

ANALES DEL MUSEO DE LA PLATA

MATERIALES PARA LA HISTORIA FÍSICA Y MORAL DEL CONTINENTE SUD-AMERICANO

PUBLICADOS BAJO LA DIRECCIÓN DE FRANCISCO P. MORENO, DIRECTOR DEL MUSEO

SECCIÓN GEOLÓGICA Y MINERALÓGICA

III

COUPE GÉOLOGIQUE DE LA CORDILLÈRE

ENTRE

LAS LAJAS ET CURACAUTIN

PAR LE

Dr. CARL BURCKHARDT

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

AVEC VINGT-SIX PLANCHES



LA PLATA

TALLERES DE PUBLICACIONES DEL MUSEO

MCM

TABLE DES MATIÈRES

	Pages:—
PRÉFACE	1
ORIENTATION RÉGIONALE	5
PREMIÈRE PARTIE: —	
Stratigraphie et Remarques paléontologiques	7
PREMIER CHAPITRE: —	
Remarques paléontologiques	9
Dogger inférieur et moyen	9
Callovien inférieur	10
Callovien supérieur	13
Malm inférieur et moyen	13
a) Brèches à Cidarites de Lonquimay	13
b) Calcaires et grès de la Sierra de la Vaca Muerta	15
Tithonique supérieur	16
Néocomien	17
a) Couches à <i>Arca securis</i> (fossiles décrits par M. le professeur Ch. Mayer-Eymar)....	17
b) Couches à <i>Exogyra Couloni</i>	18
c) Couches à <i>Trigonies</i> de Las Lajas	21
Tertiaire (Espèces suessoniennes décrites par M. le professeur Ch. Mayer-Eymar)	24
DEUXIÈME CHAPITRE: —	
Profilis stratigraphiques détaillés	27
Profil I. Sierra de la Vaca Muerta	27
» II. Vis-à-vis de Las Lajas	28
» III. Rive gauche du Rio Agrio vis-à-vis de l'embouchure de l'arroyo Leucullin	29
» IV. Entre Liucura et le Paso Pino Hachado au bord d'un affluent droit du Rio Liucura.	30
» V. Crête à l'est de l'arroyo Pancunto	31
» VI. Pentas australes de la Vallée de Lonquimay à l'est de la Comisaria.	31
TROISIÈME CHAPITRE: —	
Description de la série sédimentaire de la region	33
I. Formation jurassique	33
A. Dogger	33
I. Dogger inférieur et moyen	33
1. Calcaires et schistes noirs de Liucura et Pancunto	33
2. Couches à <i>Lingula Beanii</i>	34
Tableau des fossiles du Dogger inférieur et moyen	34
II. Callovien	35
1. Callovien inférieur	35
2. Callovien supérieur	35
Tableau des fossiles du Callovien	36

B. Malm	36
I. Malm inférieur et moyen	36
1. Le faciès de l'ouest et du centre de la région	37
a) Brèches à <i>Cidarites</i> . Rauracien	37
b) Conglomérats porphyritiques	37
2. Le faciès de l'est de la région (Sierra de la Vaca Muerta)	38
a) Gypse et grès bariolés	38
b) Couches à <i>Astartes</i> . Séquanien	39
Tableau des fossiles du Malm inférieur et moyen	39
II. Tithonique	40
1. Tithonique supérieur de la Sierra de la Vaca Muerta. Couches à <i>Reineckeia micro-</i> <i>cantha</i>	40
2. Tithonique supérieur de la rive gauche de l'Agrio	40
Tableau des fossiles du Tithonique supérieur	40
II. Formation crétacique	41
Néocomien	41
Tableau des fossiles du Néocomien	42
III. Formation tertiaire	43
Eocène inférieur (Suessonien). Couches à <i>Bythinia capitata</i>	43
Tableau des fossiles des couches à <i>Bythinia</i> (d'après M. Ch. Mayer-Eymar)	43
Tableau synoptique de la série sédimentaire de la région d'études	44
QUATRIÈME CHAPITRE : —	
Considérations stratigraphiques générales	45
DEUXIÈME PARTIE : —	
Tectonique	53
PREMIER CHAPITRE : —	
Description tectonique régionale	55
I. Les chaînes orientales	55
II. La chaîne de Pino Hachado	56
III. La chaîne de Lonquimay	57
IV. Les plateaux interandins de Las Lajas et de l'Aluminé	59
V. Résumé	61
DEUXIÈME CHAPITRE : —	
Considérations générales tectoniques	63
I. Les éléments tectoniques	63
II. La formation des plateaux	64
III. La structure asymétrique de la Cordillère	65
IV. Les périodes de plissement	66
TROISIÈME PARTIE : —	
Géologie des roches éruptives. Age des éruptions	69
I. Roches granitiques et dioritiques	71
1. Granit à Biotite	71
2. Granit à Hornblende et Diorite	73
II. Roches porphyriques et porphyritiques	75
1. Porphyre brun à Orthoklase	75
2. Porphyrite verte et violette en connexion avec les conglomérats porphyritiques	75
3. Porphyrite verte à grands feldspaths	75
4. Porphyrite verte de Malalcahuella	76
5. Porphyrite violette, Brèche porphyritique et tuf (Liucura, Vallée du Tehuel-Nigliu)	76
III. Roches néovolcaniques	79
1. Andésite et Basalte feldspatique, Tufs et Brèches andésitiques et basaltiques	79
2. Roches trachytiques	82

QUATRIÈME PARTIE: —	
Phénomènes géologiques de la surface	84
I. Dépôts glaciaires. Ancien cours d'eau du Paso de l'Arco	85
1. Les phénomènes glaciaires de Pino Hachado	85
2. Les moraines, le <i>divortium aquarum</i> et l'ancien cours d'eau du Paso de l'Arco.....	86
II. Éboulements et anciens lacs d'éboulement	89
1. Eboulement de Pino Hachado	89
2. Eboulement de la Vallée du Tehuel-Niglu	89
III. Corrosion éolienne.....	91
IV. Formation des crêtes et vallées	93
RÉSUMÉ GÉNÉRAL: —	
Essai d'un tableau synoptique de l'histoire géologique de notre région d'études.....	95
LISTE DES OUVRAGES CONSULTÉS ET CITÉS	97
INDEX GÉOGRAPHIQUE	101

PRÉFACE

Le présent volume contient les résultats d'une expédition géologique que j'ai entreprise, en 1897-98, au service du Musée de La Plata.

Pour donner une idée de l'itinéraire de l'expédition, je répète dans les lignes suivantes la description des routes déjà publiée dans un rapport préliminaire⁽¹⁾.

« 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 Lajas et réussir 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.

⁽¹⁾ C. BURCKHARDT: Rapport préliminaire sur une expédition géologique dans la région andine située entre Las Lajas (Argentine) et Curacautin (Chili), 38 — 39^e latitude sud. «Revista del Museo de La Plata», IX, p. 179, 1898.

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 *Matalcahuella*, 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 Tehuelmallin et Curacautin, est la moins bien étudiée de toute la partie traversée. La neige prématurée empêcha 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.»

Plusieurs parties du présent travail ne sont que préliminaires. Ainsi, une révision comparative des fossiles reste à faire en Europe à l'aide d'une littérature complète. La partie pétrographique, dont M. Wehrli a bien voulu se charger, ne peut malheureusement pas accompagner notre volume, mon collègue n'ayant pas pu s'en occuper jusqu'à présent. Cette partie paraîtra plus tard comme supplément et contiendra aussi un plan géologique général de la région, dont la base topographique est déjà préparée.

Notre expédition a été improvisée pour ainsi dire. Arrivé à Junin de los Andes sans éléments nécessaires et presque sans moyens pécuniaires, il fallait se procurer dans quelques jours le plus nécessaire pour pouvoir encore profiter de la saison favorable. Aussi, je n'aurais jamais pu réunir les éléments sans l'aide aimable de plusieurs personnes. MM. E. Lynch-Arribáizaga, alors secrétaire général de la commission argentine de limites et J. M. Bernichan, alors majordome de la quatrième commission, m'ont facilité les moyens pécuniaires indispensables et beaucoup d'autres éléments. MM. les officiers du 2^e régiment de cavalerie, à Las Lajas, m'ont prêté deux tentes et M. Juan Iturra, à Junin de los Andes, a bien voulu me donner des vivres et d'autres éléments à crédit. A tous ces messieurs je présente l'expression de ma plus haute reconnaissance.

Je ne veux pas manquer de remercier vivement notre honoré directeur, M. le docteur F. P. Moreno, qui a bien voulu approuver mes dispositions ainsi que le plan scientifique de l'expédition.

Je me suis vivement obligé envers M. le professeur Charles Mayer-Eymar, à Zurich, qui a déterminé les fossiles tertiaires de notre région, si intéressants sous beaucoup de rapports.

Enfin, je nomme ici avec reconnaissance mon assistant Teófilo Gerber, qui m'a rendu d'excellents services pendant le voyage et pendant les travaux de laboratoire.

Qu'il me soit permis aussi de remercier vivement le directeur et le personnel des ateliers de publications du Musée. Sans pouvoir les nommer tous ici, je ne veux pas manquer de leur exprimer mes remerciements les plus sincères pour les bons soins qu'ils ont bien voulu mettre dans l'exécution de cet ouvrage.

En offrant le présent travail au lecteur, je sens bien qu'il est, sous plus d'un rapport, incomplet; si je le présente néanmoins au monde scientifique c'est parce que j'ai la conviction d'avoir fait de mon mieux en présence du temps limité et des difficultés multiples contre lesquelles on lutte constamment pendant les expéditions dans la Cordillère.

DR. CARL BURCKHARDT.

Musée de La Plata, septembre 1900.

ORIENTATION RÉGIONALE

À l'est et au nord du campement militaire de *Las Lajas*, s'élèvent des chaînes sédimentaires basses que je désignerai comme *chaînes orientales*. Nous pouvons en distinguer deux: l'une, qui se dirige du nord-est au sud-ouest et qui limite le grand plateau de *Las Lajas* vers l'est, se nomme *Sierra de la Vaca Muerta*; l'autre, qui surgit brusquement au nord de l'Agrio et de *Las Lajas*, n'a pas de nom spécial. Les deux chaînes nous rappellent bien la structure du Jura suisse; elles sont basses et montrent des formes orographiques extérieures qui sont en rapport intime avec la structure géologique interne bien simple. Le paysage diffère pourtant du Jura suisse, car il est dépourvu de végétation. Les arbres manquent complètement et les pentes sont couvertes d'éboulis et çà et là d'un gazon peu épais (voir fig. 1 et 2, pl. III).

Une grande plaine s'étend entre les chaînes orientales à l'est et les chaînes andines plus hautes à l'ouest: c'est un plateau à peu près horizontal que j'ai nommé *Plateau de Las Lajas*. L'aspect de cette plaine est désolant (voir fig. 1, pl. XVIII); pas un arbre qui nous protège contre les rayons brûlants du soleil; rien qu'une couverture éparse de buissons épineux, alternant avec des pierres dont la surface brillante a été polie par des vents violents. C'est un désert monotone, çà et là coupé par les barrancas du *Rio Agrio*, des *Arroyos Leucullin*, *Sanguilco* et d'autres ruisseaux.

La chaîne de *Pino Hachado*, qui limite le plateau de *Las Lajas* vers l'ouest, nous offre, dans sa partie orientale, des paysages peu attrayants. Un coup d'œil sur notre planche V, figures 1 et 2, nous en montre un exemple typique. C'est là une cime dont les pentes sont presque nues et couvertes seulement par place d'un gazon très épars, laissant voir partout les bancs sédimentaires plissés. De pareilles montagnes sont typiques dans nos latitudes pour les régions orientales de la Cordillère; dans les Alpes, je n'ai jamais vu quelque chose de semblable.

Plus à l'ouest, près de *Haichol*, de *Pino Hachado* et dans les environs du col de ce nom, on voit une végétation un peu plus abondante; entre la *Comisaria* et le *Paso de Pino Hachado*, il y a même des forêts assez belles. Cependant, ici aussi le paysage ne peut guère être comparé avec celui des Alpes: les crêtes sont en général peu découpées, les cimes peu typiques (voir figures 1 et 2, planche XVII). Uniquement, le bord occidental de la chaîne a des hauteurs considérables; il y a là toute une série de cimes qui s'élèvent à des hauteurs d'environ 3000 mètres comme les *Cerro Colorado*, *Cerro Negro*, *Cerro Bayo*, *Cerro Chucan*, *Cerro Cheachil* (voir figure 2, planche IX).

Une seconde grande plaine, le *Plateau de l'Aluminé*, occupe le centre même des chaînes andines, en séparant la chaîne de *Pino Hachado* à l'est de celle de *Lonquimay*

à l'ouest. C'est un paysage encore plus aride que celui du plateau de Las Lajas (voir figure 2, planche XVIII). Une plaine immense est couverte presque partout par des masses jaunâtres de pierre-ponce; çà et là seulement, s'observent des bosquets, de véritables oasis dans le désert. Ni les ruisseaux, ni même de lac Aluminé ne peuvent donner de la vie à ce paysage complètement mort. Ce qui donne au plateau de l'Aluminé un caractère patagonien bien étrange, c'est son morcellement en de véritables montagnes tabulaires. Nous sommes vraiment étonné de retrouver ici, au centre même de la Cordillère, des formes orographiques qui caractérisent généralement les grandes plaines du Globe (voir figure 1, planche XI).

Enfin, nous entrons dans un beau paysage de montagnes, en étudiant la partie orientale de la chaîne de *Lonquimay* entre le *rio Biobio* et le *Lonquimay*.

La hauteur considérable des cimes, les roches variées, tantôt granitiques, tantôt sédimentaires, les formes d'érosion bien typiques des crêtes et vallées transversales et la végétation abondante, tout contribue à donner à ce paysage un caractère pittoresque, «alpin», pour ainsi dire (voir fig. 1 et 2, pl. XIV; fig. 1 et 2, pl. XV).

La partie occidentale de la chaîne de *Lonquimay* entre le Rio *Lonquimay*, et la vallée longitudinale du Chili, près de *Curacautin*, a été parcourue rapidement. C'est une région couverte de bois jusqu'à des hauteurs considérables. La forme des montagnes basses est généralement arrondie et peu caractéristique, mais la chaîne est couronnée dans sa bordure occidentale par les magnifiques cônes des volcans *Tolhuaca*, *Lonquimay* (voir fig. 1, pl. XVI), *Llaimas* et *Lanin*.

PREMIÈRE PARTIE



STRATIGRAPHIE ET REMARQUES PALÉONTOLOGIQUES

PREMIER CHAPITRE

REMARQUES PALÉONTOLOGIQUES

Je ne veux pas répéter ici tout ce que j'ai déjà dit dans l'introduction paléontologique de mon travail antérieur (¹). Il suffit de déclarer que, dans le présent cas aussi, les études paléontologiques ne peuvent pas être considérées comme définitives. Les déterminations de fossiles doivent subir une révision à l'aide d'une littérature plus complète et d'une collection comparative.

Malgré ce caractère préliminaire de la partie paléontologique de notre travail, j'ai cependant la conviction que des rectifications ultérieures n'apporteront que des changements de détail et n'affecteront guère nos conclusions stratigraphiques.

Les planches paléontologiques ont été faites sous ma direction par M. Carlos Bruch, photographe en chef de notre Musée, et je me fais un devoir ici de le remercier vivement pour les bons soins qu'il a mis dans ce travail.

DOGGER INFÉRIEUR ET MOYEN

BRACHIOPODA

Lingula Beanii Phill.

(planche XIX, fig. 3 et 4)

Lingula Beanii PHILLIPS: Geology of Yorkshire, p. 1, pl. II, fig. 26.
1876. *Lingula Beanii* DAVISON: Supplement Jurassic and Triassic Brachiopoda, p. 78, pl. IX, fig. 10, 11 et 12.
1894. *Lingula Plagemanni* МОЗНИЦКА: Lias und Unteroolith von Chile, p. 59, pl. V, fig. 9.

Longueur de la valve	11 mm.	8 mm.
Largeur de la valve	6 »	4 »

Comme nos exemplaires correspondent exactement à la *Lingula Beanii*, tantôt par leur forme, tantôt par leurs ornements, je ne doute pas de leur identité avec cette espèce. Comme unique différence, on pourrait mentionner que nos exemplaires sont un peu plus petits que l'espèce anglaise. En outre, il convient de noter que chez un de nos exemplaires (fig. 4, pl. XIX) la forme du crochet est exactement celle du type, tandis que d'autres possèdent un crochet un plus aigu (fig. 3, pl. XIX). De pareilles variations sont du reste déjà citées par Davidson. On se demande en vain de quel

(¹) BURKHARDT, Carl: Profils géologiques transversaux de la Cordillère. - Anales del Museo de La Plata, 1900.

droit Moericke a séparé sa *Lingula Plagemanni* de la *Lingula Beanii*, avec laquelle elle doit probablement être identifiée.

NIVEAU: Dogger inférieur de l'Europe; *Lingula Plagemanni* dans la zone à *Stephanoceras Humphriesianum* du Chili.

LOCALITÉ: Rio Agrío, vis-à-vis du Leucullin (* 5).

LAMELLIBRANCHIATA

Pseudomonotis substriata Ziet.

(planche XIX, fig. 2)

1833. *Avicula substriata* ZIETEN: Versteinerungen Württembergs, pl. L. XIX, fig. 6.

1858. *Monotis substriata* QUENSTEDT: Jura, p. 259, pl. XXXVII, fig. 2 à 5.

1878. *Pseudomonotis substriata* GOTTSCHÉ: Jurassische Versteinerungen aus der Cordillere, p. 22, pl. VI, fig. 7, 8 et 9.

1898. *Pseudomonotis substriata* TORNSQVIST: Dogger am Espinazitopass, p. 32.

1899. *Pseudomonotis substriata* BURCKHARDT: Profils transversaux, p. 33, pl. XXI, fig. 5 et 7; pl. XXII, fig. 9.

Une valve droite se laisse identifier avec la *Pseudomonotis substriata* Zieten, et ressemble surtout à la figure 5, planche XXXVII, de Quenstedt. La coquille est ovale, assez plane, possède une grande oreille postérieure et est ornée de petites côtes rayonnantes, croisées par des stries concentriques.

NIVEAU: Lias supérieur d'Europe; dans la Cordillère, elle se trouve dans le Dogger inférieur, à l'Espinazito (Tornquist), au Rio Grande et à la Cañada Colorada (Burckhardt).

LOCALITÉ: A l'est de Liucura, vers Pino Hachado (* 11 a).

CEPHALOPODA

Harpoceras (Oppelia?) cfr. *proximum* Moericke non Gottsché

(planche XIX, fig. 1)

1894. *Harpoceras proximum* MOERICKE: Lias und Unteroolith in Chile, p. 15, pl. VI, fig. 1.

Je possède seulement un fragment d'un *Harpoceras* qui montre certaines affinités avec le groupe de l'*Oppelia subradiata*. De nombreuses côtes falciformes, tantôt simples tantôt bifurquées, sont très fortes vers le dos; elles s'effacent, au contraire, presque complètement vers la moitié intérieure des flancs, et près de la suture seulement quelques côtes simples sont visibles.

NIVEAU: Le *Harpoceras proximum* se trouve dans le Dogger inférieur de la vallée de Copiapó (Chili).

LOCALITÉ: À l'est de Liucura, vers Pino Hachado (* 11 b).

CALLOVIEN INFÉRIEUR

CEPHALOPODA

Stephanoceras aff. *anceps ornati* Quist.

(planche XIX, fig. 5 et 6)

1858. *Ammonites anceps ornati* QUENSTEDT: Jura, p. 537.

1887. *Ammonites anceps ornati* QUENSTEDT: Ammoniten, II, p. 774, pl. LXXXVII, fig. 33.

Ce *Stephanoceras* ressemble surtout à la figure citée de l'*Ammonites anceps ornati* de Quenstedt. Entre le dos aplati et les flancs, s'observe une carène assez marquée. Des

côtes serrées traversent les flancs et forment un tubercule faible en passant la carène entre les flancs et le dos. A partir de ces tubercules, la plupart des côtes se divise en deux pour passer le dos sans interruption; d'autres restent simples comme cela paraît être indiqué aussi sur la figure citée de Quenstedt.

La ligne suturale est malheureusement mal conservée; la partie visible est cependant très semblable à celle de *anceps ornati* et peu découpée. Il y a sur le dos un lobe externe bipartite et deux premiers lobes latéraux assez profonds, à trois branches principales.

Si j'hésite à identifier notre exemplaire avec *anceps ornati*, c'est parce qu'il en diffère par son dos moins large et ses tours moins épais.

NIVEAU: Le *Stephanoceras anceps ornati* caractérise le Callovien supérieur de la Souabe.

LOCALITÉ: A l'est de la Comisaria Lonquimay (* 14).

Sphaeroceras subcompressum Waagen

(planche XIX, fig. 7 et 8)

1875. *Stephanoceras subcompressum* WAAGEN: Jurassic Cephalopoda of Kutch, dans: Jurassic fauna of Kutch, vol. I, 4, Série IX, 4, p. 139, pl. XXXIV, fig. 1.

Diamètre	58 mm.
Ouverture de l'ombilic	11 »
Hauteur d'un tour	25 »
Épaisseur d'un tour	23 »

Un exemplaire assez bien conservé montre tous les caractères que Waagen a indiqués pour son *Sphaeroceras subcompressum*.

Les tours sont peu bombés, plutôt aplatis, et laissent voir un ombilic assez ouvert. Des côtes serrées, peu proéminentes et légèrement flexueuses partent de la carène ombilicale et se bifurquent ou se trifurquent vers le milieu des flancs. Elles s'infléchissent en avant sur le dos de la coquille (fig. 8, pl. XIX).

Comme l'a fait voir Waagen, cette espèce ressemble beaucoup au véritable *Sphaeroceras macrocephalum*, mais s'en distingue surtout par son ombilic plus ouvert, ses côtes bien marquées au pourtour de l'ombilic et infléchies en avant sur le dos de la coquille.

NIVEAU: Zone à *Sphaeroceras macrocephalum* des Indes.

LOCALITÉ: Lonquimay à l'est de la Comisaria (* 14).

Sphaeroceras lamellosum Sow.

(planche XIX, fig. 13)

1840. *Ammonites lamellus* SOWERBY: Transactions Geological Society of London, vol. V, pl. XXIII.
1875. *Stephanoceras lamellosum* WAAGEN: Jurassic Cephalopoda of Kutch, dans: Jurassic fauna of Kutch, I, 4, série IX, 4, p. 122, pl. XXXIII, fig. 1.

Diamètre	42 mm.
Ouverture de l'ombilic	8 »
Hauteur d'un tour	20 »
Épaisseur d'un tour	24 »

Notre exemplaire paraît en général bien conforme à la description et aux figures du *Sphaeroceras lamellosum* de Waagen. Toutefois, il faut mentionner qu'il s'en distin-

gue par des tours un peu plus bombés et des côtes moins épaisses. Les côtes ressemblent plutôt à celles de *Sphaeroceras dimerum* de Waagen. Cependant, cette dernière espèce appartient au groupe des *curvicostati* de Waagen, tandis que chez *lamellosum* et chez notre exemplaire les côtes passent le dos sans inflexion.

NIVEAU: Zone à *Sphaeroceras macrocephalum*.

LOCALITÉ: A l'est de la Comisaria Lonquimay (* 14).

***Sphaeroceras bullatum* d'Orb.**

(planche XIX, fig. 11 et 12)

1845. *Ammonites bullatus* d'ORBIGNY: Paléontologie française, Jurassique I, p. 412, pl. CXLII, fig. 1 et 2.
 1847. *Ammonites platystomus* QUENSTEDT: Cephalopoden, p. 148, pl. XV, fig. 3 et 4.
 1858. *Ammonites bullatus* QUENSTEDT: Jura, p. 479, pl. LXIV, fig. 13.
 1887. *Ammonites bullatus* QUENSTEDT: Ammoniten II, p. 657, pl. LXXVII, fig. 6-13, pl. LXXVI, fig. 1.

J'ai sous les yeux un fragment de tours d'un *Sphaeroceras* qui ressemble beaucoup au *Sphaeroceras bullatum* d'Orb. Les tours sont très bombés, mais un peu moins larges que ceux du *Sphaeroceras bullatum* typique. De nombreuses côtes serrées se bifurquent généralement dans le voisinage de la suture, restent à peu près droites sur les flancs et passent le dos avec une légère inflexion en avant. L'ornementation ressemble aussi à celle du *Sphaeroceras microstoma* d'Orb.; mais les dimensions sont plutôt conformes au *Sphaeroceras bullatum*. La dernière loge n'est malheureusement pas conservée.

NIVEAU: Callovien inférieur.

LOCALITÉ: A l'est de la Comisaria Lonquimay (* 14).

***Sphaeroceras* aff. *tumidum* Reinecke**

(planche XIX, fig. 9 et 10)

1818. *Nautilus tumidus* REINECKE: Maris protegei Nautilus et Argonautas, fig. 47.
 1847. *Ammonites macrocephalus* QUENSTEDT: Cephalopoden, p. 183 (pars).
 1875. *Stephanoceras tumidum* WAAGEN: Kutch, p. 115, pl. XXVI et XXVII, fig. 1 et 2.

Un *Sphaeroceras* bombé offre beaucoup d'analogies avec le *Sphaeroceras tumidum* de Waagen, soit par sa forme ronde, soit par ses côtes fines, tranchantes et généralement trifurquées, qui passent les flancs avec une légère inflexion, tandis qu'elles sont complètement droites sur le dos de la coquille. Cependant, notre exemplaire possède un ombilic plus étroit, sans carène ombilicale bien prononcée et des tours un peu moins bombés que le type. La ligne suturale y est malheureusement très peu visible, mais paraît conforme aux lobes figurés par Waagen.

Diamètre	57 mm.
Ouverture de l'ombilic	9 »
Hauteur des tours	27 »
Épaisseur des tours	34 »

NIVEAU: Le *Sphaeroceras tumidum* caractérise la zone à *St. macrocephalum*.

LOCALITÉ: A l'est de la Comisaria Lonquimay (* 14).

CALLOVIEN SUPÉRIEUR

LAMELLIBRANCHIATA

Pecten aff. **Rypheus** d'Orb.

(planche XIX, fig. 14, 15 et 16)

Synonymie voir: SCHLIPPE: Fauna des Bathonien im oberrheinischen Tiefland, p. 126.
1898. *Pecten Rypheus* TORNQVIST: Dogger am Espinazitpass, p. 55.

Comme je ne puis pas consulter la littérature nécessaire et surtout le travail de Schlippe, il reste pour le moment douteux, si nos exemplaires peuvent être identifiés avec le *Pecten Rypheus*. Cependant, cela me paraît très probable en vue de la courte description que Tornquist a donné récemment de ses exemplaires argentins du *Pecten Rypheus*. En effet, notre *Pecten* aussi ressemble à première vue beaucoup à l'*Entolium disciforme* par sa forme générale, mais en diffère par ses oreilles typiques pour le groupe des *Pecten s. str.* La coquille est petite, plane et lisse, couverte de stries concentriques serrées qui sont croisées par des stries rayonnantes extrêmement fines.

NIVEAU: *Pecten Rypheus* caractérise le Bathonien de l'Europe; à l'Espinazito, on le trouve dans le Callovien supérieur.

LOCALITÉ: Rio Agrio, vis-à-vis de l'embouchure du Leucullin (* 6).

CEPHALOPODA

Perisphinctes cfr. **rota** Waagen

(planche XX, fig. 1)

1875. *Perisphinctes rota* WAAGEN: Jurassic Cephalopoda of Kutch, p. 186, pl. XLVIII, fig. 1.

Malheureusement, je ne possède qu'un seul fragment incomplet d'un grand *Perisphinctes* qui ressemble beaucoup au *Perisphinctes rota* Waagen. Coquille très évoluée, couverte de nombreuses côtes très serrées et tranchantes qui passent les flancs avec une faible inclinaison en avant et ne se divisent généralement que vers le bord du dos en deux branches. Les tours paraissent plus hauts que ceux du type de Waagen.

NIVEAU: Le *Perisphinctes rota* se trouve dans l'Oxfordien le plus inférieur des Indes.

LOCALITÉ: Rio Agrio vis-à-vis de l'embouchure de l'Arroyo Leucullin (* 6).

MALM INFÉRIEUR ET MOYEN

a) BRÈCHES À CIDARITES DE LONQUIMAY

ECHINODERMATA

Cidaris cfr. **florigemma** Phill.

(planche XX, fig. 2 à 5; cliché ci-joint)

1829. *Cidaris florigemma* PHILLIPS: Geology of Yorkshire, p. 127, pl. III, fig. 12 et 13.

1873. *Cidaris florigemma* QUENSTEDT: Petrefactenkunde Deutschlands: Echinodermen, p. 79, pl. LXIII, fig. 85 à 94.

1881. *Cidaris florigemma* COTTEAU: Paléontologie française, Jurassique, X, 1, p. 149, pl. CLXXXI et CLXXXIV, cfr. avant tout pl. CLXXXIV, figure 4, 6 et 9.

La brèche échinodermique de Lonquimay est formée en grande partie par les radiales de ce *Cidaris*. Malheureusement, je n'en possède aucun exemplaire complet et bien

conservé. La forme des radioles, plutôt ovale et globuleuse, peut être comparée avec la figure 6 de la planche CLXXXIV de Cotteau; elle diffère cependant notablement de la forme allongée du *Cidaris florigemma* typique. Néanmoins, je crois pouvoir rapprocher nos radioles à ceux de l'espèce citée en vue de leur ornementation tout à fait analogue. En effet, la tige des radioles est ornée de séries longitudinales très régulières de granules arrondis qui sont reliés entre eux par un filet apparent (voir cliché ci-joint).

Quelques autres radioles paraissent être plutôt conformes au *Cidaris coronata* Goldf. auquel ils se rapprochent par la forme et par leur collerette très longue et assez mince (voir fig. 5, pl. XX).

NIVEAU: Le *Cidaris florigemma* se trouve dans le Malm inférieur (Rauracien, Séquanien).

LOCALITÉ: Brèche à *Cidarites* à l'est de la Comisaria Lonquimay. très abondant (* 14).

LAMELLIBRANCHIATA

Pecten Buchi Roem.

(planche XX, fig. 9; cliché ci-joint)

1839. *Pecten Buchi* ROEMER: Petrefacten des norddeutschen Oolithgebirges, Nachtrag, p. 27.

1894. *Pecten Buchi* DE LORIOI: Mollusques du Rauracien inférieur du Jura bernois, p. 53, pl. VI, fig. 7.

Un exemplaire incomplet, dont la forme extérieure ne peut être précisée, montre cependant, quant aux ornements, une analogie frappante avec le *Pecten Buchi* figuré par de Lorioi.

La coquille est couverte de nombreuses petites côtes rayonnantes, très fines, serrées et fortement divergentes (fig. 9, planche XX). Comme le démontre le cliché ci-joint, ces côtes se bifurquent surtout vers le bord palléal; elles sont séparées par des intervalles très étroits qui affectent la forme de simples stries ponctuées et croisées par des stries concentriques extrêmement fines. Les oreillettes sont malheureusement insuffisamment conservées.

NIVEAU: Malm inférieur. Rauracien inférieur du Jura Bernois (Lorioi).

LOCALITÉ: Brèche à *Cidarites* à l'est de la Comisaria Lonquimay (* 14).

Pecten erinaceus Buvignier.

(planche XX, fig. 6, 7 et 8)

1852. *Pecten erinaceus* BUVIGNIER: Statistique géologique de la Meuse, p. 23, pl. XIX, fig. 7 4 12.

1881. *Pecten erinaceus* P. DE LORIOI: Monographie paléontologique des couches à *Ammonites tenuilobatus* d'Oberbuchsitzen, p. 92, pl. XIII, fig. 1 et 2.

1888. *Pecten* cf. *erinaceus* LORIOI: Étude sur les Mollusques des couches coralligènes de Valfin, p. 312, pl. XXXV, fig. 4, 5 et 6.

1894. *Pecten erinaceus* P. DE LORIOI: Étude sur les Mollusques du Rauracien inférieur du Jura Bernois, p. 48, pl. V, fig. 4.

Mes exemplaires de ce *Pecten* sont malheureusement incomplets, de sorte que je ne saurais indiquer les dimensions. Quant aux ornements (fig. 7 et 8, planche XX), ils offrent tant d'analogies avec le *Pecten erinaceus* que je ne doute pas de l'identité. Des côtes rayonnantes assez larges et serrées portent généralement trois séries d'écailles, une médiane et deux latérales, et sont séparées par des intervalles très étroits, profonds et linéaires. On observe une côte (fig. 8, planche XX), qui porte quatre séries d'écailles: c'est à dire d'un côté de la série médiane, se trouvent deux séries d'écailles très fines. et, de l'autre côté, on ne remarque qu'une seule série latérale plus forte.

NIVEAU: Malm inférieur et moyen (Rauracien inférieur de Loriol).

LOCALITÉ: Brèche à *Cidarites*, à l'est de la Comisaria Lonquimay (* 14).

b) CALCAIRES ET GRÈS DE LA SIERRA DE LA VACA MUERTA

BRACHIOPODA

Rhynchonella cfr. *arolica* Opper

(planche XX, fig. 10)

1865. *Rhynchonella arolica* OPPER: Geognostische Studien im Ardèche Departement, p. 312.
 1871. *Terebratalia lacunosa arolica* QUESSTEDT: Petrefactenkunde Deutschlands, Brachiopoden, p. 127, pl. XXXIX, fig. 95 et 96.
 1877. *Rhynchonella arolica* FAVRE: La zone à *Ammonites acanthicus* dans les Alpes de la Suisse et de la Savoie, p. 76, pl. IX, fig. 8.
 1890. *Rhynchonella lacunosa* var. *arolica* HAAS: Jurassische Brachiopoden des Schweizer Jura, II, p. 48, pl. III, fig. 1 à 22; pl. IV, fig. 1, 4 et 5; pl. VI, fig. 13 et 14.

Je ne possède qu'une petite valve assez mal conservée. Cependant, je crois pouvoir la comparer avec la *Rhynchonella arolica*, car elle laisse voir les caractères principaux de cette espèce. Les ailes sont très asymétriques et couvertes de deux fortes côtes assez courbées. Sur le bourrelet, s'observent trois côtes saillantes à peu près droites.

NIVEAU: La *Rhynchonella arolica* se trouve dans le Malm inférieur et moyen (Argovien, Rauracien, Kimméridgien).

LOCALITÉ: Sierra de la Vaca Muerta, pente occidentale (* 3 b).

LAMELLIBRANCHIATA

Astarte aff. *reginae* P. de Loriol

(planche XX, fig. 11, 12 et 13)

1893. *Astarte reginae* P. DE LORIOI: Description des Mollusques et Brachiopodes des couches séquanienues de Tonnerre, p. 108, pl. VIII, fig. 4, 5 et 6.

Longueur	.....	14 mm.
Largeur	.....	10 »
Épaisseur	.....	4 »

Les nombreuses coquilles de cette espèce ressemblent beaucoup à l'*Astarte reginae*. Comme cette dernière, nos exemplaires sont ovales allongés, très inéquilatérales, avec la région buccale courte et la région anale longue, tronquée obliquement. Ils portent également une carène assez marquée, dirigée du crochet à l'extrémité du bord palléal. Les crochets sont petits. La surface est ornée de côtes concentriques, saillantes, un peu irrégulières; le bord interne des valves est crénelé (voir fig. 13).

Dans la valve droite, j'ai pu constater deux dents cardinales divergentes.

Ce qui précède démontre que nos exemplaires sont en tout cas très voisins de l'*Astarte reginae*; cependant, comme ils en diffèrent par le bord oblique du côté anal et par une région anale moins épaisse, je n'ose pas les identifier avec cette espèce.

NIVEAU: *Astarte reginae* a été trouvé dans le Séquanien de Tonnerre.

LOCALITÉ: Sierra de la Vaca Muerta (* 3).

TITHONIQUE SUPÉRIEUR

CEPHALOPODA

Reineckeia microcantha Oppel

(planche XX, fig. 16 et 17; cliché ci-joint)

1865. *Ammonites microcanthus* OPPEL: Zeitschrift der deutschen Geologischen Gesellschaft, XVII, p. 555.
 1868. *Ammonites microcanthus* ZITTEL: Cephalopoden der Stramberger Schichten, p. 93, pl. XVII, fig. 1 à 5.
 1890. *Hoplites microcanthus* TOUCAS: Ardèche, p. 608, pl. XVIII, fig. 12.
 1897. *Reineckeia microcantha* STREUER: Argentinische Juraablagerungen, p. 30, pl. VII, fig. 3, 4 et 5.

Diamètre	25 mm.	30 mm.
Ouverture de l'ombilic	11 »	12 »
Hauteur du plus grand tour	9 »	10 »
Épaisseur du plus grand tour	10 »	12 »

Mes exemplaires montrent tous les caractères de la *Reineckeia microcantha*.

Les coquilles sont peu involutes à ombilic assez ouvert. Les tours sont arrondis et leur section transversale est à peu près circulaire. Des côtes nombreuses, assez fortes, serrées et presque droites couvrent les flancs. La plupart entre elles se bifurque vers le milieu des flancs à partir d'un petit tubercule.

Sur le dos, on observe exactement la même ornementation que chez la figure 4, planche XVII de Zittel, dans «Cephalopoden der Stramberger Schichten» (voir figure 16, planche XX). Toutes les côtes sont atténuées au milieu du dos et forment de chaque côté de cette dépression un petit tubercule plus ou moins prononcé. Elles alternent généralement sur le dos comme cela est aussi indiqué dans la figure citée de Zittel. La ligne suturale (voir le cliché ci-joint) est assez bien visible: on y distingue un lobe



externe, bipartite et un premier lobe latéral à trois branches. La selle externe montre trois branches principales, dont l'extérieure est la plus haute; la première selle latérale est bipartite; le second lobe latéral, assez étroit et un peu oblique, ne possède que la moitié de la longueur du premier lobe latéral. Lobes auxiliaires invisibles.

NIVEAU: Couches de Stramberg.

LOCALITÉ: Sierra de la Vaca Muerta, pente occidentale (* 2).

Reineckeia Koellikeri Oppel

(planche XX, fig. 14 et 15; planche XXI, fig. 1)

1865. *Ammonites Koellikeri* OPPEL: Zeitschrift der deutschen Geologischen Gesellschaft, Band XVII, p. 555.
 1868. *Ammonites Koellikeri* ZITTEL: Cephalopoden der Stramberger Schichten, p. 95, pl. XVIII, fig. 1 et 2.
 1890. *Hoplites Koellikeri* TOUCAS: Ardèche, p. 607, pl. XVIII, fig. 11.
 1897. *Reineckeia Koellikeri* STREUER: Argentinischen Juraablagerungen, p. 31, pl. VIII, fig. 5 et 6.

