

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 2 (1890-1892)
Heft: 2

Artikel: Compte rendu de la neuvième réunion annuelle de la Société Géologique Suisse à Davos
Autor: Renvier, E. / Heim, Alb. / Schmidt, C.
Kapitel: C: Analyse des travaux présentés
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-153895>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 23.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

C

ANALYSE DES TRAVAUX PRÉSENTÉS.

Tiré des *Archives des Sciences* avec autorisation de la Direction.

SOMMAIRE

Brueckner. Climat de l'époque glaciaire. — Penck. Double pli glaronais. — Roland Bonaparte. Écoulement récent du lac de Märjelen. — F.-A. Forel. Carte hydrographique du lac Léman. — A. Delebecque. Sondages du lac d'Annecy. — Gräff. Porphyres du massif du Mont-Blanc. — A. Baltzer. Schmidt, E. Renevier. Observations sur cette communication. — Baltzer. Carte géologique des environs de Berne. — Baltzer. Limites des anciens glaciers du Rhône et de l'Aar. — Mayer-Eymar. Faune du Londinien d'Appenzell.

A la deuxième assemblée générale, M. le prof. BRUECKNER, de Berne, fait une communication sur *le climat de l'époque glaciaire*¹.

Le problème du climat de l'époque glaciaire est fort ancien et a donné lieu à de nombreuses interprétations. Ce n'est que tout dernièrement et grâce à l'étude suivie des dépôts diluviens, que les faits ont pu être établis sur une base assez sûre pour trouver la véritable solution.

Un des traits principaux qui caractérisent l'apparition

¹ Cette communication, qui a été faite, en dehors des sections, dans l'assemblée générale du 20 août, se rattacherait plutôt par son sujet à la météorologie et à la physique; nous avons cru néanmoins devoir la placer en tête des travaux présentés dans la section de géologie, car c'est dans cette science que les vues de l'auteur trouvent plus particulièrement leur application. (Réd.)

des glaciers de l'époque diluvienne c'est la généralité de ce phénomène. Toute la terre y a été soumise, les tropiques eux-mêmes n'y font point exception; seulement, les dimensions des glaciers différaient alors suivant les bassins qu'ils occupaient, de même qu'aujourd'hui les glaciers varient en étendue d'une chaîne de montagnes à une autre. Les glaciers de l'époque diluviale étaient partout proportionnels à ceux d'aujourd'hui.

Des glaciers considérables recouvriraient le nord de l'Europe, le nord de l'Amérique et la Patagonie. D'autres, moins étendus, se trouvaient dans les Alpes, les Pyrénées, les montagnes de l'Asie, la Nouvelle-Zélande, les Andes, les Montagnes-Rocheuses, etc. De tout petits, enfin, étaient dispersés dans la Forêt-Noire, les Vosges, les Carpathes, la Sierra-Nevada de Santa-Martha (Venezuela), etc.

La généralité du phénomène devient encore plus évidente si l'on examine les traces laissées par les lacs sans écoulement de l'époque diluvienne. La grandeur de ces lacs, comme celle des glaciers, varie en fonction des éléments climatologiques, c'est-à-dire des chutes de pluie et de la température. Ces lacs — citons ceux du grand bassin de l'Amérique du nord, du Sahara, du Thibet, du Turkestan, la mer Caspienne, le lac Aral, la mer Morte, etc., — occupaient à l'époque diluvienne un espace considérable.

Cette extension générale de l'époque glaciaire sur tout le globe indique la simultanéité du phénomène et paraît contraire à l'idée, souvent émise, d'une alternance des formations glaciaires entre les deux hémisphères. Elle prouve que la limite des neiges éternelles était plus basse que de nos jours sur tout le globe. M. Penck estime cette dif-

sérence d'altitude, par rapport à aujourd'hui, à mille mètres en moyenne pour toute la terre.

L'étude des dépôts diluviens fait ressortir un second fait de grande importance : il n'y a pas eu une période glaciaire unique, mais deux, peut-être même trois, alternant avec des périodes de retrait des glaciers. Ce mouvement retrograde ne peut pas être évalué exactement, mais il est certain du moins qu'il a été très accentué.

Il importe de remarquer qu'on observe le même phénomène d'alternance dans les lacs diluviens de l'Amérique du nord : deux périodes de niveau élevé, séparées par une période d'abaissement. De ce qui précède, il résulte que toute la terre a subi deux périodes glaciaires, caractérisées par l'abaissement de la limite des neiges et l'extension des glaciers et des lacs sans écoulement, séparées par une période présentant des caractères opposés. Ainsi les dépôts diluviens témoignent de grandes oscillations dans les phénomènes hydrographiques du globe, qui ne peuvent avoir leurs causes que dans des oscillations correspondantes du climat.

Il faut étudier ces grandes oscillations du climat de l'époque glaciaire dans les glaciers et les lacs sans écoulement d'aujourd'hui. Ceux-ci présentent des périodes alternantes d'extension et de retrait analogues, mais moins étendues, produites par des oscillations du climat.

A l'aide de nombreuses observations météorologiques et hydrographiques, j'ai pu ramener ces oscillations du climat à des périodes de 35 ans pour tout le globe. Elles se composent de variations dans la température, la pression atmosphérique et les chutes de pluie se produisant simultanément sur toute la terre.

