

**Zeitschrift:** Eclogae Geologicae Helvetiae  
**Herausgeber:** Schweizerische Geologische Gesellschaft  
**Band:** 4 (1893-1896)  
**Heft:** 1

**Artikel:** Compte rendu de la douzième réunion annuelle tenue le 5 septembre 1893 à Lausanne  
**Autor:** Renevier, E. / Heim, Alb. / Lang, Fr.  
**Kapitel:** D: Analyse des travaux présentés à Lausanne  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-154921>

### **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:** 08.02.2026

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

# D

## ANALYSE DES TRAVAUX PRÉSENTÉS

### à LAUSANNE

---

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

---

### SOMMAIRE

E. Renevier. *Préalpes de la Savoie*. — Brückner. Ablation des terres par les rivières. — Piccard. Communication souterraine entre le lac Brenet et les sources de l'Orbe. — H. Gollier. Compte rendu de l'excursion en Chablais. — H. Gollier. Plissements anciens du massif de Morcles. — G. Boehm. Polypiers siluriens silicifiés de Gotland. — G. Boehm. Fossiles crétaciques du Frioul. — M. Lugeon. Région de la brèche du Chablais. — A. Heim. Remarques sur la communication précédente. — A. Delebecque. Glacier de Tête-Rousse. — H. Schardt. Gneiss d'Antigorio. — H. Schardt. Profil du Mont-Catogne. — F. Cotteau. *Cidaris glandaria*. — A. Penck. Lacs de barrage glaciaire autour du lac de Constance. — J. Meister. Dépôt interglaciaire à Schweizerbild. — J. Früh. Érosion par les vents. — L. Favre. Coupe à grande échelle des tunnels du Jura industriel. — A. Jaccard. Seconde édition de la feuille XI de la Carte géologique suisse. — H. Gollier. Machine à scier et à polir les minéraux et les roches.

Dans la première assemblée générale, comme adresse présidentielle, M. le prof. RENEVIER résume les traits essentiels de la *Géologie des Préalpes de Savoie*, qu'il étudie depuis 13 ans, ayant été chargé d'en dresser la carte géologique pour le service officiel français.

Il les subdivise en 4 régions, bien différentes les unes des autres, aux points de vue stratigraphique et tectonique.

I. *Plaine erratique* le long du lac Léman, et contour-

nant dans la vallée de l'Arve. Glaciaire et alluvions interglaciaires, parfois très fortement agglutinées, et formant des berges abruptes dans les gorges de la Drance.

II. *Région mollassique*, dans laquelle il fait rentrer les Voirons et le Mont-Vouan, qu'Alphonse Favre considérait comme éocènes et dans lesquels l'auteur reconnaît deux anticlinaux déjetés à W, dont la voute est rompue, suivant les points, jusqu'au Flysch, au Néocomien, ou même jusqu'au Malm.

III. *Chaînes des Préalpes extérieures*, formées d'une remarquable succession d'anticlinaux et synclinaux, plus ou moins normaux ou déjetés. Suivant le terrain qui y prédomine, et qui en constitue le principal caractère, M. Renevier y distingue 3 zones.

a) *Zone du Lias*, la plus extérieure et la moins continue, formée de 3 anticlinaux, souvent rompus jusqu'au gypse triasique.

b) *Zone du Malm*, plus large, plus variée, et plus constante, arquée en demi-cercle depuis le Rhône jusqu'à l'Arve, et comprenant les principaux sommets des chaînes extérieures: Cornettes, Oche, Billat, etc. Les nombreux anticlinaux, plus ou moins profondément rompus, sont habituellement déjetés au NW, ce qui est en rapport avec la courbure de leurs axes, dirigés d'abord E-W dans le Bas-Valais, puis N-S, et enfin NW-SE sur les bords de l'Arve.

c) *Zone du Flysch*, qui n'est qu'une dépression médiane des chaînes jurassiques précédentes, disparaissant sous un immense amas de Flysch, qu'elles percent par ci par là en forme de *Klippes*.

IV. *Régions de la Brèche*, qui sépare les Préalpes extérieures des Hautes-Alpes calcaires. Contrée ovalaire très remarquable, simulant un immense champignon, dont le pourtour formé de jurassique bréchifère débordé sur les terrains circonvoisins, y laissant souvent de curieux lambeaux de recouvrement; tandis que le centre, déprimé, est occupé par le Flysch, au travers duquel percent les pointements cristallins du plateau des Gets, les uns de Protogine, les autres de roche basique.

Cette singulière région a été particulièrement étudiée en dernier lieu par M. Maurice Lugeon, assistant de M. Renevier, qui attribue comme lui la brèche du Chablais au Jurassique, et non à l'Éocène ainsi qu'on l'avait fait précédemment.

L'exposé de M. Renevier est accompagné d'une carte géologique, au 50 millième, et de 10 profils coloriés, au 10 millième, sur lesquels M. Lugeon fait des démonstrations pendant la lecture.

L'hypothèse qui rend le mieux compte des curieuses dispositions de cette contrée est celle d'un massif local, opposant résistance à la poussée tangentielle de la lithosphère, et motivant soit la forme semi-circulaire des chaînes, soit le chevauchement périphérique du terrain bréchifère, soit enfin la formation même des brèches, et la grosseur de leurs éléments, dus au démantèlement graduel du dit massif, dont les pointements cristallins sont peut-être les derniers vestiges.

Ce travail figure in-extenso en tête des *Acta* de 1893, à titre d'adresse présidentielle, et dans ce numéro p. 53.

Dans la première assemblée générale, M. le prof.



D<sup>r</sup> Ed. BRÜCKNER de Berne parle de *l'ablation des terres par les rivières*<sup>1</sup>. Il ne peut y avoir aucun doute que la formation des montagnes ne continue encore actuellement; les tremblements de terre tectoniques le montrent assez clairement. En outre on trouve en maint endroit des récits populaires qui semblent indiquer des mouvements du sol. On raconte que des objets qui, il y a peu d'années, n'étaient pas visibles, le sont devenus et réciproquement. Bien que ces récits ne doivent souvent être accueillis qu'avec réserve, ils sont parfois si positifs que l'on ne peut guère douter de la réalité des mouvements du sol, comme par exemple dans les environs de Doucier, dép. de l'Ain.

Néanmoins nous n'avons actuellement aucune donnée sur la rapidité de ces mouvements; la seule chose certaine, c'est que nulle part en Europe ils n'atteignent une rapidité considérable, comme par exemple 1 m. par an; car des changements aussi rapides n'auraient pu rester imperçus. Les seules données quantitatives que nous ayons à cet égard nous viennent des bords de la mer Baltique. Les observations exactes montrent clairement un soulèvement des côtes de la Suède et de la Finlande, de 15<sup>mm</sup> par an au maximum.

Nous sommes un peu plus au clair sur la rapidité de la destruction des montagnes, provenant à la fois du délitement des roches et de l'ablation par les eaux. Le premier disloque les masses rocheuses et les prépare au transport dans le fond des vallées et hors des montagnes.

<sup>1</sup> Voir l'essai de l'auteur paru sous le titre: « Ueber die Geschwindigkeit der Gebirgsbildung und der Gebirgsabtragung » dans le journal *Himmel und Erde*, VI<sup>me</sup> année (Berlin 1893), p. 1-25.

Ce transport se produit presque exclusivement par les eaux courantes qui emportent les matériaux désagrégés, dénudent ainsi de nouvelles couches de roches et les rendent accessibles aux influences atmosphériques. On a désigné cette ablation superficielle des terrains par le mot peu heureux de dénudation, et réservé le mot d'érosion à l'ablation produite dans le lit des rivières, c'est-à-dire à l'excavation des vallées.

Comme, abstraction faite des poussières qui ne jouent un rôle essentiel que dans les déserts, toutes les matières enlevées passent par les rivières, on devait songer à déterminer la masse de roches qui traverse en un an le profil d'un cours d'eau. Cette voie a été suivie par tous ceux qui se sont occupés de la question, par Lyell, Archibald Geikie, Mellard Reade, etc.. Quelque intéressants que soient les chiffres obtenus, ils présentent cependant malheureusement une grande incertitude et cela par diverses raisons. Ils reposent souvent seulement sur les observations de quelques mois, ou même de quelques semaines. Or l'entraînement des matières en suspension varie avec la masse d'eau et souvent beaucoup plus que celle-ci. On ne peut guère déterminer le transport annuel total d'après des observations de peu de durée. Mais même d'après des observations d'une année entière on ne peut pas tirer des valeurs ayant une signification générale. Car la masse d'eau subit d'une année à l'autre des variations qui influent aussi plus fortement sur le transport. Il peut arriver que dans une année il ne passe à travers le profil des fleuves qu'une petite fraction de ce qui a passé dans l'année précédente. D'après Penck, par exemple, les boues entraînées dans la mer par le Danube ont été de neuf à treize fois plus abondantes dans les

années humides 1870 et 1871 que dans les années sèches 1863 et 1865. Il faut donc pour fixer le charriage annuel moyen disposer d'observations poursuivies sans interruptions pendant plusieurs années. Or de telles séries d'observations sont rares.

