de couches jurassico-crétaciques formant un anticlinal peu ondulé*.

La série des couches commence au Rio Agrio avec des calcaires et grès à Lingula et Perisphinctes. Plus haut viennent des couches à ammonites tithoniques, d'autant plus intéressantes, qu'elles réfutent d'une manière complète la théorie de Neumayr, selon laquelle le faciès alpin du jurassique ne devrait pas exister au sud du 22° degré latitude sud. Et ici nous pouvons recueillir une faune tithonique à 38°30' latitude sud !

Les calcaires sont superposés par des marnes verdâtres et des grès gris alternant avec de véritables bancs d'huîtres, qui contiennent des Exogyra, Pinna et Panopaea. Ces couches, qui plongent tantôt à l'ouest, tantôt à l'est, en formant le toit de l'anticlinal jurassique, seront les représentants du néocomien.

Vis-à-vis de Las Lajas se montre une couche néocomienne un peu différente; il y a là des grès, marnes et calcaires pleins de bivalves, surtout de Trigonies, Pholadomyes et Ostracés.

2. Le plateau de Las Lajas

Quiconque descend de la chaîne de Pino Hachado vers Las Lajas est frappé d'entrer près de Haichol dans une vaste plaine. Un grand pla-

teau, à ce qu'il paraît, horizontal, s'étend devant ses yeux; il a au moins quarante kilomètres de largeur. C'est un véritable fragment de la pampa entre les chaînes andines. A l'ouest, il est limité par les cimes escarpées de la chaîne de Pino Hachado, tandis qu'à l'est se voit le cordon bas des chaînes orientales.

J'ignore l'extension de ce plateau vers le sud et vers le nord, je peux seulement mentionner qu'il s'amincit notablement et d'une manière brusque au nord de l'Agrio et de Las Lajas. Là surgit tout-à-coup la chaîne orientale sans qu'on puisse voir à la rive droite de l'Agrio aucune trace qui pourrait être regardée comme continuation australe des plis mésozoïques du nord de l'Agrio. Il y a là une faille qui forme la limite entre les chaînes au nord de Las Lajas et l'Agrio et qui est sans doute en relation avec l'inflexion brusque de ce fleuve et avec sa direction de l'ouest à l'est au nord de Las Lajas.

La constitution géologique du plateau de Las Lajas est bien simple. Les barrancas des fleuves montrent des *éboulis stratifiés modernes*, probablement des dépôts d'un grand lac qui couvrait jadis la plaine.

En d'autres endroits existent des *nappes néovolcaniques* formant quelquefois de petites collines surgissant çà et là de la plaine. La roche principale est un basalte feldspathique gris foncé, qui possède, comme nous le verrons, une extension extraordinaire dans notre profil.

Une localité très intéressante se trouve dans un affluent droit de l'arroyo Lencullin. Là une roche, probablement phonolitique, montrant des colonnes superbes, repose sur les alluvions modernes citées. Les éruptions ont donc continué jusqu'à des époques peu reculées.

3. La chaîne de Pino Hachado

La chaîne de Pino Hachado, qui s'élève entre les plateaux de Las Lajas et de l'Aluminé, se compose de *sédiments mésozoïques plissés et de roches paléovolcaniques. au-dessus desquelles s'étend une vaste nappe de basaltes*. Les laves néovolcaniques se sont écoulées sur la montagne déjà formée, en couvrant les sédiments plissés en discordance apparente.

Commençons par un coup d'œil sur les éléments primaires, fondamentaux de la chaîne, soit les *sédiments plissés* et les roches paléovolcaniques. Les premiers affleurent à trois endroits distincts: près de Haichol, à Pino Hachado et aux pentes occidentales de la chaîne entre le col de Pino Hachado et Liucura.

Dans les environs de l'estancia de *Haichol*, et de là vers l'est, se trouve une zone sédimentaire composée principalement de grès et de marnes noires schisteuses. Malheureusement, ces sédiments n'ont fourni aucun fossile, de sorte que je ne peux pas émettre ici une opinion fondée sur leur âge. Cependant le voisinage de terrains jurassico-crétaciques

me fait croire que les grès de Haichol appartiennent probablement aussi aux formations mésozoïques citées.

Ces sédiments forment des plis très visibles, surtout à l'est de Haichol. Là s'élève une cime assez isolée (1469 m.), qui montre dans sa pente presque dépourvue de végétation, des bancs sédimentaires formant une belle voûte, compliquée par une faille très apparente (voir le profil CD).

Cette voûte excite notre plus vif étonnement, car elle se dirige, perpendiculairement aux chaînes andines, de l'est à l'ouest! Au-dessus de cette voûte se montre la nappe horizontale de basaltes en discordance frappante avec les couches sédimentaires plissées sousjacentes (voir profil CD).

Un second affleurement de terrains sédimentaires s'observe à *Pino Hachado*, entre le commissariat et le col du même nom. Nous faisons là la découverte d'une roche caractéristique que nous connaissons déjà de l'expédition antérieure et qui paraît s'étendre depuis la Bolivie jusqu'au lac Nahuel-Huapi⁽¹⁾. Ce sédiment curieux, d'un intérêt particulier, qui passe avec les mêmes caractères pétrographiques par plus de vingt-cinq degrés de latitude, c'est le poudingue jurassico-crétacique, d'origine éruptive en grande partie, et bien connu depuis longtemps de la Cumbre de Uspallata et d'autres localités classiques de la Cordillère.

A Pino Hachado, comme ailleurs, ce poudingue a pour base une porphyrite violet foncé; en outre, il est en liaison intime avec d'autres roches éruptives, surtout avec une roche porphyrique verte.

La dernière localité de la chaîne, où j'ai pu observer des sédiments, se trouve à l'ouest du Paso Pino Hachado. Des calcaires schisteux gris foncés, à Ammonites probablement néocomiens, forment là un anticlinal transversal qui se dirige de l'ouest à l'est. Ici donc de nouveau — comme à Haichol — se montrent des plis perpendiculaires à l'axe de la Cordillère.

Le basalte repose ici aussi en discordance apparente sur les sédiments plissés (voir le profil A B).

Entre les roches paléovolcaniques, il faut citer en premier lieu un porphyre à orthoklase, brun foncé. Cette belle roche s'observe entre Haichol et Pino Hachado et à l'extrémité occidentale de la chaîne aux environs de Liucura.