Celle-ci subit tour à tour des périodes chaudes et froides.

des différant environ d'un degré. Ces variations de température influent d'une façon évidente sur la répartition des pressions atmosphériques. Pendant les périodes chaudes (les dernières en 1830 et 1860) le passage de l'air océanique sur le continent a été entravé, tandis qu'il a été favorisé pendant les périodes froides. Cela influe naturellement sur la chute des pluies : pendant la période froide, il y a augmentation des pluies sur le continent et diminution sur mer, tandis que le contraire a lieu pendant la période chaude. La différence moyenne entre le maximum et le minimum des quantités de pluie tombées sur le continent s'élève à un quart de la quantité normale trouvée comme moyenne de nombreuses années. Ainsi, tandis que la température est simultanément plus basse ou plus élevée sur tout le globe, les chutes de pluie augmentent sur le continent quand elles diminuent sur la mer, et inversement. En outre, les variations périodiques, dans les chutes de pluie sur le continent, sont d'autant plus marquées que le climat est plus excessif, c'est-à-dire qu'on s'éloigne de la mer.

Dans les deux derniers siècles, les années 1700, 1740, 1780, 1815, 1850 et 1880 apparaissent comme centres de périodes froides, humides sur le continent; les années 1720, 1760, 1795, 1830, 1860, comme centres de périodes chaudes, sèches sur le continent.

Ces oscillations du climat influent évidemment sur l'état des glaciers et des lacs, et leur impriment des oscillations d'une durée de 35 ans environ.

Il est à remarquer que le caractère de ces petites oscillations actuelles rappelle celui des grandes oscillations de l'époque glaciaire.

On peut en conclure que les oscillations du climat

d'alors ont dû être analogues à celles d'aujourd'hui. De même qu'aujourd'hui une période froide amène un changement de la répartition de la pression atmosphérique, pour la plus grande partie des continents accompagné d'une plus grande chute de pluies, et suivi d'une extension des glaciers et d'une élévation des lacs sans écoulement, de même autrefois, une période froide, caractérisée par une plus grande durée et un plus grand abaissement de température, a pu amener des variations de pression et de chutes de pluie analogues assez importantes pour produire la période glaciaire. Le climat des deux époques glaciaires était partout plus froid, et généralement plus humide, sur les continents que les climats de la période intermédiaire, de l'époque pré-glaciaire et de nos jours. Ceci nous explique pourquoi la différence entre la limite des neiges d'alors et d'aujourd'hui est variable suivant les chaînes de montagnes; cette différence est moyenne là où les pluies n'ont pas varié depuis l'époque glaciaire, elle est plus petite là où elles ont augmenté, plus grande là où elles ont un peu diminué.

Nous ne pouvons pas déterminer la différence entre les pluies d'aujourd'hui et celles de cette époque, car elle est variable d'un lieu à un autre. Par contre, on peut calculer la différence de température, sachant qu'un abaissement de $0^{\circ},5$ correspond à une élévation de 100 mètres. Il suffit de savoir quel a été l'abaissement de la limite des neiges, dans les territoires où les chutes d'eau n'ont pas varié depuis l'époque glaciaire, c'est-à-dire dans les territoires où il y a eu un abaissement peu considérable de cette limite.

Nous trouvons ainsi que le climat de l'époque glaciaire devait être de 3° à 4° C. plus froid que celui d'aujourd'hui.

En résumé, les oscillations du climat de l'époque glaciaire se traduisent par deux périodes — humides sur le continent, et plus froides que la nôtre de 3° à 4° sur tout le globe — séparées par une période chaude, analogue aux époques pré-glaciaire et actuelle.

Si nous avons tâché, à l'aide de nos recherches sur les oscillations du climat de 35 ans, de soulever un peu le voile qui nous cachait le climat de la période glaciaire, nous devons reconnaître que les causes des gigantesques oscillations de l'époque diluvienne nous échappent encore. Bien des années s'écouleront peut-être avant qu'un seul pas de plus puisse être fait dans cette direction.

M. le professeur PENCK, de Vienne en Autriche, fait la communication suivante :

En disant quelques mots sur le *double pli glaronais* à l'instigation de M. le président, je sais fort bien que je ne vous présente rien de nouveau et que je n'ai pas pu étudier le sujet assez à fond. Je ne puis donner que les observations faites, et les impressions reçues, dans trois jours d'excursions, pendant lesquels, avec quarante autres collègues, nous avons visité, sous la direction de M. le prof. Heim, les points les plus probants pour sa théorie sur les Alpes glaronaises.

Voici l'essentiel de ce que j'ai pu observer sur le trajet de Schwanden à Elm et Linthal.

A la Lochseite, près de Schwanden, le Verrucano se trouve en couches presque horizontales, en bas : vertes et nodulo-schisteuses (*flaserich*), en haut : plus rouges et poudinguiformes; reposant transgressivement sur les ardoises noires de l'Éocène, plongeant fortement vers le sud. A la limite des deux masses de roches s'étend un

ruban de calcaire fortement plissé ridé, le *Lochseitenkalk*, qui forme parfois des pochettes dans les couches sous-jacentes. La surface de ce dernier s'accommode à la face inférieure du *Lochseitenkalk* en suivant ses ondulations irrégulières. Une fente presque horizontale et concordante, très visible, suit la limite du *Verrucano* et du *Lochseitenkalk*, ou le milieu de celui-ci.

2^o Le ravin profond du *Tschingel* et ses ramifications laissent voir des bancs de calcaires à *Nummulites*, plongeant au sud-est, intercalés en concordance dans les schistes noirs éocènes.

3^o Au *Hausstock*, les ardoises noires, fortement plissées, et les bancs intercalés de calcaire éocène se poursuivent sous les couches horizontales du *Lochseitenkalk* et du *Verrucano*, de telle manière que les mêmes plis de l'Éocène sont visibles des deux côtés du *Hausstock-Mättlistockgrat*, aussi bien dans la vallée d'*Elm* que dans celle de *Durnach*.