Les masses rocheuses qu'une rivière emporte de son territoire descendent sous trois formes, au fond du fleuve comme cailloux roulés et sables, en suspension à l'état de boue, et en dissolution dans l'eau. Pour mesurer leur quantité totale, trois déterminations différentes sont donc nécessaires. Ce n'est que pour les grands fleuves des plaines que l'on peut se contenter de deux déterminations parce que le transport des cailloux roulés est nul ou du moins sans importance. Ces trois mesures n'ont été faites actuellement pour aucun cours d'eau. Le plus souvent on ne possède qu'une seule donnée, et ce n'est que pour un très petit nombre de points de la terre que l'on peut actuellement indiquer d'après des observations directes la valeur de l'ablation.

Les masses qui sont emportées en suspension ou en dissolution sont relativement faciles à déterminer. On puise pendant plusieurs années régulièrement de l'eau de la rivière, on détermine par filtration la quantité de matière en suspension par litre d'eau, et par évaporation la quantité de matières en dissolution. Si l'on connaît en même temps le débit total du cours d'eau on peut en déduire la masse totale des matières entraînées. Malheureusement on ignore souvent les débits précisément pour les points où les déterminations ont été faites. Il faut alors déduire le débit annuel approximatif de la quantité de pluie tombée, ce qui est très peu précis.

Il est beaucoup plus difficile de tenir compte de l'en-

traînement des cailloux au fond des cours d'eau. Les données à cet égard manquent presque complètement, car le déplacement des cailloux ne s'opère pas à la continue, mais par à coups dans les crues.

Ce transport peut être calculé d'une manière plus sûre par la mesure de l'accroissement des dépôts formés à l'embouchure du fleuve. Il suffit d'établir tous les dix ou vingt ans une carte exacte de son delta au-dessus et au-dessous de la surface de l'eau et de mesurer l'accroissement. Cette méthode est malheureusement inapplicable sur les côtes de la mer parce que les courants entraînent des quantités de matières considérables; mais elle donne d'excellents résultats dans les lacs. C'est ainsi que Heim a mesuré la dénudation du bassin de la Reuss au-dessus du lac des Quatre cantons. D'après l'accroissement du delta en 27 ans, il a trouvé une ablation de 0,182<sup>mm</sup> par an. En ajoutant les masses suspendues ou dissoutes on arrive à une ablation de 0,3 à 0,4 millimètres.

La Kander offre une excellente occasion de déterminer de cette manière la grandeur de l'ablation. Cette rivière tombait autrefois dans l'Aar un peu au-dessous du lac de Thoune. En 1714 elle fut conduite directement dans le lac et elle a déposé depuis lors un delta de 70 hect. Un de mes élèves, M. le Dr Th. Steck de Berne, a déterminé exactement la grandeur et le volume de ce delta et en a déduit l'ablation dans le bassin de la Kander<sup>1</sup>. Rien que par le dépôt du delta on trouve une ablation annuelle de 0,280<sup>mm</sup>, en y ajoutant par estimation la part des matières suspendues et dissoutes, on arrive à 0,5<sup>mm</sup> par an ou 5 cm. par siècle, soit environ 1 m. en 2000 ans.

<sup>1</sup> D'après Steck. *Jahresb. d. Berner geog. Ges.* 1893.

Je reproduis ici tous les chiffres sûrs, que je possède actuellement, sur la dénudation de diverses contrées.

*Ablation annuelle dans le bassin de différents fleuves.*

Elbe <sup>1</sup>	au-dessus de Tetschen	(matières dissoutes et	0,012 mm.
Seine <sup>1</sup>	» de Paris	suspendues)	0,024 »
Meuse <sup>1</sup>	» de Liège	»	0,050 »
Danube <sup>1</sup>	» de Vienne	»	0,056 »
Rhône <sup>2</sup>	» de Villeneuve	»	0,44 »
Arve <sup>3</sup>	» de Genève	»	0,21 »
Reuss <sup>4</sup>	» du Lac des 4 Cantons	(accroissement	0,18 »
Kander <sup>5</sup>	» du Lac de Thoune	du delta)	0,28 »
Amudarja <sup>1</sup>	..... (matières en suspension)		0,12 »
Indus <sup>1</sup>	..... » .....		0,27 »
Gange <sup>1</sup>	..... » .....		0,30 »
Irawaddy <sup>1</sup>	..... » .....		0,31 »
Yangtsekiang <sup>1</sup>	..... (mat. susp.)		0,07 »
Mississipi <sup>1</sup>	..... » ...		0,045 »
Nil <sup>1</sup>	..... (mat. diss. et susp.)		0,013 »

Aucun de ces chiffres — exception faite du Nil, de la Seine et de la Meuse où le transport des cailloux est probablement nul — ne donne la dénudation complète; ils nous donnent cependant une idée des grandeurs dont il s'agit, d'autant plus que d'après les données existantes nous pouvons conclure approximativement celles qui nous manquent.

Le résultat général que l'on peut déduire de ce tableau est que, dans des plaines de latitudes moyennes, la dénuda-

<sup>1</sup> Je dois ces dates à l'amabilité de M. le professeur Penck qui les a décrites de nouveau.

<sup>2</sup> D'après Forel.

<sup>3</sup> D'après Baëff.

<sup>4</sup> D'après Heim.

<sup>5</sup> D'après Steck.

tion annuelle est souvent de  $0,02^{\text{mm}}$  seulement et n'atteint nulle part  $0,1^{\text{mm}}$ . Dans les grands bassins des Alpes elle va à  $1/10^{\text{mm}}$ , et il paraît en être de même pour les grands fleuves de l'Inde.

Nos données se rapportent à des bassins de grandeurs très différentes. Mais plus un bassin est grand, plus il y aura de différences de dénudation entre les différents points. Même dans les districts relativement sans importance de la Reuss et de la Kander, nous trouvons de larges vallées, où la rivière dépose ses cailloux, aussi bien que des sommets, où l'ablation est intense. Nos chiffres ne donnent que la moyenne du district entier ; cette moyenne est forcément dépassée de beaucoup en certains endroits ; le chiffre maximum de  $0,5^{\text{mm}}$  par an trouvé ci-dessus est donc seulement une limite inférieure des plus grandes dénudations possibles. Dans de telles circonstances on ne peut malheureusement savoir si la dénudation suffit à compenser le soulèvement des montagnes, en abaissant un district autant que celui-ci est soulevé dans le même temps.

Nous en sommes encore aux premières tentatives pour mesurer les forces qui déterminent la forme de la surface de la terre. Pour aller plus loin, il faut étudier les régions où agissent le plus rapidement les actions qui forment les montagnes, et celles qui les détruisent. Aucun pays ne se prête mieux à cette étude que la Suisse.

Pour mesurer les changements que notre sol subit sous l'action des forces qui forment les montagnes, une série de travaux préparatoires sont déjà faits. Un réseau de triangulation est établi, de nombreux nivellements sont conduits au travers du pays. Une répétition de ces mesures après quelques dizaines d'années montrera sans



doute d'intéressants changements dans la situation de différents points. Aussi ne faut-il qu'attendre.

Au contraire l'ablation peut être observée et mesurée directement dès maintenant. Il n'y a qu'à suivre exactement le travail de nos rivières. Il faut d'abord établir des observations exactes de l'accroissement des deltas dans les nombreux lacs de la Suisse. Comme depuis vingt ans tous les grands lacs ont été sondés par le bureau topographique fédéral, une répétition de ces sondages dans le voisinage de l'embouchure des rivières donnera directement l'accroissement des deltas.

Il faudrait ensuite puiser régulièrement de l'eau en des points convenablement choisis de diverses rivières et déterminer les quantités de matières en dissolution et en suspension qu'elle contient, et en même temps les débits, aux mêmes points et aux mêmes moments. Car ces dernières mesures manquent complètement en Suisse sauf pour l'Aar près d'Aarau et pour le Rhône au-dessus du lac Léman et près de Genève.

Ces observations continuées pendant quelques années fourniront des données des plus importantes permettant de calculer l'ablation totale en Suisse et ses relations avec les altitudes, avec l'inclinaison du sol, la nature des roches, l'abondance des pluies, etc.

Une telle tâche est au-dessus des forces d'un travailleur isolé, elle mérite d'être entreprise par la Société helvétique.

M. J. PICCARD, professeur de chimie à Bâle, a entretenu la 2<sup>me</sup> assemblée générale des expériences qu'il a faites aux *entonnoirs de Bonport* (vallée de Joux).

On admettait depuis longtemps que l'eau du lac Bre-

net, qui s'engouffre dans les entonnoirs, réapparaît aux sources de l'Orbe. Néanmoins cette hypothèse n'avait jamais été confirmée par l'expérience, bien que la preuve eût présenté un grand intérêt scientifique et pratique. Récemment encore, MM. Forel et Gollier tentèrent de la fournir, en jetant dans les entonnoirs de Bonport une solution de violet d'aniline acide; après quoi ils attendirent vainement, pendant quatre heures et demie, que l'eau sortît colorée aux sources de l'Orbe. Le résultat négatif de cet essai provenait de ce que la matière colorante employée avait été décomposée dans le sol calcaire. En outre, le temps d'observation aux sources de l'Orbe avait été insuffisant.

M. Piccard a répété l'expérience, en employant une solution de fluorescéine, substance qui possède un pouvoir colorant considérable et ne présente pas les inconvénients du violet d'aniline.