Une porphyrite se montre au nord de Pino Hachado, dans le voisinage de l'arroyo Tehuel-Nigliu. Son plongement anticlinal y fait présumer un ancien centre d'éruption.

Les roches néovolcaniques possèdent sans doute, vu leur extension extraordinaire, la plus grande importance. La roche principale, un

(1) A Nahuel-Huapi selon communications de M. Wehrli.

basalte feldspathique gris foncé, couvre presque toute la chaîne et ne laisse percevoir que çà et là les sédiments et les roches paléovolcaniques déjà mentionnées. De la hauteur du col de Pino Hachado, cette nappe de basalte descend d'une part par Haichol jusqu'au plateau de Las Lajas, duquel elle couvre des parties considérables; d'autre part, elle s'est versée vers l'ouest où on la rencontre au-dessus des porphyres cités de Liucura. L'épaisseur de cette nappe est souvent assez grande par la superposition alternante et multipliée de couches de laves et de tufs polychlores. De belles colonnes s'observent en plusieurs endroits; il y a des séries de colonnes droites, très régulières, des bouquets et éventails magnifiques.

L'éruption du basalte a eu lieu après les plissements de la Cordillère, ce qui est démontré par les discordances déjà citées entre les roches néovolcaniques et les sédiments plissés. D'autre part, elle a commencé déjà avant la fin de l'époque glaciaire, comme je le démontrerai tout à l'heure.

Outre le basalte, il existe à l'arroyo Tehuel-Nigliu une roche *néovolcanique plus acide* probablement *trachytique*, formant une cime volcanique. Cette roche perce la porphyrite déjà mentionnée et correspond, comme celle-ci, à un ancien centre volcanique qui s'est maintenu — à ce qu'il paraît — dans cette région intéressante pendant des temps considérables (profil L-M, pl. 1).

La chaîne de Pino Hachado présente beaucoup de phénomènes d'un intérêt plutôt général.

Une belle moraine terminale à l'est du Paso Pino Hachado — dans une région aujourd'hui complètement dépourvue de glaciers — démontre l'existence d'une *période glaciaire*. Sur cette moraine se trouve un grand bloc du même basalte qui couvre la chaîne, pourvu d'une surface polie et de stries typiques provenant de l'action des glaciers. Ce bloc a un intérêt tout spécial pour le géologue; il nous enseigne que l'éruption basaltique a commencé avant la fin de l'époque glaciaire et ensuite — comme le même basalte, strié ici par les glaciers, repose ailleurs partout en discordance sur les sédiments plissés — que le plissement principal de notre cordillère s'est terminé avant la retraite définitive des glaciers.

De grands *éboulements* ont eu lieu à Pino Hachado et dans la vallée du Tehuel-Nigliu. Dans les deux endroits, une partie de la nappe volcanique s'est détachée et ses débris ont formé une multitude de petites collines dans les vallées, en barrant derrière elles les rivières et en causant ainsi la formation de petits *lacs*, dont les traces se voient encore aujourd'hui sous forme de surfaces planes à peu près horizontales.

4. Le plateau de l'Aluminé

Descendons la chaîne de Pino Hachado et montons le cerro Batea-Mahuida à l'ouest du Paso del Arco. Nous nous trouvons là au milieu de la Cordillère: à l'est s'élève la chaîne de Pino Hachado, vers l'ouest s'étend la chaîne de Lonquimay avec les volcans isolés Tolhuaca, Lonquimay, Llaimas et Lanin. Mais notre surprise est grande en regardant vers le sud: là on ne voit ni chaînes ni montagnes isolées; au contraire, il s'étend là une grande plaine à peu près horizontale; c'est le plateau de l'Aluminé. Ce plateau s'étend de la Laguna Aluminé vers l'est jusqu'au pied de la chaîne de Pino Hachado, mesurant une largeur d'au moins vingt kilomètres. La pierre-ponce, qui le couvre, prête au paysage, presque entièrement dépourvu de végétation, un caractère bien monotone.

L'érosion a morcelé le plateau en créant de véritables montagnes tabulaires à surfaces totalement planes et à flancs abrupts. Le Batea-Mahuida même, sur lequel nous nous trouvons, est une de ces montagnes tabulaires qui donnent au paysage un aspect particulier, en nous faisant oublier que nous nous trouvons au milieu d'une grande chaîne de montagnes.

Ce plateau singulier est constitué dans ses parties supérieures par une *nappe néovolcanique*, dont la roche principale est le même basalte que nous connaissons déjà de la chaîne de Pino Hachado. Au-dessous, on observe du *granit*; à l'extrémité orientale du lac Aluminé, il contient de la hornblende, deux sortes d'orthoklase, beaucoup de quartz et des grenats; plus à l'ouest, près de l'embouchure de l'arroyo Arco, il ressemble à certains granits des Alpes (granit de Canaria) et est accompagné de diorite.

Vers le sud, on peut suivre le plateau de l'Aluminé, par Pulmari et Quillen jusqu'à Junin de los Andes. J'ignore s'il continue au nord de Liucura ou s'il se termine dans cette région. En tout cas, il est aminci de beaucoup vers le nord, car, près de Liucura déjà, se rapprochent sensiblement les derniers plissements de la chaîne de Pino Hachado et les plis de la rive gauche du Biobio, qui appartiennent à la chaîne de Lonquimay.

5. La chaîne de Lonquimay

Je comprends sous le nom de chaîne de Lonquimay toute la région andine à l'ouest du Biobio. Elle se divise facilement en deux parties assez distinctes par leur constitution géologique. La première concerne la région entre les rios Biobio et Lonquimay; là s'observent des *granits en contact avec des sédiments jurassiques plissés*. Les *roches néovolcaniques*, qui y font complètement défaut, réapparaissent au contraire dans la partie occidentale de la chaîne, entre le rio Lonquimay et Curacautin.

a) LA RÉGION ENTRE LE RIO BIOBIO ET LE RIO LONQUIMAY

Ce qui donne à cette région, que j'ai surtout étudiée aux environs de l'*arroyo Pancunto*, un caractère tout special, c'est la *présence d'un massif considérable de granit qui a percé des couches sédimentaires*.