4^o Le même profil, que j'ai vu de loin au *Hausstock*, se répète au *Kalkstöckli*. Le sommet est formé par du *Verrucano* schisteux rouge, trituré et déchiré. Au-dessous se présente un calcaire ridé et plissé, en tout semblable à celui de la *Lochseite*. Le substratum se compose de schistes ardoisiers noirs, plongeant fortement au sud, dans lesquels est intercalé un banc de calcaire à *Nummulites*, ce qui rend pour cette localité leur âge éocène incontestable. Comme à la *Lochseite*, mais beaucoup plus en grand, le *Lochseitenkalk* et l'Éocène s'enchevêtrent, de sorte que la puissance du *Lochseitenkalk* varie de 20^m à zéro. Sa surface forme le col entre *Kalkstock* et *Hahnenstock*. Elle est toute plate, penche faiblement au NNE et est couverte par places de dolomie jaune (*Röthidolomit*). Cette

surface plate du *Lochseitenkalk* peut se poursuivre par-dessous le Verrucano jusqu'à perte de vue, au sud dans le Hausstock, au nord dans les régions du Kärpf, à l'est jusqu'aux Graue-Hörner.

5^o Au sud du Hausstock, on voit dans la paroi du Vrab la coupe suivante: en haut, le Verrucano verdâtre, formant des parties crénelées; dessous, une couche brune (Dogger) avec calcaire gris très épais à la base (*Hochgebirgskalk*). Sous ce dernier apparaissent les ardoises noires, plongeant au sud, avec des bancs de calcaire à Nummulites intercalés (Éocène). Vers l'est, contre les Tschingelhörner, l'épaisseur du *Hochgebirgskalk* diminue sensiblement, et sous les Tschingelhörner il renferme de puissants coins du schiste ardoisier sous-jacent. Le Zwölfihorn, formant saillie sur la paroi précitée, montre en profil une courbure du *Hochgebirgskalk* et bancs sous-jacents, dont la convexité est dirigée vers le nord.

6^o Du Hahnenstock (0,7 km au nord du sommet du Kalkstöckli) jusqu'au Bützistock, s'étend sur deux kilomètres une arrête de Verrucano, avec des lambeaux de dolomie. Au pied ouest du Bützistock se trouve, sous le Verrucano: d'abord de la dolomie jaune (*Röthidolomit*); puis, par-dessous: schistes rouges (*Quartenschiefer*), Quartzite et Schistes noirs (Lias), Brèche à Échinodermes, Fer oolithique à Bélemnites (Dogger), calcaire jaune tacheté à Bélemnites (*Schiltkalk*). Ce dernier est très fortement laminé dans la direction déclive de la limite entre le Verrucano et l'Éocène. Sous le *Schiltkalk* apparaît un calcaire gris clair à gros bancs, également laminé, qui contient des Bélemnites (*Hochgebirgskalk*). Épais de 100 à 200 mètres, il forme le Saasberg, tandis que les couches antérieures jusqu'au Verrucano ne mesurent ensemble guère

plus de 15 m. Tous ces terrains sont en parfaite concordance et ont pu être poursuivis autour de l'angle ouest du Bützistock ; ainsi, ils passent certainement sous le Verrucano. Plus loin, sous la paroi du Bützistock, au-dessus de la Heustaffelalp, il y a une triple répétition de *Quartenschiefer*, Lias, Dogger et Malm, dans l'ordre indiqué, et immédiatement en dessous se trouvent les schistes noirs, avec un banc à Nummulites (Éocène). Une série de dénudations, jusque sous le Kalkstöckli, démontrent que cet ensemble de terrains, entre le Verrucano et les schistes éocènes, s'amincit et finit par être réduit au *Lochseitenkalk* du Kalkstöckli.

Voilà mes observations. Je les résume comme suit :

Dans la région du Kärpf, entre Sernf et Linthal on trouve à la base un système de couches schisteuses fortement plissées, qui plongent, dans leur ensemble, dans la direction sud, et qu'on a attribuées au tertiaire inférieur à cause de la présence au milieu d'elles de nombreux bancs de calcaire à Nummulites ; c'est à ces couches qu'appartiennent les ardoises glaronaises. Sur celles-ci, et en discordance avec elles, s'étend, dans la région même du Kärpf, un lit de Verrucano plongeant vers le nord et qui repose par endroits directement sur les bancs de calcaire à Nummulites ; puis au-dessus de ce Verrucano l'on trouve entre Sernfthal et le Walensee la série de couches, normale pour la Suisse orientale : Röthidolomit, *Quartenschiefer*, Lias, Dogger et Malm, et plus loin vers le nord tout le système Crétacé et l'Éocène. La limite des schistes avec le Verrucano qui les recouvre est partout fort évidente et l'on peut facilement la suivre dans le paysage pendant des lieues. Le long de cette ligne de contact se trouve avec une puissance très variable le *Lochseiten-*

kalk qui se combine avec la formation inférieure d'une façon singulière, les deux couches étant comme pétries l'une avec l'autre. Au Bützistock ce lit, gagnant en puissance, passe à un complexe de dolomie jaune, de schiste rouge, de schistes noirs avec quartzite, de brèche à Échinodermes, de fer oolithique avec Bélemnites et de calcaire gris à Bélemnites.

Or le caractère pétrographique aussi bien que la faune de ces formations prouvent qu'elles ne sont autre chose que la série renversée des couches habituelles : Röthidolomit, Quartenschiefer, Lias, Dogger et Malm, qui est réduite ici au dixième de sa puissance ordinaire et dont les roches portent toutes sans exception les marques d'un étirement. Au sud d'Elm, c'est de nouveau le Verrucano qui repose sur ces couches tertiaires inférieures et qui forme ici un plateau plongeant vers le sud, celui-ci étant de nouveau couvert par la série normale des couches jusqu'au jurassique. Au contact des Schistes éocènes et du Verrucano se trouvent des formations jurassiques d'une grande puissance, en ordre renversé.