N'ayant prévenu personne, M. Piccard jeta la solution colorante dans les entonnoirs de Bonport, et s'en alla sans attendre le résultat de son expérience. Ce furent les journaux qui lui en apprirent le brillant succès; ils racontèrent que l'eau de l'Orbe avait été colorée en vert pendant 18 heures. D'après les observations faites, l'eau a commencé à ressortir colorée 50 heures après l'introduction de la fluorescéine. La durée du passage peut être évaluée à 12 heures. Chose curieuse, si elle se confirme, on prétend que le Nozon s'est aussi coloré en vert. Comme le liquide colorant n'a pas été versé dans le lac, mais seulement dans l'entonnoir, cela prouverait qu'il existe de vastes chambres souterraines alimentant à la fois les deux rivières<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> D'après des renseignements ultérieurs, la nouvelle de la coloration du Nozon ne s'est pas confirmée (Piccard).



M. Piccard tient à rassurer la population des bords de l'Orbe, que la coloration inusitée avait vivement inquiétée. La fluorescéine n'est pas vénéneuse ; elle se trouvait d'ailleurs dans l'eau à un degré de dilution tel, qu'elle ne pouvait avoir aucune influence nuisible sur les poissons<sup>1</sup>. Pour mieux convaincre son auditoire, il avale séance tenante un verre de ce liquide, couleur émeraude, bien plus concentré que ne l'était l'Orbe au moment de l'expérience.

Une discussion s'engage à la suite de cette communication.

M. FOREL était persuadé depuis longtemps de l'origine lacustre des sources de l'Orbe ; la nature de l'eau, ses variations de température, coïncidant avec celles du lac, en étaient un indice certain. MM. Lucien Reymond et Aubert avaient déjà essayé en 1865, sans succès d'ailleurs, d'en fournir la preuve directe. L'orateur félicite M. Piccard du brillant résultat de son expérience.

M. Ch. DUFOUR avait remarqué, il y a 40 ans environ, que l'eau de l'Orbe a un goût fade et insipide, semblable à celui de l'eau du lac ; il avait vu dans ce fait un indice de son origine lacustre, qui ne fait plus de doute aujourd'hui. Il félicite également M. Piccard.

M. GOLLIEZ donne un *compte rendu de l'excursion de la Société géologique dans le Chablais*<sup>2</sup>. Ce compte rendu doit nécessairement être court et ne pas entrer dans des détails qui seront mieux à leur place dans la commu-

<sup>1</sup> Le degré de dilution de la fluorescéine, pendant le passage maximum, peut être évalué à 0,000,000,006 ; et le volume du canal souterrain à 200 mille mètres cubes.

<sup>2</sup> Voir ci-avant, p. 45.

nication que fera M. Lugeon sur cette région. M. Gollier s'exprime à peu près comme suit :

*1<sup>re</sup> journée.* Le premier jour employé à parcourir en voiture la distance qui sépare Thonon de St-Jean d'Aulph, nous a permis, grâce à de nombreux arrêts, de constater l'exactitude des coupes que nous avons en mains (Pl. 3). Nous rencontrons d'abord la belle et classique région des alluvions de la Drance. Plus loin les relations du flysch, recouvert par le trias (gypse) d'Armoy, sont des plus nettes et nous montrent en ce point d'une façon éloquent le phénomène de grand recouvrement des Préalpes sur l'éocène. Ce que nous appelons la grande écaille ou le premier anticlinal.

De là nous pénétrons dans la zone du lias puis dans celle du malm en touchant du doigt, pour ainsi dire, chaque anticlinal et synclinal de cette région. Les barres de malm, si caractéristiques du paysage géologique des Préalpes nous permettent en outre de suivre, encore à d'assez grandes distances, les accidents relativement simples, que les profils 1 et 2, dont nous sommes tous munis, rendent fidèlement. Accessoirement nous visitons en passant au Jotty les belles gorges de la Drance, qui coule entre deux parois de malm très rapprochées, d'une grande profondeur.

Au pont de Couvaloup nous entrons dans la zone du flysch, dont le paysage est aussi rond que le précédent était hérissé de pointes et orné de parois sauvages. La route nous permet d'atteindre encore des anticlinaux crétaciques, puis une dernière klippe de malm, derrière laquelle nous entrons dans le bassin de St-Jean d'Aulph. Notre première journée s'arrêtait là, et nous avons fini d'utiliser notre temps en faisant une petite visite aux ro-

chers voisins, escarpements de brèche du Chablais et de dolomie triasique occupant une position très complexe dans le flysch et dont le lendemain nous réservait l'explication.

2<sup>e</sup> *journée*. Notre itinéraire était combiné de manière à nous montrer le bord de la région de la brèche du Chablais, en un point du reste très compliqué de son contact avec le flysch. Rien de plus intéressant au point de vue tectonique que cette course par Mont-Dévia, Lesse d'Amont, les chalets et le col de Brion, le col et les chalets de Lens, le lac de Montriond.

Le profil que nous avons en mains nous montre, sans interprétation, ce que nous rencontrons dans la montée, savoir :

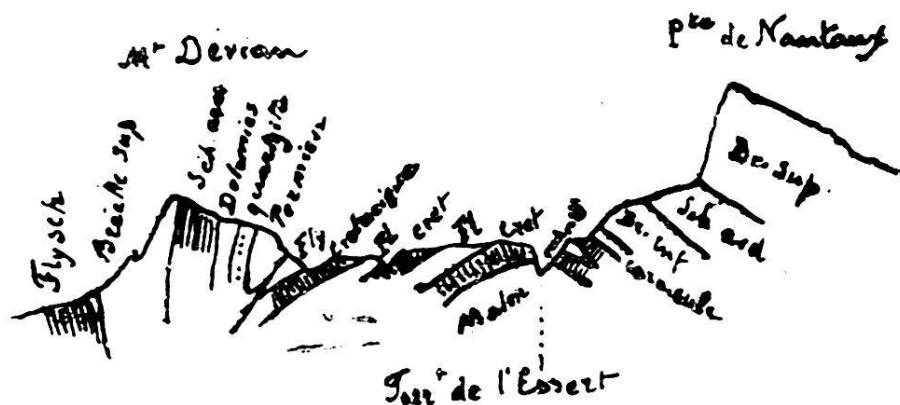
Flysch renversé (plong<sup>t</sup>. SE), brèche supérieure, schistes ardoisiers (verticaux), dolomie du trias, quartzite (plong<sup>t</sup>. SW 60°), permien (SW 40°), crétacique et flysch (plong. SW 30°); puis par deux<sup>2</sup> alternances de flysch et de crétacique, on va, dans le torrent de l'Essert, tomber sur le malm.

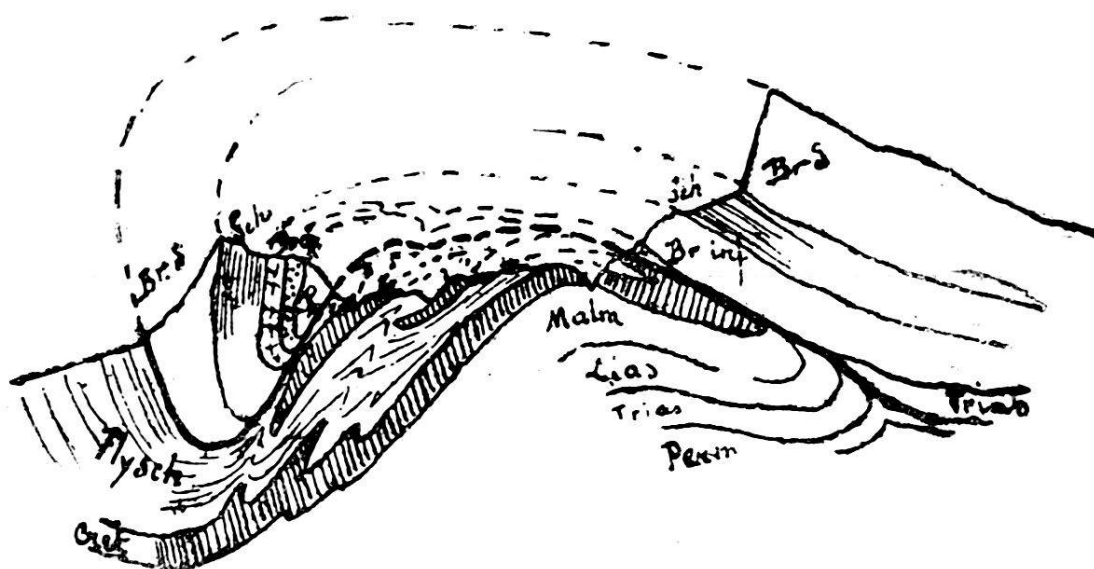
On voit donc le crétacique rouge et le flysch passer sous le permien, entre le malm et le permien.

De l'autre côté de la coupe, du torrent de l'Essert à la pointe de Nantaux, on voit de bas en haut : malm, crétacique, brèche inf., schistes moyens, brèche sup. Nous trouvons même comme dessert au point où nous avons déjeuné, de la cornieule pincée entre le crétacique et la brèche inf. Ainsi tout nous présage ici un très considérable accident. En tout cas le massif de la brèche est renversé par-dessus le crétacique et le flysch. Ce trias et ce lambeau de permien (l'un des rares qu'on connaisse dans le Chablais) nous indiquent des chevauchements et des

étirements très grands. Tous les participants à la course sont convaincus qu'on est en face d'un grand anticlinal faillé, étiré et renversé sur les régions voisines. On entend alors les explications de MM. Renevier et Lugeon (ce dernier surtout a étudié la région de la brèche), d'où il ressort que ce faciès curieux des terrains jurassiques présente sur tout le bord de son ellipse de tels renversements, ce qui donne à cette nappe de brèche la disposition que ces Messieurs ont appelé du terme très pittoresque de *champignon* de la brèche.