Épaisseur	59 mm.
Hauteur	65 »

Des fragments de tours d'un grand Ammonite possèdent les ornements de *Reineckeia Koellikeri*. Les tours portent des côtes distantes assez fortes, pourvues sur le milieu des flancs d'un gros tubercule. A partir de ce tubercule, la plupart des côtes se divise en deux branches qui passent le dos sans interruption, mais en s'atténuant vers sa partie médiane et en formant une seconde série de tubercules de chaque côté de

cette dépression. La branche postérieure des côtes porte toujours un tubercule ventral beaucoup plus fort que la branche antérieure (voir fig. 15, pl. XX). L'un des fragments ne porte que des côtes simples qui forment cependant aussi des tubercules au milieu des flancs comme les côtes bifurquées (fig. 1, pl. XXI).

La forme générale diffère un peu du type, les tours étant un peu plus hauts qu'épais.

NIVEAU: Couches de Stramberg.

LOCALITÉ: Rio Agrio vis-à-vis du Leucullin (* 7).

Odontoceras ellipsostomum Steuer

(planche XXI, fig. 2 et 3)

1897. *Odontoceras ellipsostomum* STEUER: Argentinische Juraablagerungen, pl. XXI, fig. 1 et 2; pl. XXII, fig. 12, p. 50.

Hauteur des tours	62 mm.
Épaisseur des tours	54 »

La forme et les ornements d'un exemplaire fragmentaire correspondent à l'*Odontoceras ellipsostomum* Steuer, de sorte que je ne doute pas de l'identité quoique la ligne suturale ne soit pas visible. Les tours sont très grands et montrent une section transversale ovale, un peu plus haute qu'épaisse. Leur plus grande épaisseur se trouve au-dessus de l'ombilic. Les flancs s'abaissent insensiblement et sans carène dans une surface suturale assez haute et à peu près perpendiculaire.

Des côtes fortes et assez serrées restent à peu près droites sur les flancs. Elles sont quelquefois simples; mais, le plus souvent, elles se bifurquent à des hauteurs différentes (fig. 3, pl. XXI). Sur le dos, toutes les côtes s'infléchissent notablement en avant (fig. 2, pl. XXI).

NIVEAU: Tithonique supérieur (Steuer).

LOCALITÉ: Rio Agrio vis-à-vis du Leucullin (* 7).

NÉOCOMIEN

a) COUCHES À ARCA SECURIS

Fossiles décrits par M. le professeur CH. MAYER-EYMAR

CEPHALOPODA

Hoplites Burckhardtii Mayer-Eymar n. sp.

(planche XXVI, fig. 1 et 2)

Testa subdisciformis, compressiuscula; anfractus sex ad septem, per quartam partem involuti, ad suturam abrupti, in lateribus oblique planulati, dorsum versus compressi. Dorsus angustiusculus, inter costas rotundatus. Costae tenues, aetate distantes, lateribus simplices, rectae vel subrectae, in compressus initio, dorso satis procul plerumque nodoso-spinosae, dorsum versus leviter retro-arcuatae, interdum dichotomae, in angulo dorsali plus minusve tuberculoso-spinosae, in dorso leviter prone, a sulco dorsali lato, humili, plus minusve affectae.

Diam. circiter 60, alt. ultimi anfractus 27, crass. 19 mm.

C'est à mon *Hoplites Ruspolii* de la pointe orientale de l'Afrique (1) que cette Ammonite ressemble le plus. Elle en diffère par sa taille du double plus grand, par ses tours plus renflés, enfin par ses côtes qui se bifurquent sensiblement plus tôt. Néanmoins, les affinités des deux espèces néocomiennes constituent un fait bon à noter.

LOCALITÉ: Au nord du Rio Agrio (* 8).

LAMELLIBRANCHIATA

Arca (Cucullaea) securis Leymerie

(planche XXVI, fig. 3, 4 et 5)

1842. LEYMERIE: Mémoire de la Société géologique de France, tome V, pl. VII, fig. 6 et 7.

1844. D'ORBIGNY: Paléontologie française, Terrains crétacés, tome III, p. 203, pl. CCLIX, fig. 9 et 10.

Très voisine de l'*Arca carinata* qui lui succède, cette espèce s'en distingue avant tout par les deux carènes de son côté postérieur. Elle est jusqu'à présent bien caractéristique du Néocomien I d'Europe.

LOCALITÉ: Au nord de l'Agrio (* 8).

b) COUCHES À EXOXYRA COULONI

LAMELLIBRANCHIATA

Pinna Robinaldina d'Orb.

(planche XXI, fig. 4, 5 et 6)

1843. *Pinna Robinaldina* D'ORBIGNY: Paléontologie française, Crétacé, III, p. 251, pl. CCCXXX, fig. 1, 2 et 3.

1892. *Pinna Robinaldina* BEHRENDSEN: Ostabhang der argentinischen Cordillere, II, p. 25.

Largeur	53 mm.
Épaisseur	34 »

Cette *Pinna* est bien conforme aux descriptions et figures de la *Robinaldina*. Elle possède de grandes dimensions comme les exemplaires de M. Behrendsen, qui ont été trouvés à l'Arroyo Triaguico.

NIVEAU: Valangien-Aptien de l'Europe.

LOCALITÉ: Vis-à-vis de l'embouchure du Leucullin, au nord de l'Agrio (* 9).

Exogyra Couloni Defr.

(planche XXI, fig. 7 et 8; planche XXII, fig. 3)

1821. *Gryphaea Couloni* DEFRANCE: Dictionnaire des sciences naturelles, XIX, p. 534.

1842. *Exogyra Couloni* D'ORBIGNY: Fossiles de Colombie, p. 58, n° 38.

1846. *Ostrea Couloni* D'ORBIGNY: Paléontologie française, Terrains crétacés, III, p. 466 et 467.

1851. *Ostrea Couloni* BAYLE et COQUAND: Mémoire de la Société géologique de France, seconde série, IV, p. 37, pl. VII, fig. 1 et 2.

1869. *Ostrea Couloni* COQUAND: Monographie du genre *Ostrea*, p. 180, cfr. pl. LXXIV, fig. 1 et 2.

1891. *Exogyra Couloni* BEHRENDSEN: Ostabhang, I, p. 419.

1900. *Exogyra Couloni* BURKHARDT: Profils géologiques transversaux de la Cordillere, p. 49, pl. XXVIII, fig. 2.

Nous possédons deux formes différentes de cette *Exogyra*: l'une (fig. 3, pl. XXII) provient des couches vis-à-vis de l'embouchure du Leucullin dans l'Agrio et ressemble

(1) MAVER-EVMAR: Neocom Versteinerungen aus dem Somaliland (Vierteljahrsschrift der natur. Gesellschaft Zürich, vol. 38) 1893.

beaucoup à la forme qui a été trouvée au Chili par M. Domeyko (voir BAYLE et COQUAND, pl. VII, fig. 1 et 2).

La seconde forme de la Sierra de la Vaca Muerta (fig. 7 et 8, pl. XXI) paraît absolument identique avec les exemplaires falciformes de l'*Exogyra Couloni* qui ont été décrits par Coquand (voir Coquand: Monographie, pl. LXXIV, fig. 1 et 2).

NIVEAU: Néocomien-Aptien.

LOCALITÉ: Vis-à-vis de l'embouchure du Leucullin (* 9). Sierra de la Vaca Muerta (* 1).

Exogyra subplicata Roem.

(planche XXII, fig. 5 et 6)

1839. *Ostrea subplicata* ROEMER: Oolithgebirge Nachtrag, p. 25, pl. XVIII, fig. 1 à 7.
 1842. *Exogyra subplicata* LEYMERIE: Mémoire, tome V, pl. II, fig. 4, 5 et 6.
 1843. *Ostrea Boussingaulti* D'ORBIGNY: Paléontologie française, Crétacé III, pl. GDLXVIII.
 1869. *Ostrea tuberculifera* COQUAND: Monographie du genre Ostrea, p. 189, pl. LXIII, LXVI et LXX.
 1892. *Exogyra subplicata* BEHRENSSEN: Ostabhang, II, p. 26.

Hauteur de la valve inférieure	90 mm.
Largeur de la valve inférieure	76 »
Épaisseur de la valve inférieure	45 »

Par sa forme et ses ornements, notre exemplaire est tout à fait conforme à l'*Exogyra subplicata*. Valve inférieure (voir fig. 5) avec une carène longitudinale de laquelle partent de petites côtes radiales. Le bord des deux valves (voir fig. 6, pl. XXII) porte des plis très prononcés et en outre les fines stries transversales serrées, si caractéristiques pour *Exogyra subplicata* et *tuberculifera*. Il est vrai que notre forme se distingue du type de l'*Exogyra subplicata* par leur grandeur. Cependant l'*Exogyra Minos* et l'*Exogyra Boussingaulti* de la Colombie, qui sont probablement identiques avec *subplicata*, atteignent aussi des dimensions considérables.

NIVEAU: Néocomien-Urgonien de l'Europe.

LOCALITÉ: San Vicente (collection Christensen).

Exogyra aquila Brongniart

(planche XXII, fig. 1)

1822. *Gryphaea aquila* BRONGNIART: Environs de Paris, pl. IX, fig. 11.
 1842. *Exogyra sinuata* LEYMERIE: Mémoires de la Société géologique de France, V, p. 28, pl. XII, fig. 1 et 2.
 1846. *Ostrea aquila* D'ORBIGNY: Paléontologie française, Terrains crétacés, III, p. 706, pl. CDLXX.
 1869. *Ostrea aquila* COQUAND: Monographie, p. 158, pl. LXI, fig. 4 à 9.

Notre forme est à comparer avant tout avec la figure 5, planche LXI de Coquand. Du crochet part une carène obtuse, qui s'efface bientôt complètement, de sorte que la plus grande partie de la coquille est régulièrement arrondie.

NIVEAU: Urgo-Aptien. Une variété intermédiaire entre *Couloni* et *aquila* citée du Néocomien de la Haute Marne (cfr. LAPPARENT: Traité de Géologie, 1893, II, p. 1113).

LOCALITÉ: Vis-à-vis de l'embouchure du Leucullin, au nord de l'Agrio (* 9).

Myoconcha aff. *angulata* d'Orb.

(planche XXIII, fig. 1 à 4)

1843. *Myoconcha angulata* D'ORBIGNY: Paléontologie française, Terrains crétacés, III, p. 211, pl. CCCXXXVI.

Longueur	120 mm.
Largeur	55 »
Épaisseur	68 »

Plusieurs coquilles très bien conservées montrent une forme très allongée, inéquilatérale. Bord antérieur à peu près droit; bord postérieur légèrement courbé et bord inférieur droit, formant à peu près un angle droit avec les bords antérieurs et postérieurs. À partir des crochets, pas tout à fait terminaux, s'observe une forte carène qui croise la valve obliquement pour rejoindre l'angle antérieur de leur bord inférieur.

Des lamelles concentriques couvrent la coquille; en outre s'observent de fines stries rayonnantes (voir fig. 3).

L'intérieur des valves (voir fig. 4) montre une ligne palléale entière. L'impression musculaire postérieure est très grande; l'antérieure plus petite est située sur une partie épaisse de la coquille. Directement au-dessous du crochet, s'observe, en arrière et au-dessus de l'impression musculaire antérieure, une petite impression du muscle pédiculaire. L'ossette ligamentaire assez large et profonde.

Notre espèce se distingue de la *Myoconcha angulata* surtout par son bord inférieur droit et non oblique; en outre, les crochets de l'espèce française paraissent être plus terminaux.

NIVEAU: La *Myoconcha angulata* se trouve dans le Turonien inférieur de la France.

LOCALITÉ: Vis-à-vis de l'embouchure du Leucullin dans l'Agrio (* 9, * 10).

Mytilus simplex Desh.

(planche XXII, fig. 4)

1842. *Modiola simplex* DESHAYES, dans LEYMERIE: Mémoire de la Société géologique de France, V, pl. VII, fig. 8.

1843. *Mytilus simplex* d'ORBIGNY: Paléontologie française, Terrains créacés, III, p. 269, pl. CCCXXXVIII.

1892. *Mytilus simplex* BEHRENDSE: Ostabhang, II, p. 24.

Ce petit *Mytilus* correspond tout à fait aux descriptions et surtout à la figure 4, planche CCCXXXVIII de d'Orbigny.

NIVEAU: Valangien-Aptien de l'Europe.

LOCALITÉ: Vis-à-vis de l'embouchure du Leucullin dans l'Agrio (* 10).

Lucina aff. **Cornueliana** d'Orb.

(planche XXII, fig. 2)

1843. *Lucina Cornueliana* d'ORBIGNY: Paléontologie française, Crétacé, III, p. 116, pl. CCLXXXI, fig. 3, 4 et 5, sous le nom de *Lucina pisum*.

Une coquille malheureusement très incomplète est en tout cas voisine de la *Lucina Cornueliana* par sa forme ovale très inéquilatérale et par l'ornementation. Des plis concentriques, saillants et assez espacés couvrent la surface et dans leurs intervalles s'observent des côtes très fines et irrégulières.

Je n'ose pas identifier notre forme avec *Cornueliana* parce qu'elle s'en distingue par ses plis concentriques plutôt semicirculaires et moins carrés et par sa grandeur plus considérable.

De la *Lucina plicatocostata*, avec laquelle elle présente également beaucoup d'affinités par son ornementation très semblable, mon espèce se distingue à première vue par sa forme plus inéquilatérale.

NIVEAU: La *Lucina Cornueliana* se trouve dans le Néocomien d'Europe.

LOCALITÉ: San Vicente (Porteña), collection Christensen.

Isocardia cfr. **neocomiensis** Ag.

(planche XXII, fig. 7, 8 et 9)

1842. *Ceromya neocomiensis* AGASSIZ: Études critiques, pl. VIII, fig. 11 à 16.
 1842. *Isocardia praelonga* LEYMERIE: Mémoire de la Société Géologique, V, pl. VIII, fig. 3.
 1843. *Isocardia neocomiensis* D'ORNIÉRY: Paléontologie française, Crétacé III, p. 44, pl. CCL, fig. 9, 10 et 11.

Hauteur	75 mm.
Largeur	65 »
Épaisseur des deux valves	52 »

Des moules internes possèdent une forme qui rappelle beaucoup l'*Isocardia neocomiensis*. Cependant, nos exemplaires sont beaucoup plus grands, moins larges et leurs crochets plus larges et gros.

NIVEAU: L'*Isocardia neocomiensis* se trouve dans le Néocomien de la France.

LOCALITÉ: San Vicente (collection Christensen), vis-à-vis du Leucullin est (* 9).

c) COUCHES À TRIGONIES DE LAS LAJAS

LAMELLIBRANCHIATA

Arca Gabrielis Leym.

(planche XXIV, fig. 1 et 2)

1842. *Cucullaea Gabrielis* LEYMERIE: Mémoire de la Société Géologique de France, tome V, pl. VII, fig. 5.
 1842. *Cucullaea dilatata* D'ORNIÉRY: Coquilles fossiles de la Colombie, p. 54, pl. V, fig. 5, 6 et 7.
 1843. *Cucullaea dilatata* D'ORNIÉRY: Paléontologie de l'Amérique méridionale, p. 89, pl. XX, fig. 5, 6 et 7.
 1843. *Arca Gabrielis* D'ORNIÉRY: Paléontologie française, Crétacé, III, p. 168, pl. CCCVIII.

Longueur	120 mm.
Hauteur	85 »
Épaisseur	55 »

Un grand exemplaire très bien conservé est en général identique avec la figure 5 de Leymerie. Il diffère de celle-ci uniquement par ses stries transversales qui sont assez fortes sur toute la coquille, tandis que les auteurs indiquent qu'elles s'effacent avec l'âge.

NIVEAU: Néocomien.

LOCALITÉ: Vis-à-vis de Las Lajas (* 4).

Trigonia transitoria Steinmann

(planche XXV, fig. 1, 2 et 3)

1881. *Trigonia transitoria* STEINMANN: Caracoles, p. 260, pl. XIII, fig. 3.
 1882. *Trigonia transitoria* STEINMANN: Trigoniae pseudoquadrateae, p. 221, pl. VII, fig. 3 et 4; pl. VIII, fig. 1 et 3.

Un grand exemplaire est conforme aux descriptions et figures de Steinmann (voir les figures 1 et 2 de notre planche XXV).

Le fragment d'un autre exemplaire, très probablement aussi à rapporter à la *Trigonia transitoria* (voir fig. 3, pl. XXV), montre très clairement les ornements de la partie postérieure de l'aréa, soit des lamelles transversales, obliques, légèrement tuberculeuses aux extrémités. Comme le démontre la même figure, l'écusson porte des séries obliques de deux à quatre tubercules, tantôt arrondis, tantôt allongés.

NIVEAU: Crétacé inférieur (Steinmann), Néocomien moyen (Behrendsen).

LOCALITÉ: Vis-à-vis de Las Lajas (* 4); un exemplaire très mal conservé, appartenant probablement à cette espèce, provient de San Vicente (collection Christensen).

Trigonia aff. nodosa Sow.

(planche XXV, fig. 4 et 5)

1829. *Trigonia nodosa* SOWERBY: Mineral Conchology, volume VI, p. 7, pl. DVII, fig. 1.
 1840. *Trigonia cincta* AGASSIZ: Trigonies, p. 27, pl. VII, fig. 21, 22 et 23; pl. VIII, fig. 2, 3 et 4.
 1843. *Trigonia rudis* D'ORNIENS: Paléontologie française, Terrains crétacés, III, pl. CCLXXXIX.
 1875. *Trigonia nodosa* LYCETT: British fossil Trigoniae, p. 106, pl. XXV, fig. 1 et 2; pl. XXIV, fig. 1 à 3.

Une coquille assez bien conservée paraît très-voisine de la *Trigonia nodosa*. La forme générale est carrée et le bord antérieur très droit. Les flancs sont ornés de séries concentriques de tubercules, à peu près horizontales dans la partie postérieure des flancs. mais se recourbant brusquement en avant (voir fig. 4).

Aréa large, divisée en deux parties inégales par une carène légèrement tuberculeuse; la partie antérieure est étroite et croisée par la continuation des côtes tuberculeuses des flancs; la postérieure, très large, est limitée en arrière par une carène peu saillante. L'écusson est étroit, couvert de forts tubercules allongés et irréguliers (voir fig. 5). Comme différence entre notre exemplaire et le type, on peut mentionner que l'aréa du premier n'est ornée en grande partie que par des plis transversaux larges et irréguliers, tandis que les tubercules sont peu nombreux et peu saillants. Cependant, ces différences me paraissent être causées par l'état de conservation.

NIVEAU: La *Trigonia nodosa* se trouve dans le Néocomien moyen et supérieur d'Europe.

LOCALITÉ: Vis-à-vis de Las Lajas (* 4).

Trigonia carinata Ag.

(planche XXV, fig. 6, 7 et 8)

1840. *Trigonia carinata* AGASSIZ: Trigonies, p. 45, pl. VII, fig. 7 à 10.
 1840. *Trigonia sulcata* AGASSIZ: Trigonies, p. 43, pl. XI, fig. 16; pl. VIII, fig. 5 à 11.
 1843. *Trigonia carinata* D'ORNIENS: Paléontologie française: Terrains crétacés, vol. III, p. 132, pl. CCLXXXVI.
 1877. *Trigonia carinata* LYCETT: British fossil Trigoniae, p. 179, pl. XXXV, fig. 3 à 6.

Notre exemplaire montre tous les caractères principaux de la *Trigonia carinata*: la forme est ovale allongée, assez haute; la face antérieure de la coquille (fig. 6) est ornée de fortes côtes lisses, d'abord horizontales, qui s'infléchissent sur les flancs brusquement en arrière et en bas. On remarque sur la face antérieure une petite échancrure pour le byssus. L'aréa (fig. 8) est limitée par deux carènes assez larges et saillantes; elle se divise en deux parties dont la postérieure est concave et à peu près lisse, tandis que l'antérieure porte trois carènes transversales assez larges et saillantes. L'écusson est grand. On pourrait mentionner que notre exemplaire porte sur les flancs des côtes un peu moins droites et moins obliques que le type et que les carènes transversales de la partie antérieure de l'aréa y sont beaucoup plus fortes et saillantes.

NIVEAU: Néocomien supérieur de l'Europe (Barrémien inférieur).

LOCALITÉ: Vis-à-vis de Las Lajas (* 4).

Eriphyla aff. transversa Leym.

(planche XXIV; figures 3 à 7)

1842. *Astarte transversa* LEYMERIE: Mémoire de la Société Géologique de France, tome V, pl. V, fig. 5.
 1843. *Astarte transversa* D'ORBIGNY: Paléontologie française, Terrains crétacés, III, p. 61, pl. CCLXI.
 1871. *Eriphyla transversa* STOLICZKA: Cretaceous fauna of Southern India; vol. III, n° 5 à 8, p. 285.
 1892. *Astarte obovata* BEIMENDESSEN: Ostabhang, I, p. 22.

Longueur	60 mm.
Hauteur	50 »
Épaisseur des deux valves	32 »

Coquille ovale, assez bombée; leur partie antérieure et postérieure régulièrement arrondie. Crochets situés avant la moitié de la coquille. Lunule très profonde (fig. 5); fossette ligamentaire allongée. Bord crénelé (fig. 7). De gros plis concentriques assez réguliers ornent la coquille (fig. 4). Impression palléale avec un petit sinus bien visible (fig. 6). Charnière de la valve gauche composée de deux dents cardinales, très fortes et d'une dent lunulaire petite (fig. 5).

La lunule profonde, le sinus et la charnière nous obligent à placer notre coquille parmi les Eriphyles. M. Stoliczka a déjà fait voir que beaucoup de coquilles décrites comme *Astarte* doivent être rapportées au genre *Eriphyla*. D'après cet auteur, l'*Astarte transversa* Leymerie, avec laquelle notre coquille montre beaucoup d'analogies, est aussi une *Eriphyla*. Nos exemplaires se distinguent de l'espèce citée par leurs crochets moins avancés; par leur partie postérieure arrondie et par leurs côtes fortes et régulières.

Il se pourrait aussi que notre coquille soit plutôt à comparer avec l'*Astarte obovata* Sowerby, qui, d'après Stoliczka, entre également dans le genre *Eriphyla*. La littérature nécessaire pour décider cette question me manque malheureusement.

NIVEAU: L'*Eriphyla transversa* se trouve dans le Néocomien de l'Europe.

LOCALITÉ: Vis-à-vis de Las Lajas (* 4).

Pholadomya gigantea Sow.

(planche XXIII, fig. 5 et 6)

1836. *Pholas giganteus* SOWERBY, in FITTON: Geological Transactions; p. 338, pl. XIV, fig. 1.
 1841. *Pholadomya elongata* MÜNSTER, dans GOLDFUSS: p. 270, pl. CLVII, fig. 3.
 1842. *Pholadomya elongata* AGASSIZ: Myes, p. 58, pl. II, fig. 1 à 6; pl. I, fig. 16 et 17.
 1842. *Pholadomya Scheuchzeri* et *Favosina* AGASSIZ: Myes, p. 57, pl. II¹, fig. 1 à 7; pl. II², fig. 7.
 1843. *Pholadomya elongata* D'ORBIGNY: Paléontologie française: Crétacé, III, p. 350, pl. CCCLXII.
 1875. *Pholadomya gigantea* MÖESCH: Pholadomyen, p. 82, pl. XXX, fig. 6; pl. XXXI, fig. 2, 3 et 4.

Longueur	100 mm.
Hauteur	55 »
Épaisseur	45 »

Plusieurs coquilles bien conservées sont surtout à comparer avec les figures 1 et 2, planche CCCLXII de d'Orbigny. Comme unique différence, on pourrait mentionner que les côtes de nos exemplaires sont un peu plus distantes; cependant, d'Orbigny aussi indique que les côtes sont quelquefois espacées.

NIVEAU: Valangien, Néocomien, Aptien de l'Europe.

LOCALITÉ: Vis-à-vis de Las Lajas (* 4).

TERTIAIRE

ÉOCÈNE INFÉRIEUR

Espèces suessoniennes des couches à *Bythinia capitata* décrites par M. le professeur CH. MAYER-EYMAR
à Zurich

LAMELLIBRANCHIATA

Unio Burckhardti Mayer-Eymar n. sp.

(planche XXVI, fig. 6 et 7)

Testa ovato-trapezoides, modice ventricosa, crassula, valde inaequilateralis, irregulariter rugulosa. Umbo tumidiusculus. Latus anticum breviusculum, ad umbonem leviter concavum, rotundatum; posticum elongatum, oblique compressum, subtus leviter arcuatum, oblique truncatum; inferum longum, subrectum vel leviter sinuosum. Cardo crassulo dente in valva sinistra unico, crasso, subtriangulari. Long. 60, lat. 43, crass. circ. 25 mm.

Des bien peu *Unio tertiaires*, décrits par Sandberger, c'est, sans contredit, l'*Unio Michaudi* Desh., du Suessonien II de la Champagne, auquel la présente espèce ressemble le plus. Or, comme Deshayes indique que son espèce varie considérablement, il se pourrait, en fin de compte, que la mienne fût identique à l'une de ses variétés. Cependant, cela est fort improbable; d'abord, parce que mon espèce est moins courte en avant et moins bombée, à taille égale, que l'*Unio* en question; ensuite et surtout parce qu'il est difficile d'admettre qu'un si grand Mollusque d'eau douce se soit propagé dans les deux hémisphères et dans deux continents si éloignés l'un de l'autre.

LOCALITÉ: A l'est de Pancunto (* 13).

GASTROPODA

Ancylus Humboldti Mayer-Eymar n. sp.

(planche XXVI, fig. 10 et 11)

Testa parvula, conica basi ovato-rotundata, apice centrali, acuto, laminis concentricis, tenuibus irregularibusque ornata. Lat. $4\frac{1}{2}$, Alt. $3\frac{1}{2}$ mm.

Ce petit *Ancylus* se distingue, à première vue, de ses voisins des terrains tertiaires supérieurs d'Europe par sa petite taille, sa hauteur et son sommet central. C'est la première espèce éocène du type du genre, puisque les deux ou trois autres espèces aussi anciennes appartiennent au sous-genre *Velletia*.

LOCALITÉ: L'unique exemplaire connu a été trouvé à l'est de Pancunto, en compagnie de l'*Unio* décrit et des *Bythinies* de l'espèce suivante (* 13).

Bythinia (Assimineae?) capitata Mayer-Eymar n. sp.

(planche XXVI, fig. 12, 13 et 14)

Testa conica, apice acuta. Anfractus sex, convexi, velociter increscentes, sutura profunda separati, longitudinaliter striati, ultimus majusculus. Long. 5, lat. 3 mm.

Certaines parties de la roche éocène de Pancunto sont pétries de petites coquilles de trois tailles différentes, mais se rapportant vraisemblablement toutes à la même

espèce du genre *Bythinia*. Dans l'impossibilité de décider la question, vu le mauvais état de ces coquilles, je choisis comme typiques les gros individus à spire peu allongée, paraissant être tout aussi communs que ceux de taille moindre et je compare ceux-là de préférence au *Bythinia* ou *Assimineea conica* de l'Eocène de Paris, dont ils ont la taille et la forme. Or, je trouve à l'espèce sud-américaine des tours plus globuleux et des stries longitudinales plus fortes qu'à son analogue d'Europe et cela me suffit pour les distinguer sans aucune hésitation.

LOCALITÉ: A l'est de Pancunto (* 13).

Actaeonina (Douvilleia) Fischeri Mayer-Eymar n. sp.

(planche XXVI, fig. 8 et 9)

Testa ovato-cylindracea. Spira brevis, conica, apice acuta. Anfractus circiter sex, angusti, convexi, subangulati; ultimus maximus, ventricosiusculus, basin versus sensim attenuatus, longitudinaliter striatus, postice rotundatus, vel subangulatus. Apertura magna, antice lata postice sensim angustata. Columella elongata, angusta, antice leviter repanda. Labrum paene rectum, tenue secansque. Long. 19, lat. 13 mm.

Voici un fait bien curieux, c'est-à-dire fort intéressant ou même important au double point de vue de la Zoologie et de la Géologie: la présente espèce ressemble extrêmement à la *Douvilleia Arenaria* Mellev. (Buc?) ou *Ampullaria problematica* de Deshayes («Animaux sans vertèbres du bassin de Paris», tome II, p. 521, pl. XXXVI. figures 1 et 2) du Suessionien I, facies saumâtre; elle ne s'en distingue en effet que par sa taille de moitié moindre, par le rétrécissement plus lent du côté antérieur et par ses tours arrondis ou à peine anguleux. Comme ces caractères se répètent sur les trois exemplaires que j'ai sous les yeux, je pense qu'ils suffisent pour distinguer ceux-ci comme espèce, surtout en présence de leur habitat si éloigné de celui du type du sous-genre.

Il est, je le répète, fort intéressant de voir que deux Mollusques d'eau saumâtre, du même sous-genre et très voisin l'un de l'autre, se trouvent à peu près au même niveau géologique dans le nord de l'Europe et dans le sud de l'Amérique. Or, comment expliquer le fait, sinon par le transport par des oiseaux émigrants, sans doute avec quelques relais que nous ne connaissons pas.

LOCALITÉ: A l'est de Pancunto (* 13). Calcaire marneux d'eau saumâtre.

Grâce à l'heureux hasard que deux des espèces connues du dépôt tertiaire de Pancunto offrent des affinités frappantes avec des espèces de l'étage suessionien d'Europe, il est très probable que ledit dépôt est, lui aussi, suessionien. Quant à son âge exact, j'opinerai volontiers en faveur du Suessionien II, correspondant théoriquement au Londinien I de l'hémisphère nord. — Zurich 1899. — CH. MAYER-EYMAR.

DEUXIÈME CHAPITRE

PROFILS STRATIGRAPHIQUES

DÉTAILLÉES

(voir planche II)

Dans le but de faciliter l'orientation du lecteur, chaque profil stratigraphique a été indiqué dans la carte (pl. I) et la planche de profils (pl. II) avec le même numéro que j'emploierai aussi dans les lignes suivantes. Chaque station fossilifère a été désignée avec un astérisque numéroté soit dans la carte (pl. I), soit dans les profils et dans le texte. Les numéros des couches dans les profils stratigraphiques de la planche II correspondent aux numéros de couches employés ci-dessous dans le texte. En outre, j'ai indiqué les profils et les stations fossilifères dans les planches de paysages (voir Explication des planches III à XVIII).

PROFIL I

SIERRA DE LA VACA MUERTA

(voir planche II, profil stratigraphique I; planche III, fig. 1)

Ce profil commence plus ou moins à cinq kilomètres au nord-est de la Estancia San Vicente, nommée aussi La Porteña. La chaîne, qui limite le plateau de Las Lajas à l'est, c'est à dire la Sierra ou Cordillera de la Vaca Muerta, commence là avec une colline assez isolée qui s'aperçoit facilement de loin déjà (voir pl. III, fig. 1, à l'endroit marqué par une étoile. Cette colline regarde avec une arête abrupte vers le sud-est, tandis que son dos descend doucement vers la plaine de Las Lajas. Elle est constituée par :

Néocomien:—

1. Grès gris brunâtres et bancs d'huîtres plongeant de dix à vingt degrés vers le nord-ouest. Ils contiennent une foule d'huîtres généralement difficiles à extraire de la roche, j'ai déterminé:
(* 1) *Exogyra Couloni* Defr.

C'est certainement la continuation australe de notre couche 1, dans laquelle M. Christensen, employé de la quatrième Commission de limites, a trouvé près de la Estancia San Vicente les fossiles suivants que j'ai obtenus grâce à l'amabilité de M. le docteur Moreno, directeur du Musée:

Exogyra subplicata Roem.
Lucina aff. *Cornueliana* d'Orb.
Isocardia cfr. *neocomiensis* Ag.
Pterocera sp.

Après une dépression à l'est de la colline décrite, suit vers le sud-est la pente occidentale proprement dite de la Sierra de la Vaca Muerta. Un ruisseau nous offre du nord-ouest au sud-est la coupe suivante:

Tithonique supérieur:—

2. Calcaires foncés à surface brunâtre irrégulièrement ondulée, en partie schisteux, pleins de:
(* 2) *Reineckeia microcantha* Oppel

Après une petite interruption:

Séquanien:—

3. Calcaires et schistes marneux gris à surface jaune; grès marneux se divisant facilement en plaquettes minces remplis de milliers d'exemplaires de
(* 3) *Astarte* aff. *reginae* de Lor.

Malm moyen et inférieur:—

4. Les mêmes couches que 3 quant à la nature pétrographique, mais contenant ici:
(* 3 b) *Rhynchonella* cfr. *arolica* Oppel et des *Ammonites* mal conservés.
5. Le ruisseau passe par des détroits formés d'abord par des conglomérats; plus haut, par des grès marneux verts, à peu près verticaux.
6. Grès rouges couleur cerise, alternant avec des grès verdâtres.

Les couches 2 à 6, décrites ci-dessus, forment le flanc occidental d'une voûte et composent ensemble la crête occidentale de la Sierra de la Vaca Muerta.

Cette crête basse est séparée de la crête principale beaucoup plus élevée par une dépression longitudinale.

Là nous observons:

7. Des masses considérables de gypse, dont la couleur blanche est visible de loin (voir fig. 1, pl. III), et, alternant avec elles, des calcaires gris bien stratifiés.

Le gypse, qui forme le centre de la voûte, est surmonté par des:

8. Grès rouges et verdâtres, de puissance considérable.

Ces couches, plongeant vers l'est appartiennent déjà au flanc oriental de la voûte et composent la crête principale de la Sierra de la Vaca Muerta. Elles sont certainement identiques avec les grès numéro 6.

Malheureusement, je n'ai pas pu suivre notre profil vers l'est; il est cependant à supposer que toutes les couches, numéro 1 à 5 décrites ci-dessus, se répètent vers la plaine pampéenne, cette fois dans le flanc oriental de l'anticlinal avec plongement oriental et succession inverse.

PROFIL II

VIS-A-VIS DE LAS LAJAS

(voir planche II, profil stratigraphique 2)

Juste vis-à-vis de Las Lajas, sur la rive gauche du Rio Agrio (¹), s'observe dans un petit vallon, de bas en haut, la série suivante:

Néocomien:—

1. Grès jaunâtres avec beaucoup d'huîtres, environ 20 mètres.
2. Marnes et grès jaunâtres, peu de mètres.

(¹) C'est notre estimé Directeur, M. Moreno, qui a eu la bonté de me signaler, avant l'expédition, cette belle station fossilifère.

3. Des bancs saillants d'un calcaire jaunâtre, puissant d'environ 1 à 2 mètres, contenant une riche faune de Bivalves:

Arca Gabrielis Leym.
Trigonia transitoria Steinm.
Trigonia aff. *nodosa* Sow.
 (* 4) *Trigonia carinata* Ag.
 · *Eriphyla* aff. *transversa* Leym.
 · *Pholadomya gigantea* Sow.
 et beaucoup d'*Ostrea*.

4. Grès et marnes.

PROFIL III

RIVE GAUCHE DU RIO AGRIO VIS-A-VIS DE L'EMBOUCHURE DE L'ARROYO LEUCULLIN

(voir planche II, profils stratigraphiques 3 et 3 b; planche III, fig. 2)

Les montagnes au nord du Rio Agrio offrent à l'ouest de Las Lajas un profil assez complet des couches jurassico-crétaciques.

Les couches les plus anciennes de cette série s'observent au bord gauche de l'Agrio, vis-à-vis de l'embouchure du Leucullin. Là, une colline allongée, qui se détache à la base des pentes (voir fig. 2, pl. III), nous offre le profil 3 b de la planche II. Nous observons aux barrancas, qui s'élèvent au bord même de l'Agrio, de bas en haut:

Dogger moyen:—

1. Calcaires schisteux et schistes bleu foncés, qui contiennent beaucoup de
 (* 5) · *Lingula Beanii* Phill. et des traces d'*Ammonites* mal conservées (10 m.).

Intercalés, en concordance entre les sédiments décrits, s'observent trois bancs d'une roche éruptive. (Norite d'après la détermination préliminaire de M. Wehrli.)

Callovien supérieur:—

2. Calcaires violet rougeâtres, bien stratifiés, en plaquettes minces, en partie aussi des calcaires plus ou moins gréseux. Environ 5 mètres.

J'y ai recueilli:

(* 6) *Perisphinctes* cfr. *rota* Waagen
 · *Pecten* cfr. *Rypheus* d'Orb.
Ctenostreon sp.

A la pente occidentale de la colline citée, nous observons (voir profil 3, pl. II):

Tithonique supérieur:—

3. Calcaires foncés bien stratifiés et grès gris avec des traces d'*Ammonites*. Dans les éboulis, j'ai trouvé:
 (* 7) *Reineckeia Koellikeri* Opper
Odontoceras ellipsostomum Steuer

Néocomien:—

Une dépression sépare la colline étudiée des pentes supérieures; j'y ai recueilli dans les éboulis:

4. (* 8) *Hoplites Burckhardti* Mayer-Fymar
Arca securis Leym. et d'autres fossiles que je n'ai pas pu déterminer jusqu'à présent.

Sur les pentes mêmes, on aperçoit facilement de loin déjà une bande de couches claires (voir fig. 2, pl. III); ce sont:

5. Des grès gris brunâtres à grain fin et des marnes verdâtres, puissant d'environ 30 mètres et contenant une foule d'*Exogyra* et d'autres Bivalves. J'y ai trouvé:

- Pinna Robinaldina* d'Orb.
 (* 9) · *Exogyra Couloni* Defr.
Exogyra aquila Brongt.
 · *Myoconcha* aff. *angulata* d'Orb.
Isocardia neocomiensis Ag.
Pterocera sp.

On trouve les couches 5 de nouveau plus à l'ouest. La figure 2, planche III; figure 5, planche II, et le profil stratigraphique 3, planche II, font voir à l'endroit «z», une crête oblique qui rappelle le toit d'une chaumière et descend obliquement jusqu'aux bords de l'Agrio. La crête même est formée par les bancs saillants de

6. Calcaire gréseux, plein de fossiles et principalement d'huitres.

- *Exogyra Couloni* Defr.
 (* 10) · *Myoconcha* aff. *angulata* d'Orb.
Mytilus simplex Desh.

A la base du calcaire, qui plonge vers l'ouest, s'observent des marnes verdâtres.

PROFIL IV

ENTRE LIUCURA ET LE PASO PINO HACHADO AU BORD D'UN AFFLUENT DROIT DU RIO LIUCURA

(voir planche II, profil stratigraphique 4, pl. X, fig. 2)

Le sentier, qui descend du Paso de Pino Hachado à Liucura, passe dans les régions supérieures par une espèce de plateau. A peu près à mi-chemin entre le Paso et Liucura, on atteint le bord occidental de ce plateau, et le chemin descend tout à coup assez rapidement vers la vallée du Bio-Bio. L'érosion a entamé là les couches et on les traverse toutes en descendant le chemin. En haut, se montre le front de la nappe basaltique qui forme plus haut la surface du plateau parcouru; elle couvre les couches suivantes qui s'observent au nord du chemin dans le ravin d'un petit ruisseau (affluent droit du Rio Liucura).