Le granit contient beaucoup de biotite, peu de hornblende et de quartz; il forme des cimes à parois blanches, qui contrastent par leur couleur déjà de loin des sédiments superposés. Ceux-ci, des calcaires schisteux noirs, obtiennent par la décomposition une couleur rouge foncée. Cette différence de couleur donne au paysage un aspect particulier, d'autant plus prononcé par les phénomènes intéressants de contact entre les deux roches. Le granit blanc a percé les sédiments en y envoyant des milliers de filons et en enveloppant des fragments arrachés du calcaire. Il sera difficile de voir un phénomène géologique plus net et plus beau que ces parois de granit blanc qui contiennent de nombreuses lentilles et fragments sédimentaires rouges de toute grandeur.

Ces phénomènes de contact ne peuvent s'expliquer qu'en admettant que *l'éruption du granit ait eu lieu après la formation du calcaire*, qui a été percé, partiellement enveloppé et probablement métamorphisé par la roche éruptive.

L'âge de ce calcaire, ne peut pas être fixé là où nous observons le contact décrit, manquant complètement de fossiles caractéristiques. Mais, heureusement, nous pouvons obtenir la réponse à cette question d'âge en étudiant le *profil de la rive droite du rio Lonquimay*. Là nous trouvons la continuation des sédiments décrits; le calcaire noir réapparaît, en alternant cette fois avec les couches jurassiques fossilifères. Une belle voûte, à l'est de la Comisaria Lonquimay, est formée par des marnes noires à Macrocephalites macrocephalum, des couches à Cidarites et le poudingue caractéristique — déjà rencontré à Pino Hachado — contenant des débris d'une porphyrite violet foncé et d'autres roches éruptives, notamment diabasiques. En connexion avec ces roches, on observe une porphyrite verte avec de grands feldspaths en tablettes de deux à quatre centimètres cubes, que nous avons déjà signalés comme compagnon typique du poudingue dans notre rapport de l'année passée.

De ces observations résulte que le *calcaire noir de Pancunto appartient à la formation jurassique* et que par suite *l'éruption du granit ne peut pas avoir eu lieu avant la fin du jurassique*. Les roches granitiques jeunes, déjà citées d'autres localités andines, se retrouvent donc dans notre champ d'étude.

A l'est de notre région, aux environs du Biobio, s'observent des sédiments d'un intérêt tout spécial. Ce sont des grès à bivalves et des couches remplies de Litorinelles et d'autres mollusques. Ces *couches à Litorinelles* font partie des plis andins en plongeant vingt à trente degrés

vers l'est. L'étude détaillée des fossiles qu'elles contiennent fixera leur âge; si elles appartiennent au tertiaire — comme je suppose — elles pourront nous donner des renseignements très précieux sur l'âge du plissement andin.

b) LA RÉGION ENTRE LE RIO LONQUIMAY ET CURACAUTIN

Les *roches néovolcaniques* jouent dans cette région un rôle prépondérant. Un basalte feldspathique gris foncé, probablement identique avec la roche basaltique qui couvre la chaîne de Pino Hachado et une grande partie des deux plateaux, s'observe presque partout dans ces montagnes boisées à formes peu accentuées. A cette roche s'ajoutent des tufs et de la pierre-ponce, qui couvre toute la hauteur du col de Malalcahuella.

La forme intacte des cônes volcaniques qui s'élèvent çà et là sur cette chaîne, fait présumer que l'éruption des roches néovolcaniques a eu lieu dans des temps très modernes. Alors la lave est venue se verser sur les plis préexistants, couvrant d'une nappe immense soit des *poudingues jurassiques* (entre le rio Lonquimay et Teghelmallin et à l'est de Malalcahuella) soit des *porphyrites paléovolcaniques* (à l'ouest de Malalcahuella).

6. Résumé des observations géologiques

Après la description régionale précédente, je tâcherai d'offrir au lecteur un résumé des principaux faits acquis jusqu'à présent.

Les **terrains sédimentaires** se rencontrent dans les trois chaînes, forment entièrement la chaîne orientale, et percent çà et là sous la nappe néovolcanique dans les deux chaînes de Pino Hachado et de Lonquimay. Ils appartiennent presque exclusivement aux terrains jurassiques et crétaciques.

Quant au *jurassique*, on est frappé par la grande analogie qui existe avec les régions plus au nord, visitées par nous l'année passée. On retrouve le gypse en compagnie de grès polychlores, les couches à ammonites calloviens, les calcaires foncés tithoniques et surtout le poudingue suprajurassique avec tous les caractères observés au nord.

Les couches tithoniques sont théoriquement plus importantes encore que celles que nous avons observées l'année passée, parce qu'ici — au degré 38,30 latitude sud — elles réfutent d'une manière beaucoup plus énergique encore la théorie climatérique des temps jurassiques émise par Neumayr.

Les couches ammonitifères du jurassique se retrouvent dans toute la région parcourue, prouvant ainsi que la mer des temps jurassiques a envahi ici toute la région andine actuelle.

D'autre part, les grès *néocomiens* à Ostracées et à nombreuses bivalves — dépôts typiques du litoral — ne se trouvent qu'au bord oriental de la Cordillère actuelle, dans les environs de Las Lajas.

L'examen paléontologique pourra jeter de la lumière sur un sédiment intéressant, qui se trouve, plissé lui-même, au milieu des plis andins près du Biobio: les *couches à Litorinelles*. Si l'âge tertiaire de ses couches s'affirme par l'étude des fossiles, on pourra fixer l'âge du plissement de cette partie de la Cordillère.

Entre les **roches éruptives**, nous avons à citer en premier lieu les granits et les roches *paléovolcaniques*.

Le *granit* se présente sous deux formes: l'une affleure dans la région de l'Aluminé en formant la base du plateau interandin; c'est un granit à hornblende avec des orthoklases, beaucoup de quartz et du grenat. L'autre, un granit à biotite avec peu de hornblende et de quartz, forme le massif granitique de Lonquimay, qui a percé les couches jurassiques préexistantes et en a enveloppé des fragments arrachés, prouvant ainsi l'âge relativement jeune de l'éruption granitique.