Ces résultats correspondent parfaitement avec les observations que Heim a communiquées dans ses « Recherches sur le mécanisme de la formation des montagnes. » Il n'y a aucun doute que dans la région ici décrite le Verrucano n'ait été repoussé au-dessus de l'Éocène; et l'explication de Vacek, suivant laquelle le Verrucano reposerait sur des schistes plus anciens, contre lesquels l'Éocène serait collé seulement à la surface, n'a pu être confirmée par aucune preuve, ni pétrographique, ni paléontologique, ni stratigraphique.

Il n'y a pas de doute non plus qu'il existe, entre l'Éocène et le Verrucano, des terrains supérieurs à ce dernier, fortement comprimés et en ordre renversé.

Je ne puis m'expliquer ces deux faits principaux que par la théorie de Heim et si, grâce à ce que je n'avais rien trouvé de semblable dans les Alpes orientales, j'étais prédisposé contre les explications de cet honorable savant, aujourd'hui que j'ai visité le double pli glaronais, je ne peux que me déclarer parfaitement d'accord avec les observations de Heim et les conclusions qu'il en a tirées. C'était si je ne fais erreur l'impression de chacun.

Le prince Roland BONAPARTE fait une communication sur *l'écoulement récent du lac de Märjelen* au pied de l'Eggishhorn. Un soir, le lac commença à se vider avec un bruit considérable, et ce n'est que cinq jours plus tard que les eaux furent entièrement écoulées, laissant au fond des glaçons de grande dimension. Deux petits lacs, situés un peu au-dessus, sur le glacier, se vidèrent en même temps, ce qui fait admettre des communications cachées avec celui de Märjelen. En général l'écoulement des eaux de ce dernier se faisait beaucoup plus vite, plusieurs fois même il lui suffit de moins de 24 heures. Les grandes crevasses par lesquelles l'eau s'est échappée se trouvent à la partie orientale de la ligne de contact du lac et du glacier, elles sont larges et leurs flancs sont à peu près verticaux dans la partie inférieure, puis elles se rétrécissent en une sorte de collet un peu en dessous de la surface inférieure de la glace.

M. F.-A. FOREL, de Morges, présente la *carte hydrographique du lac Léman* à l'échelle de 1 : 25,000, levée par les ingénieurs suisses et français dans les années 1873-1889. Le lever a été fait dans les eaux suisses par MM. Ph. Gosset et J. Hörnlimann, ingénieurs au Bureau

topographique fédéral, sous la direction de MM. les colonels Siegfried et Lochmann, chefs de ce bureau; dans les eaux françaises par M. A. Delebecque, ingénieur des Ponts et Chaussées de l'arrondissement de Thonon, et MM. Faletti et Garcin, conducteurs des Ponts et Chaussées.

Le programme, les méthodes et le figuré du relief, utilisés sur l'ensemble du lac, sont ceux établis par le Bureau topographique fédéral.

Le nombre des coups de sonde donnés par les ingénieurs suisses est de 7617, par les ingénieurs français, 4338, ensemble 11,955, représentant 20 coups de sonde par kilomètre carré.

La profondeur maximale en 1888 était de 309,7^m au-dessous du niveau moyen du lac, établi à RPN-1,56^m. Le point de plus grande profondeur est dans le profil Ouchy-Évian, au milieu de la plaine centrale, presque horizontale, qui mesure 60 kilomètres carrés.

M. Forel étudie quelques-uns des détails figurés sur la carte: la plaine centrale, le delta sous-lacustre et le ravin sous-lacustre du Rhône, les cônes torrentiels des affluents, la barre de Promenthoux, les cuvettes du Petit-lac, etc.: il montre l'excellence et la perfection de cette belle carte, qui peut être considérée comme le chef-d'œuvre de la cartographie hydrographique suisse.

M. Forel résume les faits principaux du relief du bassin en établissant la classification suivante pour les dépôts d'alluvion lacustre:

1^o dépôts d'*alluvion fluviale grossière*, formant les cônes torrentiels immergés à pente raide, devant l'embouchure des affluents;

2^o dépôts d'*alluvion lacustre grossière*, formant la beine et le talus du mont, devant les côtes d'érosion;

3^o dépôts d'*alluvion lacustre impalpable*, formant une couche uniformément répandue sur tous les talus et le plafond du lac, au-dessous de la limite d'action des vagues;

4^o dépôts d'*alluvion fluviatile impalpable*, formant la plaine centrale, au milieu du plafond du lac.

Enfin M. Forel, étudiant cette plaine centrale parfaitement horizontale et égalisée, constate que cette égalité, presque absolue, doit être attribuée aux courants des seiches, seuls actifs et efficaces dans les très grands fonds du lac.

M. A. DELEBECQUE, ingénieur, à Thonon, expose les résultats que lui ont donnés les *sondages du lac d'Annecy*. Ce lac se compose de deux bassins, dont les profondeurs sont, pour le plus septentrional, de 65^m,2, pour le plus méridional, de 55^m,7. Ces deux bassins sont séparés par une barre très peu saillante, sur laquelle la profondeur est de 49^m,8. Il est à remarquer que cette barre ne forme pas le prolongement du promontoire de Duingt, qui divise la surface du lac en deux parties bien distinctes.

