

# EXPLORATIONS GÉOLOGIQUES

DANS LES

## Alpes Françaises

PAR

W. KILIAN, P. LORY, CH. JACOB et E. HITZEL.

---

A. — (Campagne de 1902.)

FEUILLES DE GRENOBLE (REVISION), VIZILLE  
(REVISION) GAP, LARCHE ET PRIVAS, AU 80.000°;  
FEUILLES D'AVIGNON ET LYON (ALPES ET VALLÉE DU  
RHONE), DE LA CARTE AU 320.000° ET DE LA  
CARTE AU MILLIONIEME

PAR

M. W. KILIAN (1),

Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble, Collaborateur  
principal au Service de la Carte géologique de France.

Correspondant de l'Institut.

---

### Feuilles Grenoble et Vizille (Revision).

A. *Massif de la Grande-Chartreuse.* — Dans une tournée effectuée avec M. Pierre Lory, nous avons notamment étudié dans la gorge du Frou le raccord des plis distingués par M. Révil, dans la partie savoisienne de la Chartreuse avec ceux du Grand-Som et du Désert (Saint-Bruno). La continuité des axes anticli-

---

(1) Extrait du *Bulletin de la Carte Géologique de France*, n° 91, tome III, avril 1903. Compte rendu des Collaborateurs.

naux et synclinaux a pu être établie d'une façon parfaite; toutes les anomalies se réduisent à des phénomènes d'étirement et à une forte incurvation des bandes d'affleurements, au passage de la Vallée du Guiers-Vif, due au fort déversement des plis vers l'Ouest; nulle part on ne peut constater la présence de « *failles* » au sens véritable de ce mot.

J'ai pu me convaincre également que les assises valanginiennes qui affleurent près de Saint-Pierre-de-Chartreuse vers l'entrée du Désert (la Diat), sont *renversées*: cette disposition est due à l'asymétrie de l'anticlinal Jurassique Perquelin-Malisard, situé à l'Est de Saint-Pierre; ce pli, ainsi qu'on peut le voir nettement près du Château d'Entremont, est légèrement *déversé vers l'Ouest* comme presque tous les plis du massif de la Chartreuse et son flanc occidental se trouve aussi en partie *renversé sur le faisceau synclinal complexe du Grand-Som* qui est, lui aussi, déversé vers l'Ouest, c'est-à-dire vers l'extérieur de la chaîne, de même que le faisceau de Charmant-Som (qui le continue au Sud), le synclinal Ruchère (église)-Les Franchises-Charmettes et les anticlinaux plus occidentaux pli-faille de Saint-Laurent-du-Pont, etc.).

L'anticlinal de Vallombré, continuation méridionale de l'axe Corbel-Billon-Chartreuse, dont le flanc E fait partie du *faisceau synclinal*, également déversé vers l'Ouest, du Charmant-Som, se continue au Sud après s'être compliqué de synclinaux sénoïens et de l'anticlinal faillé (*pli-faille*) du flanc O. du Néron près de Grenoble (1), accident désigné sous le nom de « Faille de la Grande-Chartreuse », par Ch. Lory. Au S. de Saint-Pierre-de-Chartreuse, une ondulation synclinale (Chamechaude) apparaît entre l'inclinal de Perquelin et le faisceau déversé du Charmant-Som.

B. Au point de vue *stratigraphique*, je signalerai également quelques observations nouvelles :

a) Des fouilles importantes pratiquées dans le Tithonique supérieur d'Aizy-sur-Noyarey ont permis de recueillir une riche

---

(1) Voir C. R. des Collab. pour 1898 (paru en avril 1899); mes observations et celles de M. P. Lory.

faune d'Ammonites appartenant pour la plupart au groupe de *Hoplites* (*Berriasella*) *Chaperi* Pict. sp., dont une forme nouvelle assez spéciale (espèce à décrire) peut être considérée comme éminemment caractéristique de ce gisement où elle se rencontre par centaines. Citons aussi *Spiticerus Groteanum* Opp. sp. recueilli en plusieurs exemplaires bien conservés et typiques ainsi que *Belemnites* (*Belemnopsis*) *bipartitus* d'Orb. espèce valanginienne qui n'avait pas encore été rencontrée à Aizy.

b) Présence d'une intercalation de facies zoogène dans les calcaires du Valanginien supérieur en aval de la Chapelle-Saint-Brûno (Massif de la Chartreuse); offrant une grande analogie avec l'Urgonien inférieur, mais en étant séparée par toute l'épaisseur de l'Hauterivien et des marno-calcaires à *Toxaster retusus* dits « calcaires à Spatangues ».

c) Présence de *Hoplites cruasensis* Torc. sp. à Saint-Paul-de-Varces dans les marno-calcaires à *Toxaster retusus* dits « calcaires à Spatangues ».