Dogger inférieur et moyen:—

1. A quelques pas seulement à droite du chemin s'observent des calcaires et schistes noirs plongeant vers le sud et contenant:
 (* 11 a) *Pseudomonotis substriata* Ziet.
2. Dans les pentes occidentales du ravin, s'observent à la base de la nappe basaltique les calcaires et schistes noirs identiques avec 1, représentés dans la figure 2, planche X. Ces couches plongent vers le nord.
3. Les pentes occidentales du ravin montrent vis-à-vis de 2 la même série de couches, ici cependant plus complète. Les bancs de calcaires et schistes noirs, qui obtiennent par décomposition une couleur rouge, alternent avec des bancs d'un quartzite et contiennent:
Harpoceras cfr. *proximum* Mörické
 (* 11 b) *Sonninia* sp.
 et beaucoup de restes mal conservés d'*Ammonites*.

PROFIL V

CRETE A L'EST DE L'ARROYO PANCUNTO

(Voir planche II, profil stratigraphique 5, pl. XIII, fig. 2)

A l'est de Paule et de l'Arroyo Pancunto, s'élève une crête dirigée du nord-est au sud-ouest. Cette crête, facile à reconnaître, est caractérisée partout par une pente raide, qui regarde vers l'ouest, et une pente orientale qui forme pour ainsi dire un toit oblique et descend doucement vers la plaine du Bio-Bio.

A la pente occidentale de la crête mentionnée, se distinguent de loin déjà quelques banes sédimentaires formant des rubans blanchâtres qui se détachent nettement vers le sommet de la crête (voir fig. 4, pl. II). Notre profil traverse ces sédiments à peu près vis-à-vis de l'endroit où l'Arroyo Pancunto reçoit le plus oriental de ses affluents droits dans la vallée de Paule. Là, nous observons de bas en haut la série suivante, représentée dans la figure 2, planche XIII:

1. Grès gris alternant avec des calcaires marneux en plaquettes minces (environ 100 m.).
2. Les mêmes roches que 1, mais pleines de restes de Bivalves, très mal conservés et indéterminables.
(* 12) 5 mètres.
3. Marnes schisteuses grises, peu puissantes.

Eocène inférieur (probablement Suessonien):—

4. Formant les sommets de la crête, des calcaires et grès pleins de Fossiles. J'y ai recueilli:
 - (* 13) *Unio Burckhardti* Mayer-Eymar
 - ^{2 m.} *Bythinia capitata* M.-E.
 - Actaeonina Fischeri* M.-E.
 - Ancylus Humboldti* M.-E.

PROFIL VI

PENTES AUSTRALES DE LA VALLÉE DE LONQUIMAY A L'EST DE LA COMISARIA

(voir planche II, profil stratigraphique 6, planche XVI, fig. 1)

Dans la vallée de Lonquimay, à l'est de la Comisaria, là où le Rio Lonquimay décrit ces belles serpentines, qui sont en partie visibles dans la figure 1, planche XVI, s'observent plusieurs flaques d'eau et petits lacs.

Notre profil commence vis-à-vis du plus grand de ces lacs et traverse de là les pentes australes de la vallée de Lonquimay vers l'ouest jusqu'à la Comisaria du même nom.

La série commence à l'est avec:

1. Des grès et conglomérats rouges et verdâtres.
2. Des grès verdâtres. Ces roches doivent subir un examen microscopique, qui pourra seul décider si elles peuvent être comparées avec les conglomérats porphyritiques numéro 10.

Tandis que les numéros 1 et 2 ne sont pas visibles dans la figure 1, planche XVI, toutes les couches suivantes y sont marquées avec leurs numéros.

3. Porphyrite verte à grands feldspaths; s'observe aussi plus bas sur la rive du Rio Lonquimay.
4. Probablement en partie identique avec le numéro 1. Grès et conglomérats renfermant des galets plus ou moins arrondis d'un calcaire noir, qui paraît identique avec les calcaires du Dogger de Liucura et Pancunto.
5. Calcaires bleu foncé, grès et conglomérats très semblables aux roches du numéro 4.

Une gorge assez profonde, parcourue par un ruisseau, affluent droit du Rio Lonquimay, montre à sa pente orientale la série suivante:

Callovien inférieur:—

6. Marnes et schistes noirs pyriteux avec beaucoup de géodes, qui contiennent généralement des *Ammonites* très bien conservées.

On a creusé dans ces couches, sans doute pour chercher l'or supposé, qui n'est en réalité que de la pyrite! J'ai recueilli dans les éboulis, qu'on avait sortis d'un de ces trous artificiels, les espèces suivantes:

(* 14) *Stephanoceras* aff. *anceps ornati* Qust.

de 14 mètres *Sphaeroceras subcompressum* Waagen

Sphaeroceras lamellosum Sow.

Sphaeroceras bullatum d'Orb.

Sphaeroceras aff. *tumidum* Rein.

7. Les marnes noires numéro 6 sont surmontées par une roche éruptive verdâtre, qui forme, à ce qu'il paraît, un «Lagergang» entre les couches. Cette roche est immédiatement surmontée par:

Rauracien:—

8. Brèches noires, composés surtout de radioles de *Cidarites* et de *Rhynchonelles*, contenant:

• *Cidaris* cfr. *florigemma* Phill.

(• 15) *Pecten Buchi* Roemer

• *Pecten erinaceus* Buvignier

• *Rhynchonella* sp.

9. Les mêmes brèches fossilifères que 8 se trouvent aussi à la base de la pente occidentale de la gorge, cette fois plongeant vers l'ouest. Elles montrent en haut une transition insensible dans:

10. Conglomérats porphyritiques; très puissants, plongeant vers l'ouest et formant toute la pente australe et orientale de la vallée de Lonquimay dans les environs de la Comisaria et au sud-ouest de celle-ci.

TROISIÈME CHAPITRE

DESCRIPTION

DE LA

SÉRIE SÉDIMENTAIRE DE LA RÉGION

I. FORMATION JURASSIQUE

A. DOGGER

I. DOGGER INFÉRIEUR ET MOYEN

1. Calcaires et schistes noirs de Liucura et Pancunto

M. Bodenbender a trouvé en dehors de notre région d'études mais cependant dans les environs, près de la source du Picun-Leufu ($70^{\circ} 30'$ W. et $39^{\circ} 9'$ S.), des plaques d'un schiste argileux obscur, alternant avec du calcaire noir compact (¹).

Ces couches ont fourni plusieurs fossiles qui permirent à M. Behrendsen de les classer dans l'Oolithe inférieure et tout spécialement dans la zone à *Sphaeroceras Sauzei*.

Nous avons retrouvé les mêmes couches à mi-chemin entre Liucura et le Paso Pino Hachado (voir profil stratigraphique détaillé n° 4, p. 30; pl. II, profil stratigraphique 4; pl. X, fig. 2). Des bancs rouges, qui ressemblent de loin aux conglomérats porphyritiques, attirent l'attention de l'explorateur. De près, on aperçoit que la couleur rouge n'est que superficielle et obtenue par la décomposition, et que le complexe assez puissant est formé de calcaires et schistes noirs alternant avec quelques bancs de quartzite blanc. On y trouve beaucoup de restes généralement mal conservés; en cherchant beaucoup, j'y ai cependant pu recueillir: *Pseudomonotis substriata* Zieten, *Harpoceras (Oppelia)* cfr. *proximum* Moericke et une quantité de fragments d'une *Sonninia* qui paraît bien correspondre à l'état jeune de *Sonninia Sowerbyi*. Ces fossiles me paraissent prouver que les couches appartiennent au Dogger inférieur et moyen, spécialement aux deux zones à *Harpoceras Murchisonae* et *Sonninia Sowerbyi* qui ne peuvent pas être séparées nettement, comme c'est aussi le cas dans d'autres localités andines (²).

Un système très puissant de calcaires et schistes noirs se montre en connexion avec le granit dans les environs de l'Arroyo Pancunto et de la vallée de Paule. La

(¹) BEHRENDSEN: (6), II, p. 4.

(²) BURCKHARDT: (15), p. 96.

nature pétrographique des roches est exactement la même que celle du profil décrit de Liucura. Il y a une alternation monotone de calcaires et schistes noirs de plusieurs centaines de mètres et ce sont seulement quelques bancs isolés d'un quartzite clair qui offrent un petit changement.

La couleur des roches fraîches est d'un noir obscur; mais, par la décomposition, elles obtiennent des couleurs rouges assez vives, qui rappellent de loin les couleurs rougeâtres du conglomérat porphyritique. Par leur puissance énorme, par leurs couleurs et par leurs crêtes pyramidales et dentelées, nos couches donnent au paysage un caractère fort particulier (voir pl. XIV, fig. 1 et 2).

Les calcaires et schistes de Pancunto renferment beaucoup de pyrite; mais je n'ai pas réussi à y trouver un seul fragment déterminable d'un reste organique. Cependant, leur caractère pétrographique est absolument identique avec les roches du Dogger de Liucura, de sorte que je ne doute pas que le complexe si puissant de Pancunto représente aussi les mêmes couches médiojurassiques: soit les zones à *Harporceras Murchisonae* et *Sonninia Sowerbyi*. Je m'occuperai du reste, dans la partie pétrographique, de nouveau et en détail de cette question d'âge, en parlant de l'âge des éruptions granitiques.

2. Couches à *Lingula Beanii*

(voir profil stratigraphique 36, pl. II)

A la base de la série sédimentaire du bord septentrional du Rio Agrio, vis-à-vis de l'embouchure de l'Arroyo Leucullin, s'observe un complexe de schistes et calcaires schisteux noirs, puissant d'environ dix mètres, et contenant la petite *Lingula Beanii* Phill. en grande quantité. Ce fossile est caractéristique pour le Dogger inférieur; une *Lingula* très voisine, la *Lingula Plagemanni*, caractérise, d'après M. Moericke (1), la zone à *Stephanoceras Humphriesianum* du Chili.

Nos couches représentent donc probablement le Dogger inférieur et peut-être aussi le Dogger moyen. Cette conclusion paraît être confirmée par les faits stratigraphiques, car les couches à *Lingula Beanii* sont surmontées directement par le Callovien.

Fossiles du Dogger inférieur et moyen

* = très abondant

NOM DE L'ESPÈCE	LOCALITÉ	AUTRES LOCALITÉS DE L'AMÉRIQUE DU SUD	NIVEAU DE L'ESPÈCE	ESPÈCES VOISINES	NIVEAU DE CES ESPÈCES
Brachiopoda <i>Lingula Beanii</i> Phill. (pl. XIX, fig. 3 et 4, p. 9)	Rio Agrio vis-à-vis de l'embouchure du Leucullin (* 5)	<i>Lingula Plagemanni</i> à Canales (Melon) et Caracoles (Moericke)	Dogger inférieur de l'Europe. Couches à <i>St. Humphriesianum</i> du Chili		
Lamellibranchiata <i>Pseudomonotis substriata</i> Zieten (pl. XIX, fig. 2, p. 10)	Entre Liucura et le Paso Pino Hachado (* 11 a)	Espinazito (Tornquist) Rio Grande, Cañada Colorado (Burckhardt)	Lias supérieur d'Europe Dogger inférieur de l'Amérique du Sud		
Cephalopoda <i>Harporceras (Oppelia)</i> cf. <i>proximum</i> . Moericke (pl. XIX, fig. 1, page 10)	» (* 11 b)	.....	.....	<i>Harporceras proximum</i> (Moericke)	Dogger inférieur de la vallée du Rio Copiapo, Chili (Moericke)

(1) MOERICKE: (47), p. 59.

II. CALLOVIEN

M. Tornquist⁽¹⁾ a émis l'opinion que le Callovien n'existe pas au sud de Mendoza et dans le Neuquen. J'ai déjà démontré dans notre travail antérieur⁽²⁾ que ce n'est pas du tout le cas pour les parties australes de la Province de Mendoza. Le Neuquen ne m'a pas non plus fourni des arguments favorables aux vues de M. Tornquist. Au contraire, j'ai réussi à observer le Callovien inférieur à Lonquimay et le Callovien supérieur à l'est de la région, dans les environs du Rio Agrio.

1. Callovien inférieur

MARNES NOIRES À SPHAEROCERAS DE LONQUIMAY

(voir profil stratigraphique 6, pl. II, pl. XVI, fig. 1)

A la base des brèches à Cidarites et des conglomérats porphyritiques affleurent à Lonquimay des marnes noires pyriteuses qui contiennent beaucoup de géodes. Quand on ouvre une de ces géodes, on trouve généralement dans l'intérieur une Ammonite très bien conservée.

Dans le peu de temps disponible, j'ai ramassé dans ces couches les fossiles énumérés dans le tableau paléontologique suivant. Tous les *Sphaeroceras* sont des formes caractéristiques pour le Callovien inférieur de l'Europe et des Indes. La position stratigraphique des marnes noires paraît donc fixée définitivement.

2. Callovien supérieur

(voir profil stratigraphique 3b, pl. II)

Entre les couches du Callovien supérieur de l'Espinazito, récemment décrites par M. Tornquist⁽³⁾, se trouvent des calcaires et des grès que cet auteur a caractérisés avec les mots suivants: «Mürbe kalkige Sandsteine von grau-violetter Farbe; rothgeflamnte Knollenkalke und Mergel.» Ces couches de l'Espinazito contiennent des *Ctenostreon*, beaucoup de *Pecten* lisses, identiques avec le *Pecten Rypheus* d'Orb., et en même temps des *Ammonites* caractéristiques pour le Dhosoolite (Oxfordien inférieur) des Indes. Malgré ces ammonites, qui paraissent occuper aux Indes un niveau un peu plus haut, M. Tornquist place les couches de l'Espinazito encore dans le Callovien supérieur.

J'ai découvert au nord de l'Agrio, vis-à-vis du Leucullin et superposés aux couches à *Lingula Beanii* déjà décrites, des calcaires et grès qui paraissent à première vue identiques avec les couches citées de l'Espinazito. Ce sont des calcaires bien stratifiés, en plaquettes minces, et des calcaires gréseux d'une couleur caractéristique rouge violâtre, puissants d'environ dix mètres. Or, ces couches ne sont pas seulement à comparer par leur nature pétrographique avec les gisements de l'Espinazito, mais aussi par les fossiles qu'elles contiennent. Entre ces restes, nous remarquons beaucoup de *Pecten* lisses qui paraissent identiques avec le *Rypheus*; des fragments d'un grand *Ctenostreon* s'observent également. Un *Perisphinctes*, qui est de toute manière très

(1) TORNQVIST: (91), p. 68.

(2) BURGHARDT: (15), p. 78.

(3) TORNQVIST: (91), p. 64.

voisin du *Perisphinctes rota* Waagen, nous démontre qu'il y a aussi ici des rapports avec le Dhosaoolite des Indes (voir le tableau paléontologique suivant).

En vue de cette grande analogie entre nos couches et le Callovien supérieur de l'Espinazito, il ne paraît guère douteux que les premières ne soient aussi à placer dans le Callovien supérieur, quoique les fossiles soient peu nombreux et que leur détermination doive subir plus tard une révision.

A la base des couches décrites de l'Agrio, j'ai recueilli dans un bloc d'un calcaire gréseux quelques restes de fossiles qui pourraient peut-être indiquer la présence du Bathonien. Une petite *Astarte* ressemble beaucoup à l'*Astarte depressa* Goldfuss et une *Lucina*, qui l'accompagne, paraît être voisine de la *Lucina zonaria* Quenstedt.

Cependant, je n'ose pas encore ranger ces couches — intercalées du reste entre le Dogger moyen (couches à *Lingula Beanii*) et le Callovien supérieur — dans le Bathonien. Pour prouver la présence de cet étage, inconnu jusqu'ici dans les Cordillères australes, il faut comparer nos quelques fossiles avec des matériaux européens.

Fossiles du Callovien

* = très abondant

NOM DE L'ESPÈCE	LOCALITÉ	AUTRES LOCALITÉS DE L'AMÉRIQUE DU SUD	NIVEAU DE L'ESPÈCE	ESPÈCES VOISINES	NIVEAU DE CES ESPÈCES
I. CALLOVIEN INFÉRIEUR					
Cephalopoda					
<i>Stephanoceras</i> aff. <i>anceps ornati</i> Qust. (pl. XIX, fig. 5 et 6, p. 10)	À l'est de la Comisaria Lonquimay (* 14)			<i>Stephanoceras anceps ornati</i> Qust.	Callovien supérieur de la Souabe
<i>Sphaeroceras subcompressum</i> Waagen (pl. XIX, fig. 7 et 8, p. 11)	»		Callovien inférieur des Indes		
<i>Sphaeroceras lamellosum</i> Sow. (pl. XIX, fig. 13, p. 11)	»		Callovien inférieur		
<i>Sphaeroceras bullatum</i> (pl. XIX, fig. 11 et 12, p. 12)	»	Caracoles (Gotsche)	Callovien inférieur		
<i>Sphaeroceras</i> aff. <i>tumidum</i> Rein. (pl. XIX, fig. 9 et 10, p. 12)	»			<i>Sphaeroceras tumidum</i> Rein. <i>Sphaeroceras rotundum</i> Tornquist	Callovien inférieur. Callovien inférieur de l'Espinazito (Tornq.) et de Vergara (Burckh.)
II. CALLOVIEN SUPÉRIEUR					
Lamelibranchiata					
<i>Pecten</i> aff. <i>Ryphcus</i> d'Orb. (pl. XIX, fig. 14, 15 et 16, p. 13)	Rio Agrio vis-à-vis de l'embouchure du Leucullin (* 6)	<i>Pecten Ryphcus</i> dans le Callovien supérieur de l'Espinazito (Tornq.)		<i>Pecten Ryphcus</i> d'Orb.	Bathonien d'Europe. Callovien supérieur de l'Espinazito
<i>Ctenostreon</i> sp.	»				
Cephalopoda					
<i>Perisphinctes</i> cfr. <i>rota</i> Waagen (pl. XX, fig. 1, p. 13)	»			<i>Perisphinctes rota</i> Waagen	Dhosaoolite (Oxfordien inférieur) des Indes

B. MALM

I. MALM INFÉRIEUR ET MOYEN

Jusqu'à nos jours, on ne connaissait que peu de dépôts fossilifères du Malm inférieur et moyen dans la Cordillère argentino-chilienne. C'est ainsi que M. Tornquist (1)

(1) TORNQVIST: (91), p. 68.

s'est laissé engager à déclarer que la plupart des assises du Malm fait défaut dans la Cordillère argentine et que ce n'est que le Tithonique qui s'y trouve comme premier dépôt fossilifère après une période d'érosion.

J'ai déjà démontré dans notre travail antérieur que le Kimméridgien est bien développé entre le 33° et 35° latitude sud et que les assises inférieures du Malm y sont probablement représentées par le gypse et par des masses très puissantes de conglomérats porphyritiques et grès bariolés.

Notre région d'études m'a fourni de nouveau des assises en partie fossilifères du Malm inférieur et moyen, entre lesquelles on peut distinguer deux séries de facies un peu différentes: une occidentale qui s'observe surtout aux environs de Lonquimay et une orientale qui affleure dans la Sierra de la Vaca Muerta.

1. Le facies de l'ouest et du centre de la région

a) BRÈCHES À CIDADITES RAURACIEN

A l'est de la Comisaria de Lonquimay, s'observe, immédiatement au-dessus des marnes à *Sphaeroceras* du Callovien inférieur, une brèche grise pyriteuse presque entièrement formée par d'innombrables radioles de *Cidaris*. Les coquilles nombreuses et généralement spathiques des *Rhynchonella* et d'autres fossiles, qui accompagnent les restes des oursins, se détachent merveilleusement par la couleur blanche de la roche grise noirâtre environnante.

Par place, la brèche devient assez grossière et renferme des fragments d'un calcaire noir, qui paraît provenir des couches noires du Dogger moyen que nous avons déjà décrites de Pancunto et de Liucura. En haut, nous pouvons constater une transition graduelle aux conglomérats porphyritiques superposés qui s'effectue par quelques bancs intermédiaires, dans lesquels les deux roches alternent entre elles et se remplacent latéralement.

Quoique les couches soient pétries de restes organiques, ce ne sont cependant que quelques espèces dont on y recueille de nombreux individus. Les fossiles que j'ai pu déterminer (voir la liste suivante) sont tous caractéristiques pour le Malm inférieur et paraissent annoncer l'étage rauracien.

b) CONGLOMÉRATS PORPHYRITIQUES

Je crois avoir démontré, dans notre travail antérieur (1), que les conglomérats porphyritiques représentent un facies particulier qui s'est maintenu avec des caractères semblables pendant toute la série jurassique en montant peut-être jusqu'au Crétacique. Comme l'ont déjà fait voir aussi, en général, d'autres savants, notamment Steinmann, Bodenbender et Tornquist, ces conglomérats acquièrent, surtout dans deux niveaux différents, une importance et puissance extraordinaires: dans le Lias et au début du Malm. Pendant cette dernière période, se sont déposées les masses énormes de conglomérats, que nous avons décrites de la région occidentale de notre premier champ d'études. Leur intercalation entre le Callovien supérieur et le Kimméridgien fossilifères m'a permis de conclure qu'elles se sont formées en grande partie aux temps du Malm inférieur et moyen.

(1) BURKHARDT, C.: (15), p. 85-88.

Les observations de Lonquimay, tout en confirmant nos conclusions antérieures, nous montrent que les conglomérats porphyritiques sont immédiatement superposés aux brèches rauraciennes. Ils forment, à la base, une transition insensible dans ces dernières couches; de telle sorte qu'il serait difficile d'indiquer une limite nette entre la brèche rauracienne et les conglomérats porphyritiques superposés. De là, nous pouvons déduire que la formation des conglomérats a commencé pendant le Malm inférieur et spécialement pendant le Rauracien. Elle a certainement duré pendant de longues périodes et peut-être même jusqu'au Crétacique inférieur, en vue des puissances énormes de ces roches qui ne s'observent pas seulement à Lonquimay même, mais aussi plus à l'ouest, au-dessous de la nappe néovolcanique de Tehuelmallin et Malalcahuella.

Les conglomérats porphyritiques s'observent aussi plus à l'est, près de Pino Hachado. Là, ils ne se trouvent pas en contact avec des couches fossilifères; cependant leur caractère pétrographique, tout à fait identique avec celui des conglomérats de Lonquimay, fait présumer qu'ils représentent des dépôts contemporains avec ces derniers.

Quant au rôle des conglomérats dans le paysage et quant aux caractères pétrographiques de ces roches et leur connexion intime avec des porphyrites violettes et vertes, je ne pourrais que répéter ce que nous avons déjà exposé dans notre travail antérieur. C'est un des faits géologiques les plus surprenants de voir ces masses énormes de conglomérats, avec un caractère si uniforme, s'étendre depuis la Bolivie jusqu'au Nahuel Huapi par plus de vingt-cinq degrés de latitude!

2. Le facies de l'est de la région (Sierra de la Vaca Muerta)

a) GYPSE ET GRÈS BARIOLÉS

Chaque observateur, qui regarde depuis le plateau de Las Lajas vers les pentes de la Sierra de la Vaca Muerta, remarquera sans doute de loin déjà une bande blanche au-dessous de la crête principale de cette chaîne (voir planche III, figure 1).

Cette bande blanche est limitée des deux côtés par des couches rouges, grises et verdâtres. Un examen géologique démontre qu'elle est formée de gypse et que les couleurs polychlores proviennent des grès bariolés qui l'accompagnent.

Le gypse, qui forme le centre d'une voûte, alterne avec des calcaires gris foncé, bien stratifiés. La puissance est assez considérable et dépasse sans doute cent mètres. Comme ailleurs, s'observent aussi ici les phénomènes d'érosion si caractéristiques pour le gypse. Il y a partout des entonnoirs plus au moins profonds. La figure 3 de la planche II montre un détail d'érosion assez intéressant que je veux nommer *table de gypse*. Un gros bloc de conglomérat, sans doute tombé de la crête de la montagne, a protégé le gypse sous-jacent contre l'érosion. Il a empêché sa dissolution par la pluie et les actions érosives et par suite s'est formée une colonne de gypse qui supporte maintenant le gros bloc de conglomérat. La forme de cette table de gypse nous rappelle les tables de glaciers; et la couleur blanche du gypse augmente encore cette ressemblance frappante.

Des grès et marnes bariolés assez puissants surmontent le gypse dans les deux flancs de la voûte. Ils sont très variés non seulement par leur couleur qui est tantôt rouge, tantôt grise et verdâtre, mais aussi par la finesse plus ou moins grande de leur grain. Par place, se montrent de véritables conglomérats, et l'étude micropétrographique pourra seule résoudre si ces roches sont à comparer avec les conglomérats porphyritiques de Lonquimay et de Pino Hachado.

Comme les roches décrites n'ont livré aucun fossile, ce n'est que leur relation stratigraphique avec d'autres couches qui peut nous guider dans la question de leur âge. La base du gypse ne s'observe nulle part. Ce sont donc uniquement les couches séquanienues et le Tithonique superposés qui nous font placer le gypse, ainsi que les grès qui l'accompagnent, avec beaucoup de probabilité dans le Malm inférieur.

Cette conclusion est bien conforme aux résultats de notre travail antérieur⁽¹⁾, selon lesquels le gypse et les grès bariolés, qui le surmontent, sont généralement un équivalent du Malm inférieur.

δ) COUCHES À ASTARTES
SÉQUANIEN

Un complexe de calcaires gris jaunâtre, de schistes marneux et de grès en plaquettes minces est superposé aux grès bariolés et au gypse décrits ci-dessus.

Les couches citées contiennent en bas quelques Ammonites mal conservées et des Rhynchonelles qui sont à comparer avec la *Rhynchonella aralica* du Malm inférieur et moyen d'Europe. Plus haut, suivent des bancs pleins de coquilles d'une Astarte qui est très voisine de l'*Astarte reginae* du Séquanien de Tonnerre.

Si les restes organiques nous engagent à placer nos couches dans le Séquanien, cette conclusion paraît d'autre part confirmée par les faits stratigraphiques, car les couches à Astartes sont superposées presque directement par le Tithonique.

Fossiles du Malm inférieur et moyen

* = très abondant

NOM DE L'ESPÈCE	LOCALITÉ	AUTRES LOCALITÉS DE L'AMÉRIQUE DU SUD	NIVEAU DE L'ESPÈCE	ESPÈCES VOISINES	NIVEAU DE CES ESPÈCES
I. RAURACIEN					
Echinoidea					
<i>Cidaris</i> cf. <i>florigemma</i> Phillips (pl. XX, fig. 2-5, cliché p. 14)	A l'est de la Comisaria Lonquimay (* 14)			<i>Cidaris florigemma</i> Phillips	Rauracien, Séquanien
Lamellibranchiata					
<i>Pecten Buchi</i> Roemer (pl. XX, fig. 9, cliché p. 14)	»		Malm inférieur (Rauracien inférieur)		
<i>Pecten erinaceus</i> Buv. (pl. XX, fig. 6, 7 et 8, p. 14)	»		Malm inférieur et moyen		
Brachiopoda					
<i>Rhynchonella</i> sp.	»				
II. SÉQUANIEN					
Brachiopoda					
<i>Rhynchonella</i> cf. <i>aralica</i> Opper (pl. XX, fig. 10, p. 15)	Sierra de la Vaca Muerta (* 3 6)			<i>Rhynchonella aralica</i> Opper	Malm inférieur et moyen
Lamellibranchiata					
<i>Astarte</i> aff. <i>reginae</i> Lor. (pl. XX, fig. 11, 12 et 13, p. 15)	Sierra de la Vaca Muerta (* 3)			<i>Astarte reginae</i> Loriol	Séquanien

(1) BURCKHARDT, C.: (15), p. 80-82.

II. TITHONIQUE

C'est M. Behrendsen (1) qui a signalé le premier dans les environs de notre champ d'études, à la source de l'arroyo Manzanas, des couches tithoniques. M. Bodenbender y a observé des calcaires noirs desquels proviennent quelques Ammonites, déterminées par Behrendsen, comme *Perisphinctes* cfr. *Lorioli* Zittel, *Perisphinctes* sp. et *Aspidoceras Bodenbenderi* Behrendsen.

Dans notre région orientale, j'ai pu constater le Tithonique supérieur dans deux localités différentes. Du Tithonique inférieur ne s'est montré aucune trace, ce qui paraît cependant tout simplement dû à nos connaissances encore incomplètes de la région.

TITHONIQUE SUPÉRIEUR

1. Tithonique supérieur de la Sierra de la Vaca Muerta. — Couches à *Reineckeia microcantha*

Les couches à Astartes supportent dans la Sierra de la Vaca Muerta des calcaires gris, bien stratifiés à surface ondulée et brunâtre. Ils ne contiennent que la *Reineckeia microcantha* Oppel, mais cette Ammonite remplit les couches avec ses innombrables coquilles bien conservées, et nous donne le droit de placer le gisement avec assez de sûreté dans le Tithonique supérieur.

2. Tithonique supérieur de la rive gauche de l'Agrio

Vis-à-vis de l'embouchure du Leucullin dans le rio Agrio, se montrent, à la rive gauche de ce dernier, des calcaires gris noirâtres en plaquettes minces et des grès gris brunâtre. A la base de ce complexe, j'ai recueilli dans les éboulis beaucoup de fragments d'Ammonites tithoniques, qui peuvent être déterminées comme *Reineckeia Koellikeri* Oppel et *Odontoceras ellipsostomum* Steuer. Les deux espèces annoncent le Tithonique supérieur.

Fossiles du Tithonique supérieur

* = très abondant

NOM DE L'ESPÈCE	LOCALITÉ	AUTRES LOCALITÉS DE L'AMÉRIQUE DU SUD	NIVEAU DE L'ESPÈCE	ESPÈCES VOISINES	NIVEAU DE CES ESPÈCES
Cephalopoda					
* <i>Reineckeia microcantha</i> Oppel (pl. XX, fig. 16 et 17, cliché p. 16)	Sierra de la Vaca Muerta (* 2)	Loncoche, Manga dans le Tithonique supérieur (Steuer)	Couches de Stramberg		
<i>Reineckeia Koellikeri</i> Oppel (pl. XX, fig. 14 et 15, pl. XXI, fig. 1, p. 16)	Rio Agrio vis-à-vis de l'embouchure du Leucullin (* 7)	Loncoche, Arroyo Alberjillo (Steuer)	Couches de Stramberg		
<i>Odontoceras ellipsostomum</i> Steuer (pl. XXI, fig. 2 et 3, p. 17)	»	Cieneguita (Steuer)	Tithonique supérieur		

(1) BEHRENDSEN (6), II, p. 2.

II. FORMATION CRÉTACIQUE

CRÉTACIQUE INFÉRIEUR

NÉOCOMIEN

Les couches néocomiennes possèdent une extension très grande dans la Cordillère. Les localités néocomiennes de notre région appartiennent au groupe plus austral des gisements néocomiens connus jusqu'à présent dans la Cordillère. Elles se trouvent dans la partie orientale de notre champ d'études, aux environs de Las Lajas.

Nous pouvons distinguer deux couches néocomiennes un peu différentes par leur faune. Vis-à-vis de Las Lajas s'observent des grès, marnes et calcaires jaunâtres et des bancs d'huîtres qui renferment une faune néocomienne assez riche, caractérisée surtout par l'abondance de *Trigones*, *Pholadomyes* et *Eriphyles* (voir la liste paléontologique suivante).

Des couches un peu différentes affleurent aux pentes de la rive gauche de l'Agrio, vis-à-vis de l'embouchure du Leucullin.

De loin déjà, on voit là, superposée aux couches tithoniques déjà décrites, une bande de roches gris verdâtre (voir figure 2, pl. III). Ce sont des marnes verdâtres et des bancs d'un grès fin gris brunâtre auxquelles se joignent de véritables bancs d'huîtres pétris de fossiles. Le tout possède une puissance d'environ cinquante mètres. Parmi les fossiles, il faut citer en premier lieu *Exogyra Couloni*, *Pinna Robinaldina* et *Myoconcha* aff. *angulata* (voir la liste paléontologique suivante), accompagnés par des *Isocardia* et *Pterocera*.

Absolument les mêmes couches se retrouvent dans la Sierra de la Vaca Muerta au-dessus du Tithonique supérieur. Là aussi, nous voyons affleurer des grès gris brunâtre et des bancs d'huîtres avec *Exogyra Couloni*, *Isocardia*, *Pterocera* et quelques autres fossiles (voir la liste paléontologique suivante).

Les fossiles que nous avons recueillis dans notre région ne suffisent pas pour trancher la question si la différence paléontologique entre les couches néocomiennes de Las Lajas d'une part et les autres localités d'autre part est due à une différence d'âge ou tout simplement à de petites différences locales. Il n'est pas possible non plus de fixer exactement l'horizon de nos affleurements; cependant, il est très probable qu'ils représentent le Néocomien moyen.

Fossiles du Néocomien

* = très abondant

NOM DE L'ESPÈCE	LOCALITÉ	AUTRES LOCALITÉS DE L'AMÉRIQUE DU SUD	NIVEAU DE L'ESPÈCE	ESPÈCES VOISINES	NIVEAU DE CES ESPÈCES
I. AGRIO ET SIERRA DE LA VACA MUERTA					
Lamellibranchiata					
<i>Pinna Robinaldina</i> d'Orb. (pl. XXI, fig. 4-6, p. 18)	Au nord de l'Agrio (* 9)	Arroyo Triguico (Behrendsen)	Valangien-Aptien		
<i>Exogyra Couloni</i> Defr. (pl. XXI, fig. 7 et 8, pl. XXII, fig. 3, p. 18)	Au nord de l'Agrio (* 9) Sierra de la Vaca Muerta (* 1)	Arroyo Pequenco (Behrendsen, Burckh.), Arqueros, Chile (Bayle et Coquand), Colombie (D'Orbigny)	Néocomien-Aptien		
<i>Exogyra subplicata</i> Roemer (pl. XXII, fig. 5 et 6, p. 19)	San Vicente (coll. Christensen)	Arroyo Triguico (Behrendsen) <i>Exogyra Boussingaulti</i> d'Orb. dans la Colombie	Néocomien, Urgonien de l'Europe		
<i>Exogyra aquila</i> Brgn. (pl. XXII, fig. 1, p. 19)	Au nord de l'Agrio (* 9)		Urgo-aptien de l'Europe; une variété dans le Néocomien de la Haute Marne (De Lapparent)		
<i>Myoconcha</i> aff. <i>angulata</i> d'Orb. (pl. XXIII, fig. 1-4, p. 19)	Au nord de l'Agrio (* 9 + 10)			<i>Myoconcha angulata</i> D'Orb.	Turonien inférieur
<i>Mytilus simplex</i> Desh. (pl. XXII, fig. 4, p. 20)	Au nord de l'Agrio (* 10)	Arroyo Triguico (Behrendsen)	Valangien-Aptien		
<i>Lucina</i> aff. <i>Cornueliana</i> d'Orb. (pl. XXII, fig. 2, p. 20)	San Vicente (coll. Christensen)			<i>Lucina Cornueliana</i> d'Orb. <i>Lucina plicato-costata</i> d'Orb.	Néocomien d'Europe Néocomien de la Colombie
<i>Isocardia</i> cfr. <i>neocomiensis</i> Ag. (pl. XXII, fig. 7-9, p. 21)	Au nord de l'Agrio (* 9) San Vicente (coll. Christensen)			<i>Isocardia neocomiensis</i> Ag. <i>Isocardia Koeneni</i> Behr.	Néocomien d'Europe Néocomien de l'Arroyo Triguico
Gastropoda					
<i>Pterocera</i> sp.	Au nord de l'Agrio (* 9) San Vicente (coll. Christensen)				
II. LAS LAJAS					
Lamellibranchiata					
<i>Arca Gabrielis</i> Leym. (pl. XXIV, fig. 1 et 2, p. 21)	Las Lajas (* 4)	Nouvelle Grenade (D'Orbigny)	Néocomien de l'Europe		
<i>Trigonia transitoria</i> Steinm. (pl. XXV, fig. 1, 2 et 3, p. 21)	Las Lajas (* 4)	Caracoles, Chillan, Volcan Antuco (Steinmann), Arroyo Triguico, Quilimalal (Behrendsen)	Crétacé inférieur (Steinmann) Néocomien moyen (Behrendsen)		
<i>Trigonia</i> aff. <i>nodosa</i> Sow. (pl. XXV, fig. 4 et 5, p. 22)	»			<i>Trigonia nodosa</i> Sow.	Néocomien moyen et supérieur d'Europe
<i>Trigonia carinata</i> Ag. (pl. XXV, fig. 6, 7 et 8, p. 22)	»		Néocomien supérieur (Barrémien) d'Europe		
<i>Eriphylla</i> aff. <i>transversa</i> Leym. (pl. XXIV, fig. 3-7, p. 23)	»	<i>Astarte</i> (?) <i>obovata</i> Arroyo Triguico et Quilimalal (Behrendsen)		<i>Eriphylla transversa</i> Leym. <i>Astarte</i> (?) <i>obovata</i> Sow.	Néocomien de l'Europe Néocomien-Aptien
<i>Pholadomya gigantea</i> Sow. (pl. XXIII, fig. 5 et 6, p. 23)	»		Valangien, Néocomien aptien de l'Europe		

III. FORMATION TERTIAIRE

EOCÈNE INFÉRIEUR (SUESSONIEN)

(Couches à *Bythinia capitata*)

Au sud-est de la vallée de l'Arroyo Pancunto s'élève une crête isoclinale bien caractéristique. Leur versant escarpé regarde vers l'ouest, tandis que leur dos s'abaisse tout doucement vers l'est. Les parties supérieures du versant occidental ont une apparence rubanée, causée par des bancs sédimentaires clairs, bien stratifiés, qui interrompent les pentes gazonnées (voir pl. II, fig. 4; pl. XIII, fig. 2).

Ces couches ont une puissance d'environ cinquante mètres et sont formées en bas par des grès gris et des marnes schisteuses qui n'ont livré que des Bivalves mal conservés. Au-dessus, vers la crête de la montagne, suivent des bancs jaunâtres d'une roche gréseuse, par place bréchiforme, par place plutôt calcaire, qui sont remplis de restes organiques. Parmi ces fossiles, que M. le professeur Ch. Mayer-Eymar de Zurich a bien voulu déterminer, on remarque avant tout une *Bythinia* (*Bythinia capitata* Mayer-Eymar) qui remplit les couches de ses petites coquilles. Une *Actaeonina* (*Actaeonina Fischeri* Mayer-Eymar) est également très nombreuse. En outre, s'observent *Ancylus Humboldti* Mayer-Eymar et *Unio Burckhardti* Mayer-Eymar. Ce dernier fossile est, d'après M. le professeur Mayer-Eymar, très voisin de l'*Unio Michaudi* Desh., qui caractérise l'Eocène inférieur (Suessonien II) du bassin de Paris. Il ne sera donc pas trop hardi d'en conclure que nos couches à *Bythinia* sont probablement à placer dans l'Eocène inférieur.