Un *porphyre* proprement dit, à orthoklase, se montre au centre et à l'ouest de la chaîne de Pino Hachado; des *porphyrites* variées, quelquefois en connexion intime avec les poudingues jurassiques, affleurent dans les chaînes de Pino Hachado et de Lonquimay.

Les *roches néovolcaniques* jouent un rôle très important dans notre profil. La plupart appartient à un *basalte* feldspathique gris foncé, couvrant sous forme d'une nappe immense non seulement presque toute la chaîne de Pino Hachado et la partie occidentale de la chaîne de Lonquimay, mais aussi des parties considérables des deux plateaux interandins.

L'éruption de ce basalte et la formation de son immense nappe appartient à des temps relativement modernes. La discordance apparente, qui existe entre les nappes et les sédiments plissés sous-jacents, prouve clairement que les plis andins étaient déjà formés avant l'éruption des basaltes. D'autre part, nous avons constaté des polies et de stries glaciaires sur un bloc basaltique (à l'est du col de Pino Hachado), ce qui démontre que l'éruption avait déjà commencé avant la fin de l'époque glaciaire. Un tuf phonolithique qui couvre des alluvions modernes, près de Las Lajas, s'est formé sans doute dans des temps très récents. De même les cônes magnifiques des volcans de la chaîne de Lonquimay, que l'érosion n'a pas encore entamés du tout, sont des témoins irréfutables de la jeunesse du volcanisme.

On peut donc déduire de ces faits que la formation des roches néovolcaniques a commencé avant la retraite des glaciers et continué incessamment jusqu'à nos jours.

Le trait principal de la **tectonique** de notre profil est sans doute la *ramification de la Cordillère en trois chaînes* et l'existence de deux *plateaux interandins* entre ces chaînes.

Les plis, qui forment les trois chaînes et qui sont visibles là où une interruption de la nappe néovolcanique nous permet d'observer les sédiments sous-jacents, sont, en général, des anticlinaux assez faibles et simples avec peu de complications par des failles. Une particularité de ces plis est à remarquer avant tout: leur direction très souvent transversale, allant de l'est à l'ouest, et par suite perpendiculaire aux axes des chaînes andines.

Pour aborder la question d'origine des plateaux interandins qui sont certainement à regarder comme des zones sans plissement, il faut, selon ma conviction, tenir compte d'abord de la direction anormale des plis dans leur voisinage et ensuite de la présence d'un massif granitique considérable au-dessous du plateau de l'Aluminé. La meilleure explication de l'origine des plateaux me paraît alors celle qui admet que des massifs considérables de granit, existant là où nous trouvons aujourd'hui les plateaux, ont opposé tant de résistance aux forces orogéniques, qu'ils ont empêché le plissement dans leur domaine et forcé les plis du voisinage de s'adapter à leurs contours irréguliers, ce qui a eu lieu quelquefois par des fractures et très souvent par des courbures et inflexions des axes des plis.

En considérant la Cordillère entière de notre région, nous voyons qu'elle possède une *structure zonaire et asymétrique* très prononcée. Cela ressort clairement de notre profil, qui montre de l'est à l'ouest les zones suivantes:

1. Une zone sédimentaire jurassico-crétacique à plissements simples (les chaînes orientales);
2. Une zone sans plissement, couverte de roches néovolcaniques (plateau de Las Lajas);
3. Une zone de plis mésozoïques et de roches paléovolcaniques, surmontées par une nappe basaltique (chaîne de Pino Hachado);
4. Une seconde zone sans plissement formée par du granit et couverte de laves néovolcaniques (plateau de l'Aluminé);
5. Une zone de plissements jurassiques avec un massif granitique considérable (partie orientale de la chaîne de Lonquimay); et enfin
6. Une zone de basaltes avec des centres éruptifs reposant sur des plis jurassiques et des roches paléovolcaniques (partie occidentale de la chaîne de Lonquimay).

Enfin nos études pourront jeter quelque lumière aussi sur la question importante de *l'âge des plissements andins*.

Des polies glaciaires sur un bloc du même basalte, qui couvre en discordance les plis de la chaîne de Pino Hachado, démontrent que le plissement andin principal de notre région s'est terminé déjà avant la retraite définitive des glaciers.

Les couches à Litorinelles représentent probablement les plus jeunes sédiments plissés de notre cordillère. Leur âge — à fixer par l'étude paléontologique — pourra donc d'autre part déterminer le commencement du phénomène orogénique.

Notre travail définitif à l'aide de nombreuses photographies aura la tâche d'exposer les **phénomènes de géologie générale**. Il traitera des dépôts glaciaires, éboulements, anciens lacs, terrasses d'alluvion, anciens cours d'eau, etc., etc. — des matières que nous n'avons pu qu'aborder dans le présent rapport. Ce travail définitif offrira, je l'espère, un coup d'œil général sur la géologie de notre champ d'étude et pourra contribuer ainsi à la connaissance géologique de la région andine australe offrant tant de problèmes intéressants et cependant si peu connue jusqu'à nos jours.

II

A. LA GÉOLOGIE DES ENVIRONS DE L'ARCO

1. La prétendue union des chaînes au Paso del Arco

Jusqu'à nos jours on a prétendu maintes fois que les chaînes de Pino Hachado et de Lonquimay s'unissent à l'Arco. La première des chaînes citées devrait, selon cette opinion, trouver sa continuation australe dans un cordon transversal, qui — dirigé de l'est à l'ouest — passerait par le Paso del Arco en se reliant à l'ouest avec la chaîne de Lonquimay.

Pour juger cette question, montons d'abord la cime orientale du Batea-Mahuida (1745 m.).

A nos pieds s'étend le grand plateau de l'Aluminé. Nous le voyons comme une immense plaine horizontale entre l'extrémité orientale du lac Aluminé et la chaîne de Pino Hachado. Vers le nord, il se laisse facilement poursuivre jusqu'aux environs de Liucura, et nous reposons sur une de ses parties typiques. Le Batea-Mahuida — si caractéristique par sa forme tabulaire à surface entièrement plane — se trouve au milieu même du grand plateau, qui acquiert ici des hauteurs considérables.

Nous pouvons donc suivre le plateau de l'Aluminé du lac Aluminé par le Batea-Mahuida et les environs du Paso de l'Arco jusqu'à Liucura.