Les principales particularités qui méritent d'être signalées sont les suivantes:

a) L'escarpement du talus immergé au pied du Roc de Chère. A deux mètres du rivage, on a trouvé 42 mètres de profondeur.

b) L'îlot du Roselet, qui forme le prolongement du promontoire de Duingt.

c) Deux hauts fonds en face de Sévrier : l'un dit Crêt de Châtillon, où la profondeur est de 4 mètres par des fonds de 40 mètres; l'autre, où la profondeur est de 9^m,10 par des fonds de 25 à 30 mètres. Ces hauts-fonds

sont vraisemblablement d'origine morainique et correspondent aux moraines qui sillonnent le rivage aux abords de Sévrier.

d) Un trou de 81 mètres de profondeur par des fonds de 25 à 30 mètres. Ce trou, dit le Boubio, se trouve entre Annecy et la colline de la Puya, à 200 mètres du rivage. Son bord forme à peu près une ellipse dont les axes ont 180 et 220 mètres de diamètre.

De Saussure avait découvert ce trou en 1780, mais il ne lui avait trouvé que 58 mètres de profondeur. Il avait mesuré la température de l'eau dans ce trou à 53 mètres de profondeur le 14 mai 1780 et avait obtenu 5°,6 centigrades. Des sondages thermométriques faits le 2 juin 1890 par M. Delebecque à des profondeurs de 49, 60, 66 et 74 mètres lui ont donné comme température constante 5°,8. Cette concordance avec les observations de de Saussure mérite d'être signalée. La température du fond du lac dans la plaine centrale n'était ce jour-là que de 4°,7.

Il est donc probable que la formation de ce trou est due à une source plus chaude que l'eau du fond du lac.

M. le prof. GRÆFF, de Fribourg en Brisgau, présente une communication préliminaire sur les *résultats de ses recherches concernant les roches porphyriques*, qui, d'après les communications antérieures de Favre et de Gerlach, se trouvent largement distribuées sur le flanc sud-est du massif du Mont-Blanc et qui passent à la Protogine et aux schistes cristallins.

Les roches en question, dont les affleurements ont été suivis l'an dernier du Mont-Catogne, près d'Orsières, jusqu'au Col du Grapillon ou petit Ferret, sont de vérité

tables Quartz-porphyrés (porphyres pétrosiliceux?) Leur disposition vis-à-vis de la Protogine est telle qu'il ne peut être ici question du passage de l'un à l'autre.

La limite entre le Porphyre et la Protogine est toujours très nettement marquée. Près du contact, le Porphyre, abstraction faite de la rareté des ségrégations, ne paraît présenter aucune différence avec son facies habituel, tandis que la Protogine montre souvent dans le voisinage de ce contact une réduction dans les dimensions de son grain.

En tout cas, au point de vue de la genèse, ces deux roches sont étroitement liées; on dirait des poussées postérieures d'un magma granitique, solidifiées porphyriquement. Cette liaison du Porphyre et de la Protogine lève tout naturellement les derniers doutes qu'on pourrait avoir sur l'origine éruptive de la Protogine; celle-ci n'est qu'un Granit d'une schistosité variable en différents endroits. De la même manière, et par la même cause, le porphyre a été en majeure partie modifié, et, par de fortes pressions accompagnées d'une riche production de séricite, a été transformé en une roche schisteuse, qui, dans le facies extrême, rappelle à s'y méprendre certains schistes micacés.

Là où ces roches arrivent en contact avec les véritables Gneiss et Schistes micacés du massif du Mont-Blanc, la limite entre les deux reste toujours très marquée et parfaitement reconnaissable. Jamais (jusqu'ici tout au moins) le Porphyre n'a été observé en gisement nettement tranché par rapport aux couches sédimentaires insuffisamment étudiées, qui forment le manteau du massif. Il est plutôt intercalé dans ces dernières en bancs ou plaques épaisses, en concordance. Au contact, des modifications dans les sédiments ne semblent pas se

présenter d'une manière très sensible, au contraire, on y trouve presque toujours des phénomènes qui semblent indiquer des actions mécaniques, comme la pression, le déchirement, etc., sur la roche déjà formée.

Le voisinage actuel des deux roches n'est, selon toute vraisemblance, pas originel et n'a pas été produit lors de l'éruption du Porphyre, mais au contraire à la suite de dislocations postérieures. Il s'ensuit qu'on n'en peut tirer aucun point d'appui pour assigner une époque géologique au Porphyre. Ces recherches seront terminées cet automne.

Cet exposé a été complété par la présentation d'une riche série d'échantillons, montrant tout particulièrement les différents états de schistosité du Porphyre.

Diverses observations sont présentées à la suite de cette communication :

M. le prof. A. BALTZER remarque que quelques-unes des roches présentées par M. Græff lui rappellent tout à fait le facies latéral (*Randfacies*) de la Protogyne, qu'il a décrit au massif de l'Aar (Mieselen). Il considère aussi la Protogyne comme d'origine éruptive, mais il ne pense pas que l'on puisse expliquer la disposition stratifiée de la zone de *Granit-gneiss* du massif de l'Aar par un simple écrasement.

M. le prof. C. SCHMIDT signale encore d'autres cas analogues dans les Alpes bernoises.

M. le prof. E. RENEVIER présente les observations suivantes :

« M. Græff nous dit qu'il a trouvé au Mont-Catogne une roche pétrosiliceuse plaquée contre la Protogyne et recouverte de Schistes cristallins. Il y a donc interstratification normale, et rien ne prouve que cette roche soit éruptive, car M. Græff reconnaît n'avoir rencontré *aucun filon transverse, ni structure scoriacée, ni inclusions vitreuses dans le magma*, les trois seuls caractères que je puisse admettre comme démontrant l'origine éruptive. M. Græff se base sur une certaine texture cristalline, mais rien ne prouve que celle-ci ne soit pas le résultat du métamorphisme ; quant à la Protogyne, ce que j'en ai vu jusqu'ici me porte à la considérer plutôt comme un sédiment métamorphysé. »

M. le prof. BALTZER, de Berne, présente la *Carte géologique des environs de Berne* au 25,000^{me}, dressée par lui et M. JENNY, avec l'aide de M. Kissling. Cette carte est surtout destinée à représenter le domaine des moraines intérieures du glacier de l'Aar pendant la période diluvienne et quelques massifs de mollasse. Elle présente treize couleurs géologiques et quinze signes spéciaux pour désigner la nature des blocs erratiques. Les travaux exécutés pour amener et distribuer l'eau de source dans la ville de Berne y sont aussi indiqués.