Plus tard, dans les semaines qui ont succédé à la course, M. Golliéz, reprenant les observations faites au cours de l'excursion, a proposé l'interprétation suivante de cet accident si considérable. Il faut interpréter le crétacique qui pointe dans le flysch des chalets de Brion, comme des anticlinaux venus des couches crétaciques qui sont sous la pointe de Nantaux, et paraissent par conséquent dans la coupe comme des synclinaux de crétacique dans le flysch. Dès lors M. Lugeon, dans d'autres courses, a vérifié l'exactitude de cette manière de voir, en ce qu'il a pu constater le bas d'un de ces faux synclinaux et l'a trouvé noyé dans le flysch. On a donc le dessin suivant du profil.





Du col de Brion au col de Lens, nous continuons à nous pénétrer de la réalité de cet accident, en même temps que nous prenons connaissance de la subdivision de la brèche du Chablais en ses trois groupes, la brèche inférieure et la brèche supérieure, séparées par le groupe des schistes moyens de la brèche, ou schistes ardoisiers. Cette ingénieuse division due à M. Lugeon paraît ici très nette. En outre nous entrevoyons combien une explication satisfaisante des conditions d'origine de la brèche va être difficile à donner. Le caractère anguleux des débris, la nature polygénique des galets, l'aspect régulièrement lité des bancs de brèches quelquefois peu épais, la présence de schistes à petits lits et très limoneux, tout cela constitue un ensemble de conditions si diverses, qu'elles laissent la plupart d'entre nous en peine de soupçonner comment ce complexe a pris naissance.

Aux chalets de Lens une pluie persistante nous force à nous dévaler rapidement jusqu'à l'hôtel du lac Mont-riond, où nous trouvons auprès de M. et M<sup>me</sup> Michel-Lévy le plus aimable accueil.

Entre Montriond et Morzine l'état de nos individus ne nous a plus permis de faire assez de géologie pour juger de cette région où la brèche et surtout les schistes ont un immense développement et où le flysch vient recouvrir la brèche.

*3<sup>me</sup> journée.* Question brûlante des klippes cristallines dans le flysch du plateau des Gets.

Le plateau des Gets, compris entre la Drance et le Giffre, de Morzine à Taninges, serait un vulgaire plateau de flysch ondulé, s'il n'y apparaissait, pour en relever l'intérêt, de nombreux pointements de roches cristallines éruptives tant acides que basiques : des pointements de protogine, de granulite, de diabases.

Il serait un peu long de donner ici la description de chaque pointement, mais il importe en tout cas de fixer autant que possible les résultats généraux de la journée.

Les pointements sont, à différents degrés, entourés de brèches diverses, ou de schistes rouges, lilas et noirs, le tout est entièrement noyé dans le flysch environnant.

Notre première constatation c'est que les pointements avec leurs brèches et leurs schistes sont pincés dans du flysch.

En second lieu, comme il s'agit de fixer l'âge des schistes rouges, lilas ou noirs, dans lesquels les pointements sont inclus et que ces schistes sont sans fossiles, c'est plutôt de l'impression personnelle, à l'œil, que doit ressortir cet âge. Or l'ensemble des participants à la course inclinent à croire que ces schistes ne sont *pas* *éocènes*. La majorité, sinon tous, pensent que c'est du trias qu'ils se rapprochent le plus.

Cela donnerait donc un appui à ceux qui estiment que ces roches éruptives sont anciennes, et non contemporai-



nes du flysch. Il est certain que le pointement de protogine de la Rosière, par exemple, qui représente une lame de près d'un kilomètre de longueur, prend une importance peu commune dans cet ordre d'idées,

C'est au prix de bien des discussions que ces conclusions ont été élaborées; il serait fastidieux de les rappeler ici car elles n'avaient d'intérêt qu'en face même des lieux en litige.

*4<sup>me</sup> journée.* Cette journée dans la vallée du Giffre devait nous montrer d'une part à Matringe le contact anormal de la brèche et des Préalpes extérieures, de l'autre à Samoëns le contact anormal de la brèche et des Hautes-Alpes. C'est-à-dire que nous traversions ainsi tout le champignon.

A Matringe on trouve, dans la montée par la Chapelle de Saint-Gras et Geblu, le grand anticlinal étiré et renversé du bord du champignon, avec un petit accident secondaire de lias entre deux trias. On a donc la succession : crétacique, malm, *faille* trias, lias, trias brèche. Le pli est versé vers le NW. Les profils de cette excursion (Pl. 4), tant le profil général de M. Renevier que les intéressants profils de détail de M. Lugeon, rendent mieux compte de ces faits qu'une description. J'insisterai ici seulement sur le fait que les schistes d'apparence flyscheuse accompagnant le gypse à Geblu, ainsi que les couches rouges, que d'autres avaient confondues avec du crétacique, sont bien triasiques et pincées dans le premier anticlinal de trias, ce que Alph. Favre avait déjà vu en partie. Le réthien, qui surmonte ce trias, est remarquablement fossilifère.

En chemin pour rentrer à Taninges, M. Lugeon qui connaît très bien cette région nous a montré des détails très curieux de renversement et chevauchement du cham-

pignon, ainsi que, derrière Taninges, l'indice de l'existence dans la profondeur du synclinal de la Chevasse, sujets très captivants de tectonique que M. Lugeon développera dans le mémoire qu'il prépare en ce moment.

A Samoëns les relations sont plus simples. On accoste derrière le village le nummulitique qui est par-dessus le gault, ces facies haut-alpins sont surmontés de flysch, qui supporte la cornieule, le lias et les brèches. L'ensemble forme donc un grand anticlinal déjeté vers le SE, c'est l'autre bord du champignon de la brèche, qui recouvre les hautes Alpes, lesquelles passent donc sous les Préalpes. Ces points sont très bien mis en lumière par les explications de nos guides.

*5<sup>e</sup> journée.* Le rapporteur de la course n'a pas pu assister à la promenade de la pointe d'Orchez. M. de Margerie, qui a bien voulu compléter ce compte rendu, a constaté que les indications données dans le programme et les profils se sont trouvées conformes aux faits observés par les excursionnistes. La pointe d'Orchez qui avait paru si difficilement explicable, semble être maintenant débrouillée par les travaux de M. Lugeon. Les excursionnistes, rentrant sur Genève par la vallée du Giffre, ont encore pu admirer l'exactitude des profils de M. Renevier dans les Préalpes extérieures, zone du malm, zone du lias et région mollassique. Le synclinal de mollasse, entre les Voirons et le mont Vouan, a terminé dignement cette course dans une si belle région.

Outre les deux guides MM. Renevier et Lugeon, les participants à la course étaient : MM. Michel-Lévy, directeur du service de la carte de France, Marcel Bertrand, de Margerie, Kilian, Haug, Delebecque, Duparc, Ritter, Sarasin, Vionnet, Grandjean, Wehrli, Porschnew et Gollier. Ils ont



exprimé, par l'intermédiaire de M. Golliez, leur admiration pour les belles et consciencieuses études de MM. Renavier et Lugeon, et ils félicitent le service de la carte de France, son directeur surtout, de n'avoir rien négligé pour permettre à ces deux messieurs de mener à bien, à très bien plutôt, l'étude de cette contrée si compliquée.

M. le prof. GOLLIEZ entretient la section de sa *constatation des anciens plissements précambriens*, qu'on peut nettement remarquer dans les schistes cristallins qui forment le soubassement de la Dent-de-Morcles. Ces schistes cristallins forment deux groupes distincts, les deux mêmes groupes que M. Michel Lévy a distingués dans la vallée de Chamonix. En empruntant aux notations de la carte française la manière de dénommer ces couches, nous appellerons les plus jeunes : groupe des cornes vertes ou (X), et les autres : groupe des micaschistes ou (Z<sub>1</sub>). Les uns et les autres sont abondamment parcourus de filons de granulite, granite, pegmatite, tantôt en dykes bien individualisés comme les remarquables filons des gorges du Trient, tantôt en filons minces et injectés entre les feuillets des couches, formant ainsi de faux gneiss.

Sur la section comprise entre Lavey-les-Bains et Folletterre, on voit le groupe des cornes vertes se répéter quatre fois, formant par conséquent quatre synclinaux qui laissent entre eux trois anticlinaux de micaschistes. Les couches ont une direction environ NNE.-SSO. et plongent presque partout de 60-80° ESE. Ce qui donne à ces plis une très grande ampleur.