La chaîne de Pino Hachado aussi se dirige, en cordon élevé, du sud au nord et on la voit passer dans les environs de l'Arco sans qu'il ne s'en détache aucun rameau transversal.

Dans les grands traits orographiques, il ne se montre donc aucun fait qui pourrait démontrer la continuation de la chaîne de Pino Hachado par un cordon transversal et son union avec la chaîne occidentale.

Au contraire, à première vue s'imposent des impressions opposées à cette théorie.

Il en est de même si nous étudions en détail la constitution géologique des environs de l'Arco. Là existent des nappes néovolcaniques du même basalte, qui couvre partout le plateau de l'Aluminé, et dans aucun point nous pouvons rencontrer ni des traces de plis mésozoïques,

ni des affleurements paléovolcaniques : éléments constitutifs des chaînes de Pino Hachado et de Lonquimay. Il est évident que ces éléments ne manqueraient pas en cas de l'existence d'un cordon transversal.

La théorie de l'union des chaînes à l'Arco par un cordon transversal se trouve donc en opposition apparente avec tous les faits orographiques et géologiques.

2. Le *divortium aquarum* et l'ancien cours d'eau du Paso de l'Arco

(pl. II, fig. 2, et pl. III)

A la hauteur du col de l'Arco et à l'endroit même du *divortium aquarum* actuel, s'élèvent quelques petites collines de forme oblongue, mesurant une hauteur d'environ trente à quarante mètres (voir pl. III, figure 1, les collines désignées avec un «m»). Elles sont couvertes de grands blocs *angulaires*, formés en partie par un basalte feldspathique, qui se trouve aux environs même du col. En outre, on voit des blocs granitiques et dioritiques qui n'affleurent pas dans les alentours.

La constitution de ces *collines* prouve donc leur origine due aux glaciers : ce sont des *moraines superficielles* typiques.

Ces collines morainiques, qui forment un petit cordon transversal, marquent actuellement l'endroit du *divortium aquarum*. Les eaux de leurs flancs nord se jettent dans le Biobio : celles du sud forment au contraire l'arroyo de l'Arco.

Il y a donc une *relation apparente entre les moraines et le divortium aquarum actuel* : les premières étant évidemment la cause primaire du second.

Là où les *collines* sont en *discontinuité* s'est établi un *divortium aquarum* très intéressant. On observe alors (phot. 3, pl. III) une surface tout-à-fait plane, couverte d'un marécage, qui forme la ligne de séparation interocéanique ; insensiblement on peut passer du domaine de l'Atlantique à celui du Pacifique. Les eaux y travaillent encore maintenant ; elles luttent ensemble pour obtenir un plus grand domaine et chaque petit changement météorologique peut amener ici une dislocation de la ligne divisoire des eaux. Aussi j'ai observé plusieurs ravins en voie de formation.

Nous avons vu que le *divortium aquarum* actuel, coïncidant avec les moraines, se trouve aujourd'hui au haut de l'Arco. Des *anciens dépôts d'un grand fleuve*, qui se trouvent dans la vallée de l'Arco, démontrent que cet état actuel des choses ne date que d'une époque peu reculée.

Ces dépôts, répartis irrégulièrement dans la vallée supérieure de l'Arco (voir carte, fig. 2 de la pl. II), consistent en un amas de blocs.

bien *arrondis* et de toute grandeur (voir phot. 1, pl. III). On y trouve principalement des granits, des diorites, des conglomérats et des calcaires noirs jurassiques.

Toutes les roches citées n'affleurent pas dans le voisinage de l'Arco actuel ; on les retrouve, au contraire, *assez loin surtout dans les chaînes occidentales*. Ainsi nous avons pu constater à Lonquimay le conglomérat et à l'arroyo Pancunto le calcaire noir jurassique.

Outre ces roches, il y en a quelques unes qui sont identiques avec celles du voisinage immédiat de l'Arco (roches néovolcaniques) et d'autres dont nous ne connaissons pas le lieu d'origine par manque d'observations relatives.

Ces dépôts, composés de pierres roulées en partie inconnues dans le voisinage immédiat, ne peuvent pas avoir été formés par l'Arco actuel : ils démontrent, au contraire, *qu'un grand fleuve venant de l'ouest a jadis passé par la région de l'Arco*.

L'aspect général de la vallée large et étendue de l'Arco actuel confirme cette conclusion (voir phot. 2, pl. III).

Ici se pose la question, si nous ne pouvons pas fixer d'une manière plus précise le lieu d'origine de ce grand fleuve.

En descendant de l'Arco dans la *vallée supérieure du rio Biobio*, nous sommes frappé par les grands *systèmes de terrasses d'alluvion* qui s'étendent dans cette vallée (voir phot. 4, pl. III).

On peut facilement discerner une terrasse basse, dans laquelle le rio a creusé son lit actuel (t. I, phot. 4, pl. III) et une terrasse haute occupant un niveau d'environ deux cents mètres au-dessus du fleuve. Cette dernière possède une extension très grande et la ligne droite de sa superficie s'aperçoit déjà de loin (t. III, phot. 4, pl. III). Entre ces deux systèmes de terrasses, il en existe encore d'autres dans différents niveaux (p. ex. t. II, phot. 4, pl. III) et à la rive droite — justement dans la région de l'Arco — se montre une terrasse qui s'élève à des hauteurs encore plus considérables que la haute terrasse déjà citée (t. IX, phot. 4, pl. III).

Ces terrasses accompagnent le Biobio vers le nord, et j'ai rencontré encore au nord de l'arroyo Liucura des éboulis fluviaux sur une hauteur d'au moins deux cents mètres au-dessus du niveau actuel du fleuve.

Toutes les terrasses sont constituées par des matériaux analogues à ceux que nous avons signalés des anciens dépôts de l'Arco ; nous y retrouvons le granit, la diorite et d'autres roches.

On sait que les terrasses fluviales représentent des restes d'anciens fonds de vallées, que le fleuve a entamés de nouveau en détruisant et charriant ainsi ses propres dépôts des temps antérieurs.

Les terrasses du Biobio, en partie très élevées, nous prouvent donc

d'une manière irréfutable que ce fleuve occupait jadis un niveau bien plus haut qu'aujourd'hui et coulait alors de 200 à 300 mètres au-dessus de son niveau actuel.