L'auteur fait ressortir quelques points étudiés par lui.

Pour ce qui concerne les formations d'alluvion, on distingue les terrasses d'érosion récentes de l'Aar, les terrasses fluvio-glaciaires et les anciennes alluvions glaciaires moins meubles que les précédentes. La terrasse supérieure, plus importante que les autres terrasses d'érosion, forme, avec les terrasses fluvio-glaciaires, un niveau d'alluvions unique (correspondant au *Niederterrass-*

senschotter de Penck). On a souvent observé que cette alluvion provient des moraines frontales et qu'elle contient de gros blocs dans le voisinage de celles-ci.

Une formation très répandue dans la contrée avoisinante de Berne est la craie morainique, produit des anciennes moraines, considérée plus anciennement comme du lœss, mais qui contient 80 à 95 % de carbonate de chaux.

M. Baltzer a constaté, à côté du lehm avec blocs striés typiques, une autre variété de moraine de fond qu'il a désignée sous le nom de moraine de fond sableuse, et qui contient une grande quantité de cailloux rayés et striés, ce qui prouve qu'elle n'a pas été amassée par les eaux. Quelquefois cette variété semble passer à la variété typique, par des superpositions alternantes. D'autres fois, au contraire, le passage se fait peu à peu et insensiblement. L'orateur considère cette moraine sableuse comme un produit du frottement du glacier contre les mollasses, ce qui montrerait une action érosive du glacier. Le fait qu'elle est localisée dans les domaines de la mollasse, que les couches supérieures de cette dernière sous les débris glaciaires sont souvent fortement effritées (fait qui facilite beaucoup l'érosion) et que les moraines sableuses se sont formées surtout là où le glacier devait remonter des pentes de mollasse, prouverait, comme la composition pétrographique, que l'explication donnée plus haut de l'origine de ces moraines est juste. On trouve du reste ici très facilement des phénomènes de frottement et de pression. L'épaisseur de la moraine de fond sableuse ne paraît pas dépasser 6 mètres, tandis que le lehm typique atteint quelquefois une puissance de 15 mètres. L'érosion glaciaire est donc limitée et des observations plus approfondies

sur ce sujet donneraient des renseignements exacts sur la puissance d'érosion des glaciers.

M. Baltzer distingue les facies suivants de moraine de fond : 1^o moraine ordinaire de lehm ; 2^o facies sableux ; 3^o moraine avec légère stratification, formée par des couches de lehm et de sable alternantes et irrégulières, qui contient un petit nombre de cailloux striés, et passe peu à peu à l'état de moraine de fond remaniée par les eaux. Il faut naturellement adapter ces trois types au cas où le matériel de moraine de fond contribue à la formation de moraines de surface.

Dans une seconde communication, M. BALTZER traite des *Limites des anciens glaciers du Rhône et de l'Aar*. Il admet, comme cela a été prouvé surtout dans la région orientale des Alpes, deux invasions successives des glaciers, et pour cela il se base, vu le manque complet de coupe interglaciaire dans le bassin de l'Aar, sur la superposition de moraines de fond plus récentes sur des alluvions glaciaires avec cailloux striés, ainsi que sur l'existence de moraines de montagnes (Bergmoränen), que l'on trouve jusqu'à 1000 mètres, et de moraines de vallée (Thalmoränen), situées de 300 à 350 mètres plus bas. Il croit devoir déplacer la limite des glaciers du Rhône et de l'Aar telle que A. Favre l'a fixée dans son excellente carte des glaciers. Sur cette carte, ainsi que sur la feuille XII de la carte géologique suisse, les limites des deux glaciers à des périodes différentes sont mêlées, et par conséquent ne doivent pas aller ensemble. Il faut admettre comme limite orientale du glacier du Rhône, à l'époque du maximum d'extension des glaciers, la ligne du Gur-

nigel, comme Bachmann l'a déjà proposé en 1883. Le glacier du Rhône ne contournait pas alors un avancement conique de celui de l'Aar, mais les deux glaciers se réunissaient déjà à la hauteur de Thoune.

A côté de l'impossibilité mécanique de l'hypothèse de Favre, il y en a une chronologique, car lorsque le glacier du Rhône se trouvait à la hauteur du Längenberg près de Berne, il s'était retiré depuis longtemps des vallées de l'Emme et se terminait à peu près vers Aarau ou Olten.

Vers la fin de la première période glaciaire (période principale), après que les glaces s'étaient abaissées d'environ 400 mètres, les moraines de montagne du glacier de l'Aar se formèrent à environ 900 mètres.

Une ligne importante pour le glacier du Rhône, qui a déjà été indiquée par Mühlberg et Brückner, est la limite extrême des moraines de la dernière période glaciaire, marquée par les moraines frontales d'Attisholz et Wangen. Quant aux moraines frontales situées plus en arrière, près de Schönbuhl et Münchenbuchsee, ce sont les étapes du glacier de l'Aar près de Berne qui leur correspondent.