C'est sur les anticlinaux et synclinaux rasés, que reposent les autres terrains, avec de remarquables discordances. On voit entre autres le carbonique formant un grand

synclinal, dont le flanc oriental repose sur les cornes vertes, tandis que l'autre flanc coupe, entre Dorenaz et l'Haut-d'Arbignon, à travers un anticlinal de schistes micacés, jusqu'au nouveau synclinal de cornes vertes. Cette discordance du carbonique n'a jamais été démontrée aussi bien jusqu'ici. Une discordance plus nette encore, c'est celle du trias sur les schistes anciens et sur le carbonique. Ce fait, qui est constant dans toute notre région, a déjà été signalé plus d'une fois, mais il a ici un intérêt de plus, puisque la même bande de trias empiète sur le carbonique et sur les schistes cristallins à la fois, en discordance. Cette discordance est telle qu'elle met parfois le trias et les schistes presque à angle droit l'un sur l'autre.

Donc, sous le grand pli couché, qui n'intéresse que les terrains supérieurs au trias, on voit en discordance un puissant synclinal de carbonique, et sous ce synclinal et le pli couché une série de quatre synclinaux anciens.

M. Golliéz, après avoir rappelé les généralités sur les mouvements anciens huroniens, calédoniens, etc., ajoute que l'on doit maintenant interpréter la série des plissements de la Dent-de-Morcles de la façon suivante :

Les plissements des schistes représentent la vieille chaîne précarbonique, à laquelle on a donné le nom de chaîne calédonienne. Le carbonique s'est déposé en discordance sur elle, en provoquant des dénudations énormes, qui ont mis à nu même les granulites profondes.

Ensuite vient le mouvement hercynien, qui a fourni la discordance entre les terrains carboniques et le trias. Enfin, le grand pli couché, qui va du jurassique au flysch, représente le plissement alpin.

Il est en outre intéressant de constater que ces plisse-

ments se sont reproduits aux mêmes points. Ainsi, le synclinal hercynien des terrains carboniques repose dans un synclinal calédonien de schistes cristallins, et le grand synclinal du pli couché alpin repose dans le synclinal carbonique. Ceci justifie les vues récentes de M. Marcel Bertrand sur la permanence des plissements aux mêmes lieux.

M. Gollier rappelle les vues contradictoires de M. Heim, qui pense que les plissements des schistes ne sont qu'un foisonnement profond de ces masses. M. Gollier insiste sur la nouvelle interprétation qu'il donne maintenant de ces phénomènes, car pour lui la coupe de la Dent-de-Morcles paraît démonstrative.

L'auteur ajoute qu'il a trouvé, dans les cornes vertes, un poudingue ancien, plus vieux que le carbonique. C'est la première fois qu'on trouve un tel poudingue dans nos Alpes. Les éléments en sont fort grands, quelquefois céphaliques, et sont des granulites et des quartzites, cimentés par une pâte excessivement métamorphique. Ce poudingue nous prouve combien le ruissellement devait être grand, déjà avant le carbonique et a dû durer longtemps pour que l'érosion ait pu déchausser les masses des granulites profondes. Par conséquent, combien aussi les montagnes précarboniques (soit calédoniennes) ont dû être grandes.

M. Renevier prof., et M. Termier, le savant directeur adjoint de l'École des mines de St-Étienne, qui tous deux ont parcouru cette région en compagnie de M. Gollier, ont été convaincus de la justesse des vues exposées par lui, tant au sujet des plissements calédoniens, qu'à celui du poudingue ancien.

M. le prof. BOEHM, de Fribourg en Brisgau, présente à la société des *coraux* de l'espèce *Syringopora fascicularis*, remarquablement conservés, provenant des calcaires siluriens de Grogarn dans l'île de Gotland. Ces calcaires contiennent en grand nombre *Pleurotomaria planorbis* et des Stromatopores, sur lesquels sont presque toujours fixés les coraux mentionnés. Ceux-ci sont silicifiés ce qui permet de les dégager très facilement par l'acide chlorhydrique.

M. BOEHM montre ensuite des fossiles provenant des calcaires à Rudistes du Col dei Schiosi, près du Monte Cavallo et de Calloniche, sur le lac de Santa Croce (ces deux localités sont dans le Frioul). L'on pouvait encore hésiter, il y a peu de temps, pour l'âge de la faune du Col dei Schiosi, entre le Cénomanién supérieur et le Turonien. D'une part en effet on y trouve des Caprines, que M. Douvillé considère comme limitées exclusivement au Cénomanién supérieur; d'autre part, M. Pirona a décrit un *Hippurites hirudo* de la localité en question, et les *Hippurites* ne commencent que dans le Turonien. Mais M. Boehm qui a retrouvé ces prétendus *Hippurites*, munis cette fois de leur opercule, les considère comme n'étant certainement pas des *Hippurites*; peut-être sont-ce des *Monopleures*. Rien n'empêche donc maintenant de considérer la faune du Col dei Schiosi comme du Cénomanién supérieur.

A Calloniche, sur le lac de Santa Croce, M. Boehm a trouvé, il y a quelques années, un second affleurement de calcaire à Rudistes très riche en fossiles. Les *Actæonelles* y abondent et paraissent devoir s'identifier avec l'*Actæonella gigantea*. L'*Hippurites Oppeli* s'y trouve admirable-

ment conservé. L'on n'y retrouve pas une seule forme du Col dei Schiosi, et les fossiles mentionnés prouvent qu'on a affaire ici aux véritables couches de Gosau.

M. Maurice LUGEON, assistant de géologie à l'Université de Lausanne, fait une communication sur la *Région de la brèche du Chablais, son rôle vis-à-vis des Préalpes intérieures et vis-à-vis des Hautes-Alpes calcaires*.

La région de la Brèche du Chablais s'étend de la vallée du Giffre à celle du Rhône. Elle a la forme d'une grande ellipse d'environ trente-cinq kilomètres de longueur; sa plus grande largeur atteint quatorze kilomètres (seize si l'on considère un lambeau de recouvrement sur le Mont Chauffé).

Bien caractérisée par la singularité de ses faciès jurassiques, la région de la brèche l'est encore par son indépendance absolue vis-à-vis des régions voisines. Les subdivisions possibles dans ce complexe bréchifère ont été indiquées précédemment. L'âge jurassique de ces dépôts a été établi sans conteste, dans la Pointe-de-Grange, par M. Renevier. Là, sur quatre kilomètres, le crétacique, accompagné de flysch, repose normalement en synclinal, sur la brèche supérieure. M. Jaccard, de son côté, leur attribuait aussi l'âge jurassique. M. Schardt reconnaît maintenant que la brèche n'est pas éocène, qu'elle n'est pas un faciès particulier du flysch. L'âge des brèches est donc nettement déterminé. Cette détermination certaine était de la plus haute importance: on n'aurait sans elle pas osé donner les conclusions tectoniques étranges auxquelles amène l'étude très détaillée de cette curieuse région.

Partout, le long du pourtour de l'ellipse bréchifère,

les terrains de celle-ci se *déversent sur les régions voisines*. Au nord-ouest, ils se déversent vers les Préalpes extérieures, au sud-ouest sur le flysch de la vallée du Giffre. Au nord-est, c'est contre la vallée du Rhône, et au sud-est, ce déversement se produit contre les Hautes-Alpes calcaires, et par conséquent à l'inverse de celui de la Dent-du-Midi. Autrement dit, la région de la brèche se déverse suivant un anticlinal décrivant une ellipse, et quelle que soit la direction d'une coupe tracée à travers la région, cette coupe offre le phénomène du double renversement anticlinal divergeant. *La région de la brèche du Chablais a donc la forme d'un gigantesque champignon.*

Le pied du champignon se réduit à 4 kilomètres sous la Pointe-de-Grange. L'éloquence des coupes naturelles de la vallée de Charmy et des environs de Morgins ne permet pas d'en douter. Là les déversements de part et d'autre ont une intensité de 6 kilomètres.

Dans les environs de St-Jean d'Aulph, des plissements postérieurs à celui du chevauchement rendent le phénomène extrêmement complexe. La Société géologique suisse a pu s'en assurer dans son excursion.

L'étude du déversement au sud-est est excessivement importante. Les déversements des Hautes-Alpes et ceux de la région de la brèche vont à la rencontre l'un de l'autre; le phénomène du double renversement synclinal convergent se manifeste ici dans toute sa splendeur : le Val d'Illiez est l'axe d'un double pli analogue à l'exemple classique des Alpes de Glaris, découvert par Escher de la Linth et complété par M. Heim.

Les actions de refoulement sont moins grandioses. Des accidents singuliers les accompagnent. Le flysch, sur lequel s'exercent les chevauchements, est moins tourmenté que celui du double pli glaronnais.



La découverte d'un nouveau double-pli, qui ne peut être mis en doute, puisque deux séries de facies différents se superposent, tranche en faveur de M. Heim le différend célèbre, qui existait entre lui et M. Vacek.

Ce sont les Hautes-Alpes qui passent sous la région de la brèche, ce qui justifie l'hypothèse émise l'an dernier par MM. A. Michel-Lévy et Lugeon, d'un noyau de résistance sous la région de la brèche, noyau qui, par poussée postérieure, fit ployer les chaînes des Préalpes à son extrémité nord-ouest.

Le facies des Hautes-Alpes, sur lequel chevauche la région de la brèche, présente à Collombey (Vallée du Rhône) les mêmes plis déversés à l'ouest, que M. Heim indique dans ses coupes.

Par place, comme au-dessus de Matringe (Vallée du Giffre), la structure en écailles est bien nette. Quelquefois plusieurs plans de chevauchement se confondent en un seul, par disparition des parties intermédiaires.