Fossiles des couches à *Bythinia* (d'après M. CH. MAYER-EYMAR)

* = très abondant

NOM DE L'ESPÈCE	LOCALITÉ	AUTRES LOCALITÉS DE L'AMÉRIQUE DU SUD	NIVEAU DE L'ESPÈCE	ESPÈCES VOISINES	NIVEAU DE CES ESPÈCES
Lamellibranchiata <i>Unio Burckhardti</i> M.-E. (pl. XXVI, fig. 6 et 7, p. 24)	A l'ouest de l'Arroyo Pancunto (* 13)			<i>Unio Michaudi</i> Desh.	Eocène inférieur, Suessonien II, bassin de Paris
Gastropoda • <i>Bythinia capitata</i> M.-E. (planche XXVI, fig. 12-14, p. 24)	»			<i>Bythinia conica</i>	Eocène de Paris
• <i>Actaeonina (Douvillieia) Fischeri</i> M.-E. (pl. XXVI, fig. 8 et 9, p. 25)	»			<i>Douvillieia arenaria</i> Mellev.	Suessonien I (facies saumâtre)
<i>Ancylus Humboldti</i> M.-E. (planche XXVI, fig. 10 et 11, p. 24)	»				

TABLEAU SYNOPTIQUE DE LA SÉRIE SÉDIMENTAIRE
DE LA RÉGION D'ÉTUDES (1)

* = Fossiles très abondants.

	RÉGION OCCIDENTALE	RÉGION ORIENTALE
TERTIAIRE	Couches à Bythinia, grès, calcaires : — • <i>Bythinia capitata</i> M. - E. • <i>Actaeonina Fischeri</i> M. - E. • <i>Ancylus Humboldti</i> M. - E. • <i>Unio Burckhardti</i> M. - E.	
CRÉTACÉ		Grès et marnes : banes d'huîtres : — • <i>Exogyra Couloni</i> Defr. <i>Arca Gabrielsi</i> Leym. <i>Exogyra subplicata</i> Roem. <i>Trigonia transitoria</i> Steinm. <i>Exogyra aquila</i> Brognt. <i>Trigonia</i> aff. <i>nodosa</i> Sow. • <i>Pinna Robinaldina</i> d'Orb. <i>Trigonia carinata</i> Ag. • <i>Myoconcha</i> aff. <i>angulata</i> d'Orb. <i>Eriphylla</i> aff. <i>transversa</i> Leym. <i>Mytilus simplex</i> Desh. <i>Pholadomya gigantea</i> Sow.
JURASSIQUE		Couches à <i>Arca securis</i> : — <i>Arca securis</i> Leym. <i>Hoplites Burckhardti</i> M. - E.
		Calcaires noirs : — • <i>Reineckia microantha</i> Oppel <i>Reineckia Koellikeri</i> Oppel <i>Odontoceras ellipsostrum</i> Steuer
	Conglomérats porphyritiques qui montent peut-être jusqu'au Crétacé.	Grès bariolés et calcaires à <i>Astartes</i> : — • <i>Astarte</i> aff. <i>reginae</i> Lor. <i>Rhynchonella</i> cfr. <i>arolica</i> Oppel
	Brèches à <i>Cidarites</i> : — • <i>Cidaris</i> cfr. <i>storigemma</i> Phill. <i>Pecten Buchi</i> Roemer <i>Pecten erinaceus</i> Buv. • <i>Rhynchonella</i> sp.	Gypse.
		Calcaires gréseux violets : — <i>Perisphinctes</i> cfr. <i>rota</i> Waagen • <i>Pecten</i> cfr. <i>Rypheus</i> d'Orb. <i>Ctenostreon</i> sp.
	Marnes et schistes noirs : — <i>Sphaeroceras subcompressum</i> Waagen <i>Sphaeroceras lamellosum</i> Sow. <i>Sphaeroceras bullatum</i> d'Orb. <i>Sphaeroceras</i> aff. <i>tumidum</i> Rein.	
	Schistes et calcaires noirs : — <i>Pseudomonotis substriata</i> Ziet. <i>Harpoceras (Oppelia)</i> cfr. <i>proximum</i> Moer. <i>Sonninia</i> sp.	Schistes marneux et Calcaires noirs : — • <i>Lingula Ibanii</i> Phill.

(1) Une série puissante de grès rouges, gris et jaunâtres, alternant avec des marnes schisteuses noires, s'observe dans les environs de Haichol. Les couches sont très puissantes, cependant elles ne m'ont livré aucun fossile; de sorte que je ne saurais indiquer leur âge.

QUATRIÈME CHAPITRE

CONSIDÉRATIONS STRATIGRAPHIQUES

GÉNÉRALES

(Voir pl. II, fig. 1)

Les dépôts argileux du Dogger moyen et inférieur se sont sans doute formés dans une mer assez profonde. C'est un type bathyal, dont on peut distinguer deux facies un peu différents. Le premier affleure à l'est de la région, dans les environs de l'Agrio, sous forme de schistes et calcaires noirs à Lingula; c'est un facies argileux à Brachiopodes. Le second, un facies argilo-calcaire à Ammonites, est représenté par les schistes pyriteux et calcaires noirs de Pancunto et Liucura qui contiennent, dans ce dernier endroit, beaucoup d'Ammonites, en général d'assez petite taille.

La nature des couches justifie la conclusion qu'une mer profonde a couvert toute notre région d'études pendant les temps du Dogger inférieur et moyen. La côte orientale de la mer andine médiojurassique est donc certainement à chercher en dehors de notre région et plus à l'est, parce qu'elle n'est pas annoncée par des facies littoraux, comme c'était le cas dans notre champ de travail antérieur, entre le 33° et 36° latitude sud⁽¹⁾.

Pendant le Callovien inférieur s'est maintenu le type bathyal dans le centre de notre région. Les marnes schisteuses, pyriteuses et ammonitifères de Lonquimay nous autorisent en effet à conclure que, pendant cette époque aussi, une mer profonde a couvert au moins la région centrale.

Les couches calloviennes de l'est de notre région, à placer par leurs fossiles dans le Callovien supérieur, se sont déposées certainement un peu plus près de la côte que les marnes du Callovien inférieur. Ce sont des calcaires plus ou moins gréseux qui contiennent beaucoup de Bivalves en partie de grande taille (*Ctenostreon*). Ces différences de facies dans les couches calloviennes nous indiquent probablement que la côte orientale de la mer andine médiojurassique n'est pas à chercher trop loin de notre région orientale.

Au commencement du Malm se sont effectués de grands changements dans notre région d'études. Il y a eu lieu un exhaussement de sol et beaucoup d'indices nous annoncent une véritable période de terre ferme, accompagnée de plissements et d'éruptions subaériennes.

Les phénomènes géologiques, qui nous permettent de pareilles conclusions, seront exposés dans les lignes suivantes. Le tableau suivant (page 46) facilitera leur étude.

(1) BURCKHARDT, C.: (15) p. 102.

Profils de notre champ d'études				Profils de la région andine ENTRE LE 34° ET 36° L. S.			
	LONGUIMAY	PASCUNTO	LIUCURA	ENVIRONS DE L'AGRIO SIERRA DE LA VACA MUERTA	CRUZ PIEDRA	VERGARA SANTA ELENA OUEST	SANTA ELENA EST
Tertiaire		Couches à Bythinia Eocène inférieur					
				Néocomien			
Crétacé				Tithonique			
Malm				Calcaires séquanien et Gres bariolés	Conglomérats porphyritiques	Conglomérats porphyritiques	Conglomérats porphyritiques
			Conglomérats porphyritiques	Gypse	Gypse	Gypse	Gypse
		Rauracien (Brèche à Cidarites)					
Dogger			Eruption subaérienne de la porphyrite de Tehuel Nigua et Liucura		Période de plissement		
		Période de plissement					
		Callovien inférieur			Calcaires probablement calloviens	Callovien	
			Dogger moyen	Dogger moyen			
							Dogger inférieur Zone à <i>H. opalinum</i>

1. A Lonquimay, nous observons une lacune entre le Callovien inférieur et le Rauracien. On voit les marnes calloviennes directement superposées par la brèche à Cidarites qui est à placer dans le Rauracien. Le Callovien supérieur et l'Oxfordien sont complètement défaut. Or, ce n'est pas seulement cette lacune qui nous annonce une période d'érosion tombant entre le Callovien et le Rauracien et coïncidant avec le début du Malm. Nous constatons, en outre, dans les dépôts rauraciens un caractère pétrographique qui est bien typique pour des couches transgressives. Ce sont des roches détritiques et par place des brèches grossières qui contiennent beaucoup de fragments d'un calcaire noir pyriteux, provenant certainement des couches sous-jacentes médio-jurassiques. Voilà donc une brèche formée par le remaniement (*Aufarbeitung*) du sous-sol pendant une période transgressive.

2. Au-dessus de Liucura, s'observe une brèche porphyritique dont nous donnerons dans la partie pétrographique la description détaillée. Cette roche paraît avoir été formée par des courants boueux (*Schlammströme*) qui accompagnent ordinairement les grandes éruptions subaériennes.

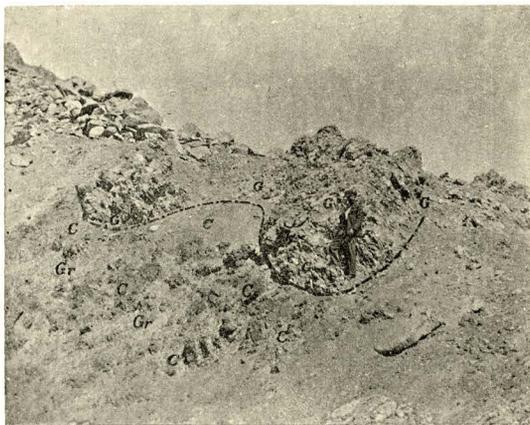
Or, cette brèche, dont la formation annonce sans doute une période de terre ferme, est intercalée entre les couches du Dogger moyen de Liucura et les conglomérats porphyritiques de Pino Hachado, qui sont probablement à paralléliser avec le

Malm moyen. C'est donc une nouvelle preuve de l'existence d'une période de terre ferme au commencement de l'époque suprajurassique.

La troisième localité de notre région, qui nous fournit des arguments en faveur d'une période de terre ferme et de plissement au début du Malm, se trouve dans la vallée de Pancunto. Avant d'aborder leur étude, il me paraît cependant nécessaire d'intercaler ici quelques observations que nous avons faites pendant notre première expédition dans la région andine entre le 33° et 36° latitude sud.

Ces faits ont déjà été signalés dans notre travail antérieur⁽¹⁾, mais ce n'est que maintenant, après avoir constaté des indices semblables aussi dans notre région d'études actuelle, que nous pouvons en tirer toutes les conséquences. Voici brièvement ces observations.

3. Dans la vallée de Vergara (voir cliché ci-joint), nous voyons le gypse du Malm inférieur superposé à des conglomérats verts composés de galets de porphyrites vertes, de calcaires gris et de grès rouges. Ces conglomérats et les grès rouges, qui alternent avec eux, sont à placer dans le Callovien parce qu'ils surmontent des couches ammonitifères du Callovien inférieur⁽²⁾. Des phénomènes très intéressants s'observent à la base du gypse et au contact avec les roches sous-jacentes décrites tout à l'heure.



C = Conglomérats; Gr = Grès; G = Gypse;
..... = Ligne de contact entre le gypse et les conglomérats

Comme le démontre notre cliché, ce contact est ondulé et le gypse s'enfonce sous forme de petits coins dans les conglomérats sous-jacents. Cette surface ondulée s'explique très bien si nous la considérons comme un phénomène de transgression. On comprend alors que le gypse — la roche transgressive — ait rempli toutes les inégalités du sous-sol, formées dans celui-ci pendant la période d'érosion précédente, qui tomberait ici aussi dans le commencement du Malm.

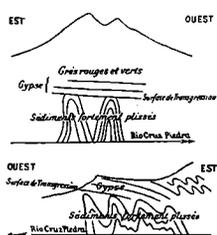
⁽¹⁾ BURCKHARDT, C.: (15), p. 100 et 101.

⁽²⁾ BURCKHARDT, C.: (15), p. 64.

Cette hypothèse est confirmée par un autre phénomène que nous observons à la base du gypse, directement au-dessus de la surface ondulée de contact. Les couches basales du gypse renferment des galets tantôt de calcaire gris tantôt de conglomérat vert, c'est-à-dire des fragments qui proviennent sans doute des couches sous-jacentes. Le gypse forme le ciment de cette brèche qui mérite bien le nom de brèche de remaniement.

4. Dans la partie orientale de la vallée de Santa Elena⁽¹⁾, le gypse, certainement aussi ici suprajurassique, est directement superposé aux couches à *Harpoceras opalinum*. Il y a donc une lacune entre le Dogger inférieur et le Malm, qui s'explique très bien si nous admettons une période d'érosion au début du Malm, pendant laquelle ont été enlevés par l'érosion les dépôts du Dogger moyen et supérieur.

5. Au bord du Rio Cruz Piedra, à l'ouest du volcan Maipó, s'observent, environ à mi-chemin entre Cruz Piedra et Gualtacas, des phénomènes extrêmement intéressants⁽²⁾. Malheureusement, nous n'avons pas pu nous détenir dans cette localité qui mériterait



un examen minutieux. Cependant, comme le montre le cliché ci-joint, on remarque déjà de loin que des sédiments, d'un brun noirâtre, fortement plissés, sont surmontés directement par des bancs presque horizontaux de gypse et de grès bariolés. La discordance entre les deux roches est frappante. Les voûtes aiguës des sédiments obscurs ont l'air d'être coupées en haut par la bande blanche du gypse. Le gypse est en contact avec des grès bariolés et plus à l'ouest avec des conglomérats porphyritiques typiques. Conforme aux résultats que nous avons obtenus ailleurs, il est presque sûr que le gypse rentre aussi ici dans le Malm inférieur. L'âge des sédiments sous-jacents n'est malheureusement pas à définir. Cependant, il me paraît extrêmement probable que ces roches représentent le Callovien.

Ces faits s'expliquent le mieux quand on admet une période de plissement avant la formation du gypse, au début du Malm. Voilà donc des traces d'une Cordillère suprajurassique!

6. Revenons maintenant, avec l'expérience acquise dans une région andine assez vaste, dans notre propre champ d'études et examinons le profil assez difficile de Pancunto.

Nous observons là les faits suivants (voir fig. 4, pl. II et le profil géologique, pl. II).

La crête transversale, qui limite la vallée supérieure de l'Arroyo Pancunto au sud, se termine à l'est du massif granitique par une cime formée exclusivement de schistes et calcaires noirs du Dogger moyen. À l'endroit désigné par «x» (fig. 4, pl. II), ces schistes médiojurassiques plongent avec une inclinaison de quarante degrés vers l'ouest-nord-ouest. Le petit vallon parcouru par un ruisseau, qui suit vers l'est, est couvert de végétation. Ce n'est que sur les pentes de la crête isoclinale, qui limite ce vallon vers l'est, que se montrent de nouveau des affleurements: les couches à *Bythinia*. Des grès, par place de véritables brèches et par place aussi des calcaires remplis de *Bythinia capitata*, *Actaeonina Fischeri* et *Unio Burckhardti*, sont probablement à placer dans l'Eocène inférieur, comme nous l'avons déjà démontré ci-dessus (voir page 25).

⁽¹⁾ BURCKHARDT, C.: (15), p. 61 et 81.

⁽²⁾ BURCKHARDT, C.: (15), p. 101.

Il résulte des faits exposés que les couches du Dogger moyen sont superposées par des dépôts beaucoup plus jeunes, probablement éocènes, et qu'entre ces deux formations s'observe une discordance très nette.

A première vue, le plus simple serait d'expliquer les faits par une période d'érosion et de plissement avant la formation des couches à Bythinia. Pendant cette période de terre ferme, qui tomberait dans le Crétacique supérieur, auraient été enlevées par l'érosion toutes les couches sous-jacentes jusqu'au Dogger moyen.

Cependant nous ne pouvons guère appliquer une pareille explication parce que la période d'érosion suprajurassique, dont nous avons déjà étudié les traces à Lonquimay et à Liucura, dans les environs immédiats de Pancunto, a sans doute aussi envahi la région de Pancunto. Il me semble donc qu'on ne puisse interpréter le profil de Pancunto que de deux manières.

Nous pouvons admettre que la période d'érosion suprajurassique a duré sans interruption jusqu'à l'époque pendant laquelle se sont déposées les couches à Bythinia. Depuis le commencement du Malm jusqu'au Tertiaire, notre région aurait été de terre ferme. Une pareille hypothèse me paraît peu probable. Comment, en effet, serait-il possible que l'érosion n'ait enlevé que les couches calloviennes et laissé intact même le Dogger moyen pendant une période d'érosion d'aussi longue durée? D'autres réflexions sont encore plus décisives. On ne peut guère douter que les conglomérats porphyritiques du Malm moyen, développés à l'est et à l'ouest de Pancunto, aient jadis aussi affleuré dans cette région même. La mer tithonique ne paraît non plus avoir été limitée à notre région orientale où nous en observons actuellement des traces. Au contraire, la nature nettement pélagique de ces dépôts nous indique sans doute que cette mer a envahi la région entière. Pour le Néocomien, je démontrerai tout à l'heure la même chose.

Pour expliquer convenablement les faits, nous devons, selon ma conviction, admettre qu'après une période d'érosion et de plissement, au début du Malm, se sont déposés à Pancunto, comme dans les alentours, des conglomérats porphyritiques et des couches tithoniques et néocomiennes. Après, la mer s'est retirée de nouveau et une seconde période d'érosion et peut-être aussi de plissement, tombant dans la fin du Crétacique, a précédé le dépôt des couches à Bythinia.

J'espère que les faits géologiques, exposés dans les lignes précédentes, auront convaincu le lecteur que toute une série de faits dans une région andine assez vaste nous amène à la même conclusion, et ne peut être expliqué convenablement que par l'hypothèse d'une période de terre ferme et de plissement au commencement du Malm. Il est vrai, qu'un seul profil ne suffit pas pour établir une pareille hypothèse, mais l'ensemble des faits me paraît assez décisif. En effet, nous observons à la base du Malm tous les phénomènes qui accompagnent généralement une période d'érosion et de plissement. Rappelons avant tout les lacunes dans la série sédimentaire (Lonquimay, Pancunto, Santa Elena est), les surfaces ondulées de transgression (Vergara), les brèches formées par remaniement du sous-sol (Lonquimay, Vergara) et les fortes discordances (Cruz Piedra, Pancunto).

Avant de terminer ces expositions, il convient de mentionner que M. Tornquist⁽¹⁾ a déjà émis l'hypothèse d'une période d'érosion (mais pas de plissement!) suprajurassique dans la Cordillère. Cependant, selon ce savant, cette période d'érosion aurait été pré-tithonique, tandis que nos propres observations la placent avec sûreté dans le commencement de la période suprajurassique.

(1) TORNQVIST (91), p. 68 et 69.

Notre hypothèse d'une période de terre ferme et de plissement au début du Malm explique très bien une série de faits géologiques. Ainsi, la complication inouïe de la région au nord de la Laguna del Fierro se comprend maintenant très bien. Il est clair que ces coins de gypse, qui alternent là d'une manière merveilleuse avec les sédiments médiojurassiques⁽¹⁾, ne sont en grande partie que la conséquence d'une transgression avec une surface très irrégulière. Voilà tout simplement les phénomènes de Vergara en grande échelle! (Voir cliché, p. 47).

Les plissements suprajurassiques, qui ont sans doute accompagné notre période de terre ferme, expliquent aussi très bien la formation du gypse et des conglomérats suprajurassiques. Il est, en effet, facile à comprendre que les chaînes andines, qui se sont élevées au commencement du Malm, aient pu isoler certaines parties de la mer jurassique andine. Toutes les conditions pour la formation du gypse étaient donc données!

Les conglomérats porphyritiques atteignent, surtout dans les parties moyennes du Malm, des puissances énormes. Ce sont certainement des dépôts côtiers, formés près du rivage pendant des éruptions sous-marines porphyritiques, comme je l'ai déjà démontré ailleurs.

Dans notre champ d'études antérieur, entre le 33° et 36° latitude sud, les grandes masses de conglomérats suprajurassiques sont limitées aux régions occidentales et remplacées vers l'est par des roches à grain plus fin, principalement par des grès et marnes bariolés. Par cette répartition des sédiments, nous sommes arrivé à la conclusion que la mer jurassique andine a été limitée à l'ouest de la région par un ancien continent: aux côtes occidentales de cette mer, se sont formés les conglomérats porphyritiques grossiers, tandis que leurs débris triturés se sont déposés plus à l'est dans la mer plus profonde.

Dans la région, qui forme l'objet de notre présent travail, nous observons des faits tout à fait analogues: ici aussi, les conglomérats porphyritiques du Malm moyen sont limités à la région occidentale (Malalcahuella, Tehuelmallin, Lonquimay, Pino Hachado), tandis qu'à l'est, dans la Sierra de la Vaca Muerta, ils sont remplacés par des grès bariolés et des calcaires séquanien, qui sont sans doute à regarder comme des dépôts isochrones mais moins côtiers.

Nous arrivons donc, ici aussi, au résultat que la mer andine suprajurassique, qui est venue inonder une grande partie de la terre ferme préexistante, a été limitée à l'ouest par un continent et que dans la zone côtière occidentale de cette mer se sont déposés les conglomérats grossiers, tandis que dans la mer plus ouverte, à l'est, se sont précipités les grès bariolés et les calcaires séquanien.

La période de plissement et de terre ferme, au commencement du Malm, que nous avons cherchée à établir dans ce qui précède, explique non seulement l'exhaussement du continent occidental, mais aussi la formation des grandes masses de conglomérats grossiers, qui s'est effectuée avec tant d'élan au début de la période suprajurassique. Comme les masses grossières de la Nagelluh molassique se sont formées par l'érosion excessivement active dans les Alpes récemment élevées, nos conglomérats porphyritiques doivent certainement leur origine à la période d'érosion qui a suivi les plissements andins suprajurassiques.

Cependant, cette analogie entre les conglomérats des Alpes et de la Cordillère n'est pas complète; si les poudingues miocènes alpins se sont déposés dans des lacs molassiques, nos conglomérats porphyritiques ont été formés sur les côtes de la mer suprajurassique andine pendant des éruptions sous-marines réitérées.

(1) Voir BURKHARDT, C.: (15), pl. XVI, fig. 3.

Le caractère nettement pélagique des dépôts ammonitifères tithoniques de notre contrée prouve certainement que la mer encore peu profonde du Malm moyen s'est affaissée notablement. Cette mer ouverte du Tithonique a sans doute envahi toute notre région, quoique ses traces ne s'observent actuellement qu'au bord oriental de la Cordillère, tandis qu'elles ont été enlevées par l'érosion dans les parties centrales.

La faune tithonique est extrêmement intéressante parce qu'elle réfute d'une manière énergique la théorie célèbre des zones de climat jurassiques émise par Neumayr. Selon cet auteur, le facies alpin du Jurassique ne devrait dépasser en Amérique le vingtième degré latitude sud. Or, dans notre région, s'observent des gisements tithoniques avec *Reineckeia microcantha*, *Reineckeia Koellikeri* et *Odontoceras ellipsostomum* près du 38° 30' et 38° 40'. Je ne veux pas répéter tout ce que j'ai déjà dit dans mon travail antérieur: il suffira ici de mentionner que Behrendsen a signalé le premier cette importance théorique des couches tithoniques de la Cordillère argentine⁽¹⁾. En outre, je renvoie le lecteur à la petite carte de notre planche I, qui donnera une idée claire de l'antagonisme inconciliable entre les vues théoriques de Neumayr et les faits géologiques observés dans la Cordillère.

Le facies sableux et marno-calcaire à Bivalves de nos dépôts néocomiens, toujours accompagné de véritables bancs d'huîtres, annonce sans doute une mer peu profonde. Comme ces gisements du Néocomien sont tous limités à la région orientale, on est tenté d'en déduire que la côte occidentale de la mer néocomienne longeait jadis le versant oriental de la Cordillère actuelle et que la région andine centrale et occidentale a été terre ferme pendant cette époque. Il me paraît cependant plus probable que la mer néocomienne ait envahi notre région entière parce que M. Steinmann⁽²⁾ a signalé un peu plus au nord des dépôts néocomiens aussi dans les régions centrales et occidentales de la Cordillère.

La mer basse du Néocomien a précédé l'exhaussement de notre région d'études. Comme je l'ai déjà démontré ci-dessus, en parlant du profil de Pancunto (p. 49), une période de terre ferme et peut-être aussi de plissement a eu lieu pendant le Crétacé supérieur. Après, se sont formés dans notre région centrale des dépôts d'eau saumâtre: les couches à Bythinia. Ces couches transgressives sont probablement à placer dans l'Éocène inférieur (voir p. 25).

(1) BEHRENDSEN (6).

(2) STEINMANN (81).

DEUXIÈME PARTIE



TECTONIQUE

PREMIER CHAPITRE

DESCRIPTION TECTONIQUE RÉGIONALE

I. LES CHAINES ORIENTALES

Les chaînes basses, qui limitent le plateau de Las Lajas au nord et à l'est, nous rappellent bien la structure géologique du Jura suisse.

Il y a là des plis simples, des voûtes peu ondulées formées par les sédiments jurassico-crétaciques. Les chaînes sont relativement basses et la forme extérieure des crêtes et des vallées y sont encore en relation apparente avec la structure géologique. Des crêtes isoclinales et des vallées isoclinales et anticlinales abondent, tandis que les crêtes d'érosion proprement dites, surtout les crêtes transversales, font complètement défaut.

La Sierra de la Vaca Muerta est formée d'une voûte droite assez régulière de terrains jurassico-crétaciques, qui se dirige du nord-est au sud-ouest. Notre profil stratigraphique 1 de la planche II montre cette structure⁽¹⁾.

Des collines isoclinales s'élèvent à l'est du plateau de Las Lajas. Leur versant abrupt regarde vers l'est, tandis que leur dos descend doucement vers le plateau de Las Lajas (voir fig. 1, pl. III, à l'endroit désigné par « crête a »). Cette forme orographique extérieure nous annonce la structure géologique, car les collines citées sont composées de couches néocomiennes qui plongent invariablement avec une inclinaison de vingt degrés vers l'ouest.

Séparée de la colline décrite par une dépression, une crête plus haute s'élève vers l'est (voir fig. 1, pl. III, « crête b »). Un ruisseau a entamé cette crête et nous montre une série de couches qui plonge tout entière vers l'ouest. C'est donc toujours encore le flanc occidental de la voûte, formé successivement de l'ouest à l'est de couches plus anciennes: de calcaires tithoniques, de calcaires et grès séquaniens, de grès et conglomérats bariolés.

La dépression, qui sépare la crête *b* de la crête principale de la Sierra, est une petite vallée anticlinale. Les couches de gypse et de calcaire gris, qui s'y montrent, appartiennent certainement au centre de la voûte. Leur plongement est un peu irrégulier (voir notre profil stratigraphique 2) et il se pourrait qu'il y eût là une faille en analogie complète avec certaines observations qu'on peut faire dans le Jura suisse, où, très souvent, le centre même d'une voûte est percé par une faille.

Le sommet de la crête principale à l'est du gypse est formé de nouveau par des bancs de grès bariolés, plongeant cette fois vers l'est et appartenant déjà au flanc oriental de la voûte.

⁽¹⁾ Pour les détails stratigraphiques voir profil stratigraphique 1, p. 27.

La petite irrégularité, que nous avons observée tout à l'heure au sommet de la voûte, a déjà disparu un peu plus au nord. Comme le démontre la coulisse septentrionale de la Sierra, dans notre profil général de la planche II, le gypse central y est limité des deux côtés par des grès bariolés et des conglomérats qui plongent très régulièrement tantôt vers le sud-est tantôt vers le nord-ouest et qui sont suivis dans le flanc occidental de la voûte par des calcaires suprajurassiques et des grès néocomiens.

Au nord de l'Agrio, vis-à-vis de l'embouchure de l'Arroyo Leucullin dans ce fleuve, s'observe de nouveau une voûte très régulière peu ondulée de terrains jurassico-crétaciques. La figure 2 de la planche III et le profil stratigraphique 3, planche II, pourront donner une idée de cet anticlinal.

Justement vis-à-vis de l'embouchure du Leucullin, se trouve une colline allongée, formée par des couches du Dogger moyen et supérieur et en haut par des dépôts lithoniques⁽¹⁾. Toute cette série jurassique est à peu près horizontale: c'est le centre de la voûte.

Des grès néocomiens surmontent les roches jurassiques. On les voit former une bande blanchâtre aux pentes qui dominent la colline jurassique décrite (voir fig. 2, pl. III, *9). Là, s'observe un plongement oriental très faible. A l'ouest du centre jurassique, s'aperçoivent de loin déjà des bancs sédimentaires qui descendent comme une grande plaque oblique avec un plongement occidental vers le Rio Agrio (voir figure 2, pl. III, *10). Dans cette forme orographique, se manifeste déjà la structure tectonique; en effet, notre plaque oblique est composée de grès et marnes néocomiennes qui plongent par vingt à trente degrés vers l'ouest.

Nous voyons donc le Néocomien à plongement anticlinal former le toit d'une voûte droite et simple dont le centre jurassique s'observe aux bords de l'Agrio.

II. LA CHAÎNE DE PINO HACHADO

Dans les environs de Haichol et surtout au sud de cet endroit, affleure la série puissante de grès, que nous avons déjà mentionnée ci-dessus⁽²⁾. Ces grès, dont la position stratigraphique reste incertaine, forment des plissements bien visibles surtout au sud de Haichol, sur les pentes d'une cime de 1469 mètres. La pente occidentale de cette cime est représentée dans la figure 1, planche V (voir aussi le profil général de la planche 2). Nous y voyons les couches décrire une belle voûte qui semble, à première vue, très régulière. Cependant, une étude approfondie montre bientôt que la partie supérieure du flanc sud de la voûte est compliquée par une faille. La figure 2 de la planche V montre à gauche des couches faiblement inclinées vers le sud qui appartiennent au flanc sud normal de la voûte. Elles butent contre des bancs qui plongent rapidement vers le nord (avec cinquante à soixante degrés, voir le côté droit de la figure). Un petit ravin marque justement la ligne de la faille.

Ce qui excite notre plus vif étonnement, c'est le fait que l'axe de la voûte décrite est dirigée indubitablement de l'ouest à l'est. Nous observons ici un pli transversal bien net, malgré la direction méridionale de la Cordillère.

La figure 1 de la planche VI nous montre des grès fortement disloqués avec un plongement septentrional très accentué dans la continuation occidentale de la voûte décrite et séparée de celle-ci seulement par un petit vallon d'érosion. Les couches

⁽¹⁾ Pour les détails stratigraphiques voir p. 29.

⁽²⁾ Voir p. 44.

sont couvertes par une nappe andésitique qui, vers l'ouest, ne laisse plus percer les sédiments jusqu'aux alentours immédiats de Haichol. Dans cet endroit, s'observe de nouveau un affleurement de grès et de marnes. Le plongement nettement septentrional de ce gisement nous donne le droit de le regarder comme la continuation occidentale probable de la voûte transversale observée plus à l'est.

Une nappe énorme d'andésites et de basaltes couvre la partie centrale de la chaîne de Pino Hachado. Ce n'est qu'à mi-chemin, entre Pino Hachado et Liucura, que cette nappe laisse percer de nouveau des sédiments et nous permet d'en étudier les phénomènes tectoniques. Nous sommes vraiment étonnés d'y retrouver une voûte transversale bien claire.

C'est dans le ravin d'un petit ruisseau, affluent droit du Rio Liucura, au nord du sentier qui mène de Pino Hachado à Liucura, que s'observent, à la base d'une nappe basaltique, des schistes noirs du Dogger⁽¹⁾ avec un plongement anticlinal. La plupart des couches plonge vers le nord (voir fig. 2, pl. X); mais, immédiatement au bord du sentier, existent aussi des schistes qui plongent vers le sud. Il ne paraît pas trop hardi d'en conclure que les schistes noirs forment une voûte transversale dirigée de l'est à l'ouest (voir profil stratigraphique 4, planche II et le profil général de la planche II).

Il est très probable que la voûte transversale de Liucura continue vers l'est dans la vallée du Tehuel-Nigliu. Cependant, je n'ai pas eu le temps de faire des observations sérieuses dans cette contrée intéressante. J'ai seulement pu constater que des couches noires et rouges forment une voûte transversale dirigée de l'est-nord-est à l'ouest-sud-ouest et que, plus à l'est, dans le fond de la vallée, affleurent des roches porphyritiques violettes. On voit ces porphyrites plonger tantôt vers le sud-est, au Cerro Bayo; tantôt vers le nord-ouest, au Cerro Negro (voir fig. 2, pl. IX), et il paraît certain qu'elles prennent part aux plissements sédimentaires de notre région et forment une voûte transversale qui peut très bien être considérée comme la continuation directe du pli transversal de Liucura.

III. LA CHAÎNE DE LONQUIMAY

Des phénomènes tectoniques bien clairs s'observent à la rive droite du Rio Lonquimay sur les pentes australes de la vallée du même nom, entre la Comisaria à l'ouest et la confluence des rios Lonquimay et Biobio à l'est.

Notre profil stratigraphique 6 de la planche II peut nous guider dans cette étude⁽²⁾.

Quiconque descend de Malalcahuella vers la vallée de Lonquimay remarque, à première vue, que la scénérie change complètement à l'entrée dans cette vallée.

Les crêtes et cimes néovolcaniques irrégulières, qui dominent dans la région occidentale, sont remplacées à Lonquimay par de longues crêtes isoclinales dirigées plus ou moins du sud-ouest au nord-est. Ces crêtes escarpées et dentelées sont composées de bancs rougeâtres puissants de conglomérats porphyritiques qui tombent tous vers l'ouest. Un petit ravin à l'est de la Comisaria nous montre la base des conglomérats. Ce sont les brèches rauraciennes qui marquent là le centre d'une voûte: à l'ouest du ravin, au-dessous des conglomérats, elles possèdent un plongement occidental; à l'est, au contraire, elles ont un plongement oriental. A leur base, affleurent les couches plus anciennes de la voûte: des marnes calloviennes.

A l'est de la voûte décrite tout à l'heure s'observe un second anticlinal droit, assez régulier. Son centre est formé par des masses considérables d'une porphyrite

(1) Pour les détails stratigraphiques, voir p. 30 et planche II, profil stratigraphique 4.

(2) Pour les détails stratigraphiques voir p. 31, 32.

verte à grands feldspaths: une roche, que nous avons trouvée antérieurement à Santa Elena intercalée entre les couches calloviennes inférieures⁽¹⁾. Cette porphyrite est limitée des deux côtés par des grès, conglomérats et calcaires noirs avec un plongement anticlinal. Ce sont des couches qui doivent probablement être parallélisées avec les brèches à Cidarites et les bancs basales du conglomérat porphyritique; comme celles-ci, elles contiennent aussi de nombreux fragments d'un calcaire noir pyriteux, qui paraît identique avec les couches du Dogger moyen de Pancunto et Liucura.

Aux bords du Rio Lonquimay, nous constatons donc des plis simples et réguliers: ce sont deux voûtes jurassiques droites, composées de couches calloviennes, de brèches rauraciennes et de conglomérats.

La vallée supérieure de Pancunto, à l'ouest de Paule, nous offre sans doute la continuation australe des plissements constatés tout à l'heure. Cependant, les phénomènes tectoniques sont beaucoup moins clairs en cet endroit; ce qui paraît dû, en premier lieu, à l'existence du grand massif granitique. Le granite (voir profil général de la planche II) a l'air d'avoir percé une voûte régulière de couches médiojurassiques. Des schistes et calcaires noirs pyriteux, les représentants du Dogger moyen⁽²⁾, plongent à l'ouest du massif granitique en général vers l'ouest; mais à mesure qu'ils se rapprochent du granite, les bancs deviennent de plus en plus horizontaux, comme s'ils voulaient former le centre d'une voûte droite et régulière. A l'est du massif granitique, ne s'observe qu'un plongement peu clair dans les couches du Dogger, qui paraissent être plus ou moins verticales.

Par ce qui précède, il est bien probable que le granite ait percé une voûte droite de schistes et calcaires noirs du Dogger moyen. Cette hypothèse est confirmée par les faits qui s'observent au versant austral de la crête transversale qui limite la vallée de Pancunto vers le nord. Comme le démontre notre figure 1, planche XIV, le granite y est limité aux parties basales des pentes et surmonté partout par une couverture de couches rouges et noires du Dogger moyen (voir aussi la coulisse dans notre profil général, planche II).

A l'est de la voûte présumée, aux pentes occidentales du petit vallon, qui, dirigé du sud-ouest au nord-est, est parcouru par l'affluent droit le plus oriental de l'Arroyo Pancunto, s'observent encore des schistes noirs du Dogger moyen, avec un plongement nettement occidental.

Cet affleurement est marqué dans notre figure 4, planche II, par un «x». Si nous traversons le vallon cité, nous sommes frappé de ne trouver sur sa pente orientale aucune trace du système jurassique. Ici, au contraire, affleurent, avec un plongement oriental, les couches à Bythinia qui sont probablement éocènes.

Le contact anormal entre les couches citées s'explique, à mon avis, par une discordance de transgression causée par deux périodes différentes d'érosion dont l'une tombe dans le commencement de l'époque suprajurassique, tandis que l'autre a eu lieu avant la formation des couches à Bythinia soit aux temps supracrétaciques.

J'ai déjà exposé en détail ces faits compliqués dans la partie stratigraphique du présent travail, et pour leur étude je renvoie le lecteur aux pages antérieures (voir page 48, pl. II, fig. 4).

Ici nous avons à nous occuper encore des couches à Bythinia. Ces couches forment, avec un plongement oriental faible, la crête isoclinale qui limite la vallée de Pancunto vers l'est (voir fig. 4, pl. II; fig. 2, pl. XIII).

Comme ce sont les couches plus jeunes de notre région, qui prennent part au plis-

(1) Voir BURCKHARDT: (15), p. 60.

(2) Pour les détails stratigraphiques, voir p. 33, 34.

sement andin, elles offrent un intérêt tectonique tout spécial. Le dernier soulèvement et plissement de notre Cordillère ne peut, en effet, pas avoir eu lieu avant la formation des couches à Bythinia, qui tombe dans l'Eocène inférieur.

Or, on pourrait faire ici une objection; on pourrait regarder le plongement faible de ces couches évidemment saumâtres comme une conséquence de leur mode de formation.

Dans ce cas, le plongement oriental serait primitif et les couches à Bythinia pourraient avoir été formées après le dernier plissement andin sans en avoir pris part.