Des deux proéminences terminales du glacier de l'Aar près de Berne, telles que la carte des glaciers de Favre les donne, celle du nord est plus ancienne et correspond vraisemblablement à la fin de la première période glaciaire, tandis que celle de l'ouest appartient à la seconde ou dernière période. Par suite de la non-simultanéité des époques d'accroissement et de retraite des deux glaciers, il y a mélange et superposition de leurs matériaux dans la zone de contact.

Une conséquence nécessaire du puissant refoulement exercé par le glacier du Rhône sur celui de l'Aar devait être qu'un bras de ce dernier se cherchât un passage

par la dépression du Brunig jusqu'au lac des Quatre-Cantons.

M. le prof. MAYER-EYMAR, de Zurich, communique des détails nouveaux *sur la faune du Londinien d'Appenzell*¹.

Ce terrain consiste en marnes noirâtres, un peu endurcies et parfois légèrement schisteuses, de cent mètres d'épaisseur, dans le ravin d' Eggerstanden, et couronnées par un banc calcaire à *Ostrea Escheri*. Ces deux dépôts inséparables forment un arc le long du pied ouest et nord des Fæhnern, du ravin de Brüllach, près de Weissbad, jusqu'à la vallée du Rhin à Eichberg, arc limité à ses extrémités par la mollasse aquitaine; tandis qu'au milieu, dans le ravin d' Eggerstanden, les bancs inférieurs du dépôt s'enrichissent de veines de calcaire spathique, deviennent plus schisteux et pourraient bien alors constituer l'étage éocène le plus inférieur, recouvert à son tour par la mollasse.

Ce petit massif éocène des Fæhnern a pour base, au sud-est, le calcaire et les schistes blancs dits de Seewen, prolongement de la chaîne du Kamor, tandis qu'à l'ouest, ce massif est traversé par un éperon des mêmes roches, qui représentent les sous-étages campanien et mæstrichien, soit la craie la plus supérieure et renferment des échantillons d'*Echinocorys ovata*, *Inoceramus Crispi* et *Belemnitella mucronata*. La superposition des marnes noires du pied des Fæhnern, à ces calcaires et schistes blancs de Seewen, est très visible dans le ravin du Brüllach et

¹ Voyez sur ce sujet les travaux antérieurs : Mayer-Eymar, Das Londinian am Säntis (*Vierteljahrsschr. Naturf. Gesellsch.*, Zurich, 1879) et Frauscher, Die Fauna des Untereocän der Nordalpen, I (*Denkschr. Wien-Akad. Wissensch.*, 1886).

dans celui du Wybach; elles appartiennent donc à l'éocène inférieur.

Ces marnes et marno-calcaires noirs doivent être classés dans l'étage que j'ai nommé Londinien, car elles offrent à leur partie supérieure, dans le ravin d'Eggerstanden, le passage au nummulitique parisien inférieur, roche glauconieuse et grès vert, à *Nummulina granulosa*, *N. Biarritzensis*, *Rotularia Bognorensis*, et les huîtres, spondyles et peignes ordinaires du calcaire grossier inférieur, associés à *Ostrea Escheri*, *Crassatella sinuosa*, *Cytherea ambigua* et *Parisiensis*.

Voici les principales espèces éocènes, ou tout au moins neutres, de notre Londinien, provenant soit des marnes noires (I), soit du calcaire (II) :

- II. *Cliona megastoma*, Fisch. (4). Londinien du Nord, Parisien du Nord et des Alpes.
- II. — *Parisiensis*, Orb. (4). Mêmes gisements.
- II. *Ostrea (Gryphæa) Brongniarti*, Brönn (2) Londinien d'Égypte, Tongrien du Vicentin.
- II. *Ostrea (Gryphæa) Escheri*, May.-Eym. (5) Londinien de Londres, Parisien des Alpes, etc.
- II. — — *Gümbeli*, May.-Eym. (2) Londinien d'Égypte, Parisien d'Égypte, etc.
- II. — — *Mayeri*, Frausch. (2) Londinien de Londres, Parisien d'Égypte, etc.
- II. *Pecten (Neithea) goniopleura*, May.-Eym. (2). Type tertiaire et récent.
- II. — *(Cornelia) corneus?* Sow. (2). Londinien-Tongrien.
- II. — *Gallensis*, May.-Eym. (4). Type tertiaire et récent.
- II. *Aricula papyracea*, Sow. (3). Londinien de Londres.
- II. *Mytilus (Modiola) subcarinatus*, Lam. (2). Londinien-Tongrien.
- II. — — *sulcatus*, Lam. (2). Parisien, Bartonien.
- I. *Stalagmium tenuistriatum*, May.-Eym. (2). Type tertiaire.
- I. *Nucula Bowerbanki*, Sow. (2) Londinien de Londres.
- II. *Cardita Brongniarti?* Mant. (2). Londinien de Londres.
- I. — *multicostata?* Lam. (Vener.) (3). Soissonien-Parisien II.

- II. *Crassatella plicatilis*, Dsh. (4). Parisien I de Paris et des Alpes.
- II. — *sinuosa*, Dsh. (3). Mêmes gisements.
- II. *Lucina subalpina?* May.-Eym. (2). Londinien du Vicentin.
- II. *Corbis Brongniarti*, May.-Eym. (2). Type tertiaire.
- I. *Corbis Davidsoni*, Dsh. (2). Soissonnien de Paris, Londinien de l'Aude.
- II. — *latilamella*, May.-Eym, (2). Type tertiaire.
- I. *Corbis Prestwichi*, May.-Eym. (2). Type neutre.
- II. *Cardium (Protocardium)*, difficile? Dsh. (2). Londinien de Paris, Parisien des Alpes.
- I. — *densicostatum?* Frausch. (3). Type neutre.
- II. *Cytherea ambigua*, Dsh. (4). Londinien de Paris, Parisien des Alpes.
- II. — *Dixonii*, Dsh. (3). Londinien de Paris, Parisien ? des Alpes.
- II. — *nitidula*, Dsh. (2). Londinien de Paris (Vrégny)-Bartonien.
- II. — *obliqua*, Dsh, (4). Soissonien-Bartonien ?
- II. -- *Parisiensis*, Dsh. (2). Londinien-Bartonien.
- II. — *polita?* Lam. (2). De même.
- I. II. *Venus plicata?* Gmel. (3). Type tertiaire.
- II. *Turritella hybrida?* Dsh. (2). Soissonien et Londinien du Nord.
- I. *Nautilus centralis*, Sow. (2). Londinien de Londres, Parisien des Alpes.
- II. *Serpula Gundavaensis*, Arch. (3). Londinien ? de l'Inde, Parisien des Alpes.