En vue de ce fait, on n'éprouve aucune difficulté à s'imaginer que le Biobio ait pu passer dans les temps reculés par la vallée de l'Arco et se déverser par suite dans l'Atlantique.

Si nous réunissons tous les faits acquis, nous pouvons nous faire l'idée suivante des phénomènes qui se sont *probablement* passés dans les environs de l'Arco:

Le río Biobio supérieur ⁽¹⁾, occupant des niveaux beaucoup plus hauts que son lit actuel (comme le démontre la haute terrasse) *a passé jadis par le col et la vallée de l'Arco actuel*. Là il a laissé ses traces sous forme d'anciens dépôts fluviatiles. Ensuite sont venus les glaciers, qui ont apporté les moraines du col de l'Arco. Celles-ci ont barré l'ancien cours du Biobio, ne laissant plus passer ce fleuve par l'Arco. Alors le Biobio, abandonnant son ancien lit, s'est versé vers le nord formant l'inflexion si apparente et si brusque de son cours. A la hauteur actuelle du col de l'Arco s'est formé *le divortium aquarum actuel*. Fixé en général par les moraines, *il est aujourd'hui en partie sujet à des changements multiples*, grâce à la grande variabilité des phénomènes d'érosion.

B. LA DÉFINITION DE LA CORDILLÈRE

DANS NOTRE CHAMP DE TRAVAIL

Un des résultats principaux de la première partie de ce rapport a été la constatation de trois chaînes et entre elles l'existence de deux plateaux dans notre champ d'étude. De là ressort la nécessité d'analyser chacune de ces chaînes et de les comparer mutuellement, si l'on veut obtenir une définition fondée de la Cordillère.

Les deux chaînes de Pino Hachado et de Lonquimay montrent beaucoup d'analogie entre elles; il y a des traits géologiques importants qui les posent en opposition apparente à la chaîne orientale (chaîne à l'est de Las Lajas ou de la Vaca Muerta).

Nous pouvons résumer les traits fondamentaux de la structure géologique, qui sont communs à la chaîne de Pino Hachado et à celle de Lonquimay, comme suit: *Des plis surtout jurassiques relativement simples et des roches paléovolcaniques sont couverts par une immense*

(1) Pour prouver d'une manière *définitive* que c'est le Biobio qui a passé par l'Arco, il faudrait faire des études détaillées des terrasses du Biobio actuel et de leurs niveaux respectifs, ce qui m'était impossible par le manque de temps. Les travaux de la Commission argentine de limites pourront probablement combler cette lacune.

nappe d'un basalte feldspathique gris foncé. Les deux chaînes atteignent des hauteurs considérables et on y rencontre plusieurs cimes qui s'élèvent au-dessus de 2000 mètres.

Ces traits communs opposent les deux chaînes citées à celle qui s'élève au nord et à l'est de Las Lajas et que nous avons nommée chaîne orientale. Cette dernière se distingue de celles-là par ses anticlinaux simples de terrains jurassico-crétaciques, par sa constitution entièrement sédimentaire, par l'absence totale de roches néovolcaniques et par les hauteurs peu considérables de ses cimes. Elle est, en outre, séparée des autres par le plateau large et étendu de Las Lajas.

Nous voyons donc la *chaîne orientale en opposition apparente avec les deux autres chaînes; elle s'en distingue par la simplicité de sa structure géologique et par son élévation peu considérable.*

Les rapports entre la chaîne orientale et les deux autres sont analogues à ceux qui existent entre le Jura suisse et les Alpes.

On sait que le Jura se distingue aussi des Alpes par sa structure simple et par ses cimes relativement basses. Cependant, il y a une différence beaucoup plus grande entre les deux chaînes européennes qu'entre les nôtres; ce qui tient principalement à la structure des Alpes, qui est beaucoup plus compliquée que celle de la haute cordillère étudiée.

On ne pourra donc pas, comme en Suisse, désigner la chaîne orientale avec un autre nom que les autres et la considérer comme chaîne de montagne propre. Selon ma conviction, elle aussi doit faire partie de la «Cordillère dans le sens le plus étendu».

Cependant les différences indiquées justifient sa séparation des deux autres chaînes. Nous proposons donc de la désigner comme la **basse chaîne**, tandis que les deux chaînes de Pino Hachado et de Lonquimay formeront ensemble la **haute cordillère**.

Analysons maintenant les deux chaînes que nous venons de désigner comme haute cordillère pour déduire de cette étude la définition précise de la «Cordillère proprement dite».

En premier lieu, se pose ici la question si la structure géologique nous permet d'envisager comme Cordillère proprement dite et principale l'une seulement des chaînes citées ou, en d'autres termes, si les différences entre les deux chaînes suffisent pour justifier leur séparation.

Tandis que nous avons rencontré beaucoup de traits communs relatifs à la structure générale des deux chaînes, nous pouvons, dans les détails, énumérer assez de *différences* qui seront exposées dans les lignes suivantes.

Entre les *terrains sédimentaires* de la chaîne de Pino Hachado, nous rencontrons les grès de Haichol qui manquent dans la chaîne de Lonquimay; en revanche, les couches à Litorinelles sont propres à la dernière.

Le porphyre *paléovolcanique* est caractéristique pour la première chaîne, tandis que le granit ne se trouve que dans la seconde.

Les roches *néovolcaniques* forment dans la chaîne de Lonquimay des volcans imposants qui s'élèvent à des hauteurs beaucoup plus considérables que les plus hautes cimes de la chaîne de Pino Hachado.

On voit qu'une étude détaillée géologique peut montrer assez de différences entre les deux chaînes; mais il ne faut pas oublier que toutes les différences énumérées sont des caractères de second ordre, qui ne troublent en rien la grande analogie générale des chaînes.

Il est vrai que certaines couches sédimentaires sont propres à l'une des chaînes; mais, en général, ce sont des sédiments mésozoïques plissés qui forment, pour ainsi dire, le squelette des deux.

Certaines roches volcaniques des deux chaînes sont distinctes; mais, d'autre part, la grande nappe néovolcanique consiste dans les deux chaînes en un basalte feldspathique. C'est donc la même roche qui couvre soit la chaîne de Pico Hachado, soit celle de Lonquimay.