En d'autres lieux, un phénomène remarquable, de chevauchement transgressif à la direction des plis extérieurs, fait disparaître ceux-ci obliquement dans la profondeur (Chevasse, Tréveneuse).

Le faciès bréchiforme chevauche toujours. Les faciès habituels des Préalpes extérieures ne participent pas au chevauchement. D'où l'hypothèse à déduire, que d'anciennes conditions orogéniques (phénomène de la continuité du plissement), ainsi que l'hétérogénéité des faciès de passage, ont préparé l'action d'aussi formidables et extraordinaires dislocations.

Le double pli du Val d'Illiez se *prolonge de la Vallée du Giffre à la Vallée de l'Aar*. Un anticlinal en ellipse (champignon) doit probablement exister dans les Préalpes ber-

noises, comme la torsion des chaînes l'indique, d'où l'existence, là aussi, d'un noyau de résistance. Les recouvrements des Préalpes sur les Hautes-Alpes sont, en tout cas, très évidents au Pillon, comme entre Gsteig et la Lenk.

A la suite de cet exposé, M. SCHARDT tient à témoigner, que les belles observations faites par M. Lugeon l'ont entièrement convaincu que la formation de la brèche du Chablais est bien jurassique. Il est heureux de pouvoir maintenant se rallier à l'opinion exprimée par MM. Renavier et Jaccard et si bien démontrée par M. Lugeon. Tout en félicitant ces géologues de leur succès, il tient à signaler les progrès incessants, que fait la constatation du phénomène des recouvrements dans les Préalpes, dont il a été le premier à montrer des exemples il y a peu d'années.

M. le prof. HEIM, de Zurich, exprime le plaisir qu'il éprouve à voir des *phénomènes tectoniques*, semblables à ceux que Escher et lui ont relevés à l'extrémité orientale du massif de l'Aar, constatés aussi vers l'ouest avec exactement les mêmes caractères. L'on reconnaîtra bientôt d'un bout à l'autre des Alpes ces grands plis couchés. L'étude du Chablais a révélé l'existence de toute une série de plis couchés déjetés vers le sud, contre la règle habituelle. Or la possibilité de ce phénomène a été et est encore souvent contestée par des auteurs qui se basent sur un point de vue théorique faux. Il faut, en effet, admettre avec certitude que la direction absolue de la poussée n'influe pas nécessairement sur le sens dans lequel les plis sont déjetés. Si l'on ne veut pas reconnaître qu'une voûte s'est déjetée dans le sens inverse de la



poussée vers le sud, il faudra dire : un synclinal couché a été refoulé vers le nord sous l'anticlinal suivant. L'on évite ainsi une contradiction apparente, et l'on peut admettre que le refoulement se fait toujours dans le sens de la poussée, vers la profondeur s'il affecte les synclinaux, vers la surface s'il affecte les anticlinaux.

M. Heim fait ensuite une courte comparaison entre les plis couchés du Chablais et ceux de Glaris. Il constate que différents phénomènes de détail se retrouvent dans les deux régions, ainsi les lambeaux pincés du flanc médian renversé, la réduction de ce flanc, les paquets entraînés le long du plan de recouvrement, la structure laminée du flanc médian, etc., etc. C'est le poids de la brèche jurassique dans le Chablais, du Verrucano avec ses 700 mètres de puissance dans le canton de Glaris, qui a permis la formation d'un grand pli couché. Dans le Chablais, ce sont surtout les couches comprises entre le trias et l'éocène, qui sont affectées par le plissement ; dans la région de Glaris, le carbonifère l'est déjà.

Évidemment, les recouvrements sont beaucoup plus considérables dans cette dernière contrée, mais les formes de dislocation elles-mêmes sont tout à fait semblables dans les deux cas.

M. A. DELEBECQUE présente à la Société de nouvelles *photographies du glacier de Tête-Rousse* et insiste sur le danger que présente l'état actuel de ce glacier dans lequel le lac intérieur tend à se reformer.

Il offre également à la Société un certain nombre de cartes des lacs français.

M. H. SCHARDT, professeur à Montreux, présente à la

section les résultats de ses études géologiques et pétrographiques sur le *gneiss d'Antigorio*.

Le gneiss d'Antigorio apparaît, sur le versant sud du massif du Simplon, dans une situation qui l'a fait envisager pendant longtemps comme formant le noyau d'une voûte régulière, c'est-à-dire la partie la plus profonde du massif du Simplon. C'est ainsi qu'il a été figuré dans les profils publiés par MM. Renevier, Heim et Lory en 1870 et 1882, bien qu'au-dessous de ce gneiss ont eût constaté la présence de micaschistes et de roches dolomitiques, calcaires et gypseuses. Ce dernier fait avait été reconnu auparavant déjà par Gerlach. Dans son profil du Monte Cistella-Alta, Gerlach montre nettement le gneiss d'Antigorio sous forme d'un pli renversé vers le nord, reposant sur les micaschistes inférieurs et recouvert par des micaschistes avec bancs calcaires, supportant à leur tour du gneiss schisteux. Les études entreprises en 1890 m'avaient fait adopter primitivement la manière de voir de MM. Renevier et Heim. Mais, depuis lors, deux nouveaux voyages au Simplon m'ont convaincu que les observations de Gerlach étaient justes.

*Le gneiss d'Antigorio n'a pas de racine du côté du nord ;* il ne forme pas une calotte continue autour des micaschistes à bancs calcaires qui lui sont inférieurs, mais il semble s'avancer comme une langue au milieu de la masse de micaschistes et de gneiss schisteux de la partie nord du massif. On peut faire cette constatation en remontant la vallée de Devero. Sur le versant sud, par contre, le gneiss d'Antigorio s'enfonce certainement dans la profondeur. La route du Simplon et le val d'Antigorio en montrent des profils très complets.

Par sa position et par sa structure, le gneiss d'Antigo-

rio offre un contraste assez frappant avec les gneiss schisteux et fibreux qui composent le reste du massif du Simplon (gneiss du Monte-Leone, gneiss de Strona, etc.). Ceux-ci forment, comme les schistes lustrés bordant la vallée du Rhône, une série de plis accusés par des répétitions de zones de bancs calcaires et dolomitiques. Avec ceux-ci apparaissent des micaschistes granatifères gris, couleur de plomb, qui sont surtout caractéristiques. M. le prof. C. Schmidt est tenté de les identifier au terrain jurassique.

Le gneiss d'Antigorio ne forme qu'une seule masse et tranche d'autant plus avec son entourage schisteux que sa structure est celle d'un *gneiss granitoïde*. Ce dernier caractère est particulièrement prononcé dans la gorge de Gondo. Dans le val d'Antigorio cependant, et plus à l'est, la texture schisteuse est plus prononcée, si bien que sur la feuille XIX de la Carte géologique de la Suisse, ce gneiss a été confondu avec les gneiss du Tessin. Mais certains gneiss du massif du Tessin offrent également un aspect massif et granitoïde.

L'étude pétrographique spéciale a conduit aux constatations suivantes :

Même dans les parties les plus granitoïdes du gneiss d'Antigorio, on constate toujours une *structure parallèle* assez accusée, indiquée par l'orientation des paillettes de mica. Cette structure correspond à la définition d'un « gneiss ordinaire granitoïde. »

La roche typique se compose des minéraux suivants : *Minéraux essentiels* : feldspath (microcline et plagioclase), quartz, biotite vert foncé; *accessoirement* : apatite, titanite; *minéraux secondaires* : muscovite, rutile (dans la chlorite résultant du biotite décomposé), épidote, etc.

Le feldspath se montre parfois en cristaux assez grands (mâcles de Carlsbad de 2-3 cm.); alors c'est toujours du microcline. Il n'a même pas été possible de constater certainement la présence de l'orthose. Le plagioclase correspond à la composition  $An, Ab_3$  (poids spécifique 2,641). C'est donc un oligoclase assez basique.

Les deux feldspaths sont fréquemment entourés de zones ou houppes à structure micropegmatitique (feldspath granophyrique). Il est cependant rare de voir des cristaux complètement entourés de cet enchevêtrement de quartz et de feldspath, vu que les divers minéraux sont toujours brisés, accusant une forte compression. Le quartz surtout est *partout* réduit en grains souvent polyédriques ou s'enchevêtrant, le feldspath de même. Ce dernier paraît avoir résisté plus longtemps à la compression et ses cristaux sont souvent *entourés d'une zone de trituration*, dont les débris, en se mêlant localement aux grains de quartz comprimé, donnent l'illusion d'une pâte à grain fin de quartz et de feldspath. Cette cataclase a même fait sentir ses effets sur la biotite, dont les paillettes sont transpercées et lacérées proportionnellement à ce travail mécanique; dans les gneiss les plus schisteux elles sont déchirées en petits lambeaux. Il n'en est pas de même du mica blanc, ce qui atteste l'origine secondaire de ce dernier.

Le quartz, comme le feldspath, dans les fragments un peu grands, montre toujours le phénomène de l'extinction onduleuse. Les inclusions liquides, à libelles mobiles, que renferme le quartz, sont alignées en traînées irrégulières.

La texture de la roche, déduction faite des effets de la cataclase, est celle d'une roche granitoïde; l'analyse citée par Gerlach ne lui donne que 65,6 % de  $SiO_2$ .