Vingt espèces sur trente-cinq se retrouvent dans le Londinien du nord, et cette forte proportion, jointe à l'analogie de la roche avec l'argile de Londres et des Flandres, invite même à présumer qu'à l'époque londinienne inférieure, la mer du Nord communiquait directement et probablement par l'Allemagne avec la mer subalpine.

Or ces marnes éocènes si bien caractérisées renferment un grand nombre d'espèces de types des terrains crétacés supérieurs. Ce sont :

Ostrea Studeri, May.-Eym., espèce fréquente dans le

banc à *O. Escheri*, appartenant évidemment au groupe crétacé de l'*O. Deshayesi*, dont elle se distingue ici par sa forme presque subitement élargie par le bas. *Ostrea Deickei*, May.-Eym., exogyre tout à fait semblable aux *O. plicifera* et *Matheroni* du Santonien et du Campanien et formant, comme elles, un banc. Elle se distingue à grand'peine de la dernière espèce par une taille plus petite et un côté postérieur plus abrupt.

Trois espèces de Peignes-Neithées à côtes alternantes, si caractéristiques des terrains crétacés. L'une, *Pecten Edwardsi*, May.-Eym., assez commune dans le banc à *O. Escheri*, rare dans les marnes, se distingue des espèces de la craie blanche, *P. Mortoni*, *P. quadricostatus*, *P. tricostatus*, etc., d'abord par la taille plus grande, puis, par sa plus forte courbure, mais surtout en cela que, à l'instar du *P. alpinus*, du Cénomanien inférieur, elle n'a que deux côtes intermédiaires aux côtes principales de la grande valve. Elle diffère de ce *P. alpinus* par plusieurs caractères importants. Une autre espèce, que j'ai dédiée à *Dixon*, du banc calcaire, elle aussi, serait tout à fait un *P. striatocostatus* ou *substriatocostatus*, si ses côtes principales n'étaient pas nettement bifides. La troisième, enfin, *P. subæquicostatus*, May.-Eym., du même niveau, ressemble à s'y méprendre au *P. æquicostatus*, du Cénomanien inférieur, mais en y regardant de plus près, l'on s'aperçoit qu'elle a des côtes principales moins distinctes.

A ces peignes du sous-genre *Neitheia*, viennent encore se joindre: *Pecten (Cornelia) Munieri*, May.-Eym., trouvé en deux exemplaires dans les marnes (I), espèce du grand groupe, jurassique et crétacé, des *P. striato-punctatus*, *Arzierensis*, *virgatus*, *subvirgatus*, etc., se distinguant de ceux-ci par ses côtes divergentes, plus fortes et moins

nombreuses; et *P. Espaillaci*, Orb., assez commun dans le calcaire, peigne du Campanien et du Mästrichtien, dont j'ai cru jadis pouvoir distinguer, sous le nom de *P. eocænicus*, les trois premiers exemplaires éocènes, mais dont de plus nombreux matériaux démontrent aujourd'hui l'unité spécifique.

On a cité depuis longtemps des Inocérames des couches dites de Wang, considérées comme infra-nummulitiques et qui correspondent même vraisemblablement, du moins en majeure partie, au Londinien d'Appenzell. Il n'est donc pas étonnant de voir, dans notre Londinien inférieur, des fragments caractéristiques d'une espèce de ce genre¹; ils ne sont malheureusement pas déterminables; il est seulement certain, vu leurs petits plis, qu'ils n'appartiennent pas à l'espèce ordinaire de la craie supérieure, l'*I. Crispi*².

Voici une Arche-Cucullée, assez commune dans le calcaire. Elle rappelle, par sa taille et sa forme, l'*A. Royanensis*, du Danien, mais elle est plus oblique et un peu moins renflée. Je l'ai dédiée au géologue autrichien, Théobald Zollikofer.

Rhynchonella Rehsteineri, May.-Eym. se distingue des deux espèces du Garumnien de Spilecco, près de Vicence, par sa taille et par sa forme plus globuleuse, tandis qu'il se rapproche du *Rh. Eudesi*, du Campanien, tout en étant plus ramassé.

¹ J'ai décrit dans le *Journal de Conchyliologie*, 1887, sous le nom d'*I. Isseli*, un Inocérame très voisin de l'*I. labiatus*, du Turonien inférieur, mais trouvé par moi dans le Ligurien inférieur, à Gênes même.

² Je me décide à donner un nom, celui d'*I. Kaufmanni*, à cette espèce qui paraît encore avoir été de taille médiocre, voûtée et fortement rostrée?

Voici enfin un *Baculite*, du groupe de *Bac. anceps*, *Baculites Heberti*, May.-Eym., grand fragment du gros bout, recouvert en partie de la gangue caractéristique de la marne noire (l). Sa taille un peu faible et ses plis étroits et rapprochés suffisent pour le distinguer de son devancier du Danien, *Bac. anceps*.