Il est vrai encore que les centres volcaniques s'élèvent à Lonquimay à de grandes hauteurs; mais une étude approfondie de la chaîne de Pino Hachado, nous montre que là aussi existe un ancien centre volcanique (profil L M, pl. I, arroyo Tehuel-Nigliu), qui se distingue des volcans occidentaux seulement par sa forme orographique; étant plus ancien que les volcans Lonquimay. Llaimas, etc., il est déjà entamé et détruit notablement par l'érosion, tandis que les agents extérieurs ont laissé subsister à peu près intacts les cônes majestueux des volcans de l'ouest. En outre, il ne faut jamais oublier que les volcans de la chaîne de Lonquimay ne forment pas une chaîne continue, mais seulement des cimes isolées surgissant çà et là. D'autre part, le phénomène néovolcanique date des temps relativement modernes; il a commencé après le plissement andin et ses produits (les volcans et les nappes néovolcaniques) ne forment donc pas partie de la structure primaire géologique de la Cordillère.

Par la discussion de ces faits, nous venons à la conclusion que la géologie et l'orographie des chaînes de Pino Hachado et de Lonquimay montrent bien des différences de détail, mais que ces différences ne peuvent pas troubler le fait bien fondé de leur analogie et équivalence complète dans les traits fondamentaux de la structure géologique.

De là nous arrivons au résultat *que les deux chaînes de Pino Hachado et de Lonquimay, équivalentes dans le sens orographique et surtout géologique, doivent être considérées comme parties de la Cordillère proprement dite de notre région.* Ensuite, si l'on cherche une ligne géologique centrale de la région, celle-ci doit *passer par la ligne médiane du plateau interandin de l'Aluminé qui sépare les deux chaînes* (voir fig. 1, pl. II).

Cette conclusion est confirmée par un autre fait qui me paraît posséder une importance particulière.

Le *poudingue jurassique*, en relation intime avec les roches porphyritiques, joue dans beaucoup de régions centrales de la Cordillère un grand rôle. Il compose presque entièrement les plus hautes parties de la Cumbre de Uspallata, de Tinguiririca, de la région du Planchon, etc., et peut être considéré *comme roche caractéristique des sommités andines de ces régions*. Donc les parties andines citées où affleure ce sédiment appartiennent sans doute à *la Cordillère proprement dite*, et forment en outre leurs cimes les plus élevées.

Si nous retrouvons maintenant le même conglomérat avec tous les caractères identiques non seulement dans la chaîne de Lonquimay (entre les ríos Biobio et Lonquimay), mais aussi près de Pino Hachado (entre le commisariat et le col), nous pouvons regarder ce fait comme *affirmation précise de notre conclusion, disant que non seulement la chaîne de Lonquimay, mais aussi celle de Pino Hachado, forment partie de la Cordillère proprement dite*. (La figure 1, planche II, cherche à fixer les conclusions auxquelles nous sommes arrivés ci-dessus.)

Tout ce qui a été exposé dans les lignes qui précèdent se rapporte à *notre champ d'études*: de même les conclusions, auxquelles nous sommes arrivés, sont applicables seulement à cette région. Des études suivies dans des contrées voisines pourront seules démontrer jusqu'à quel point on pourra appliquer nos résultats ailleurs.

Le fait que *la structure andine change au sud de notre région* peut être constaté par les travaux de M. Wehrli, dans les environs de Junin et du lac Lacar. Là, la Cordillère se trouve réduite à un cordon occidental qui est situé au sud de notre chaîne de Lonquimay et qui, certainement, est à regarder comme leur prolongation australe. Vers l'est, s'étend une grande plaine sans aucune trace de chaîne andine orientale. Le Cerro del Perro est un accident spécial et ne peut pas être comparé avec notre chaîne de Pino Hachado.

Il paraît donc *que non seulement les chaînes à l'est de Las Lajas, mais aussi la chaîne de Pino Hachado ont disparu complètement dans la latitude de Junin et que nos deux plateaux interandins réunis forment là la grande plaine orientale déjà citée*.

Malheureusement presque toutes les données géologiques *du nord* de notre région manquent. J'ai seulement pu constater:

1. Que les plis des chaînes de Pino Hachado et de Lonquimay se rapprochent sensiblement déjà près de Liucura;
2. Que le plateau de l'Aluminé atteint des hauteurs considérables vers le nord: et
3. Que dans la région située au nord de la confluence des ríos Lonquimay et Biobio, il ne se montre orographiquement plus rien du plateau, mais au contraire des crêtes continues semblent relier la chaîne de Pino Hachado à celle de Lonquimay.

De ces observations paraît résulter le fait que le *plateau de l'Aluminé disparaît vers le nord et que, par conséquent, les deux chaînes de Pino Hachado et de Lonquimay s'unissent là.*

La chaîne de Pino Hachado (et aussi les chaînes orientales) est donc probablement à considérer comme un rameau de la Cordillère qui s'élève de la plaine à une certaine distance au nord de Junin de los Andes, qui atteint ensuite rapidement vers le nord des hauteurs considérables et qui s'unit avec les chaînes occidentales au nord de Liucura.

Comme ce rameau montre dans notre champ d'étude la même structure géologique et orographique que la chaîne de Lonquimay, nous devons conclure qu'il y fait partie de la Cordillère proprement dite.

La définition de la Cordillère de notre région sera donc différente de celle qui s'applique aux contrées du sud, étudiées par M. Wehrli.

De là il faut conclure qu'on ne pourra rien généraliser sans des études préalables, et que *seulement en allant étudier soigneusement région par région, on pourra obtenir une idée juste sur l'extension de la Cordillère dans les latitudes différentes.*

La Plata, juillet 1898.

DR. CARL BURCKHARDT.