Comparé avec la protogine, le gneiss d'Antigorio s'en distingue nettement par la fraîcheur de tous ses composants. La séricitisation et l'épidotisation du feldspath, si générales dans cette dernière roche, y font presque totalement défaut. Le feldspath est presque aussi transparent que le quartz, même lorsqu'il est brisé et fragmenté.

Mais ce gneiss ne forme pas une masse homogène. En faisant abstraction du fait que le haut comme le bas de la nappe, épaisse de 1000-1500 m., offre une structure schisteuse beaucoup plus accusée que le milieu, ce qui est attribuable aux dislocations, on trouve dans son milieu des intercalations qui ne sont pas sans signification.

J'y ai constaté :

a) *Intercalations micacées schisteuses*, formant des traînées ou lentilles parallèles à la schistosité du gneiss et pouvant atteindre 4-5 m. d'épaisseur sur 500-1000 m. de longueur. Ces intercalations sont particulièrement riches en mica (le même biotite vert foncé que dans le gneiss), en titanite, apatite et épidote. Le feldspath est du microcline ou de l'oligoclase, peu de quartz. Dans une certaine variété le feldspath est combiné avec le quartz et offre la structure micropegmatitique. Une autre variété est riche en amphibole verte.

b) *Intercalations acides*, formant également des traînées, ou des veines souvent ramifiées, soit parallèles, soit obliques à la schistosité du gneiss, attestant que celle-ci a été imprimée à la roche postérieurement au remplissage de ces veines acides. Celles-ci ne sont pas des filons, car elles s'effilent ordinairement. Si l'on supprime par la pensée l'effet de la compression, leur texture est celle des aplites. Ces intercalations acides contiennent peu de mica, ou seulement du muscovite.

c) A part ces deux variétés de roches qui tranchent nettement avec le gneiss, on trouve dans celui-ci souvent des traînées plus riches en mica, parfois aussi des *zones lenticulaires*, bien délimitées, auxquelles l'abondance du mica donne une teinte plus foncée, bien que la structure soit celle du gneiss. Elles rappellent dans une certaine mesure les *ségrégations basiques* si caractéristiques pour les granites.

Tous ces caractères du gneiss d'Antigorio indiquent une nature absolument différente des roches sédimentaires métamorphiques. On est amené à conclure que *le gneiss d'Antigorio résulte de la consolidation d'un magma primitivement fondu*. Les intercalations micacées et les traînées basiques s'expliquent par la tendance des matériaux de même nature à s'accumuler pendant la cristallisation, tandis que les intercalations acides paraissent être des craquelures formées pendant la consolidation et remplies par du magma non encore consolidé, conséquemment plus acide.

*La structure gneissoïde résulte essentiellement de la compression qu'a subie la roche après la consolidation.* Il est probable cependant qu'une certaine tendance à une structure parallèle a préexisté; elle est indiquée par la disposition des traînées micacées; c'est parallèlement à celles-ci que la schistosité a dû se produire.

Il n'est pas possible de dire s'il s'agit d'une masse intrusive, ou si ce gneiss appartient à la croûte de consolidation primitive de la terre. La position actuelle de ce terrain au milieu des micaschistes et gneiss schisteux est certainement le résultat de dislocations énergiques. Ces dislocations se sont probablement produites à une grande profondeur et en présence d'une haute température, ce



qui expliquerait pourquoi le feldspath n'est presque jamais décomposé, malgré la fragmentation et l'écrasement qu'il a subi dans presque tout le massif.

M. SCHARDT rend compte de quelques observations qu'il a faites au *Mont-Catogne* et au *Mont-Chemin*, au-dessus de Martigny, particulièrement à propos des terrains sédimentaires qui s'adossent contre le flanc S.-E. de ces montagnes. C'est entre le Mont-Catogne et le Mont-Chemin que se termine le massif granitique (protogine) du Mont-Blanc. Près de Champex la protogine accuse encore une grande largeur, mais à l'approche de la vallée transversale de la Drance, cette zone se rétrécit subitement. Gerlach la fait s'arrêter au Clou, sur la face NE. du Catogne. Cependant M. Schardt a encore reconnu la protogine sur plusieurs centaines de mètres de largeur au Mont-Chemin, quoique extrêmement comprimée. Cette roche y forme des bancs peu épais (1-2 m.) séparés par du schiste séricitique et épidotifère. La première pensée est celle de filons injectés, lits par lits, entre ces couches schisteuses. Cependant l'examen attentif conduit aussi à la supposition que ces faibles couches schisteuses peuvent tout aussi bien être des plans d'écrasement et de glissement formés de débris triturés de granit, particulièrement de feldspath transformé en séricite. Cette supposition semble attestée par le fait que des cristaux de feldspath brisés et usés sont souvent entourés d'une auréole de séricite issue du produit de leur trituration.

Sur le flanc SE. du massif de protogine succède une zone de schistes traversée par d'innombrables filons de porphyres quartzifères (granit-porphyre) qui pénètrent aussi la zone marginale de la protogine; ils sont accompagnés

d'autres filons de roches basiques et amphiboliques. Ces terrains ont déjà fait l'objet d'une étude de M. le professeur Græff, et M. Schardt n'insiste pas spécialement sur leurs relations possibles avec la protogine, laissant à ce savant le soin d'élucider cette question.

Quant aux terrains sédimentaires, ils s'appliquent sur une surface presque absolument plane, inclinée au Mont-Catogne de 50° et au Mont-Chemin de 40° au SE. Dans les schistes injectés de filons de porphyre, le plongement est généralement voisin de la verticale. Les schistes les plus rapprochés de la surface de contact sont extrêmement semblables à des schistes carbonifères, c'est sur ceux-ci qu' repose en discordance le trias; il en est séparé parfois par une couche de conglomérat ou grès grossier et se compose de calcaire dolomitique gris ou jaune très homogène, ou bien décomposé à l'état de cornieule. Ce terrain représente indubitablement la zone des cornieules du trias. M. Schardt a constaté au-dessus :

*Schiste et schiste calcaire* avec un banc de *lumachelle* contenant des débris de fossiles, dans lesquels on croit reconnaître des *Modiola*, des *Placunopsis*, des *Cardium*, etc. Ce terrain correspond probablement à l'étage *rhétien*. 20-30 m.

*Grès arkose* de couleur grise. 20 m. *Hettangien* (?).

*Schiste ardoisier* exploité au-dessus de Sembrancher et vis-à-vis, au Mont Chemin, sous Vence. Nodules et fossiles pyriteux, *Aegoceras planicosta* et *Schlotheimia angulata*, indiquant le lias inférieur.

Un niveau *calcaire* (brèche échinodermique), un peu supérieur renferme des *Ammonites* indéterminables et d'innombrables *Belemnites* (*B. cf. paxillosus*); ce serait le lias moyen.



Une épaisse zone schisteuse, avec alternances de bancs calcaires grenus, représente le lias supérieur et le dogger ; elle est surmontée d'un puissant massif de calcaire gris compact (malm). C'est sur ce malm que se place la zone des schistes lustrés, qui occupe sur plus de 4 kilomètres de largeur la dépression entre le massif du Mont-Blanc et le Mont-Combin. Ce sont d'innombrables alternances de schistes, de grès en dalles, de zones calcaires, etc. interrompues dans leur milieu par des dolomies, des cornièules et du gypse. Le bord SE de cette zone offre, en contact avec le carbonifère renversé par-dessus, des lits de calcaire spathique, de brèche à échinodermes et des lits bréchiformes très semblables à la brèche du Chablais ainsi que de la cornicule et du gypse. Dans leur ensemble ces couches représentent indubitablement les divers étages du jurassique. Les dolomies et le gypse sont identiques à ceux du trias.

La Pierre-à-Voir est un lambeau de roche dolomitique et de calcaire-brèche, reposant comme un lambeau de recouvrement au-dessus des schistes lustrés.

M. COTTEAU d'Auxerre fait une communication sur le *Cidaris glandaria* du Mont-Liban. Les piquants de cet oursin avaient déjà été rapportés par les croisés, et avaient été identifiés, dans les premiers ouvrages de paléontologie, avec un oursin commun en France, en Allemagne et en Suisse dans le jurassique. Il y a quelques années M. Fraas fit un voyage au Liban et distingua nettement le *Cidaris glandaria* de l'espèce européenne à laquelle il donne le nom de *Cidaris glandifera*. Dernièrement enfin M. Cotteau a eu entre les mains de nouveaux échantillons de cette espèce et de celles qui l'accompagnent, et a établi

que la faune à *Cidaris glandaria* est sans contredit Cénomanienne. M. de Loriol est arrivé aux mêmes conclusions.