Or, une pareille explication paraît peu probable déjà en vue de la direction méridionale des couches à Bythinia, qui cadre si bien avec la direction générale de la Cordillère. En outre, nous observons les mêmes couches aux bords du Biobio, entre les Arroyos Cui Cui Cutrau et Pancunto. Elles forment là une belle voûte qui ne peut avoir été formée que par un véritable plissement et ne s'expliquerait guère par des irrégularités primitives relationnées avec le mode de formation des sédiments (voir le profil général de la planche II).

IV. LES PLATEAUX INTERANDINS DE LAS LAJAS ET DE L'ALUMINÉ

Les trois chaînes andines, dont je viens de donner la description tectonique, sont séparées par deux grandes plaines: les plateaux de Las Lajas et de l'Aluminé.

L'explorateur, qui étudie ces plateaux, est véritablement frappé de trouver de grandes plaines entre les chaînes andines. Ce sont de véritables fragments de la Pampa, des formes orographiques absolument étranges à une grande chaîne de montagne, qui s'y observent intercalées entre les crêtes plissées de la Cordillère.

Le plateau de Las Lajas possède, entre les chaînes de la Vaca Muerta et de Pino Hachado, à la latitude de Las Lajas, une largeur d'au moins cinquante kilomètres. Sa constitution géologique est bien simple. Des couches modernes de graviers et de sables horizontaux couvrent presque partout la plaine et s'observent facilement aux barrancas qui accompagnent les fleuves. Ces dépôts se sont très probablement formés dans un grand lac qui a envahi la plaine bientôt après leur formation.

Les bancs graveleux sont surmontés par des roches éruptives néovolcaniques, comme le démontre la figure 1 de la planche IV.

Par place, on observe de grandes nappes basaltiques à la surface du plateau sans pouvoir voir leur base.

Des dépôts assez jeunes couvrent donc le plateau de Las Lajas ne laissant percer nulle part des couches plus anciennes. Le véritable sous-sol du plateau reste dans la profondeur caché aux yeux de l'explorateur.

Étudions maintenant l'extension du plateau de Las Lajas et les phénomènes qui s'observent à son contact avec les chaînes andines environnantes.

La limite septentrionale du plateau est marquée en partie par le Rio Agrio. Ce fleuve entre, avec une direction du nord au sud, dans notre champ d'études; mais au sud du 38° 30', il s'infléchit brusquement et se dirige dès lors de l'ouest à l'est. Dans ce dernier parcours, l'Agrio sépare deux régions géologiques bien distinctes (voir fig. 2, planche III; fig. 5, pl. II à droite). Sur la rive gauche, septentrionale, s'élèvent des chaînes assez hautes, formées par une voûte simple de terrains jurassico-crétaciques, que j'ai déjà décrits ci-dessus⁽¹⁾. Toutes les couches plissées de cet anticlinal se laissent poursuivre jusqu'aux bords même de l'Agrio. Regardant vers le sud, on est frappé de

(¹) Voir page 56.

ne retrouver aucune trace de notre voûte jurassico-crétacique sur la rive droite de l'Agrio. Ici, au contraire, s'observent les barrancas de la vaste plaine de Las Lajas qui n'offrent que des roches néovolcaniques et des graviers et sables tout à fait modernes.

La continuation australe de notre voûte sédimentaire où est-elle donc restée?

Une ligne de fracture assez importante sépare certainement les deux rives de l'Agrio: la partie australe — le plateau de Las Lajas — s'est enfoncée notablement le long de cette faille. Par suite, les couches jurassico-crétaciques, s'élevant sous forme d'une voûte à crêtes assez hautes au nord de l'Agrio, sont à chercher au sud de ce fleuve dans des profondeurs notables au-dessous du plateau, complètement cachées par des dépôts modernes.

Si le plateau de Las Lajas est déjà assez étroit au nord du trente-huitième degré, parce que là, comme nous venons de voir, s'élèvent brusquement des chaînes sédimentaires, nous pouvons présumer qu'il se termine complètement un peu plus au nord. En effet, comme le démontre la figure 5, planche II (voir côté gauche de la figure), la chaîne orientale, que nous avons vue apparaître au nord de la faille de l'Agrio, et la chaîne de Pino Hachado se rapprochent notablement vers le nord. Entre les deux chaînes, s'élèvent des collines basses qui présentent l'aspect de petits cônes volcaniques.

Le bord occidental du plateau de Las Lajas est formé par la chaîne de Pino Hachado. La ligne de contact entre cette chaîne et le plateau n'est pas tout à fait droite. Au sud de l'Arroyo Haichol, s'avance un fragment du plateau comme un coin triangulaire vers l'ouest. La figure 2, planche IV, nous montre cette partie intéressante du plateau qui est, pour ainsi dire, intercalée entre la chaîne de Pino Hachado.

Le contact entre les plissements de la chaîne de Pino Hachado et le plateau de Las Lajas s'observe le mieux à l'est de la cime de 1469 mètres (sud de Haichol). Cette cime est formée par une belle voûte de grès (voir fig. 1, pl. V). Comme nous l'avons déjà démontré (*), l'axe du pli en question est dirigé de l'ouest à l'est, directement vers le plateau de Las Lajas. Cependant, au pied oriental de la cime mentionnée, ne s'observe aucune continuation de la voûte sédimentaire: ici, au contraire, s'étale la vaste plaine quasi horizontale de Las Lajas, couverte de nappes basaltiques et graviers modernes (voir profil général de la planche II).

Pouvons-nous expliquer ces faits étranges d'une autre manière que par une ligne de fracture qui limite aussi ici le plateau de Las Lajas? Le long de cette faille, la partie orientale s'est enfoncée notablement: c'est le plateau de Las Lajas qui possède ici environ 950 mètres de hauteur; la partie occidentale, au contraire, s'est relativement élevée, et sa cime principale actuelle atteint une hauteur de 1469 mètres.

La Sierra de la Vaca Muerta, qui limite le plateau de Las Lajas au sud-est, est dirigée, comme nous l'avons vu, du nord-ouest au sud-ouest. Elle est formée par une belle voûte sédimentaire, dont le flanc occidental descend doucement vers le plateau. Toutes les couches de ce flanc plongent vers l'ouest, s'enfonçant sous la plaine. Il paraît donc que les sédiments, au lieu d'être coupés au bord du plateau par une fracture, se redressent plutôt sous forme d'une flexure.

Je ne saurais donner des dates précises sur l'extension du plateau de Las Lajas vers le sud. Un coup d'œil sur la figure 1 de la planche XVIII donne l'impression que ce plateau se termine bientôt aussi vers le sud, entouré là par un demi-cercle de montagnes et cimes assez basses, qui relie la chaîne de Pino Hachado avec la crête de la Sierra de la Vaca Muerta.

(*) Voir page 56.

Le plateau de l'Aluminé, qui sépare les chaînes de Pino Hachado et de Lonquimay, est une surprise encore plus grande pour l'explorateur que le plateau de Las Lajas. Au milieu même de la Cordillère, intercalée entre deux chaînes andines assez hautes, une immense plaine morcelée par l'érosion en une quantité de véritables montagnes tabulaires à surface plane et flancs abrupts: c'est une formation orographique pampéenne ou patagonienne dans les Andes (voir fig. 1, pl. XI; fig. 2, pl. XVIII).

Comme le plateau de Las Lajas, celui de l'Aluminé aussi est couvert d'une nappe énorme de roches basaltiques. À la base de ces roches, partout où l'érosion a été assez profonde, perce un massif granitique. Au bord septentrional et à l'extrémité orientale du Lago Aluminé, ce granite compose des collines qui possèdent une forme extérieure dont le caractère peut être désigné le mieux par l'expression allemande «klotzig» (voir planche XII, fig. 1).

Des masses granitiques considérables s'observent au sud de notre champ d'études, dans les environs de Pulmari et de Quillen, toujours au-dessous des nappes basaltiques.

Au nord, près du Paso de l'Arco, la présence du granite à la base des roches néovolcaniques est sans doute annoncée par des galets granitiques dans un conglomérat basaltique. Ces galets paraissent avoir été arrachés du sous-sol par les laves montantes.

Par ce qui précède, nous sommes autorisé à admettre qu'un massif granitique très étendu forme à peu près partout la base du plateau de l'Aluminé. Si cette roche s'observe seulement çà et là, à la base d'une grande nappe néovolcanique, c'est uniquement dû à la faiblesse de l'érosion, qui, généralement, n'a pas été assez profonde pour mettre le granite au jour.

Vers le sud, on peut poursuivre le plateau de l'Aluminé par Pulmari et Quillen jusqu'à Junin de los Andes partout avec la même structure géologique.

Au nord de Liucura, ce plateau se termine bientôt. Un coup d'œil depuis la cime du Cerro Piñeñue vers le nord nous enseigne qu'une foule de crêtes dentelées assez hautes unissent la chaîne de Pino Hachado avec celle de Lonquimay.

Le contact entre les chaînes andines et le plateau de l'Aluminé ne peut pas être étudié convenablement; partout nous l'avons trouvé masqué par d'immenses masses andésitiques et basaltiques, qui ont sans doute comblé la plaine déjà formée.

V. RÉSUMÉ

Le profil géologique de notre planche II offre un résumé des observations tectoniques.

Notre Cordillère commence à l'est par des voûtes très régulières, simples et droites, de terrains jurassiques et crétaciques (Sierra de la Vaca Muerta, bord nord de l'Agrio à l'ouest de Las Lajas).

Le grand plateau de Las Lajas, qui sépare ces plis de la chaîne de Pino Hachado, est couvert de roches néovolcaniques, au-dessous desquelles affleurent des dépôts modernes de graviers. Des failles (sud de Haichol, Agrio) et des flexures (Sierra de la Vaca Muerta) marquent le contact entre le plateau et les chaînes environnantes.

Une nappe andésitique énorme laisse percer deux zones sédimentaires distinctes dans la chaîne de Pino Hachado: à l'est, c'est une zone de grès qui forme une belle voûte transversale (sud de Haichol); à l'ouest, c'est encore une fois un anticlinal transversal, composé près de Liucura de couches médiojurassiques et plus au nord-est (Tehuel-Nigliu) de porphyrites violâtres, qui, sans doute, ont été plissées avec les sédiments. Dans la partie occidentale de la chaîne de Pino Hachado, s'observe un ancien centre volcanique formé par une roche trachytique (Tehuel-Nigliu).

Le plateau de l'Aluminé, intercalé entre les chaînes de Pino Hachado et de Lonquimay, montre un massif granitique très étendu, surmonté par une nappe de basaltes et d'andésites.

Dans la partie orientale de la chaîne de Lonquimay, affleure une zone sédimentaire. Elle commence à l'est par les plis des couches à Bythinia, qui par leur âge relativement jeune (probablement éocène inférieur) placent le dernier plissement des Andes dans une période peu reculée. Une discordance de transgression sépare les couches à Bythinia vers l'ouest des schistes médiojurassiques de la vallée de Pancunto. Percés par un massif considérable de granite, ces schistes paraissent y former une voûte droite assez régulière.

Le long du Rio Lonquimay, s'observent deux belles voûtes droites, composées de couches calloviennes et rauraciennes, et, à l'ouest, de bancs très puissants du conglomérat porphyritique. Cette roche se laisse poursuivre avec un plongement occidental jusqu'à Tehuelmallin, perçant aussi plus à l'ouest encore (Malalcahuella) les énormes masses basaltiques qui, sorties sans doute de la bouche de l'imposant volcan Lonquimay, ont comblé toute la partie occidentale de la chaîne de Lonquimay.

DEUXIÈME CHAPITRE

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

TECTONIQUES

I. LES ÉLÉMENTS TECTONIQUES

En comparaison avec les phénomènes tectoniques compliqués des Alpes et d'autres grandes chaînes, les dislocations ont été bien simples dans notre Cordillère.

Il n'y a pas de grands chevauchements, ni des klippes, ni même les plis couchés que nous observons à chaque pas dans les régions alpines.

Le caractère des plis est plutôt jurassien: des voûtes droites, simples et régulières prédominent et le premier coup d'œil sur notre profil général de la planche II nous en fournit une quantité d'exemples typiques.

Ici je citerai: la voûte de la Sierra de la Vaca Muerta, la voûte au nord de l'Agrio, l'anticlinal de Liucura à Tehuel-Nigliu et les belles voûtes de la rive droite du Rio Lonquimay à l'est de la Comisaria.

Quelquefois les voûtes sont compliquées par une faille (sud de Haichol, probablement la partie australe de la Sierra de la Vaca Muerta). Outre ces failles assez secondaires, qui accompagnent les anticlinaux, s'observent des lignes de fractures plus importantes au contact du plateau de Las Lajas avec les chaînes sédimentaires environnantes (Agrio, sud de Haichol).

La direction des plis de notre région est très variée (voir l'esquisse tectonique, planche I); ce ne sont que les plis au nord de Las Lajas et aux environs des rios Lonquimay et Biobio qui, dirigés du nord au sud, concordent avec la direction méridionale de la Cordillère. L'axe de la Sierra de la Vaca Muerta est dirigé du nord-est au sud-ouest et les voûtes de la chaîne de Pino Hachado sont en grande partie tout à fait perpendiculaires à la direction andine. Ce sont de véritables plis transversaux, dirigés de l'est à l'ouest (Liucura, Haichol).

Ici se pose la question si cette direction transversale de certains axes de plis est un accident plutôt local, limité à notre région d'études ou bien si ce phénomène est général et s'il se répète dans d'autres parties de la Cordillère; phénomène qui s'explique par l'action de deux forces orogéniques dont l'une a agi perpendiculairement à l'autre.

Les observations dans notre champ de travail antérieur, entre le 33 et 36° latitude sud⁽¹⁾, me font plutôt pencher vers la seconde manière de voir. Là aussi nous avons trouvé les traces de deux directions, dont la principale correspond à la direction méridionale des Andes, tandis que l'autre la croise à peu près perpendiculairement.

(¹) Voir BURCKHARDT: (15), p. 124.

Nous arrivons donc à l'hypothèse que le plissement de la Cordillère a eu lieu dans deux directions perpendiculaires.

Rappelons ici que, pour le système alpin aussi, les travaux tectoniques modernes paraissent confirmer de plus en plus l'existence de deux systèmes perpendiculaires de plissements⁽¹⁾. Selon ma conviction, ce phénomène est général et se retrouvera avec le progrès de nos connaissances dans la plupart des grandes chaînes plissées.

II. LA FORMATION DES PLATEAUX

Notre Cordillère est caractérisée surtout par la virgation dans trois ramaux et l'existence de deux plateaux interandins entre eux.

Nous avons déjà exposé en détail tous les phénomènes géologiques relationnés avec les plateaux de Las Lajas et de l'Aluminé⁽²⁾. Ici nous aurons à nous occuper seulement de l'explication probable de ces faits.

Il me paraît *a priori* certain que les plateaux ont été formés par des phénomènes tectoniques en vue de leur extension extraordinaire et de leur forme. Voici les deux hypothèses qui pourraient, selon mon opinion, expliquer la genèse de ces plaines merveilleuses. D'après la première, proposée par moi dans mon rapport préliminaire⁽³⁾, deux massifs granitiques considérables (dont l'un s'observe réellement au-dessous du plateau de l'Aluminé), ont empêché les forces orogéniques de se faire sentir dans leur pourtour, en faisant naître ainsi les deux plateaux de Las Lajas et de l'Aluminé.

Après beaucoup de réflexions, je suis maintenant plutôt disposé à abandonner cette explication en faveur de la seconde hypothèse, selon laquelle les deux plateaux sont des zones affaissées, produites par des effondrements considérables.

Entre les faits, qui militent en faveur de cette manière de voir, il faut mentionner avant tout les lignes de contact entre le plateau de Las Lajas et les chaînes andines environnantes (voir esquisse tectonique, planche I). Nous y avons observé les traces de grandes fractures, dont l'une correspond au cours du Río Agrio, tandis que l'autre limite la voûte transversale de Haichol vers l'est (voir p. 60; pl. II, profil général et esquisse tectonique).

Le contact entre le plateau de l'Aluminé et les chaînes andines est malheureusement caché par d'immenses nappes basaltiques partout où nous avons eu l'occasion de l'observer. Cependant, si les faits géologiques nous engagent à déclarer que le plateau de Las Lajas ait été formé par l'action de grands effondrements, nous devons appliquer la même explication à son «jumeau» le plateau de l'Aluminé.

Les grandes masses granitiques au-dessous du plateau de l'Aluminé, loin d'être en contradiction avec notre hypothèse, la confirment au contraire. En effet, on a souvent observé des massifs granitiques en connexion avec de grandes zones d'effondrement. «Bemerkenswerth ist das häufig an Granitmassen gebundene Vorkommen von Versenkungen, welche mehrere tausend Fuss erreichen können und zuweilen die Formen der Becken und Grabenversenkungen haben», dit Richthofen⁽⁴⁾.

Nous ne pouvons pas mesurer directement l'affaissement des plateaux, parce que des graviers et des nappes néovolcaniques y couvrent la continuation affaissée des sédiments andins. Par là, se conçoit que, de toute manière, ces effondrements ont été

⁽¹⁾ Cfr. entre autres les travaux de PHILIPPI: (60); LUGEON: (44); ROUSSEL: (75); et mes propres observations (13).

⁽²⁾ Voir pages 59 à 61.

⁽³⁾ BURCKHARDT: (14), p. 14.

⁽⁴⁾ Voir RICHTHOFEN: (73), p. 544.

plus considérables que la différence actuelle entre la hauteur des plateaux et les chaînes environnantes, qui est de 490 mètres près de Haichol et de 442 mètres à l'est de la Portaña.

L'âge des effondrements, qui ont fait naître les plateaux, ne peut pas être fixé exactement. Nous pouvons seulement avouer que ces plateaux doivent être plus anciens que l'éruption des nappes andésitiques et basaltiques, qui sont sans doute venus les combler après leur formation. Sans pouvoir en donner des preuves, il me paraît probable que les effondrements ont eu lieu pendant ou immédiatement après la dernière période de plissement de notre Cordillère.

Avant de terminer, il convient de signaler la ressemblance entre la structure de notre Cordillère et le système alpin en général. Comme M. Suess l'a magistralement exposé dans son «*Antlitz der Erde*»⁽¹⁾, les différents arcs du système alpin sont séparés par de grandes zones d'effondrement. Chacune de ces zones est le «*Rückland*» pour le rameau alpin précédent, et en même temps le «*Vorland*» pour le rameau suivant.

Notre région paraît la reproduction fidèle des Alpes en miniature. En effet, nos trois chaînes andines, des rameaux formés par virgation, sont séparées aussi par des zones affaïssées. Le plateau de Las Lajas pourrait être regardé comme Rückland effondré de la chaîne de la Vaca Muerta et en même temps comme Vorland de celle de Pino Hachado; le plateau de l'Aluminé, à son tour, représenterait le Rückland de la chaîne de Pino Hachado et le Vorland de la chaîne de Lonquimay!

Et la vallée longitudinale du Chili serait-elle peut-être le «*Rückland*» de la chaîne de Lonquimay et le Vorland de la Cordillère des côtes?

III. LA STRUCTURE ASYMÉTRIQUE DE LA CORDILLÈRE

Il ressort clairement du profil géologique général de la planche II que notre Cordillère possède une structure asymétrique et zonaire très prononcée. De l'est à l'ouest, s'observent les zones suivantes:

1. Une zone sédimentaire jurassico-crétacique à plissements simples (chaînes orientales).
2. Un plateau couvert de roches néovolcaniques et de graviers modernes (plateau de Las Lajas).
3. Une zone de plis mesozoïques et roches porphyriques et porphyritiques, surmontée par une nappe basaltique et à l'ouest avec un centre néovolcanique (chaîne de Pino Hachado).
4. Un second plateau formé de masses granitiques et couvert de laves basaltiques et andésitiques (plateau de l'Aluminé).
5. Une zone jurassique plissée, percée par un massif granitique (partie orientale de la chaîne de Lonquimay).
6. Une zone basaltique avec des centres éruptifs reposant sur des conglomérats porphyritiques plissés et des roches porphyritiques (partie occidentale de la chaîne de Lonquimay).

L'asymétrie de notre Cordillère est surtout frappante quand on compare le bord occidental avec l'oriental: à l'est, s'observent des plis mesozoïques très réguliers et

(1) SUSS: (90).

assez faibles; à l'ouest, des masses éruptives considérables et de grands centres volcaniques.

Voilà une analogie assez frappante avec les Alpes où nous constatons d'une part un «Ausklingen» des plis vers la plaine mollassique et d'autre part une zone éruptive au bord de la plaine du Pô.

Le bord oriental de la Cordillère est donc à comparer avec le bord septentrional des Alpes et le bord occidental avec le bord austral.

Dans notre travail antérieur, nous sommes arrivé exactement au même résultat pour la région andine entre le 33 et 36° latitude sud, et je renvoie ici le lecteur aux démonstrations relatives⁽¹⁾.

Si nous avons constaté une asymétrie assez grande en considérant le profil entier de notre Cordillère, nous pouvons observer en détail une répétition de cette structure en considérant isolément les chaînes de Pino Ilachado et Lonquimay. Ces deux chaînes montrent une asymétrie absolument analogue: la première commence à l'est avec la zone sédimentaire de Haichol et porte un ancien centre volcanique à Tehuel-Nigliu dans son extrémité occidentale; la seconde, également, montre des plissements sédimentaires à l'est et supporte à sa bordure occidentale les cônes magnifiques des volcans Lonquimay, Tolhuaca, Llaimas et Lanin.

Il convient de faire ressortir clairement la structure asymétrique de notre Cordillère en vue de leur importance théorique. En effet, constatant à peu près au centre de la Cordillère (Pancunto) des granits jeunes⁽²⁾, on pourrait être tenté de revenir aux anciennes théories orogéniques, selon lesquelles la formation des grandes chaînes de montagnes est due à des éruptions notables de granit et d'autres roches éruptives.

Or, les principales prémisses de cette théorie, la symétrie des plissements des deux côtés d'une zone éruptive centrale, manquent complètement dans notre Cordillère nettement asymétrique.

IV. LES PÉRIODES DE PLISSEMENT

Récemment, les travaux de plusieurs géologues⁽³⁾ ont démontré que la formation de beaucoup de chaînes de montagnes est une œuvre de longue haleine. Les forces orogéniques ont souvent agi pour la première fois dans une telle région pendant des périodes très anciennes; plus tard, ces forces se sont fait sentir au même endroit à plusieurs reprises et la dernière période de dislocation y tombe souvent dans des temps relativement modernes.

Ainsi une grande chaîne s'est formée peu à peu par des plissements périodiques de la même région.

La Cordillère paraît offrir de nouvelles preuves pour cette manière de voir.

Les travaux importants de Forbes⁽⁴⁾, Stelzner⁽⁵⁾ et Bodenbender⁽⁶⁾ surtout paraissent tous nous enseigner que la région orientale des Andes boliviennes et argentines a subi un plissement assez considérable vers la fin de la période paléozoïque.

Notre propre Cordillère nous a donné beaucoup d'arguments en faveur d'une pé-

⁽¹⁾ BURKHARDT: (15), p. 126 et 127.

⁽²⁾ Voir la partie pétrographique.

⁽³⁾ Voir entre autres FOURNIEU: (30); MIDDLEMISS: (46); UHLIG: (93).

⁽⁴⁾ FORBES: (29).

⁽⁵⁾ STELZNER: (87).

⁽⁶⁾ BODENBENDER: (10).

riode de terre ferme et de plissement au commencement du Malm. Je renvoie le lecteur aux pages antérieures, où j'ai exposé ces faits avec tous les détails⁽¹⁾.

Le dernier plissement de notre région d'études a eu lieu *après* la formation des couches à Bythinia qui représentent les dernières couches plissées de notre Cordillère⁽²⁾ et *avant* la fin de l'époque glaciaire. Cette période de plissement est donc certainement assez jeune.

Malheureusement, les espèces des couches à Bythinia sont peu nombreuses et, d'après M. le professeur Ch. Mayer-Eymar, toutes nouvelles; de sorte que l'âge du dépôt ne peut pas être fixé avec toute la sûreté désirable. Il est cependant très probable que les couches à Bythinia sont des dépôts d'eau saumâtre de l'Eocène inférieur (Londinien I, voir p. 25 et 43).

D'autre part, des polis glaciaires sur un bloc du même basalte⁽³⁾, que nous observons ailleurs en discordance au-dessus des plis andins⁽⁴⁾, nous enseignent que le dernier plissement s'est achevé certainement avant la fin et peut-être même avant le commencement de la période glaciaire. Nous reviendrons en détail sur ce fait dans la partie pétrographique, en parlant de l'âge des éruptions basaltiques.

Les considérations précédentes nous ont enseigné que le dernier plissement de la Cordillère étudiée tombe entre l'Eocène et la dernière partie de la période glaciaire.

Des considérations paléontologiques permettent probablement de fixer plus exactement l'âge du dernier plissement des Andes argentino-chiliennes. MM. Steinmann et Moerike⁽⁵⁾ distinguent deux assises tertiaires dans le Chili septentrional. La plus ancienne, d'âge oligocène ou miocène inférieur (couches de Navidad), montre dans leur faune des relations intimes avec le miocène européen et possède un caractère atlantique.

La plus moderne, d'âge miocène supérieur ou pliocène (couches de Coquimbo), se distingue au contraire par le caractère nettement pacifique de leur faune. Or, maintenant que nous savons que le dernier plissement andin tombe probablement dans l'époque tertiaire postéocène, il paraît logique d'admettre que la différence notable dans les relations paléontologiques des couches tertiaires du Chili est causée par le dernier plissement andin, qui s'est achevé entre le dépôt des couches de Navidad et de Coquimbo. Ce plissement aurait supprimé la communication libre de la mer tertiaire du Chili avec l'Atlantique et daterait donc de l'époque miocène.

(1) Voir p. 45 à 50.

(2) Voir p. 59.

(3) Voir planche IX, fig. 1.

(4) Voir pl. VI, fig. 1; pl. X, fig. 2.

(5) STEINMANN-MOERIKE: Tertiärbildungen des nördlichen Chile. «Neues Jahrbuch für Mineralogie - Beilage Band X, 1896.

TROISIÈME PARTIE



GÉOLOGIE DES ROCHES ÉRUPTIVES

AGE DES ÉRUPTIONS

La partie pétrographique du présent travail n'est que provisoire. Elle s'occupera avant tout des phénomènes géologiques liés avec les roches éruptives et de la question d'âge des éruptions.

L'étude micropétrographique pourra seule déterminer en détail et définitivement nos roches éruptives et nous fournir des renseignements sur les phénomènes de métamorphisme de contact et beaucoup d'autres questions générales. Cette étude reste à faire par un spécialiste. Elle sera publiée, comme supplément du présent travail, aussitôt que mon collègue et ami M. le docteur Leo Wehrli, à Zurich, trouvera le temps de s'occuper des matériaux que je lui ai déjà remis dans ce but.

ROCHES GRANITIKUES ET DIORITIKUES

1. GRANIT À BIOTITE

Un imposant massif granitique perce les schistes et les calcaires noirs de Pancunto. C'est un granit à biotite qui contient du quartz, peu de hornblende et beaucoup de biotite.

Les contours des montagnes granitiques sont arrondis, plus ou moins semi-circulaires; et les roches blanches, généralement dépourvues de végétation, contrastent aussi par leur couleur avec les sédiments rouge foncé des environs. Notre massif granitique s'observe surtout aux pentes australes de la vallée de Pancunto, où ses parois blanches, intercalées entre les sédiments obscurs, s'imposent déjà de loin. C'est là que nous étudierons en détail les phénomènes intéressants de contact entre le granit et les roches sédimentaires (voir pl. XIV, fig. 2; pl. XVI, fig. 2; pl. XV, fig. 1 et 2).

Les pentes septentrionales de la même vallée laissent voir la continuation du massif granitique. Comme le démontre la figure 1, planche XIV, cette roche s'observe dans les parties inférieures de la pente; en haut, elle est couverte partout par les sédiments rouges qui forment la crête transversale dentelée au nord de Pancunto - Paule.

Je ne saurai pas donner des dates précises sur l'extension de notre massif granitique plus au nord; cependant, on en retrouve probablement des traces encore dans les vallées Cui-Cui-Curá et Lolén, tandis que notre profil du bord austral du Rio Lonquimay démontre que, là, le granit n'affleure plus.

Les phénomènes de contact entre le granit et les roches sédimentaires sont extrêmement intéressants, d'autant plus que la différence de couleur est frappante entre le granit blanc et les roches sédimentaires foncées et rouges par décomposition.

Comme nous le démontrerons tout à l'heure, les sédiments limitrophes du granit sont à placer dans le Dogger moyen et inférieur. Avant d'en donner la preuve, étudions les phénomènes de contact sur les pentes australes de la vallée de Pancunto.

Quiconque traverse cette vallée sera frappé, de loin déjà, d'observer au milieu même des parois blanches de granit plusieurs taches rouges qui contrastent merveilleusement par leur couleur avec la roche granitique environnante (voir fig. 2, pl. XIV).

En nous rapprochant et en allant vers le fond de la vallée de Pancunto, nous pouvons constater les phénomènes magnifiques dont la figure 2 et surtout la figure 1 de la planche XV donnent une idée. Il sera difficile de voir un phénomène géologique plus net et plus clair que ces masses de granit blanc qui contiennent de nombreux lentilles et fragments sédimentaires rouges de toute grandeur. Ce sont bien des fragments des mêmes calcaires et schistes médiojurassiques qui entourent le massif granitique. Inclus ici dans le granit, ils nous permettent une seule explication: l'éruption granitique a dû avoir lieu après la formation des sédiments environnants dont elle a arraché et enveloppé de nombreux fragments de toute grandeur.

Dans plusieurs endroits, on voit le granit envoyer des filons dans la roche sédimentaire environnante. La figure 2 de la planche XVI nous en offre un exemple bien typique.

Par ce qui précède, nous avons vu que l'éruption du granit de Pancunto ne peut pas avoir eu lieu avant la formation des calcaires et schistes environnants. Or, nous avons déjà dit que ces sédiments sont médiojurassiques, et, dans la partie stratigraphique, nous avons exposé qu'ils sont probablement à placer dans le Dogger inférieur et moyen ⁽¹⁾.

Ici, il convient de s'occuper de nouveau et en détail de cette définition d'âge, de laquelle dépend la preuve de la jeunesse relative des éruptions granitiques.

Les calcaires et schistes noirs ne m'ont livré malheureusement aucun fossile à Pancunto même ou dans les environs immédiats du massif granitique. Cependant, je crois pouvoir les placer avec assez de sûreté dans le Dogger moyen et inférieur en me basant sur les faits suivants.

Dans le prolongement septentrional des couches de Pancunto, s'observe, sur le bord austral du Lonquimay (voir profil stratigraphique G, pl. II), une série jurassique bien claire ⁽²⁾. Elle commence en bas avec des couches calloviennes qui sont superposées par un banc peu puissant d'une roche éruptive verdâtre. Cette roche supporte un complexe assez puissant d'une brèche grise à cidarites qui est à placer dans le Rauracien. Or, cette brèche contient des fragments d'un calcaire noir pyriteux qui n'est pas à distinguer du calcaire de Pancunto aux environs du granit. La roche éruptive verdâtre citée, qui s'intercale à Lonquimay entre le Callovien et le Rauracien, se retrouve également dans la vallée de Pancunto, à l'ouest du massif granitique. Un examen microscopique des deux roches pourra sans doute établir leur identité. Nous observons donc à Lonquimay les roches de Pancunto en connexion intime avec des couches du Dogger et du Malm inférieur. Dans les dépôts rauraciens, notre calcaire forme des fragments plus ou moins anguleux.

L'analogie pétrographique complète, entre les roches de Pancunto et l'affleurement du Dogger de Liucura, nous permet de définir l'âge de nos couches avec plus de sûreté encore. En effet, personne ne pourra distinguer les roches de Pancunto et Liucura: les deux se composent de calcaires et schistes noirs à surface rouge par l'action de la décomposition. Il est très curieux que, de loin, je me suis trompé dans les deux cas en croyant voir des conglomérats porphyritiques, car la couleur superficielle rougeâtre est, à Pancunto aussi bien qu'à Liucura, absolument semblable aux teintes rouges et violâtres du conglomérat. Quelques bancs d'un quartzite blanc s'observent soit à Liucura soit à Pancunto. Le gisement de Liucura est à placer par ses fossiles ⁽³⁾ (*Pseudomonotis substriata*, *Harpocevas proximum*, *Sonninia*) dans le Dogger moyen et inférieur. Il doit en être certainement de même avec les couches de Pancunto dont la nature pétrographique est absolument identique.

Nous arrivons donc à la conclusion que le granit a percé, arraché et enveloppé des fragments du Dogger moyen et que par suite son éruption ne peut pas être, en tout cas, plus ancienne que le Dogger supérieur. Elle n'aura pas eu lieu non plus avant ou pendant la formation des conglomérats porphyritiques suprajurassiques, car ces roches ne contiennent aucun galet granitique.

D'autre part, des fragments granitiques s'observent dans la brèche basaltique ou andésitique de l'Arco (voir ci-dessous); ils sont donc plus anciens que l'éruption prin-

(1) Voir page 33, 34.

(2) Voir page 31, 32.

(3) Voir page 33, 34.

cipale des andésites et basaltes qui a eu lieu, comme nous le verrons, dans l'intervalle entre le Tertiaire inférieur et la période glaciaire supérieure.

Pour notre région, nous pouvons en conclure que l'éruption granitique doit être plus jeune que la période jurassique et plus ancienne que la fin des temps glaciaires. Elle pourrait donc tomber dans le Crétacique, le Tertiaire ou le commencement du Quaternaire. Rien n'empêche d'admettre que cette éruption isochrone, avec les derniers plissements de la Cordillère et l'affaissement des plateaux interandins, puisse être placée dans l'époque tertiaire.

Nous retrouvons donc dans notre région les granits jeunes qui forment un trait si caractéristique de la Cordillère, ayant déjà été signalés ailleurs par divers auteurs (1).

2. GRANIT À HORNBLLENDE ET DIORITE

Des masses considérables de granit forment la base du plateau de l'Aluminé. C'est un granit à hornblende, contenant deux orthoklases, beaucoup de quartz et du grenat, que nous voyons affleurer aux bords du Lago Aluminé. Il compose à l'extrémité orientale de ce lac une colline bien caractéristique (voir pl. XIII, figure 2).

D'autres affleurements granitiques se trouvent au nord du lac. Quelques petites collines sur la rive gauche de l'Arroyo Litran et tout près de l'embouchure de ce ruisseau dans le lac, sont formées par un granit à hornblende qui nous rappelle beaucoup certains granits des Alpes, surtout les granits du Val Canaria.

En connexion intime avec cette roche granitique, s'observe une diorite d'un vert foncé.

Les granits possèdent certainement une grande extension aussi ailleurs au-dessous du plateau de l'Aluminé. Les affleurements granitiques de Pulmari et Quillen et peut-être aussi les fragments de granit dans la brèche basaltique de l'Arco nous en fournissent des preuves.

Cependant, nous observons actuellement le granit dans un nombre relativement restreint de points, ce qui est dû uniquement aux grandes nappes basaltiques superposées qui le cachent partout où l'érosion n'a pas été assez profonde pour les enlever.

(1) Voir p. ex. STELZNER: (87), p. 198; MOERICKE: (48), p. 592; WEHRLI: (97); ROTH: Apuntes sobre la geología y paleontología de los territorios del Río Negro y Neuquén, «Revista del Museo de La Plata» 1898, p. 32; HAUTHAL: Ueber patagonisches Tertiär, etc. «Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft», 1898, p. 438.

II

ROCHES PORPHYRIQUES ET PORPHYRITIQUES

1. PORPHYRE BRUN À ORTHOKLASE

C'est peut-être la plus belle roche éruptive de notre région ce porphyre brun violâtre, avec ses cristaux brillants d'orthoklase. Il affleure dans la chaîne de Pino Hachado à trois endroits: entre Haichol et Pino Hachado, nous le voyons interrompre la nappe basaltique tout près du chemin; au-dessus de Liucura, il forme quelques collines rondes, à la base du gisement fossilifère du Dogger moyen⁽¹⁾ et directement surmonté par la brèche porphyritique et le tuf blanc, décrits ci-dessous. Enfin, sur les pentes de la rive droite du Biobio, près du Paso de los Argentinos, mon assistant Téofoilo Gerber l'a constaté à la base d'une roche mélaphyrique.

2. PORPHYRITE VERTE ET VIOLETTE EN CONNEXION AVEC LES CONGLOMÉRATS PORPHYRITIQUES

À l'ouest de l'ancien fond de lac de Pino Hachado (fig. 2, pl. VIII) et à la base des belles colonnes basaltiques, reproduites dans la planche VIII, figure 1, s'observe une porphyrite violette foncée.

Comme dans notre champ d'études antérieur, cette porphyrite passe aussi ici insensiblement au conglomérat porphyritique, duquel elle forme quelquefois le ciment et dans lequel se retrouvent aussi des galets. C'est certainement le produit d'éruptions sous-marines réitérées pendant la formation des conglomérats porphyritiques supra-jurassiques.

Des roches porphyriques ou porphyritiques vertes et violâtres, également en connexion avec les conglomérats porphyritiques, affleurent à la crête qui limite les moraines du Paso de Pino Hachado vers l'est (voir fig. 2, pl. XVII).

3. PORPHYRITE VERTE À GRANDS FELDSPATHS

C'est là sans doute une des roches les plus caractéristiques de la Cordillère cette porphyrite d'un vert foncé, avec de grands feldspaths en tablettes de deux à quatre centimètres cubes, qui affleure à Lonquimay, à l'est de la Comisarfa.

Nous avons déjà observé dans notre expédition antérieure cette porphyrite, la comparant souvent, par son aspect extérieur, aux roches nummulitiques des Alpes suisses.

⁽¹⁾ Voir p. 30.

En effet, la ressemblance avec les couches nummulitiques est par place vraiment frappante, car les grands feldspaths blancs nous rappellent exactement les coupes des nummulites dans les grès verts du terrain éocène alpin. Voilà donc une roche «pseudo-nummulitique» pour ainsi dire!

A Santa Elena, dans notre champ de travail antérieur, cette porphyrite est intercalée entre les couches fossilifères du Callovien inférieur. C'est un «Lagergang» formé probablement au fond de la mer calloviennne pendant le dépôt des couches ammonitifères. A Lonquimay aussi, cette roche se trouve dans le voisinage immédiat des couches calloviennes inférieures. Elle a donc été formée très probablement d'une manière analogue que la roche porphyritique de Santa Elena.

4. PORPHYRITE VERTE DE MALALCAHUELLA

Une porphyrite d'un vert blanchâtre affleure à l'ouest des maisons de Malalcahuella. Nous la voyons former des rochers qui longent le chemin et bordent aussi la gorge d'un petit ruisseau, affluent droit du Río Colorado.