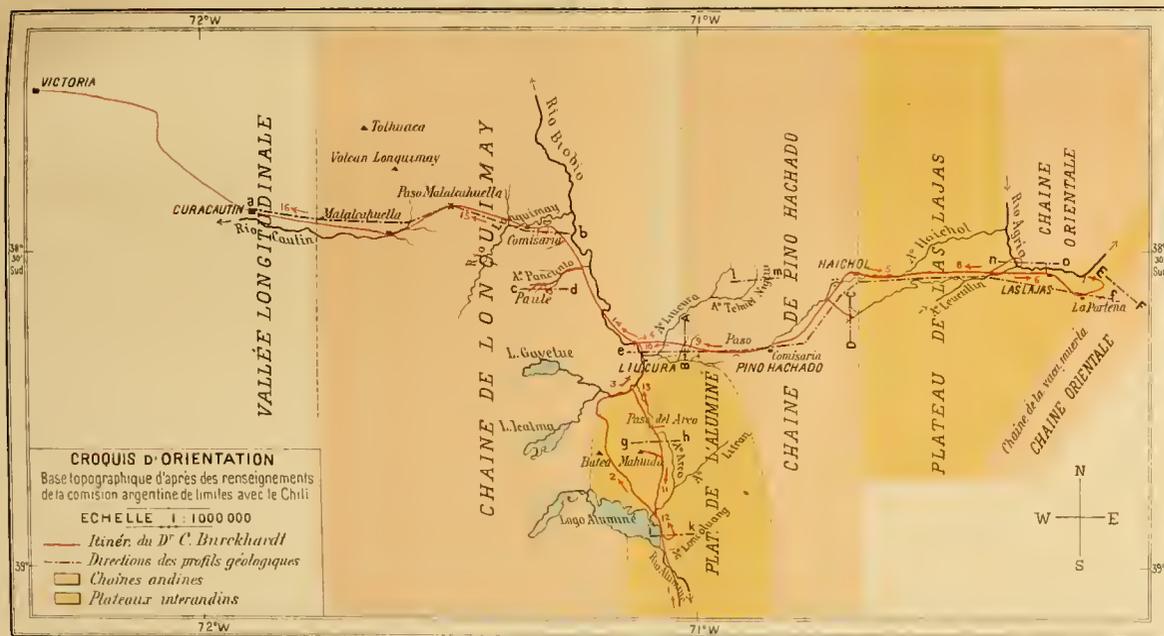
ESQUISSE D'UN PROFIL TRANSVERSAL DE LA CORDILLÈRE ENTRE LAS LAJAS (ARGENTINE) ET CURACAUTIN (CHILI) DU 38° AU 39° LAT. SUD

par le Dr Carl Burckhardt

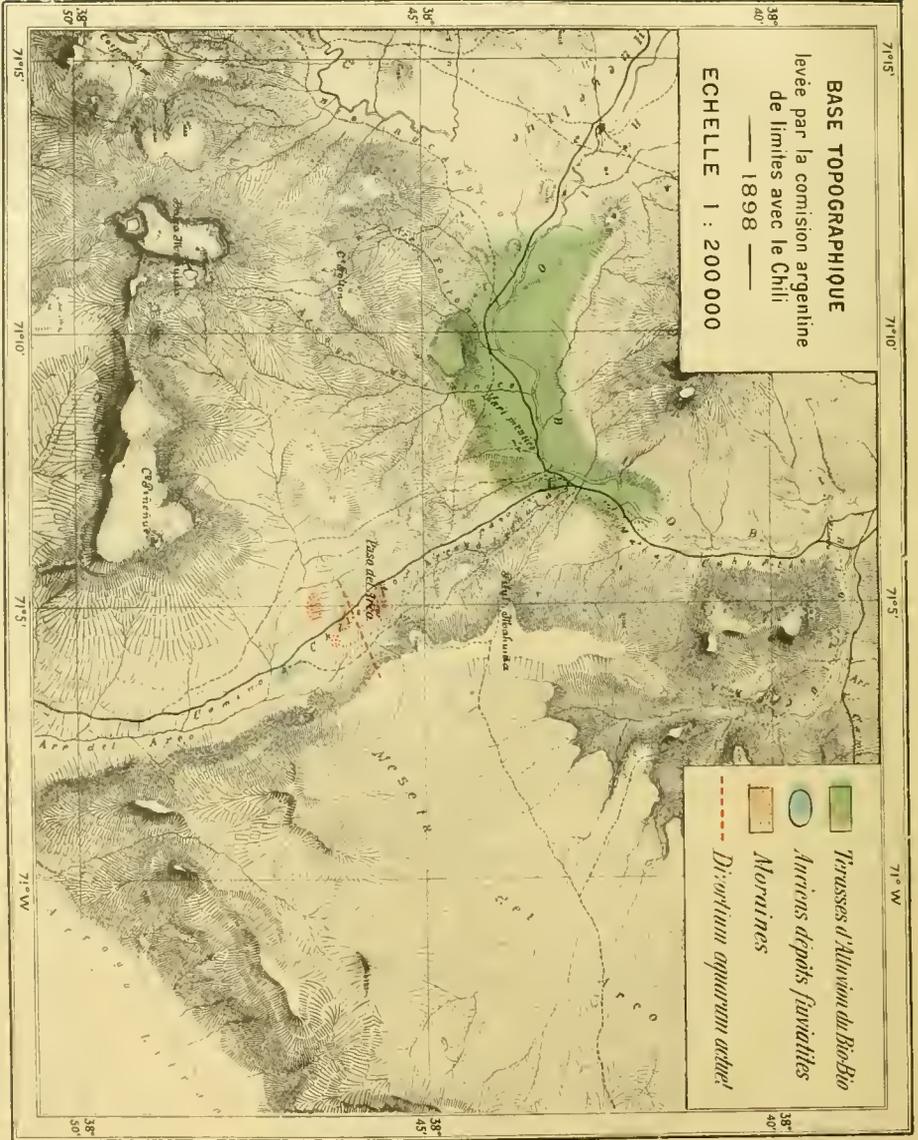
— 1898 —



Echelle 1:500 000



Echelle 1:10000000



BASE TOPOGRAPHIQUE
 levée par la comision argentine
 de limites avec le Chili
 1898
 ECHELLE 1 : 200 000

- Terrasses d'Alluvium du Bio-Bio
- Anciens dépôts fluviaux
- Moraines
- D'origine aquarum actual



1. Les anciens dépôts d'un grand fleuve et les moraines au Paso del Arco
m = Moraines



2. Vallée supérieure del Arco vers le sud



3. Le «Divortium aquarum» actuel au Paso del Arco
m → Direction des eaux



4. Les terrasses d'alluvion du Biobio supérieur
t₁ — t₄ = Terrasses