M. le prof. PENCK, de Vienne, rapporte sur les *lacs de barrage glaciaire de l'ancien glacier du Rhin*.

L'ancien glacier du Rhin remplissait, lors de sa troisième et dernière extension, le bassin du lac de Constance, jusqu'à la ligne de séparation entre les bassins du Rhin et du Danube, qui est formée sur de grands espaces par ses moraines terminales. Lorsque ensuite le glacier se retira et aussi longtemps qu'il occupa l'emplacement du lac, la pente de ces hauteurs tournée vers lui ne put pas déverser ses eaux dans les conditions naturelles, et chaque cours d'eau y forma un lac de barrage qui modifia son développement et son niveau à mesure que le glacier se retira davantage. Cette retraite s'effectua par phases successives et fut interrompue par des arrêts prolongés. Un premier arrêt eut lieu lorsque le glacier se fut retiré de 15 à 20 kilomètres; un grand nombre de petits lacs enfermés entre la glace et la dernière moraine terminale dans le Deggentausener Thal, le Pfrungener Ried et le Weibachthal s'écoulèrent dans le bassin du Danube, tandis que d'autres, situés plus à l'ouest dans la région d'Engen, s'écoulèrent par le Biberthal directement dans le Rhin. Pendant le second arrêt dans la retraite du glacier, lorsque celui-ci ne recouvrait plus que le lac de Constance, pris dans le sens le plus restreint du mot, c'est-à-dire sans le lac de Zell ni celui d'Ueberlingen, s'étendait vers le nord jusque dans la région de Meckenbeuren au sud de Ravensburg, et ne pénétrait plus dans le Bregenzer Wald, un système important de lacs de bar-

rage glaciaire s'établit. Un de ces lacs se forma dans la région du Bregenzer Ach et trouva son écoulement à 650 mètres de hauteur, à Rothenbach, au-dessus du Rothachthal, vers l'Argenthal. Là se trouvait à 535 mètres, de hauteur un lac de barrage qui s'écoulait par une vallée serpentante et occupée par d'importantes tourbières vers le large bassin d'Emmelsboden. Celui-ci était lui-même occupé par un lac dont le niveau s'élevait à 522 mètres et qui s'écoulait par le Grenzbach dans l'ancien lac de Ravensburg. Ce dernier occupait le Schlusenthal jusqu'à 520 mètres de hauteur et s'écoulait au nord de Görenberg par de petits thalwegs aujourd'hui desséchés vers l'ouest, dans les bas-fonds de Salem. Un quatrième lac recouvrant ces bas-fonds et relié directement au lac d'Ueberlingen, était limité vers le sud par le glacier et s'élevait jusqu'à 440 mètres, une hauteur considérablement supérieure à celle du lac de Constance après le retrait complet du glacier. Enfin, c'est par le passage de Stahringen, entre Radolfzell et Stockach, que le lac d'Ueberlingen se déversait dans celui de Zell, qui s'écoulait à son tour dans le Rhin vers Stein. Nous avons ainsi un système complet de cours d'eau depuis le Bregenzerwald jusque dans le Hegau, tout autour du lac de Constance, qu'on peut appeler système de l'Ach.

Il est très probable, d'après les hauteurs de séparation des vallées de la Sitter, de la Thur et de la Töss, que des phénomènes analogues devaient exister aussi au sud du lac de Constance.

On peut prouver l'existence du système glaciaire de l'Ach grâce à de nombreux et très nets dépôts de deltas qui nous permettent d'établir le niveau des lacs de barrage. Ce niveau correspond en gros à la hauteur actuelle

de l'ancien lieu d'écoulement; les vallées de déversement ont perdu leur fonction. Le développement assez considérable des deltas permet d'admettre une durée, relativement longue, de l'arrêt dans le retrait du glacier.

M. le prof. J. MEISTER, de Schaffhouse, fait une communication sur un *poudingue interglaciaire des environs de Schaffhouse*.

Depuis longtemps déjà l'on considère le conglomérat poreux du Hohlfirst, du Geissberg et de la Hohfluh près de Schaffhouse, comme un dépôt correspondant au Deckenschotter. De plus, on a mentionné au Geissberg des cailloux de la seconde et de la troisième période glaciaire, et enfin M. le prof. Penck a reconnu les tufs calcaires de Flurlingen pour des formations de la seconde période interglaciaire.

La série de ces dépôts diluviaux est encore complétée maintenant grâce à de nouveaux affleurements sur le plateau du Geissberg, qui montrent, reposant directement sur le conglomérat poreux, un amas de cailloux de Malm du Jura, avec quelques rares échantillons de roches alpines. Cette formation, à l'extrémité nord du plateau, a environ 1<sup>m</sup>,5 de puissance, et s'amincit vers le sud; elle se continue sur le flanc méridional du Längenberg, qui est séparé par une profonde vallée du Geissberg. Ce dépôt est encore recouvert par des matériaux d'origine alpine, avec quelques rares cailloux de la zone calcaire, qui appartiennent évidemment, d'après leur position (500 mètres), à la seconde période glaciaire.

De cette série de constatations, il résulte que, à cette place, se trouve un cône de déjection interglaciaire ancien dont l'origine doit être cherchée au Längenberg.

M. le Dr FRÜH, de Zurich, rend compte à la Société d'une étude qu'il a pu faire de *surfaces polies*, remarquablement belles, le long du cours du Laufen, près de Laufenburg, grâce au niveau exceptionnellement bas des eaux cet été. Après deux visites successives (le 22 mai et le 10 juin 1893), il a reconnu que ces surfaces polies des gneiss et des granits de la Forêt-Noire, et d'autres roches encore se retrouvent principalement au-dessus du niveau d'eau le plus élevé sur les parois de rochers; il réussit même à en retrouver des traces sur les parties les plus élevées et par conséquent les plus anciennes des parois, où pourtant elles ont en grande partie disparu par suite de la décomposition des roches et du développement des cryptogames.

Quoique l'auteur se réserve d'étudier encore la question, il croit pouvoir émettre l'hypothèse que, en bien des points de notre patrie suisse, des surfaces polies, *œuvre de l'érosion éolienne*, pourraient être rencontrées, ainsi sur les arêtes particulièrement exposées des contreforts avancés des Alpes. Pour continuer maintenant cette étude, il faut fixer tout particulièrement son attention sur les roches siliceuses. Puis, une fois l'œil bien formé aux surfaces polies par les vents, l'on pourra aisément reconnaître les phénomènes du même ordre, et les distinguer de surfaces polies par d'autres agents (animaux, traînaux, etc.).

En terminant, M. Fröh recommande ce sujet d'étude à ses collègues.

M. le prof. RENEVIER présente, au nom de M. le professeur L. Favre, de Neuchâtel, un grand profil détaillé, et colorié géologiquement, des *Tunnels du Jura-Industriel*,

réimprimé récemment à Paris, à l'échelle du 1 : 2000°, par M. l'ingénieur James Ladame, sous la direction de qui ces tunnels ont été percés. Le but de M. Ladame a été de faire servir ce beau profil à l'enseignement technique et géologique, aussi le remet-il au tiers du prix de revient, soit pour la somme de 5 francs.

M. JACCARD, du Locle, présente la seconde édition de la *feuille XI de la carte géologique de la Suisse*, qui va paraître prochainement, accompagnée d'un volume de texte. Il indique en quelques mots les principaux changements introduits dans le coloriage de la carte, ensuite des observations recueillies depuis la publication de la première édition. Les plus importantes se rapportent au territoire du plateau d'Échallens et du Jorat où la molasse constitue presque absolument la surface du sol, sans être recouverte par les dépôts quaternaires comme l'indiquait la première édition. La partie NO. de la feuille, restée en blanc, a été complétée par le report de la feuille d'Ornans de l'état-major français, levée par M. Marcel Bertrand, etc.

Le texte se compose de deux parties. La première, sous le titre de *Géologie du Jura central*, renferme une bibliographie de toutes les publications, tant de la Suisse que de la France, se rapportant aux territoires des feuilles VI, XI, XVI et partie des feuilles VII et XII, rangées par ordre chronologique et au nombre de plus d'un millier, dispersées dans un grand nombre de Revues, Bulletins, Mémoires, etc.

Tous ces matériaux sont analysés, par ordre de matières, dans un résumé historique dont l'utilité sera reconnue par tous ceux qui, dans l'avenir, auront à s'occuper des formations et des terrains caractéristiques de cette région, l'une des plus intéressantes de notre pays.



La seconde partie est le *texte explicatif de la feuille XI*. L'auteur résume les connaissances acquises à ce jour sur les terrains, divisés en systèmes et en groupes, n'attachant qu'une importance secondaire aux subdivisions en étages dont les limites deviennent de plus en plus difficiles à établir. La distribution géographique dans les différentes régions de la carte fait l'objet d'un chapitre spécial.

Enfin, l'*histoire de la formation du sol*, présente un aperçu des phénomènes de la sédimentation et de l'évolution organique, de l'époque triasique à la nôtre.

Le volume est accompagné de quatre phototypies et de planches explicatives, figurant la structure géologique des environs du Locle et des Brenets.

M. GOLLIEZ présente une *machine à scier et à polir les minéraux et les roches*, dont on veut faire des coupes minces.

La scie se compose de disques de cuivre diamantés, montés sur un tour donnant 2500 tours à la minute. Un dispositif particulier permet de placer devant la scie, soit l'échantillon lui-même de la roche, soit un minéral. Le dispositif pour les minéraux peut d'abord être installé sur le goniomètre, pour orienter le cristal à couper. Les lames que l'on obtient au sciage ont elles-mêmes déjà une épaisseur de  $\frac{1}{4}$ , à  $\frac{3}{4}$ , de millimètre, et ont l'avantage d'être à faces parfaitement planes et parallèles.

Les meules, au nombre de trois, sont mues par un même axe. Une meule en cuivre sertie de diamants sert au dégrossissage, une meule en alliage de zinc et étain sert au polissage à l'émeri, une meule en verre dépoli sert au finissage.

---