5. PORPHYRITE VIOLETTE, BRÈCHE PORPHYRITIQUE ET TUF

(Liucura, vallée du Tehuel-Nigliu)

Dans la vallée supérieure du Tehuel-Nigliu, s'observe une roche porphyritique violette. Nous avons déjà démontré, dans la partie tectonique (voir page 57), que la porphyrite de Tehuel-Nigliu a été probablement plissée avec les roches sédimentaires sous-jacentes, formant un faible anticlinal dont le flanc austral (Cerro Bayo) plonge vers le sud-est, tandis que le flanc septentrional (Cerro Negro), au contraire, plonge vers le nord-ouest (voir fig. 2, pl. IX et profil pl. II).

Directement au sud de la voûte transversale, formée de calcaires et schistes médiojurassiques, entre Liucura et Pino Hachado⁽¹⁾, affleure, au bord même du chemin, un tuf blanc, remarquable par sa forme extérieure (voir fig. 1, pl. X). De loin déjà, on admire cette roche qui perce ça et là les pentes gazonnées sous forme de véritables dents blanches.

Vers le sud, s'observent, au sommet des collines gazonnées de la région, des complexes fortement découpés et dentelés d'une roche obscure (voir fig. 1, pl. X, à droite). C'est une brèche porphyritique qui contient de nombreux fragments anguleux de la porphyrite violette de Tehuel-Nigliu, cimentés par un tuf rouge couleur tuile.

Cette roche paraît avoir été formée par de grands courants boueux qui accompagnent généralement les éruptions subaériennes et dont Richthofen⁽²⁾ caractérise les dépôts comme suit:

«Man erkennt die Schlammstromgesteine an dem gänzlichen Mangel der Schichtung, an der Menge scharfeckiger Einschlüsse von der verschiedensten Grösse, welche in dem aschenartig zerkleinerten Material, das die Grundmasse bildet, unregelmässig zerstreut sind.»

Cette définition s'applique très bien à notre brèche qui paraît donc démontrer que l'éruption des roches porphyritiques de Tehuel-Nigliu et Liucura a eu lieu pendant une période de terre ferme.

(¹) Cfr. p. 30.

(²) RICHTHOFEN: «Führer für Forschungsreisende», p. 566.

Il paraît à première vue assez difficile de fixer l'âge de cette période et de l'éruption porphyritique. Cependant, les relations entre les porphyrites et les sédiments jurassiques environnants peuvent nous guider dans ces questions. La brèche de Liucura participe certainement aussi bien que la porphyrite de Tehuel-Nigliu aux plissements sédimentaires de la région. Il est très probable que cette brèche appartient au flanc austral de la voûte transversale de Liucura et surmonte les calcaires et schistes du Dogger moyen. La brèche porphyritique serait donc plus jeune que le Dogger moyen. D'autre part, nous voyons les porphyrites de Tehuel-Nigliu affleurer aux crêtes du Cerro Bayo; le versant austral présente donc des conglomérats porphyritiques supra-jurassiques⁽¹⁾. De ces faits, paraît résulter, avec beaucoup de probabilité, que l'éruption subaérienne des porphyrites et brèches porphyritiques de Liucura et Tehuel-Nigliu a eu lieu entre le Dogger moyen et le Malm. Elle tombe probablement dans la période de terre ferme et de plissement, au commencement du Malm, que nous avons cherchée à établir dans la partie stratigraphique du présent travail⁽²⁾.

⁽¹⁾ Voir p. 38.

⁽²⁾ Voir p. 45 et suivantes.

III

ROCHES NÉOVOLCANIQUES

1. ANDÉSITE ET BASALTE FELDSPATIQUE, TUF ET BRÈCHES ANDÉSITIQUES ET BASALTIQUES (1)

Une andésite d'un gris foncé est certainement la roche éruptive la plus répandue de notre région.

Presque partout, nous en observons des nappes souvent très épaisses. De la hauteur du col de Pino Hachado, l'andésite descend des deux côtés en couvrant non seulement la plus grande partie de la chaîne de Pino Hachado mais aussi les deux plateaux interandins de Las Lajas et de l'Aluminé. La partie occidentale de la chaîne de Lonquimay a été comblée par des masses andésitiques et basaltiques très étendues.

Par cette extension extraordinaire, les roches andésitiques et basaltiques jouent un rôle prépondérant dans le paysage andin. Morcelées par l'érosion, les nappes à peu près horizontales de l'andésite nous rappellent très souvent les ruines d'un vieux château ou les murs et remparts de forteresses étendues. Leurs couleurs généralement obscures prêtent au paysage un caractère plutôt sombre, sans doute souvent compensé par les teintes très vives, rouges, vertes et blanches des tufs accompagnants.

Pour étudier la tectonique de l'andésite et ses rapports avec les tufs, conglomérats et brèches, nous allons parcourir rapidement de l'est à l'ouest les points les plus clairs et les plus remarquables de notre région.

Tout près de l'estancia de Haichol, s'observe, sur la rive droite de l'arroyo du même nom, une petite colline isolée. De loin déjà, les colonnes droites de cette colline nous annoncent l'andésite. À sa base, affleurent des tufs polychlores verts et rougeâtres (voir le cliché ci-joint).



La figure 1 de la planche VII donne une idée des pentes australes supérieures de la vallée de Haichol, à l'est de la comisaria Pino Hachado. C'est là une série basaltique très typique. Elle commence à la base avec une bande blanche de tuf, bien visible sur ladite figure et remarquable par les phénomènes d'érosion qu'elle présente. De grands blocs du basalte superposé ont couvert çà et là les tufs, en empêchant leur destruction par l'érosion et en créant par suite des piliers de tuf de huit à dix mètres de hauteur, qui peuvent être comparés le mieux avec des «Erdpfeiler». Un tuf jaune au-dessus du tuf blanc saute aux yeux par sa couleur extrêmement vive, il passe surtout en

(1) Sans études micropétrographiques il nous est impossible de distinguer les andésites des basaltes feldspatiques de notre région. M. Léo Wehrli, après un examen microscopique, a cru que presque toutes les roches néovolcaniques de la contrée sont des basaltes feldspatiques (voir notre rapport préliminaire); récemment — après l'impression des planches — mon collègue m'écrivit que la plupart des roches en question sont des andésites et que des basaltes ne s'observent que rarement.

haut dans des brèches plus ou moins grossières et brunâtres. Enfin, la crête même de la montagne est couronnée par une nappe basaltique avec de belles colonnes droites.

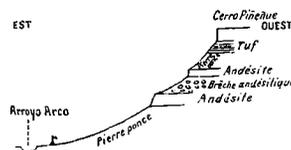
À l'ouest de la comisaria de Pino Hachado réapparaît une nappe andésitique plus profonde que les tufs et basaltes décrits ci-dessus; c'est peut-être la continuation de l'andésite de la estancia Haichol.

Cette nappe andésitique qui limite, avec les éboulements de la contrée, l'ancien fond de lac de Pino Hachado vers l'est, a été percée par l'arroyo Haichol. Le côté oriental de la nappe, visible depuis le chemin de Pino Hachado, est remarquable par des bouquets andésitiques magnifiques (voir fig. 2, pl. VII). Le côté occidental, à son tour, nous enseigne que le basalte repose aussi ici sur une couche de tuf jaune clair (voir fig. 2, pl. VIII).

Quelques rochers d'andésite attirent notre attention à l'ouest du fond de lac cité, justement vis-à-vis de plusieurs chaumières. Nous y observons (voir figure 1, pl. VIII) une distribution intéressante de colonnes. Une série de colonnes droites très régulières forme, pour ainsi dire, le piédestal du rocher dont les parties supérieures montrent des colonnes plus petites et très irrégulières.

À la pente orientale du cerro Piñeñue, dans la vallée de l'Arco, nous observons de bas en haut la série suivante (voir cliché ci-joint):

1. Pierre-ponce qui couvre les parties basses de la pente.
2. Andésite grise foncée.
3. Brèches et conglomérats andésitiques.
4. Andésite grise foncée comme le n° 2. couvert en partie de pierre-ponce.
5. Tuf rouge et roche andésitique ou basaltique rouge et grise en partie écumeuse.



Juste vis-à-vis de la hauteur du col de l'Arco et du *divortium aquarum* s'observent, aux pentes orientales assez abruptes, les phénomènes si intéressants dont les figures 1 et 2 de la planche XII pourront donner une idée.

Des bancs puissants d'une sorte de brèche andésitique plongent invariablement environ trente degrés vers de nord. Ils sont percés par deux filons andésitiques magnifiques.

La brèche est formée par des fragments anguleux de toute grandeur. Ce sont généralement des fragments andésitiques gris foncé, rarement des débris de granit et d'autres roches cimentées par une masse tufeuse jaunâtre. Les deux filons, qui traversent et percent la brèche d'une manière si remarquable, sont formés de la même roche andésitique grise foncée que la plupart des fragments de la brèche.

L'immense nappe andésitique et basaltique, qui couvre les parties australes du plateau de l'Aluminé, commence, au-dessus du granit de l'extrémité orientale du Lago Aluminé, par des tufs blanchâtres. Ces tufs, formant par place des colonnes analogues que les roches tufeuses de Pino Hachado, sont surmontés par l'andésite grise foncée qui couronne partout les bords du grand plateau (voir fig. 2, pl. XI; fig. 1, pl. XIII).

Plus au sud, près de Pulmari et Quillen, déjà en dehors de notre région d'études, nous observons partout des tufs en bas et des basaltes en haut et quelquefois même, surtout aux bords du rio Aluminé près de Pulmari, nous pouvons constater deux séries superposées dont chacune commence en bas par des tufs polychlores rouges et blancs et se termine en haut par une assise andésitique ou basaltique avec des colonnes généralement superbes.

Occupons-nous maintenant de la question d'âge des éruptions andésitiques et basaltiques.

Ces éruptions ont certainement eu lieu *après* le dernier plissement de notre Cordillère. Partout où nous pouvons observer le contact direct entre la nappe andésitique ou basaltique et les sédiments plissés sous-jacents, nous constatons une discordance bien nette entre les deux. C'est surtout le cas dans les environs de Haichol. Notre figure 1, planche VI, a été prise sur le versant occidental de la cime de 1469 mètres, cime curieuse par sa voûte transversale, comme nous l'avons vu. Regardant de là vers l'ouest, nous observons de l'autre côté d'un ravin la continuation des couches de la cime citée: ce sont des grès jaunâtres fortement disloqués qui plongent rapidement vers le nord (environ 70 degrés) et sont même par place à peu près perpendiculaires (voir fig. 1, pl. VI. dans le ravin à gauche). Au-dessus de ces grès s'étend, en discordance frappante avec eux, la nappe andésitique horizontale qui forme le sommet de la colline.

Entre Liucura et Pino Hachado, nous constatons encore une fois une discordance bien nette entre les plis andins et l'andésite superposée. Une partie des schistes et calcaires noirs du Dogger moyen, qui forment là une voûte transversale (voir p. 57), plonge environ cinquante degrés vers le nord. Ces sédiments plissés sont surmontés en haut par une nappe horizontale d'andésite. La figure 2 de la planche X nous montre les traces de cette discordance.

Si nous voyons que l'éruption andésitique et basaltique a eu lieu après le dernier plissement andin, il est aussi très probable qu'elle est survenue *après* la formation des plateaux interandins. En effet, il paraît presque sûr que les nappes andésitiques et basaltiques se sont écoulées dans les plateaux déjà formés, parce que nous les y voyons descendre tout doucement des chaînes environnantes.

Sur les anciennes moraines, à l'est du col de Pino Hachado, nous avons trouvé un bloc andésitique qui présente des polis et stries glaciaires magnifiques (voir fig. 1, pl. IX). C'est bien la même andésite grise foncée, reposant ailleurs en discordance sur les plissements andins, qui a été striée et polie ici par les anciens glaciers. Voilà donc un fait qui nous enseigne que des éruptions andésitiques et basaltiques ont eu lieu *avant* la fin et peut-être même avant le commencement de l'époque glaciaire.

Les environs de Haichol et le plateau de l'Aluminé surtout nous montrent que les éruptions andésitiques et basaltiques ont *précédé* en général la formation des vallées. Les nappes basaltiques sont morcelées par l'érosion dans des fragments plus ou moins étendus; leurs restes s'observent généralement dans des hauteurs considérables, au-dessus du niveau des vallées et vallons actuels, et jamais nous ne les voyons suivre les petits ravins et inégalités de la surface comme dans notre champ de travail antérieur.

Les faits exposés suffisent pour fixer d'une manière assez exacte le commencement des éruptions andésitiques et basaltiques dans notre région d'études. Il en résulte que ces éruptions sont d'une part *plus jeunes* que le dernier plissement des Andes et la formation des plateaux. Nous avons démontré ailleurs que ces phénomènes orogéniques tombent probablement dans la période tertiaire moyenne (voir p. 67). L'éruption andésitique et basaltique n'a donc pas commencé avant la fin de l'époque tertiaire.

D'autre part, nous avons exposé que le commencement de nos éruptions andésitiques doit être plus ancien que la dernière partie au moins de la période glaciaire.

Les premières et principales éruptions andésitiques et basaltiques de notre région tombent donc dans l'intervalle entre le Tertiaire moyen et la période glaciaire supérieure.

Les éruptions ont sans doute continué jusqu'à des époques peu reculées. Les cônes magnifiques des volcans de la chaîne de Lonquimay, que l'érosion a laissés intacts pour ainsi dire, sont des témoins irréfutables de la jeunesse du volcanisme (voir les volcans Tolhuaca et Lonquimay dans la figure 1 de la planche XVI).

Dans notre région orientale, nous trouvons aussi des faits qui militent en faveur

de la jeunesse relative des phénomènes volcaniques. Ainsi, le tuf phonolitique du plateau de Las Lajas est superposé à des graviers et sables sans doute très modernes (voir fig. 1, pl. IV).

2. ROCHES TRACHYTIQUES (?)

Une roche néovolcanique grise claire, qui ne peut pas être déterminée convenablement sans études micropétrographiques préalables, forme une cime bien curieuse et assez isolée au fond de la vallée du Tehuel-Nigliu, entre les cerros Negro et Bayo. Cette cime, reproduite dans la planche IX, figure 2, est couronnée par la roche décrite dont les assises forment un éventail bien typique.

Par cette disposition malheureusement peu visible dans notre figure mais assez claire dans la nature, nous sommes autorisé à admettre que cette cime correspond à un ancien centre d'éruption. L'analogie entre cette cime et les éventails trachytiques de Villagra, dans notre région d'études antérieure, est, en tout cas, assez frappante.

QUATRIÈME PARTIE

PHÉNOMÈNES GÉOLOGIQUES

DE LA SURFACE

I

DÉPOTS GLACIAIRES — ANCIEN COURS D'EAU DU PASO DE L'ARCO

Actuellement, notre région est complètement dépourvue de glaciers; cependant, des traces d'anciens glaciers nous enseignent qu'il n'en était pas de même dans le passé. Une période glaciaire nous est annoncée par des moraines et des roches polies à Pino Hachado et au col de l'Arco. On pourrait certainement découvrir beaucoup d'autres dépôts glaciaires dans notre région si le temps permettait une étude détaillée de ces phénomènes.

1. LES PHÉNOMÈNES GLACIAIRES DE PINO HACHADO

Le chemin qui descend du col de Pino Hachado vers l'est (voir fig. 2, pl. XVII) traverse, à la base des pentes andésitiques de ce col, une série de collines arrondies qui forment la bordure australe d'un bas-fond presque plan, parsemé de petites flaques d'eau. Cette plaine est enfermée de tous les côtés, car la traînée de collines mentionnée se joint à l'est et à l'ouest avec les pentes rocheuses d'un magnifique cirque de roches qui s'ouvre vers le sud, tandis qu'il limite notre plaine dans toutes les autres directions, sous forme d'un demi-cercle immense.

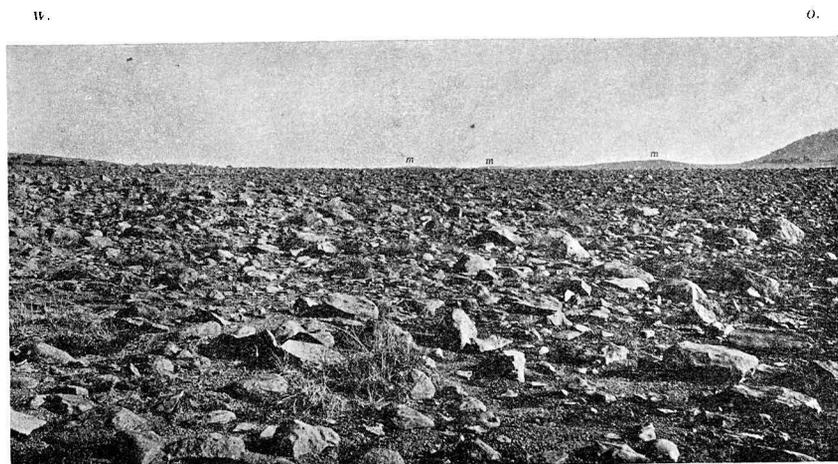
Les collines citées, qui atteignent des hauteurs de cinquante à cent mètres, sont couvertes de végétation éparsée et parsemées de nombreux blocs anguleux, généralement andésitiques, de toute grandeur.

Sur la plus occidentale de ces collines, j'ai observé un grand bloc andésitique qui a été strié et poli d'une manière remarquable par l'action des glaciers (voir la figure 1 de la planche IX). Ce bloc de la même andésite grise foncée, qui affleure partout dans la chaîne de Pino Hachado, nous permet des conclusions très importantes relatives à l'âge des éruptions andésitiques et des dernières dislocations andines. Je ne reviens plus sur ces faits que j'ai déjà exposés en détail dans les chapitres antérieurs du présent travail (voir pages 67 et 81).

Je cite ici ce bloc andésitique parce qu'il nous enseigne, d'une manière tout à fait convaincante, que la série de collines de Pino Hachado représente une belle moraine terminale d'un ancien glacier diluvien. Ce glacier, limité par l'imposant cirque de roches, a couvert jadis la plaine qui s'étend derrière les collines.

2. LES MORAINES, LE *DIVORTIUM AQUARUM* ET L'ANCIEN COURS D'EAU
DU PASO DE L'ARCO

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 le cliché ci-joint, les collines désignées par un «m»). Elles sont couvertes de grands blocs angulaires, formés en partie par une andésite qui se trouve aux environs même du col. En outre, on voit des blocs granitiques et dioritiques qui n'affleurent pas dans les alentours.



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

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

Ces collines morainiques, qui forment un petit cordon transversal, marquent actuellement l'endroit du *divortium aquarum*. Les eaux de leur flanc 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 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, consistent en un amas de blocs, bien arrondis et de toute grandeur (voir le cliché page 86). 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.

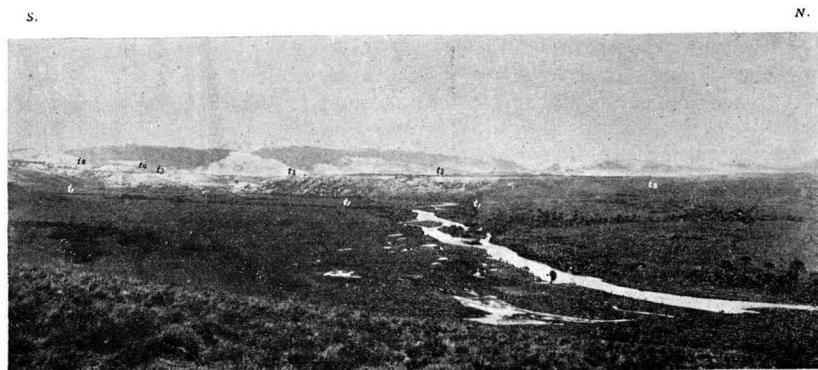
Outre ces roches, il y en a quelques unes qui sont identiques avec celles du voisinage immédiat de l'Arco (roches néovolcaniques) et d'autres dont nous ne connaissons pas le lieu d'origine par manque d'observations relatives.

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.

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 le cliché ci-joint).



Les terrasses d'alluvion du Biobio supérieur
 $t_1, t_2 =$ Terrasses

On peut facilement discerner une terrasse basse, dans laquelle le rio a creusé son lit actuel (t_1 , cliché ci-joint) 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_3 , cliché ci-joint). Entre ces deux systèmes de terrasses, il en existe encore d'autres dans différents niveaux (par exemple t_2 , cliché ci-joint) et sur 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_4 du cliché ci-joint).

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 rio Biobio supérieur, 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 fluviaux. 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.

Pour prouver d'une manière irréfutable 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.

II

ÉBOULEMENTS ET ANCIENS LACS D'ÉBOULEMENT

1. ÉBOULEMENT DE PINO HACHADO

Regardant depuis les pentes qui dominent la Comisaria de Pino Hachado vers le nord-ouest, on observe toutes les traces d'un grand éboulement (voir fig. 1, pl. XVII).

Une série de collines arrondies couvre les parties inférieures des pentes septentrionales de la vallée jusqu'à la rive gauche de l'arroyo Haichol, et au-dessus s'aperçoit facilement une niche à peu près semi-circulaire. C'est certainement l'endroit d'où s'est détaché la masse éboulée.

Le sentier de Pino Hachado monte brusquement, à l'ouest de la Comisaria, pour traverser les collines de l'éboulement (voir fig. 2, pl. VIII). Nous pouvons y observer une brèche peu cimentée, composée de beaucoup de fragments anguleux d'une roche éruptive, probablement de la même porphyrite violette qui affleure dans la vallée de Tehuel-Nigliu.

Au delà de la colline, traversée par le sentier, nous entrons dans une plaine gazonnée, tout à fait horizontale (voir fig. 2, pl. VIII). C'est le fond d'un ancien lac formé par suite du barrage de la vallée par les éboulements.

2. ÉBOULEMENT DE LA VALLÉE DU TEHUEL-NIGLIU

Au fond de la vallée de l'arroyo Tehuel-Nigliu, se répètent exactement les phénomènes de Pino Hachado. Là, aussi, la vallée est barrée par une quantité de petites collines formées essentiellement de fragments anguleux d'une porphyrite violette. et, derrière elles, s'étend également un ancien fond de lac, tout à fait plan, qui est parcouru par l'arroyo Tehuel-Nigliu.

En regardant vers les pentes occidentales du Cerro Bayo, nous remarquons de suite l'endroit où les masses de l'éboulement se sont détachées. Voilà donc un autre éboulement considérable qui a barré la vallée en causant la formation d'un petit lac (voir la figure 2 de la planche II).

III

CORROSION ÉOLIENNE

Notre région d'études présente toutes les conditions favorables à une corrosion éolienne énergique. De grandes parties, surtout les plateaux de Las Lajas et de l'Aluminé, sont de véritables déserts dépourvus de toute végétation.

Les figures 1 et 2 de la planche XVIII montrent ce caractère désolant du paysage: pas un arbre, souvent même pas un buisson, rien qu'un gazon très épars! À la surface des roches, souvent complètement nues, s'observent de petits fragments des roches sous-jacentes et des sables, formés surtout par l'action des variations de la température qui sont très considérables dans ces régions.

D'autres contrées, comme le plateau de l'Aluminé, sont couvertes de vastes masses de pierre-ponce qui fournissent, à leur tour, des éléments très favorables à l'action corrosive des vents.

Des vents formidables règnent dans la région. Les vents d'aspiration surtout soufflent de la Cordillère vers la Pampa avec beaucoup de violence. On s'en fera une idée, si je remarque qu'il est souvent extrêmement difficile de dresser les tentes, et qu'il y a des moments où il faut trois hommes pour tenir ferme le statif de l'appareil photographique.

Voilà donc toutes les conditions favorables à une corrosion éolienne énergique: manque de végétation, abondance de sables et fragments de roches, fréquence de vents très forts.

Il est clair que ces phénomènes de corrosion s'observent surtout là où toutes les conditions mentionnées atteignent leur maximum; c'est le cas du plateau de Las Lajas et des alentours de Haichol, des environs du col de Pino Hachado et enfin du plateau de l'Aluminé.

Nous y voyons, en effet, toutes les roches polies par l'action du vent. Ce sont surtout des fragments andésitiques et basaltiques qui montrent des surfaces polies. Quand la lumière est favorable, tout brille dans ces déserts: ce sont des milliers de pierres de toute grandeur couvertes de surfaces luisantes. On n'observe que rarement des «Kantergeschiebe». Tandis que les surfaces polies sont toujours très nombreuses, il faut chercher beaucoup pour découvrir çà et là un «Dreikanter».

Notre région pourrait fournir d'excellents matériaux pour des études détaillées de la corrosion éolienne. Malheureusement, je n'ai pas eu le temps de m'en occuper spécialement.

Ma tâche principale a été l'étude stratigraphique, tectonique et pétrographique de la région andine et ce n'est qu'en passant que j'ai pu m'occuper des phénomènes de la surface.

IV

FORMATION DES CRÊTES ET VALLÉES

M. Heim ⁽¹⁾ surtout a insisté sur la différence qui existe entre les formes extérieures des Alpes et du Jura suisses.

Tandis que les rapports entre la structure géologique interne et les formes extérieures sont très clairs dans le Jura avec son plissement peu intense, ils sont beaucoup moins grands ou même complètement nuls dans les Alpes suisses où «les chaînes sont morcelées («zerhackt») par des vallées et des gorges qui les traversent obliquement dans toutes les directions».

Une différence analogue s'observe dans notre Cordillère.

J'ai déjà démontré que les chaînes orientales possèdent une structure tout à fait analogue au Jura suisse (voir page 55); elles sont relativement basses et formées de plissements simples de terrains jurassico-crétaciques. En vue de cette analogie frappante, il n'y a pas lieu de s'étonner que les formes orographiques de nos chaînes orientales soient à comparer avec les crêtes et vallées jurassiennes.

En effet, nous y trouvons encore beaucoup de rapports entre la structure géologique interne et les formes extérieures. Les crêtes isoclinales abondent, et il y a aussi des vallées anticlinales et beaucoup de vallées insoclinales. En revanche, les crêtes et les vallées d'érosion proprement dites manquent complètement.

Le rio Agrio, qui entre dans notre région d'études en coulant du nord au sud, s'infléchit brusquement vers l'est, près de l'embouchure de l'arroyo Leucullin. Cette partie de l'Agrio, dirigée de l'ouest à l'est, dans les environs de Las Lajas, coïncide avec la ligne de fracture qui sépare le plateau de Las Lajas des chaînes qui s'élèvent au nord de l'Agrio. La partie mentionnée du rio Agrio correspond donc bien à une véritable vallée tectonique.

Dans la chaîne de Pino Hachado, les crêtes et les vallées d'érosion prédominent: les vastes nappes de basaltes sont ici morcelées par l'action érosive formant des crêtes dans toutes les directions. Les vallées et vallons, qui traversent la zone de grès aux environs de Haichol, sont bien tous creusés par l'érosion; la crête de la cime de 1469 mètres est une crête transversale très typique. Elle est nettement transversale par rapport à la direction des plis, qui vont ici de l'ouest à l'est, quoique leur direction paraît correspondre, à première vue, à la direction méridionale des chaînes andines.

Des crêtes isoclinales très intéressantes s'observent des deux côtés de la vallée du Tehuel-Nigliu. Là, les pentes du Cerro Negro et du Cerro Bayo sont composées d'une porphyrite violette, qui prend part aux plissements andins, comme nous l'avons déjà démontré (voir p. 57). Cette porphyrite plonge au Cerro Bayo vers le sud-est, au Cerro Negro vers le nord-ouest et les deux crêtes de ces montagnes sont bien à désigner

⁽¹⁾ HEIM: (35), I, p. 273.

comme des crêtes isoclinales volcaniques. Ce sont les flancs d'une voûte andine, représentés ici seulement par des roches éruptives.

Les parties orientales de la chaîne de Lonquimay nous rappellent tout à fait la structure alpine. L'érosion pure prédomine; elle a creusé une foule de vallées transversales séparées par des crêtes transversales bien nettes, qui sont plus ou moins perpendiculaires aux plis andins (voir la région entre le rio Lonquimay et l'arroyo Pancunto, planche I). Les vallées les plus notables de la région sont, sans doute, l'œuvre pure de l'érosion. La direction courbée et irrégulière du Biobio nous enseigne déjà l'indépendance complète de sa vallée de la structure géologique interne. Les beaux systèmes de terrasses, que nous observons surtout entre Liucura et la laguna Gayetué, en sont la preuve tout à fait irréfutable. Je ne veux pas répéter ici ce que j'ai déjà exposé relativement aux terrasses du Biobio; il suffit de renvoyer le lecteur aux pages 87 et 88 et au cliché de la page 87.

L'unique crête isoclinale de notre région centrale est formée par les couches à Bythinia, à l'est de la vallée de Pancunto-Paule (voir fig. 2, pl. XIII). Le vallon de l'arroyo Pancunto, à l'ouest de cette crête, paraît à son tour en connexion intime avec des phénomènes tectoniques, parce qu'il coïncide exactement avec la ligne de discordance entre les dépôts médiojurassiques et les couches à Bythinia.

Le plateau de l'Aluminé est morcelé en une quantité de montagnes tabulaires, dont le caractère pampéen et patagonien nous frappe à première vue (voir figure 1, planche XI; figure 2, planche XVIII). Je crois que la formation de ces montagnes tabulaires est dûe, en grande partie, à l'action de l'érosion, quoiqu'on ne pourra certes pas nier que de petites fentes dans la nappe andésitique, qui couvre tout le plateau, ont pu déterminer les endroits où l'érosion a agi d'une manière énergique.

RÉSUMÉ GÉNÉRAL

ESSAI D'UN TABLEAU SYNOPTIQUE DE L'HISTOIRE GÉOLOGIQUE DE NOTRE RÉGION D'ÉTUDES

PÉRIODE ACTUELLE		Terre ferme	Formation définitive des crêtes et des vallées. Éboulements, etc.	
QUATERNAIRE		Terre ferme	Formation des moraines. Déviation du Biobio. Période glaciaire.	
TERTIAIRE			Effondrement des plateaux interandins. Période de terre ferme et du dernier plissement des Andes.	Eruption principale des andésites et basaltes. Eruption du granit (en tout cas postjurassique).
	Eocène inférieur		Formation de dépôts d'eau saumâtre dans notre région centrale. Transgression des couches à Bythinia.	
CRÉTACÉ	supérieur		Période de terre ferme peut-être avec des plissements.	
	inférieur		Mer basse couvrant toute la région.	
JURASSIQUE	Tithonique		Mer profonde dans toute la région.	
			Mer basse dans le centre et l'ouest, plus profonde vers l'est. A l'ouest de notre région persistent la terre ferme et les montagnes; de là proviennent les conglomérats porphyritiques de l'ouest et les grès de l'est.	Eruption sous-marine des porphyrites violettes et vertes de Pino Hachado.
	Malm Malm moyen et inférieur		Transgression de la mer rauracienne. Dépôt du gypse dans les lagunes formées par le plissement antérieur.	
			Période de terre ferme et de plissement.	Eruption subaérienne des porphyrites de Tehuel - Nigliu et Liucura.
	Dogger Callovien		Mer profonde au centre, plus basse vers l'est.	Eruption sous-marine de la porphyrite verte à grands feldspaths.
Dogger moyen et inférieur			Mer profonde dans toute la région.	

ERRATA

Page 76, 6^e ligne, lisez: «Lager» au lieu de «Lagergang».

Page 77, 9^e ligne, lisez: «Cerro Bayo, dont le versant austral présente des conglomérats porphyritiques suprajurassiques», au lieu de «Cerro Bayo; le versant austral présente donc des conglomérats porphyritiques suprajurassiques».

Page 95, 14^e ligne, lisez: «Période de *terre ferme* peut-être avec des plissements», au lieu de *terre ferme*.

Explication de la planche XVI, figure 1, lisez: «Brèche rauracienne», au lieu de «Brèche vauralienne».

LISTE DES OUVRAGES

CONSULTÉS ET CITÉS

Les ouvrages désignés par un astérisque (*) se rapportent à notre champ d'études. Les numéros entre parenthèses, qui accompagnent les citations infrapaginales du présent travail, correspondent aux numéros des ouvrages de cette liste.

1. AGASSIZ, L.: Études critiques sur les mollusques fossiles. Mémoire sur les Trigonies, 1840. Mémoire sur les Myes, 1845.
2. AVÉ LALLEMANT, G.: Estudio orográfico en la Cordillera de Mendoza y Neuquen. «Boletín del Instituto Geográfico Argentino», VIII, 1887.
3. AVÉ LALLEMANT, G.: Seis perfiles geognósticos de las Cordilleras de Mendoza y Neuquen. «Boletín del Instituto Geográfico Argentino», VIII, 1887.
4. BAYLE et COQUAND: Extrait d'un mémoire sur les fossiles secondaires du Chili. «Bulletin de la Société Géologique de France», 2^e série, volume VII, p. 232, 1850.
5. BAYLE et COQUAND: Mémoire sur les fossiles secondaires recueillis dans le Chili par J. Domeyko, et sur les terrains, auxquels ils appartiennent. «Mémoire de la Société géologique de France», 2^e série, tome III, 1851.
6. BEHRENDSEN, O.: Zur Geologie des Ostabhanges der argentinischen Cordillere. «Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft», erster Theil, 1891; zweiter Theil, 1892.
- * 7. BODENBENDER, W.: Vorläufige Mittheilungen über eine Reise nach dem Ostabfall der Anden zwischen Rio Diamante und Rio Negro. «Petermanns Mittheilungen», 1890.
8. BODENBENDER, G.: Apuntes sobre rocas eruptivas de la pendiente oriental de los Andes entre Rio Diamante y Rio Negro. «Revista Argentina de Historia Natural», tomo I, p. 177, 1891.
9. BODENBENDER, G.: Sobre el terreno jurásico y cretáceo en los Andes argentinos entre el Rio Diamante y el Rio Limay. «Boletín de la Academia Nacional de Córdoba», tomo XIII, p. 5, 1892.
10. BODENBENDER, G.: Devono y Gondwana en la República Argentina. Las formaciones sedimentarias de la parte noroeste. «Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba», tomo XV, p. 201, Buenos Aires, 1897.
11. BRONGNIART: Environs de Paris, 1822.
12. BRUGÈRE: Encyclopédie méthodique, 1789.
13. BURCKHARDT, C.: Monographie der Kreideketten zwischen Klönthal, Sihl und Linth. Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, XXXV, neue Folge V, 1896.
- * 14. BURCKHARDT, C.: Rapport préliminaire sur une expédition géologique dans la région andine située entre Las Lajas et Curacautin. «Revista del Museo de La Plata», tome IX, p. 197, 1898.
15. BURCKHARDT, C.: Profils géologiques transversaux de la Cordillère argentino-chilienne. Première partie. «Anales del Museo de La Plata», Sección geológica y mineralógica II, 1900.
16. BURMEISTER, W.: Description physique de la République Argentine, tome II, 1876.
17. BUVIGNIER: Statistique géologique de la Meuse, 1852.
18. COLLOT: Sur les Trigonies byssifères. «Bulletin de la Société géologique de France», 3^e série, tome XXVII, 1899, n^o 2.
19. COQUAND, H.: Monographie du genre Ostrea. Terrain crétacé. Marseille, 1869.

20. DARWIN, Ch.: Geological observations on South-America with descriptions of fossil shells by Sowerby and Forbes. London, 1846.
21. DARWIN, Ch.: Geologische Beobachtungen über Südamerika, übersetzt von J. V. Carus, Stuttgart, 1878.
22. DAVIDSON: British jurassic and triassic Brachiopoda, Supplement, 1876.
23. DEFRANCE: Dictionnaire des Sciences naturelles, XIX, 1821.
24. DOMEYKO, J.: Mémoire sur la constitution géologique du Chili. «Annales des Mines», 4^e série, volume IX, 1846.
25. DOMEYKO, J.: Sur la géologie du Chili et particulièrement:
 - 1) Sur les terrains de porphyres stratifiés dans les Cordillères.
 - 2) Sur le rapport qui existe entre les filons métallifères et les terrains du système des Andes. «Annales des Mines», 4^e série, p. 3.
26. DOMEYKO, J.: Mineralogía, 3^a edición, Santiago, 1879.
27. DOMEYKO, J.: Viaje en la Araucanía. «Anales de la Universidad de Chile», I, p. 57, 1875.
28. FAVRE, E.: La zone à *Ammonites acanthicus* dans les Alpes de la Suisse et de la Savoie. «Abhandlungen der schweizerischen palaeontologischen Gesellschaft», volume IV, 1877.
29. FORBES, D.: On the geology of Bolivia and Southern Peru. «Quarterly Journal of the geological Society of London», volume XVII, p. 7, 1860.
30. FOURNIER, M. E.: Description géologique du Caucase central. «Annales de la Faculté des Sciences de Marseille», VII, 1896.
31. GERHARDT, K.: Beiträge zur Kenntniss der Kreideformation in Columbien. In «Beiträge zur Geologie und Palaeontologie Südamerikas», von G. Steinmann, VI, «Neues Jahrbuch für Mineralogie», Beilage-Band, XI, 1897.
32. GERHARDT, K.: Beiträge zur Kenntniss der Kreideformation in Venezuela und Perú. In «Beiträge zur Geologie und Palaeontologie von Südamerika», von G. Steinmann, V, «Neues Jahrbuch für Mineralogie», Beilage-Band, XI, 1897.
33. GOTTSCHÉ, C.: Ueber jurassische Versteinerungen aus der argentinischen Cordillere. In STELZNER: Beiträge zur Geologie und Palaeontologie der Argentinischen Republik. «Palaeontographica» Supplement, III, Lieferung, 2, Abtheilung 3, 1878.
34. HAAS, H.: Beiträge zur Kenntniss der jurassischen Brachiopodenfauna, Theil I, 1889. Theil. II 1890. «Abhandlungen der schweizerischen palaeontologischen Gesellschaft», XVI und XVII.
35. HEIM, A.: Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung, I, II, Atlas, Basel, 1878.
36. KRAUSS: Ueber einige Petrefacten aus der untern Kreide des Caplandes. Nova acta Acad. Leop.-Carol., Band XXII, 2, 1850.
37. KURTZ, F. y BODENBENDER, G.: Expedición al Neuquen. «Boletín del Instituto Geográfico Argentino», X, 1889.
38. LAPPARENT, A. DE: Traité de géologie.
39. LEYMERIE, A.: Suite du mémoire sur le terrain créacé du département de l'Aube. II^e partie. «Mémoires de la Société géologique de France», tome V, n^o 1, Paris, 1842.
40. LORIOL, P. DE: Monographie paléontologique de la zone à *Ammonites tenuilobatus* d'Oberbuchsitzen. Abhandlungen der schweizerischen palaeontologischen Gesellschaft, VII, 1880, VIII, 1881.
41. LORIOL, P. DE et l'abbé BOURGEAT: Études sur les mollusques des couches coralligènes de Valfin. «Abhandlungen der schweizer. palaeontologischen Gesellschaft», XIII, 1886; XIV, 1887; XV, 1888.
42. LORIOL, P. DE: Description des mollusques et brachiopodes des couches séquanienues de Tonnerre. «Abhandlungen der schweizer. palaeontologischen Gesellschaft», 1893.
43. LORIOL, P. DE: Etude sur les mollusques du Rauracien inférieur du Jura bernois. «Abhandlungen der schweizerischen palaeontologischen Gesellschaft», XXI, 1894.
44. LUGEON, M.: La loi de formation des vallées transversales des Alpes occidentales. «Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles», XXXIII, n^o 124, 1897.
45. LYCETT, J.: A monograph of the British fossil Trigonidae. «Memoirs of the palaeontographical Society of London», 1872-1879.
46. MIDDLEMISS, C. S.: The geology of Hazara and the Black Mountain. «Memoirs of the geological Survey of India», XXVI, 1896.
47. MOERICKE, W.: Die Versteinerungen des Lias and Unteroolith von Chile, in: Beiträge zur Geologie und Palaeontologie von Südamerika, von G. Steinmann, II «Neues Jahrbuch für Mineralogie», Beilage-Band, IX, 1894.
48. MOERICKE, W.: Geologisch-petrographische Studien in den chilenischen Anden. «Sitzungsberichte der kgl. preussischen Akademie der Wissenschaften», 1896, p. 587.
49. MOESCH, C.: Monographie der Pholadomyen. «Abhandlungen der schweizerischen palaeontologischen Gesellschaft», Band I, 1874-1875.

50. MORENO, F. P.: Apuntes preliminares sobre una excursion á los territorios del Neuquen, Rio Negro, Chubut y Santa Cruz, hecha por las secciones topográfica y geológica. «Revista del Museo de La Plata», 1897.
51. NEUMAYR, M.: Ueber klimatische Zonen während der Jura und Kreidezeit. «Denkschriften der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der k. k. Akademie der Wissenschaften», XLVII, Wien, 1883.
52. NEUMAYR, M.: Die geographische Verbreitung der Juraformation. «Denkschriften der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der k. k. Akademie der Wissenschaften», L, Wien, 1885.
53. OBRITSCHEW, W. A.: Ueber die Verwitterungs- und Deflations-Processe in Centralasien. «Verhandlungen der kaiserlich-russischen mineralogischen Gesellschaft zu St. Petersburg», XXXIII, (2), 1895.
54. OCHSENIUS, C.: Andengesteine (Mittheilung von R. A. Philippi, über Gesteine der Anden, zwischen 38° 20' und 39° südlicher Breite). «Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft», XLVIII, 3, 1896.
55. OPPEL, A.: Ueber jurassische Cephalopoden. «Palaontologische Mittheilungen», III, 1863.
56. OPPEL, A.: Geognostische Studien im Ardèche-departement. 1865.
57. D'ORBIGNY, A.: Paléontologie française. Terrains jurassiques, vol. I—X; vol. X, par COTTEAU, 1880. Terrains crétaciques, vol. I—VIII.
58. D'ORBIGNY, A.: Coquilles fossiles de la Colombie, 1842.
59. D'ORBIGNY, A.: Voyage dans l'Amérique méridionale, tome III, 3^e partie: Géologie; tome III, 4^e partie: Paléontologie. Paris et Strasbourg, 1842.
60. PHILIPPI, E.: Beitrag zur Kenntniss des Aufbaues und der Schichtenfolge im Grigna-Gebirge. «Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft», XLVII, p. 665, 1895.
61. PHILLIPS: Geology of Yorkshire, 1829.
62. PICTET et CAMPICIE: Description des fossiles du terrain crétacé de Sainte-Croix. Matériaux pour la paléontologie suisse, vol. I, II, 1818-1864.
63. PISSIS, A.: Recherches sur les systèmes de soulèvement de l'Amérique du Sud. «Annales des Mines», 5^e série, IX, p. 81, 1856.
64. PISSIS, A.: Sur la constitution géologique de la chaîne des Andes entre le 16° et le 53° degré de latitude sud. «Annales des Mines», 7^e série, volume III, p. 402-426, 1873.
65. PISSIS, A.: Plano topográfico y geológico de la República de Chile. Paris, 1873.
66. PISSIS, A.: Geografía física de la República de Chile, 1875.
67. QUENSTEDT, F. A.: Petrefactenkunde Deutschland's, vol. I—VII; vol. I, Cephalopoden. Tübingen, 1840-1849.
68. QUENSTEDT, F. A.: Der Jura. Tübingen, 1858.
69. QUENSTEDT, F. A.: Die Ammoniten des schwäbischen Jura.
I. Der schwarze Jura, 1885.
II. Der braune Jura, 1887.
III. Der weisse Jura, 1888.
70. REINECKE, J. C. Maris Protogaei Nautilus et Argonautas, vulgo Cornu Ammonis in agro Coburgico et vicino reperiundos. Coburgi, 1818.
71. RENEVIER, E.: Les facies géologiques. «Archives des sciences physiques et naturelles», tome XII, n° 10, Octobre 1884.
72. RENEVIER, E.: Chronographe géologique. Congrès géologique international. Compte-rendu de la sixième session en Suisse. Lausanne, 1897, p. 523.
73. RICHTHOFEN, F. VON: Führer für Forschungsreisende. Berlin, 1886.
74. ROEMER: Petrefacten des norddeutschen Oolithgebirges, 1839.
75. ROUSSEL, E.: Etude stratigraphique des Pyrénées. «Bulletin des services de la carte géologique de France», n° 35, V, 1893-1894.
76. SALOMON, W.: Neue Beobachtungen aus den Gebieten des Adamello und des St.-Gotthard. «Sitzungsberichte der k. preussischen Akademie der Wissenschaften», Heft 3, 1899, Berlin.
77. SCHLIPPE, A. O.: Die Fauna des Bathonien im oberrheinischen Tieflande. «Abhandlungen zur geologischen Specialkarte von Elsass-Lothringen.»
78. SIEMIRADZKI, J. de: Apuntes sobre la región sud-andina del alto Limay y sus afluentes. «Revista del Museo de La Plata», tome III, p. 305, 1892.
79. SOWERBY: Mineral Conchology, vol. I—VI. 1812-1829.
80. STEINMANN, G.: Zur Kenntniss der Jura- und Kreideformation von Caracoles. «Neues Jahrbuch für Mineralogie», Beilage-Band I, p. 239, 1881.
81. STEINMANN, G.: Die Gruppe der Trigoniac pseudoquadratae. «Neues Jahrbuch für Mineralogie», 1882, Band I.
82. STEINMANN, G.: Reisenotizen aus Patagonien. «Neues Jahrbuch für Mineralogie», 1883, II, p. 255.

83. STEINMANN, G.: Reisenotizen aus Chile. «Neues Jahrbuch für Mineralogie», 1884, I, p. 198.
84. STEINMANN, G.: A sketch of the Geology of South-America. «American Naturalist», October 1891, volume XXV, n° 298.
85. STEINMANN, G.: Un bosquejo de la geología de Sud-América. «Revista del Museo de La Plata», III, p. 13, 1892.
86. STEINMANN, G.: Abschnitt Südamerika in: H. Berghaus physikalischer Atlas. Abth. I. Atlas der Geologie. XIV, p. 6. 1892.
87. STELZNER, A.: Beiträge zur Geologie und Palaeontologie der argentinischen Republik. Cassel und Berlin, 1885.
88. STEUER, A.: Argentinische Juraablagerungen. Ein Beitrag zur Kenntniss der Geologie und Palaeontologie der argentinischen Anden. «Palaeontologische Abhandlungen», VII (neue Folge: III), Heft 3, Jena, 1897.
89. STOLICZKA, Ferd.: Cretaceous fauna of Southern India, vol. III. The Pelecypoda. «Memoirs of the geological Survey of India», 1871.
90. SUSS, Ed.: Das Antlitz der Erde. Band I, 1892, Wien; Band II, 1880, Wien.
91. TORNQUIST, A.: Der Degger am Espinazitopass nebst einer Zusammenstellung der jetzigen Kenntnisse von der argentinischen Juraformation. «Palaeontologische Abhandlungen», neue Folge IV, Heft 2, 1898.
92. TOUCAS: Couches tithoniques de l'Ardèche. «Bulletin de la Société géologique de France», tome XVIII, p. 560, 1890.
93. UHLIG, V.: Die Geologie des Tatragebirges, I. «Denkschriften der mathematisch naturwissenschaftlichen Classe der k. k. Akademie der Wissenschaften», Wien 1897.
94. VALENTIN, J.: Bosquejo geológico de la Argentina. Artículo «Gea» en la 3ª edición del Diccionario Geográfico Argentino, por F. Latzina, Buenos Aires, 1897.
95. WAAGEN, W.: Jurassic fauna of Kutch. The Cephalopoda. «Memoirs of the geological Survey of India», volume I, 4, serie IX, 4, 1875.
96. WEHRLI, L. et BURCKHARDT, C.: Rapport préliminaire sur une expédition géologique dans la Cordillère argentino-chilienne entre le 33° et le 36° latitude sud. «Revista del Museo de La Plata», tome VIII, page 373, 1897.
97. WEHRLI, L.: Rapport préliminaire sur mon expédition géologique dans la Cordillère argentino-chilienne du 40° et 41° latitude sud. «Revista del Museo de La Plata», tome IX, p. 221, 1898.
98. ZIETEN: Versteinerungen Württembergs, 1830.
99. ZITTEL, K. von: Die Cephalopoden der Strambergerschichten. Palaeontologische Mittheilungen aus dem Museum des k. bayrischen Staates. Band II, 1868.
100. ZITTEL, K. von: Die Fauna der ältern Tithonbildungen *ibid.* 1870.
101. ZITTEL, K. von: Handbuch der Palaeontologie. Band I. 1876-1880. Band II. 1881-1885. München und Leipzig.
102. ZITTEL, K. von: Grundzüge der Palaeontologie. 1895.

INDEX GÉOGRAPHIQUE

<p><i>Rio</i> = Fleuve, rivière. <i>Arroyo</i> = Ruisseau. <i>Laguna</i> = Petit lac. <i>Lago</i> = Lac.</p>	<p><i>Cerro</i> = Cime. <i>Paso, Portezuelo</i> ... = Col. <i>Valle</i> = Vallée. <i>Comisaria</i> = Commissariat.</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

- Agrio** (Rio), pages 5, 10, 13, 17, 18, 19, 20, 28, 29, 30, 34, 35, 36, 40, 41, 42, 45, 56, 59, 60, 63, 64, 93.
- Aluminé** (Lago), 61, 73, 80. (Plateau de l'), 5, 6, 59, 61, 64, 65, 73, 79, 80, 81, 91, 94. (Rio), 80.
- Arco** (Paso de l'), 61, 72, 73, 80, 85, 86, 88. (Valle de l') 80, 85, 87, 88. (Arroyo), 86, 87.
- Bayo** (Cerro), 5, 57, 76, 82, 89, 93.
- Biobio** (Rio), 6, 57, 59, 63, 75, 88, 94. (Valle), 30, 31, 75, 87, 88.
- Cheachil** (Cerro), 5.
- Chucan** (Cerro), 5.
- Colorado** (Cerro), 5. (Rio), 76.
- Cordillère des côtes**, 65.
- Cruz Piedra** (Rio), 48, 49.
- Cui-Cui-Cutrau** (Arroyo), 59, 71.
- Curacautin**, 6.
- Espinazito** (Col), 35, 36.
- Fierro** (Laguna del), 50.
- Gayetucé** (Laguna), 94.
- Gualtacas**, 48.
- Haichol**, 5, 56, 57, 60, 63, 64, 65, 66, 75, 79, 80, 81, 89, 91, 93.
- Junin de los Andes**, 61.
- Lanin** (volcan), 6, 66.
- La Portefña**, 9, 20, 21, 22, 27, 42, 65.
- Las Lajas** (campement militaire), 5, 21, 22, 23, 28, 29, 41, 59, 63, 93. (Plateau de) 5, 27, 38, 55, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 79, 82, 91, 93.
- Leucullin** (Arroyo), 5, 10, 13, 17, 18, 19, 20, 29, 30, 34, 35, 36, 40, 41, 56, 93.
- Litrán** (Arroyo), 73.
- Liucura**, 10, 30, 33, 34, 37, 46, 49, 57, 61, 63, 72, 75, 76, 81, 94. (Rio), 30, 45, 57, 88.
- Llaimas** (volcan), 6, 66.
- Lolén** (Arroyo), 71.
- Lonquimay** (chaîne), 5, 6, 57, 59, 61, 65, 66, 79, 81, 94. (Comisaria de), 11, 12, 14, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 45, 46, 49, 50, 57, 63, 72, 75, 76, 87. (Rio), 6, 31, 32, 57, 58, 63, 72, 94. (Valle), 31, 32, 35, 36, 37, 38, 45, 46, 49, 50, 57; (Volcan), 6, 66, 81.
- Maipó** (volcan), 48.
- Malalcahuella**, 38, 50, 57, 76.
- Manzanas** (Arroyo), 40.
- Negro** (Cerro), 5, 57, 76, 82, 93.
- Pancunto**, 24, 25, 33, 34, 37, 43, 45, 47, 48, 49, 51, 58, 66, 71, 72, 87, 94. (Arroyo), 31, 43, 48, 49, 58, 59, 94.
- Paso de los Argentinos**, 75.
- Paule**, 31, 33, 58, 71, 94.
- Picun Leufu**, 33.
- Pifñeñue** (Cerro), 61, 80.
- Pino Hachado**, 10, 38, 46, 50, 66, 75, 79, 80, 81, 85, 89. (Chaîne de), 5, 56, 57, 59, 60, 61, 63, 65, 66, 75, 79, 85, 93. (Comisaria de), 5, 75, 79, 80, 89. (Paso), 5, 30, 33, 34, 57, 75, 76, 79, 81, 85, 91.

Pulmari, 61, 73, 80.

Quillen, 61, 73, 80.

Sanguilco (Arroyo), 5.

Santa Elena (Valle), 48, 49, 58, 76.

San Vicente (Estancia), 19, 20, 21, 22, 27, 42.

Tehuelmallin, 38, 50.

Tehuel-Nigliu (Vallée du), 57, 63, 66, 76, 82,
89, 93.

Tolhuaca (volcan), 6, 66, 81.

Vaca Muerta (Sierra de la), 5, 15, 16, 19, 27, 28,
37, 38, 39, 40, 41, 42, 50, 55, 56, 59, 60,
63, 65.

Vallée longitudinale du Chili, 6, 65.

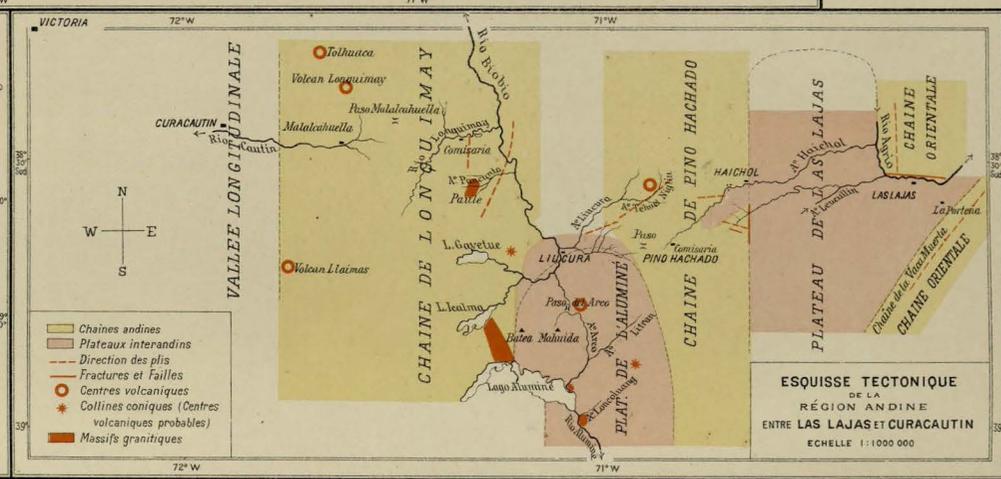
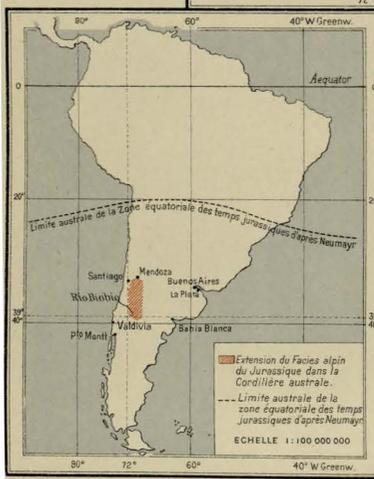
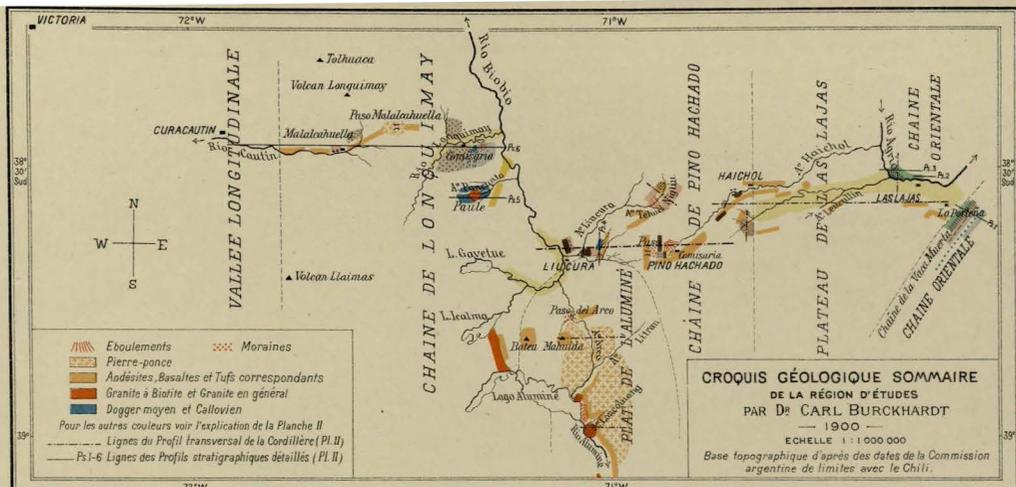
Vergara (Valle), 47, 48, 49, 50.

Villagra, 82.

PLANCHES

Les vues (planches III à XVIII) ont été prises par l'auteur.
Les fossiles (planches XIX à XXVI) ont été photographiés par M. Charles Bruch.

Les planches étant déjà imprimées, il nous a été impossible de profiter d'une communication récente de M. Wehrli, selon laquelle la plupart des roches néovolcaniques de la région d'études sont des andésites et non des basaltes. De là, proviennent des différences entre l'explication de plusieurs planches, où nous parlons de « basalte », et le texte, où nous avons pu remplacer basalte par « andésite ».





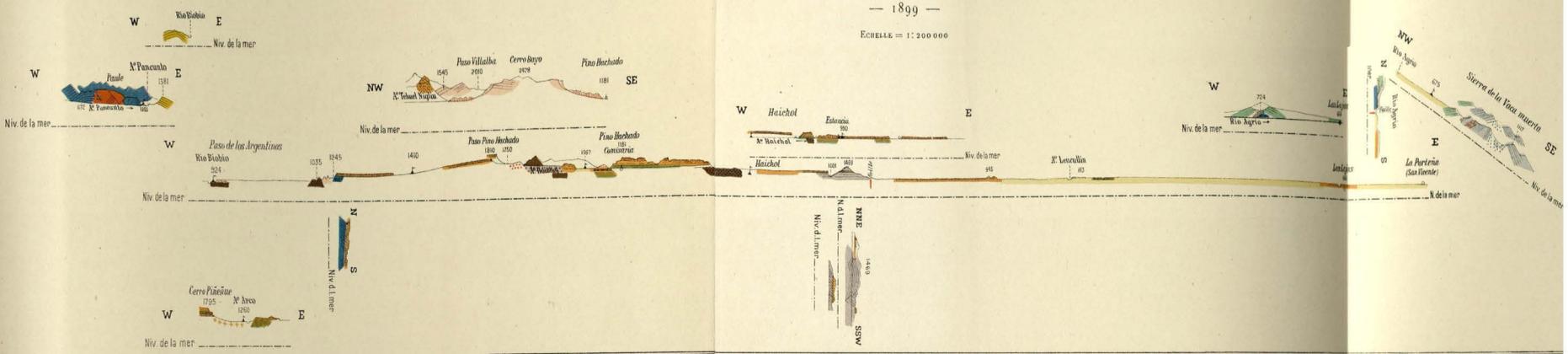
Profil géologique transversal de la Cordillère entre Las Lajas (Argentine) et Curacautin (Chili)

38 — 39° LATITUDE SUD

dressé par Dr. CARL BURCKHARDT
Géologue de la Section d'Explorations nationales au Musée de La Plata

— 1899 —

Echelle = 1:200 000



- Alluvions, Anciens fonds de lac.
- Rboullements.
- Moraines.
- Couches à *Rythimia capitata*, Suessonien.
- Néocomien et Crétacé inférieur en général.
- Tithonique supérieur.
- Conglomérats porphyritiques du Malm et probablement du Crétacé.
- Malm inférieur et moyen en général.
- Séquanien.
- Rauracien.
- Gypse.
- Callovien supérieur.
- Callovien inférieur.
- Dogger inférieur et moyen.
- Grès de Haichol.
- Pierre-ponce.
- Roches néovolcaniques en général.
- Tufs et Brèches andésitiques et basaltiques.
- Andésite et Basalte feldspathique.
- Porphyrite violette et Brèches porphyritiques.
- Porphyrite verte (Malacahuello).
- Porphyrite verte à grands feldspaths.
- Mélaphyre.
- Porphyre vert et violet. Roches porphyriques et porphyritiques.
- Porphyre brun à Orthoklase.
- Diorite, Norite.
- Granit à Hornblende.
- Granit à Biotite.

Tertiaire

Crétacique

Malm

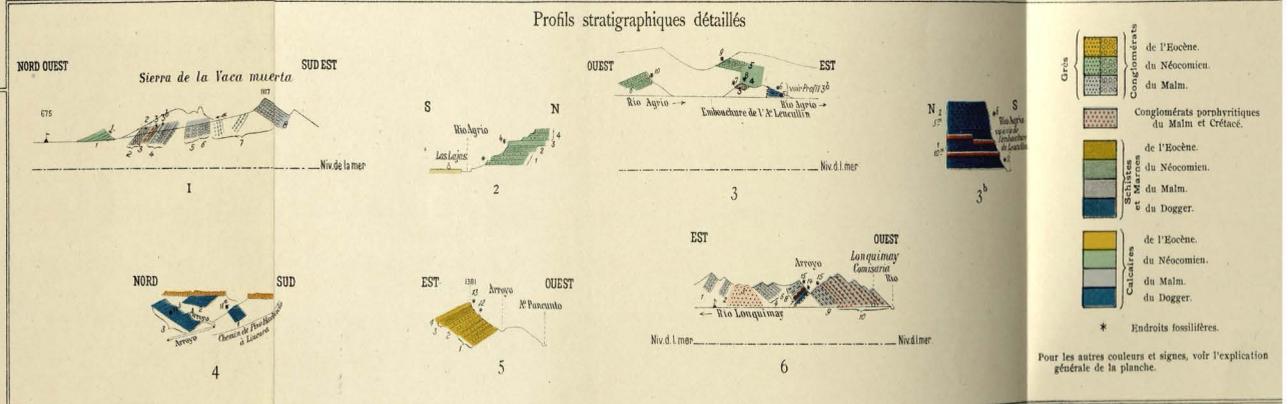
Jurassique

Dogger

Fig. 1 Profil schématique de la série sédimentaire de la région d'études

Longuimay	Pancunto	Liucura	Région orientale
Roche inférieure (Suessonien)	Calcaires et Schistes noirs	Calcaires séquanais et Grès variés	Néocomien
Conglomérats porphyritiques	Calcaires et Schistes noirs	Calcaires séquanais et Grès variés	Tithonique
Rauracien	Calcaires et Schistes noirs	Calcaires et Grès	Malm inférieur et moyen
Callovien	Calcaires et Schistes noirs	Calcaires et Grès	Callovien
Dogger moyen	Calcaires et Schistes noirs	Calcaires et Grès	Dogger moyen

Facies côtier.
 Facies pélagique et bathyal.
 Facies saumâtre.



- Grès
 - Conglomérats
 - de l'Éocène du Néocomien du Malm.
 - Conglomérats porphyritiques du Malm et probablement du Crétacé.
 - de l'Éocène du Néocomien du Malm.
 - Bathalites et Schistes du Dogger.
 - de l'Éocène du Néocomien du Malm du Dogger.
 - Calcaires
 - * Endroits fossilifères.
- Pour les autres couleurs et signes, voir l'explication générale de la planche.



Fig. 2 Niche d'où s'est détaché l'éboulement.



Fig. 3



Fig. 4

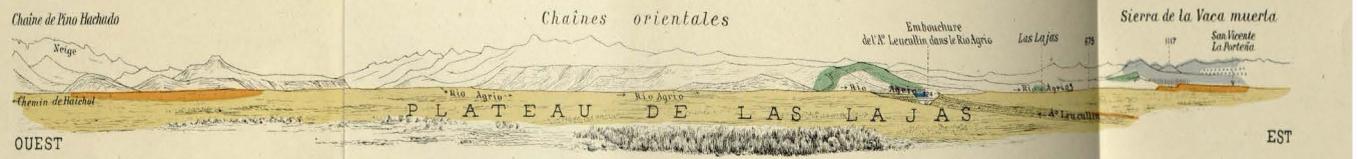


Fig. 5



1. Sierra de la Vaca Muerta vue de l'ouest



IMAGES DEL MUSEO

2. Voûte jurassico-crétacique au nord du Río Agrío

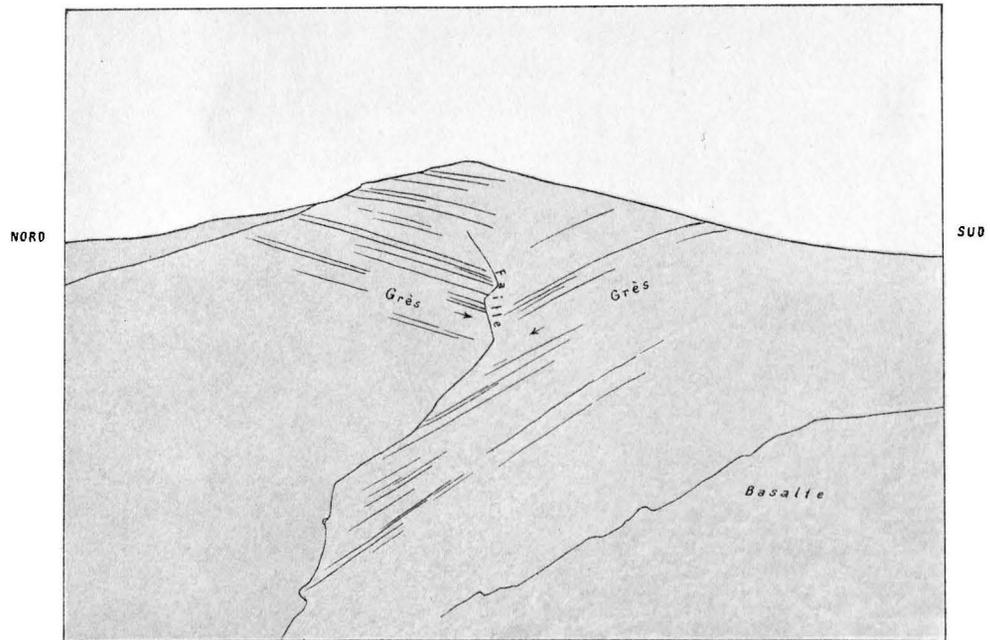
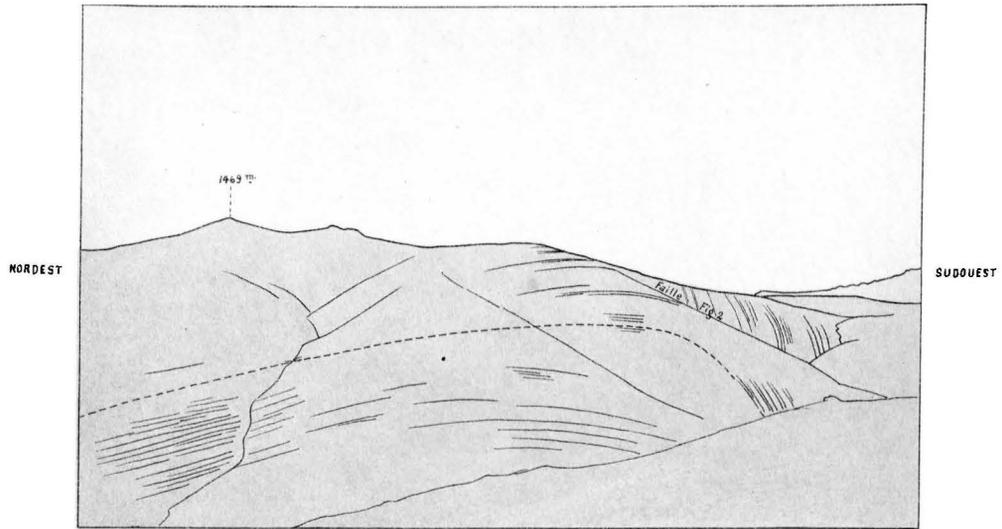


1. Tuf phonolitique superposé aux graviers modernes
(Arroyo Leucullin)



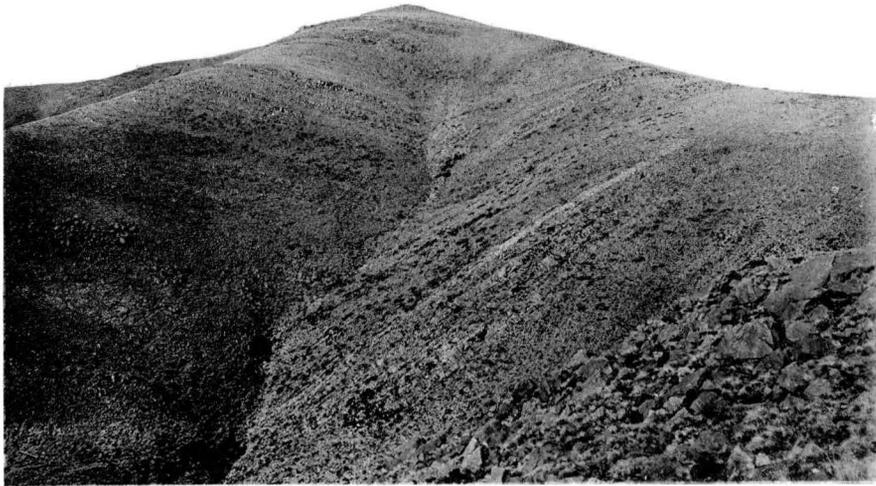
GALLERIES DEL MUSEO

2. Partie occidentale du plateau de Las Lajas
intercalée entre la chaîne de Puno Hachado

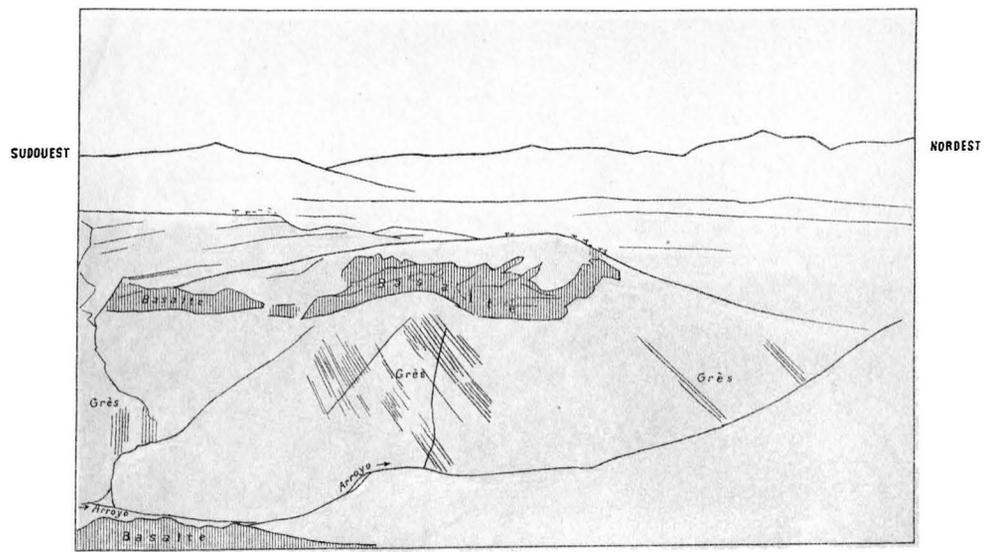




1. Voûte transversale au sud de Haichol



2. Faille dans le flanc austral de la voûte au sud de Haichol



 Nappe basaltique

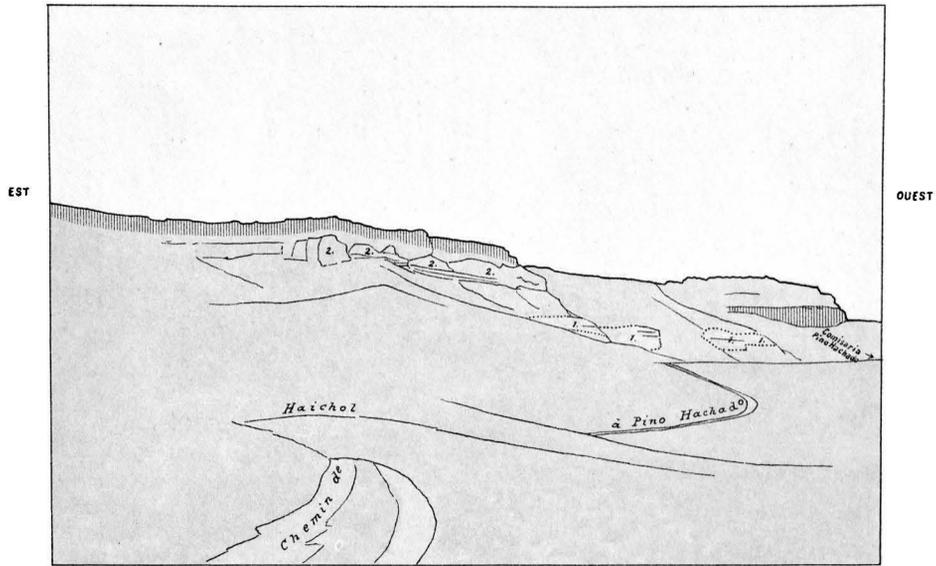


1. Discordance entre les grès disloqués et la nappe horizontale de basalte
(au sud de Haichol)



ANALES DEL MUSEO

2 - Vallée de l'Arroyo Haichol à l'est de Pino Hachado



1. Tuf blanc

2. Tuf jaune et Brèche brunâtre

▨ Nappe basaltique

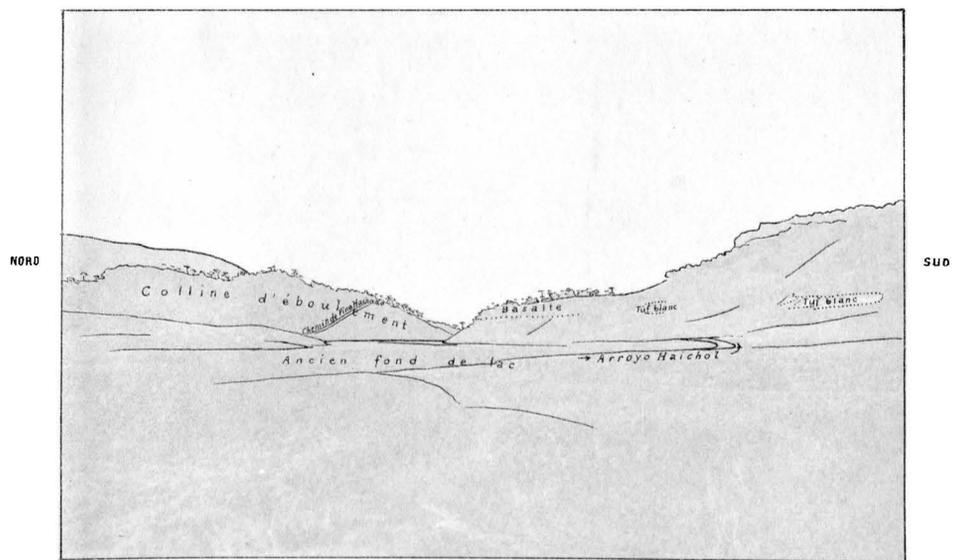


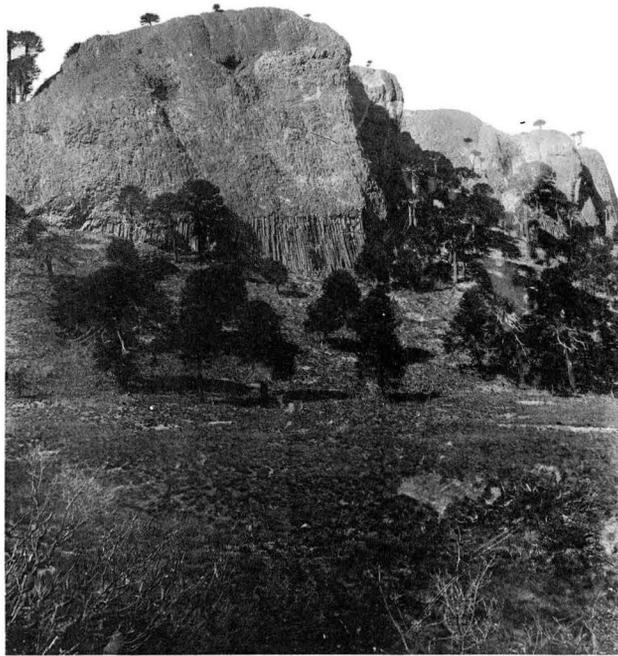
1. Série basaltique au sud de la Comisaria Pino Hachado



TALLERES DEL MUSEO

2. Eventails de la nappe basaltique à l'ouest de la Comisaria Pino Hachado

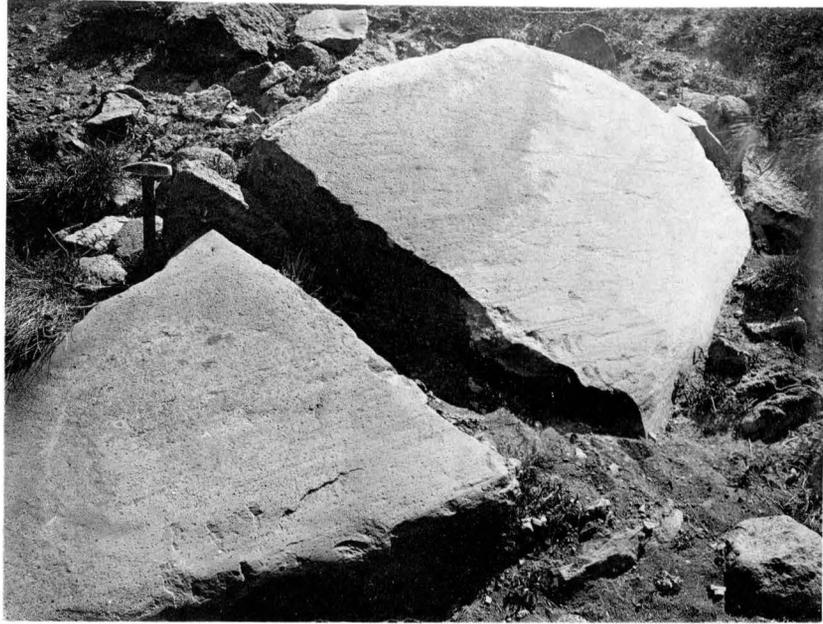




1. Colonnes basaltiques, Pino Hachado



2. Ancien lac d'éboulement, Pino Hachado

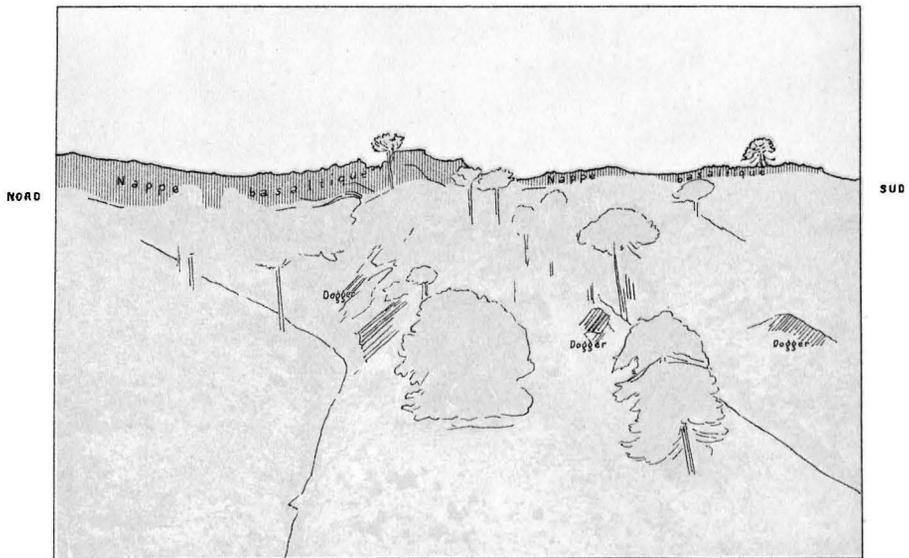
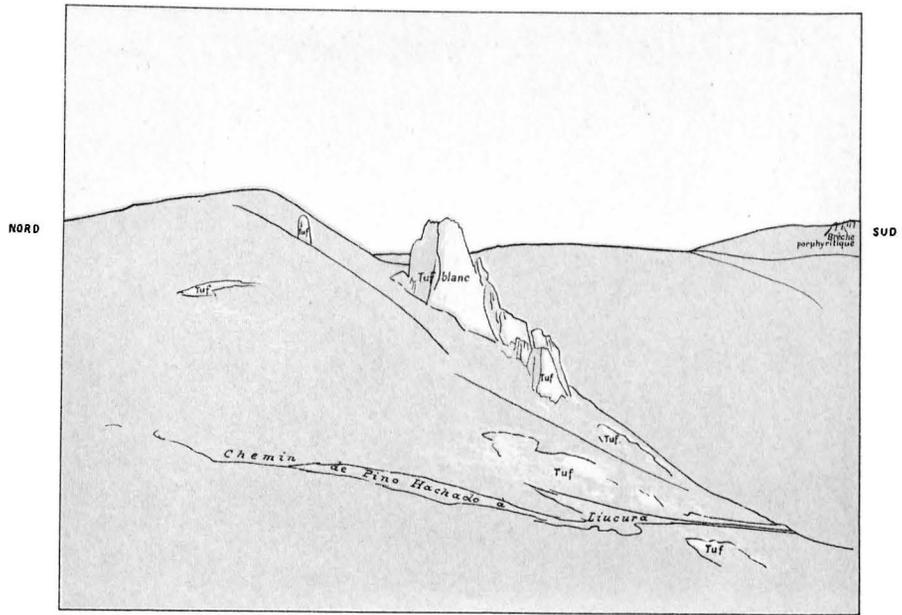


1. Poli et stries glaciaires sur un bloc basaltique
(Moraine à l'est du col de Pino Hachado)



ANALES DEL MUSEO

2. Ancien centre volcanique
(Vallée supérieure de l'Arroyo Teluel-Siglio)



 Nappe basaltique

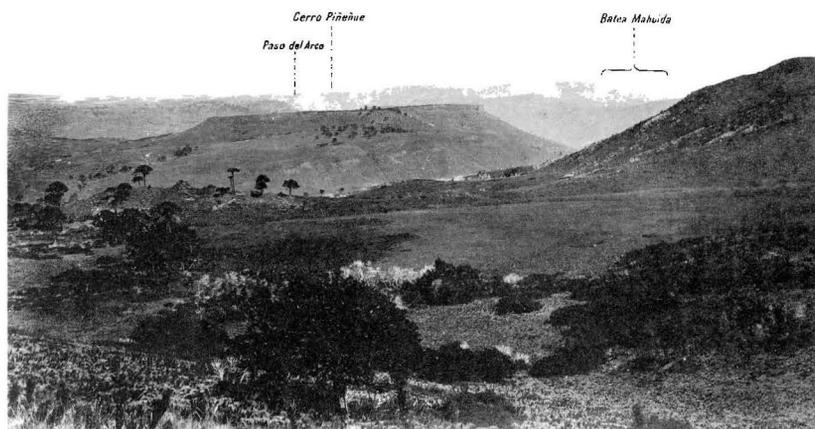


1. Tuf et brèche porphyritique, entre Liucura et Pino Hachado



ANALES DEL MUSEO

2. Discordance entre les couches disloquées du Dogger et le basalte
entre Liucura et Pino Hachado.



1. Plateau interandin de l'Aluminé et montagnes tabulaires
(vue prise du chemin de Liucura à Pino Inchado, vers le sud)

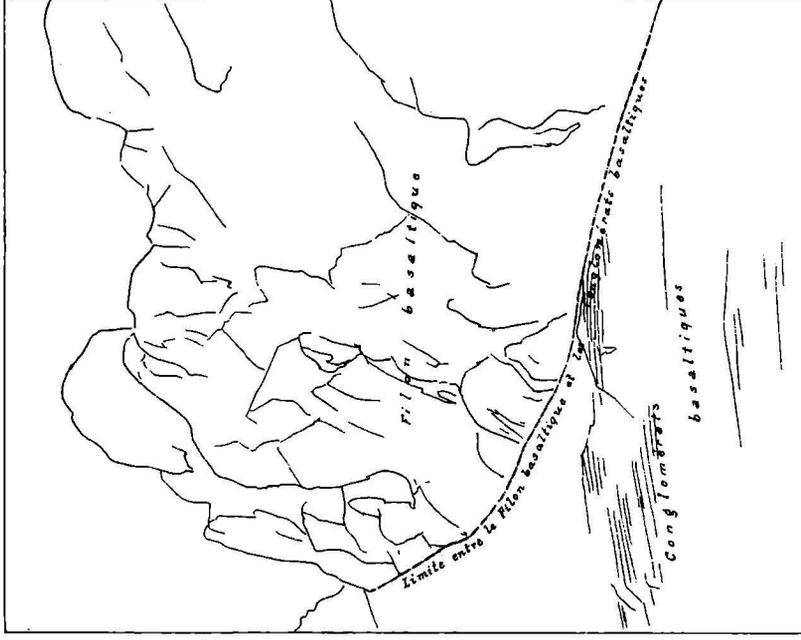


ANALES DEL MUSEO

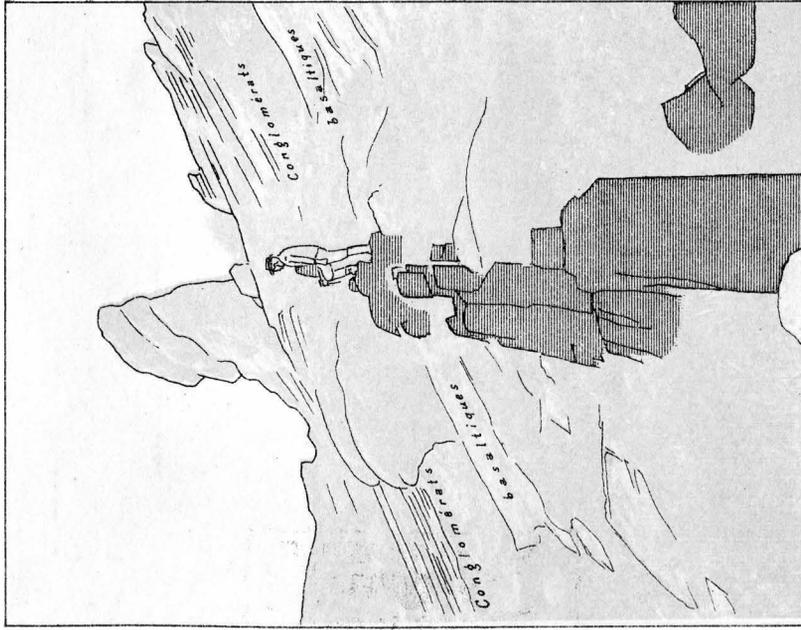
2. Couverture basaltique du plateau de l'Aluminé (au sud-est du lac Aluminé)

T = Tuf; B = Basalte

SUDEST

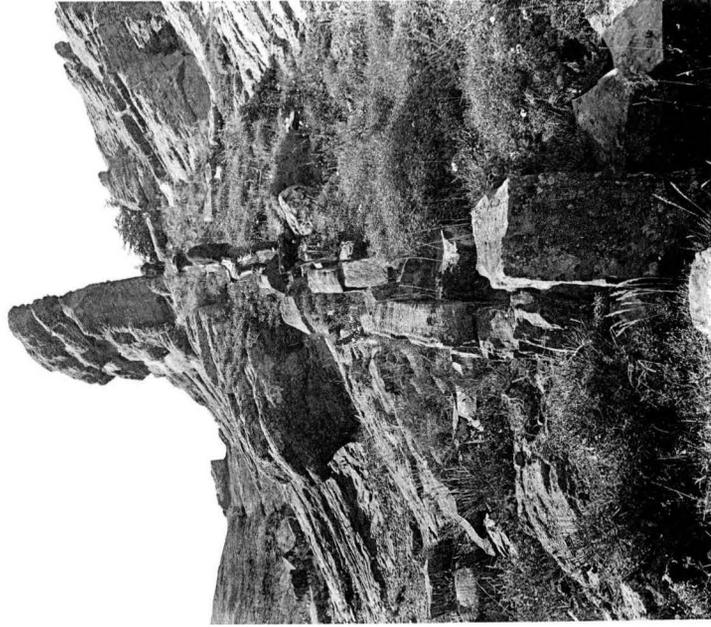


SUD NORDOUEST

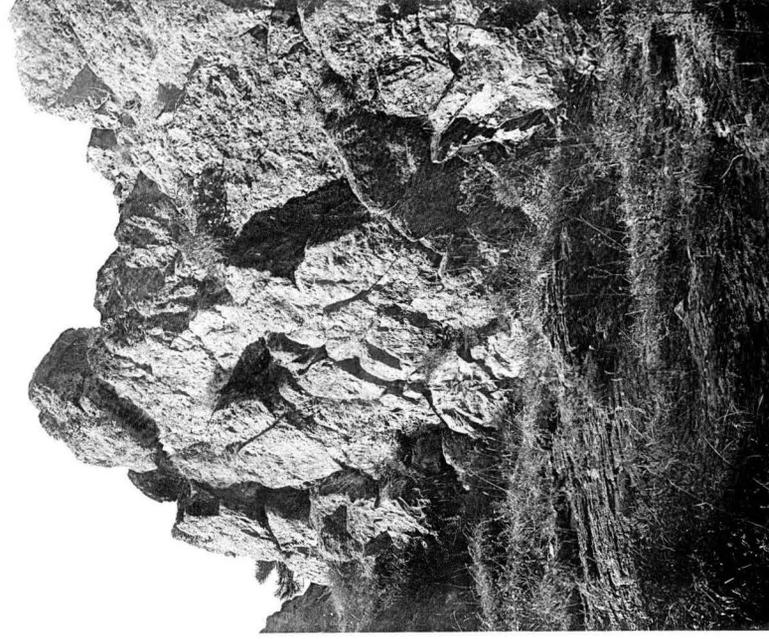


NORD

▬ Filon basaltique



1 Filon basaltique perçant des conglomérats basaltiques
(à l'est du col de l'Arco)



2 . Contact entre le plus grand filon basaltique et les conglomérats
(à l'est du col de l'Arco)



1. Granit et nappe basaltique à l'extrémité orientale du Lago Aluminé

G = Granit; B = Basalte et Tuf



TALLERES DEL MUSEO

2. Couches éocènes (couches à Bythinia) plissées (à l'est de la vallée du Pancunto)

12 et 13 = Localités fossilifères



1. Pente septentrionale de la vallée du Pancunto

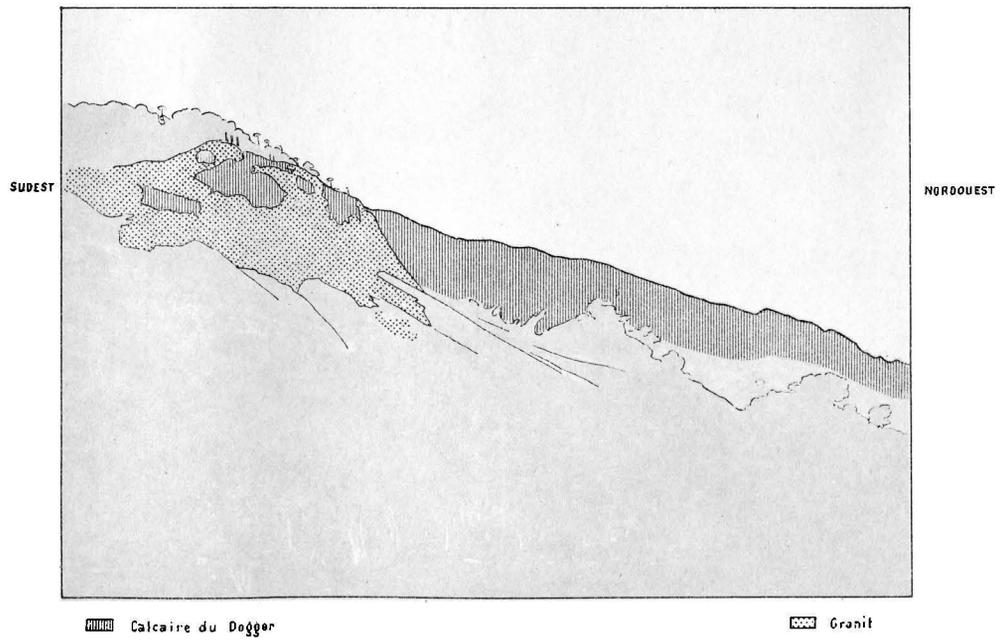
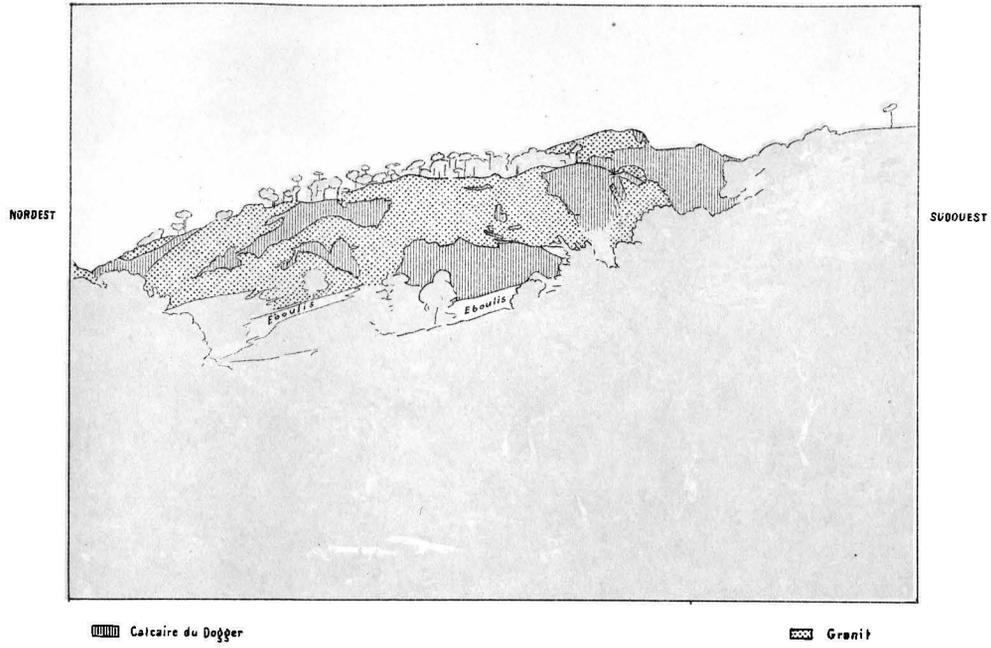
G Granit; D Dogger



TALLERES DEL MUSEO

2. Pente australe de la vallée du Pancunto; contact entre le granit et le Dogger

G Granit; D Dogger



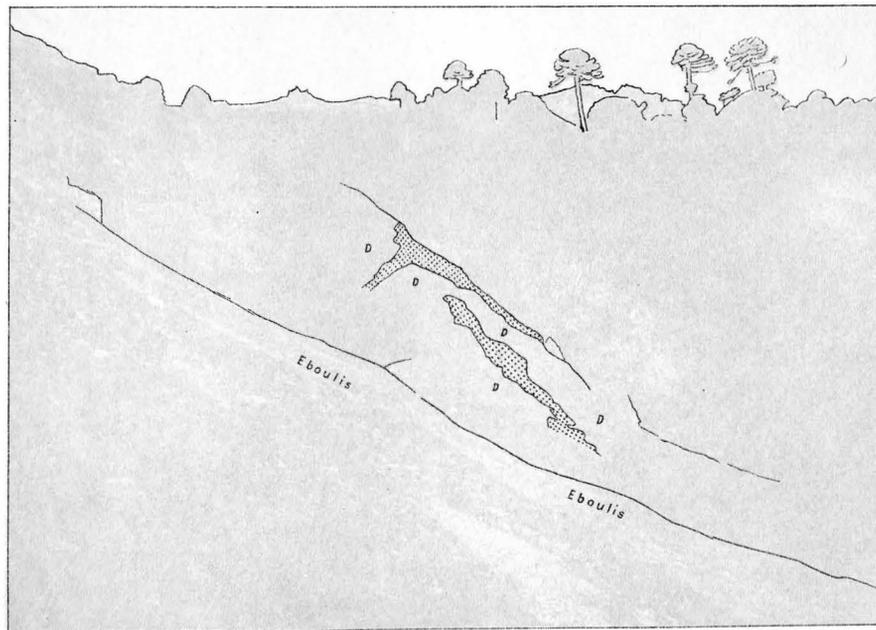
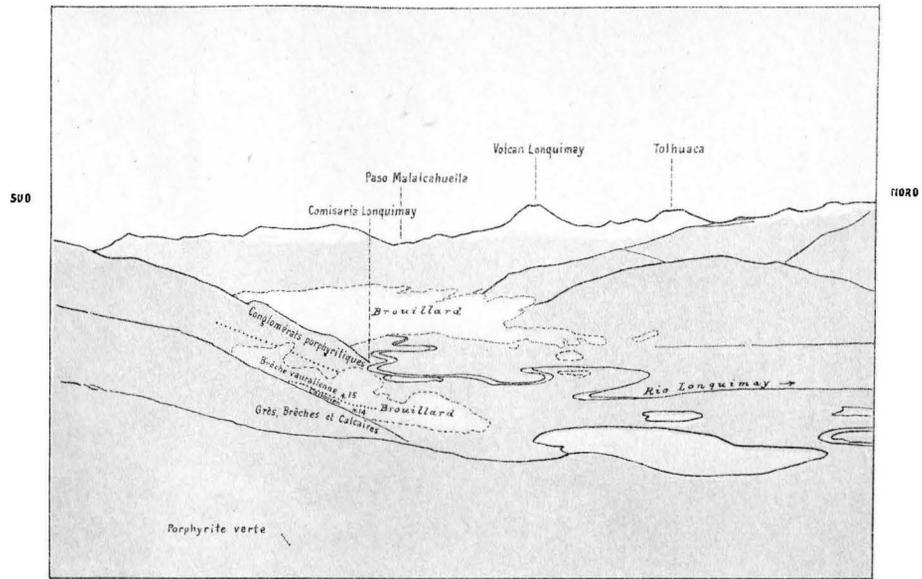


1. Lentilles et fragments du calcaire médiojurassique dans le granit
(Vallée du Pancuto)



ANALOS DEL MUSEO

2. Lentilles et fragments du calcaire médiojurassique dans le granit
La même cime que dans la figure 1, vue de l'est (Vallée du Pancuto)



Granit D - Dogger



1. Vallée et chaîne de Lonquimay



TALLEKEN DEL MESO

2. Filon granitique dans le Dogger
(Vallée du Pancunto)



1. Ebonement de Pino Hachado

S = Sieble d'un s'eat détrebé l'ébonement; E = Collines d'ébonement; B = Basalte

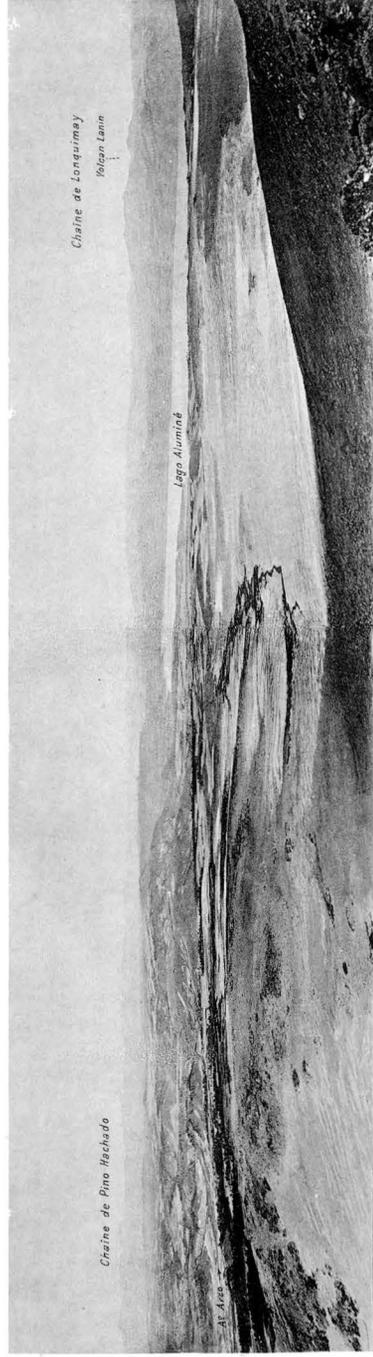


2. Moraine terminale à l'est du col de Pino Hachado

M = Moraine; P = Porphyrite verte; S = Sentier du col de Pino Hachado



1. Le plateau de Las Lajas entre les chaînes de la Vaca Muerta et de Pino Hachado (vers le sud)



TALLERES DEL MUSEO

2. Le plateau interandin de l'Alumine (vue prise au sommet du Cerro Páhué vers le sud)

Explication de la planche XIX

(Toutes les figures sont de grandeur naturelle)

Figures: —

1. *Harpoceras* cf. *proximum* Moericke non Gottsche, Dogger à l'est de Liucura (* 11^b).
2. *Pseudomonotis substriata* Ziet., Dogger à l'est de Liucura (* 11^a).
- 3 et 4. *Lingula Beanii* Phill., Dogger, Rio Agrio vis-à-vis de l'embouchure du Leucullin (* 5)
- 5 et 6. *Stephanoceras* aff. *anceps ornati* Qust., Callovien inférieur, Comisaria Lonquimay (* 14)
- 7 et 8. *Sphaeroceras subcompressum* Waagen, Callovien inférieur, Comisaria Lonquimay (* 14).
- 9 et 10. *Sphaeroceras* aff. *tumidum* Reinecke, Callovien inférieur, Comisaria Lonquimay (* 44).
- 11 et 12. *Sphaeroceras bullatum* D'Orb., Callovien inférieur, Comisaria Lonquimay (* 14).
13. *Sphaeroceras lamellosum* Sow., Callovien inférieur, Comisaria Lonquimay (* 14).
- 14 et 16. *Pecten* aff. *Rypheus* D'Orb., Callovien supérieur, Rio Agrio vis-à-vis de l'embouchure du Lucullin (* 6)

Les astérisques numérotés entre parenthèses indiquent les stations fossilifères marquées de la même manière dans le texte, dans les profils et dans les planches.



1



2



3



5



4



6



7



8



9



10



11



12



13



14



15



16

Explication de la planche XX

(Toutes les figures sont de grandeur naturelle)

Figures : --

1. *Perisphinctes* cfr. *rota* Waagen, Callovien supérieur, Rio Agrio vis-à-vis de l'embouchure du Leucullin (* 6).
- 2 à 5. *Cidaris* cfr. *florigemma* Phill., Rauracien, Comisaria Lonquimay (* 14).
- 6 à 8. *Pecten erinaceus* Buv., Rauracien, Comisaria Lonquimay (* 14).
9. *Pecten Buchi* Roem., Rauracien, Comisaria Lonquimay (* 14).
10. *Rhynchonella* cfr. *arolica* Opper, Malm inférieur, Sierra de la Vaca Muerta (* 3^b).
- 11 à 13. *Astarte* aff. *reginae* Loriol, Malm moyen, Sierra de la Vaca Muerta (* 3).
- 14 et 15. *Reineckeia Koellikeri* Opper, Tithonique supérieur, Rio Agrio vis-à-vis de l'embouchure du Leucullin (* 7).
- 16 et 17. *Reineckeia microcantha* Opper, Tithonique supérieur, Sierra de la Vaca Muerta (* 2).



1



2



3



4



6



5



7



8



9



10



11



12



13



14



16



17



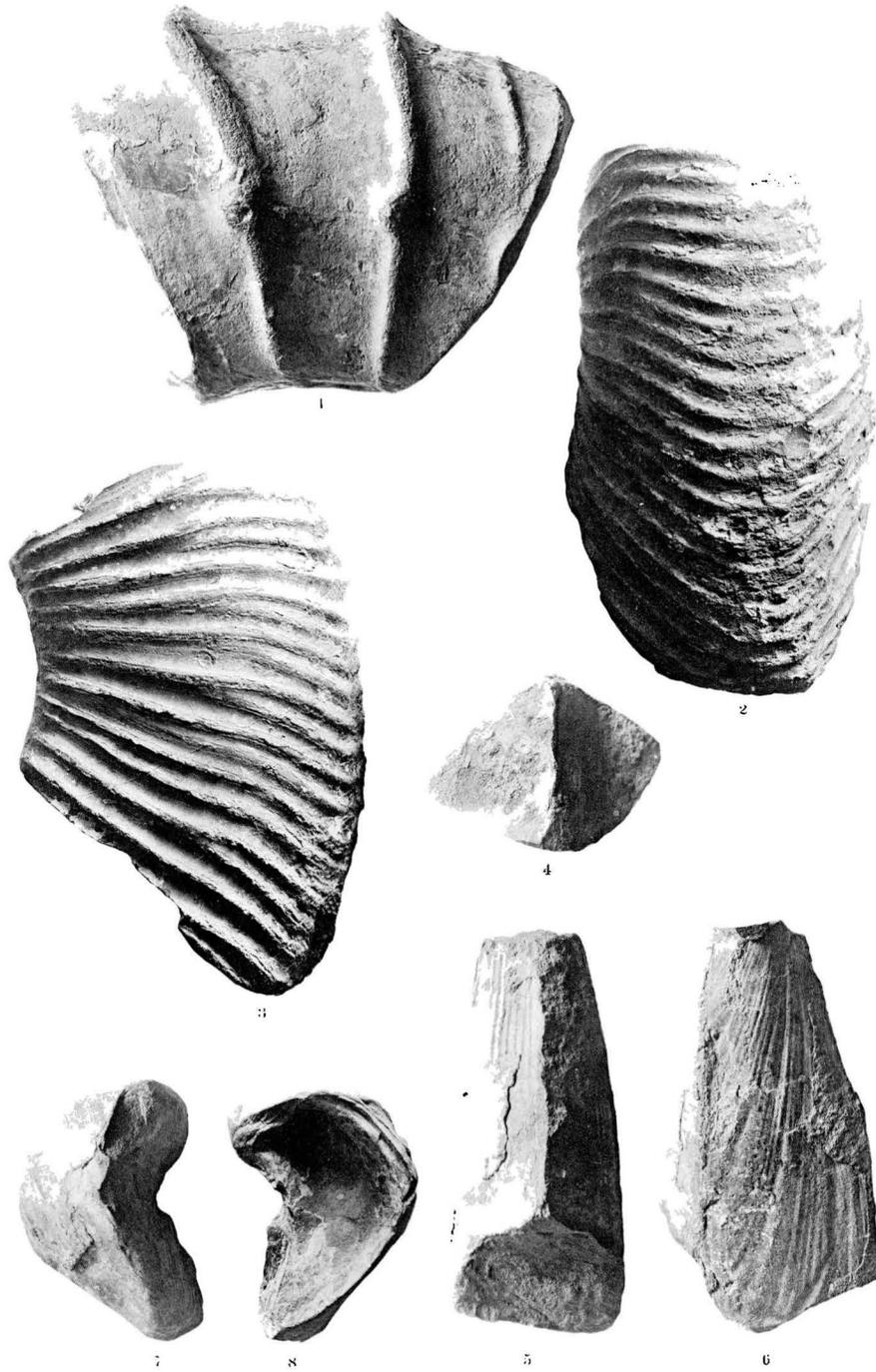
15

Explication de la planche XXI

(Toutes les figures sont de grandeur naturelle)

Figures : —

1. *Reineckeia koellikeri* Opper, Tithonique supérieur. Rio Agrio vis-à-vis de l'embouchure du Leucullin (· 7).
- 2 et 3. *Odontoceras ellipsostomum* Steuer, Tithonique supérieur. Rio Agrio vis-à-vis de l'embouchure du Leucullin (· 7).
- 4 à 6. *Pinna Robinaldina* D'Orb., Néocomien, au nord de l'Agrio (· 9).
- 7 et 8. *Exogyra Couloni* DeFr., Néocomien. Sierra de la Vaca Muerta (· 1).

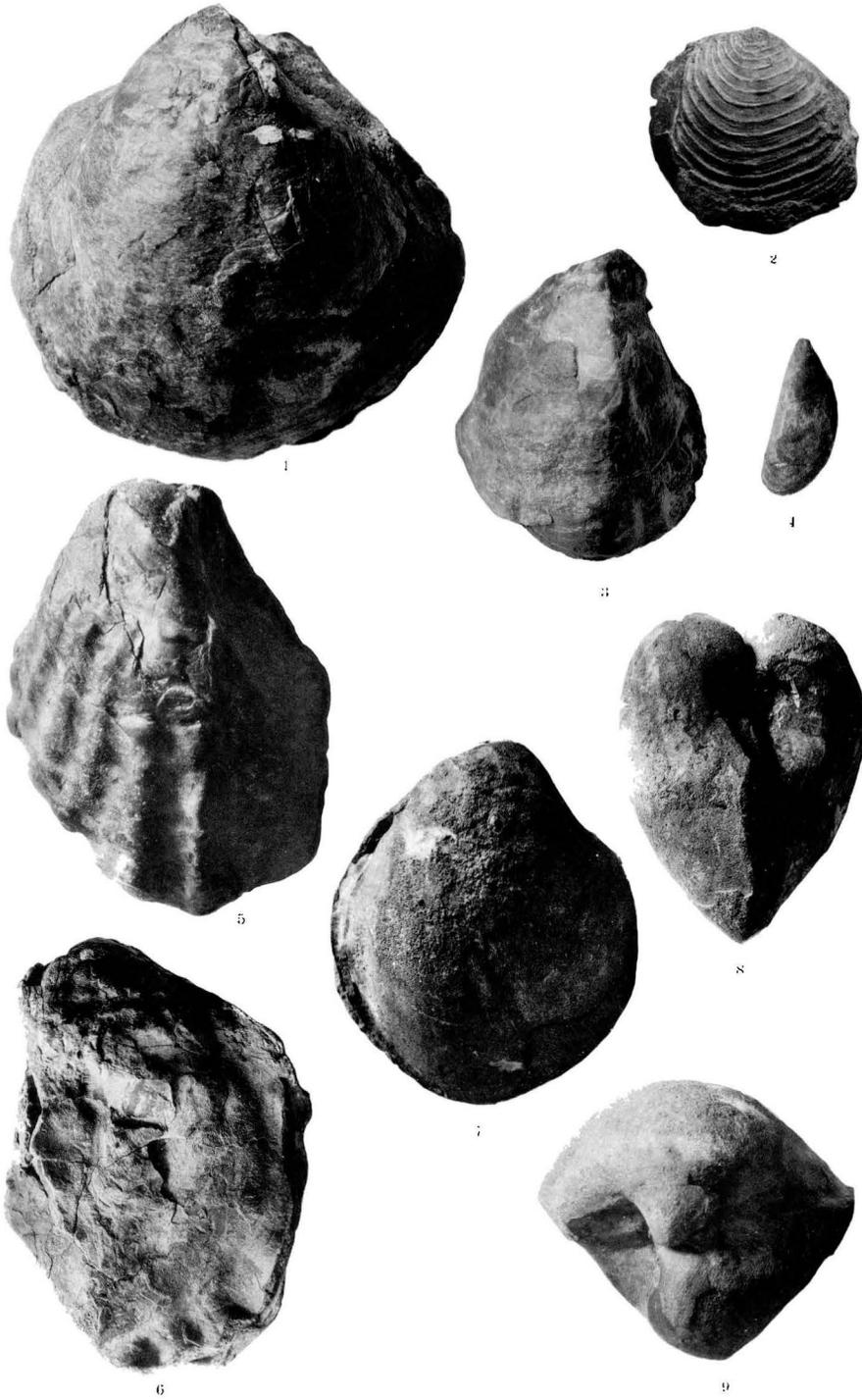


Explication de la planche XXII

(Toutes les figures sont de grandeur naturelle)

Figures : —

1. *Exogyra aquila* Brongniart, Néocomien, au nord de l'Agrio (· 9).
2. *Lucina* aff. *Cornueliana* D'Orb., Néocomien, San Vicente (collection Christensen).
3. *Exogyra Couloni* Dcfr., Néocomien, au nord de l'Agrio (· 9).
4. *Mytilus simplex* Desh., au nord de l'Agrio (· 10).
- 5 et 6. *Exogyra subplicata* Roem., San Vicente (collection Christensen).
- 7 à 9. *Isocardia* cfr. *neocomiensis* Ag., San Vicente (collection Christensen).



Explication de la planche XXIII

(Toutes les figures sont de grandeur naturelle)

Figures :—

1 à 4. *Myoconcha* aff. *angulata* D'Orb., Néocomien, au nord de l'Agrio (· 9, · 10).

5 et 6. *Pholadomya gigantea* Sow. Néocomien, Las Lajas (· 4).



1



2



3



4



5



5

6

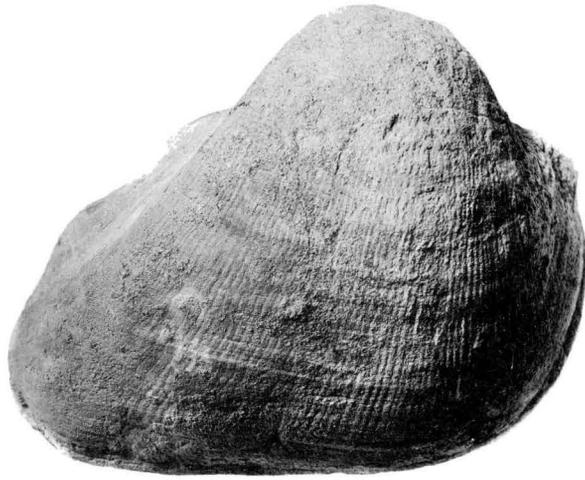
Explication de la planche XXIV

(Toutes les figures sont de grandeur naturelle)

Figures:—

1 et 2. *Arca Gabrielis* Leym., Néocomien, Las Lajas (· 4).

3 à 7. *Eriphyla* aff. *transversa* Leym., Néocomien, Las Lajas (· 4).



1



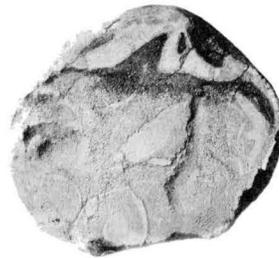
3



4



2



5



7



6

Explication de la planche XXV

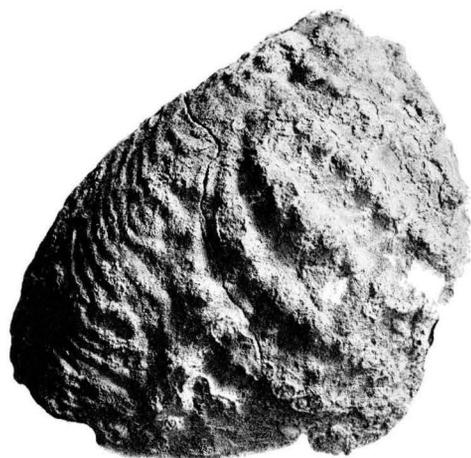
(Toutes les figures sont de grandeur naturelle)

Figures : —

1 à 3. *Trigonia transitoria* Steinmann, Néocomien, Las Lajas (· 4).

4 et 5. *Trigonia* aff. *nodosa* Sow., Néocomien, Las Lajas (· 4).

6 à 8. *Trigonia carinata* Ag., Néocomien, Las Lajas (· 4).



1



2



3



4



5



6



7



8

Explication de la planche XXVI

(Les figures 1 à 9 sont de grandeur naturelle. Les figures 10 à 14 ont été agrandies un peu)

Figures : ---

- 1 et 2. *Hoplites Burckhardti* Mayer-Eymar, n. sp., Néocomien, au nord de l'Agrio (· 8).
- 3 à 5. *Arca securis* Leym., Néocomien, au nord de l'Agrio (· 8).
- 6 et 7. *Unio Burckhardti* Mayer-Eymar, n. sp., Eocène inférieur, Pancunto (· 13).
- 8 et 9. *Actaeonina (Dovilleia) Fischeri* Mayer-Eymar, n. sp., Eocène inférieur, Pancunto (· 13).
- 10 et 11. *Ancylus Humboldti* Mayer-Eymar, n. sp., Eocène inférieur, Pancunto (· 13).
- 12 à 14. *Bythinia capitata* Mayer-Eymar, n. sp., Eocène inférieur, Pancunto (· 13).