C. *Pleistocène*. — Le village de Saint-Pierre-de-Chartreuse est établi sur une *terrasse torrentielle* riche en galets alpins, provenant du remaniement des cailloutis glaciaires ; ce dépôt forme un petit plateau à une soixantaine de mètres au-dessus du thalweg des torrents actuels.

Des lambeaux assez étendus de cette même terrasse formant un niveau bien déterminé, se rencontrent sur la rive droite du torrent de Perquelin et sur la rive gauche du Guiers.

L'approfondissement des gorges où coulent actuellement ces deux torrents est donc relativement récent et postérieur à la disparition des derniers glaciers qui aient pénétré dans le Massif de la Grande-Chartreuse ; elle est due, sans doute, à l'érosion régressive due au creusement des vallées du Bas-Dauphiné et à la capture du Guiers-Mort par le Guiers-Vif. (V. compte rendu des Collab. 1901.)

D. *Massif du Moucherotte*. — L'étude attentive du pointement rocheux des Trois-Pucelles, faite avec M. Joseph Merceron, nous a permis de constater l'existence sur son flanc N.-E., des *marnes grises à Orbitolines* qui forment un *coin étiré entre* les calcaires urgoniens inférieurs et les calcaires à silex du Sénonien.

Cet étirement se trouve sur la prolongation de la « faille de Seyssinet », sorte de décrochement le long duquel vient s'écraser et se laminer l'ondulation anticlinale du Moucherotte. Sur le versant S.-E. du même massif, au-dessus de Mallivert ; j'ai constaté la présence de *plis secondaires* dans les assises valanginiennes situées à l'E. du noyau anticlinal tithonique de Comboire.

A l'extrémité N.-E. du même massif, dans les bois de Vouillant et le « Désert de Jean-Jacques », ainsi que près de Pariset, il est possible de distinguer dans la topographie plusieurs *replats parallèles*, correspondant sans doute à d'anciennes terrasses de la Vallée du Drac.

E. *Environs d'Uriage*. — Près de Vaulnaveys-le-Haut, mes observations ont confirmé l'existence, déjà signalée par M. P. Lory, d'un *haut niveau* de moraines, particulièrement net au hameau de Belmont et en contrebas duquel se développent les moraine des Guichards provenant d'une glaciation plus récente (*stade de Vizille*), la dernière qui ait atteint les environs de Grenoble.

F. — A Brié, j'ai pu délimiter un synclinal de schistes liasiques (toarciens) succédant vers le N. à l'anticlinal de Cornage et, comme lui, légèrement oblique à la vallée de Vaulnaveys qu'il coupe en biais près des Guichards. A ce synclinal succède vers le Nord un anticlinal de Lias calcaire de même direction, puis la dépression synclinale de Jarrie.

G. — Près de Laffrey, sur la route de Saint-Barthélemy, j'ai, en compagnie de MM. P. Lory et Penck, constaté la présence d'une *faille* très nette dans les dépôts morainiques. Cet accident est dû sans doute à un phénomène de tassement sur les pentes

H. — Dans la Vallée du Drac, près du Pont d'Avignonnet, j'ai retrouvé sur la rive gauche, derrière l'usine électrique, la diaclase (*fissure thermique*) très nette qui, sur la rive droite, produit l'ascension des eaux thermo-minérales de la Motte-les-Bains.

### Feuille Gap.

a) Existence d'une lame étirée de quartzites triasiques et de marbres luisants (Malm) au N. des Achards, entre les calcaires triasiques du plateau de Champcella et le Houiller sur lequel ces calcaires sont refoulés; cette lame représente *le flanc inverse* d'un anticlinal couché dont nous avons M. Haug et moi, en 1899 et 1900 (*Bull. des serv. Carte géol.*, n° 75 et C. R. Ac. des Sc., août 1899), démontré l'existence.

b) Présence d'un nouveau anticlinal de Permien (Verrucano) et de quartzites triasiques couché sur le Flysch et le Lias au S.-E. de Ponteil (O. de Saint-Crépin).

### Feuille Larche.

A. *Stratigraphie.* — a) Un examen attentif m'a conduit, avec l'aide de mon excellent confrère et ami, M. Haug, à reconnaître dans la masse des *schistes luisants et marbres en plaquettes* désignés par une teinte spéciale (E.-J.) sur les feuilles voisines (feuille Briançon) : 1° une portion supérieure, assez épaisse, moins marbreuse, d'un gris jaunâtre (col de la Gippiera) et schisteuse qui n'est autre chose que le produit du laminage des calcaires priaboniens (Eocène supérieur) et du « Flysch calcaire »; 2° une portion inférieure, beaucoup moins puissante, formée de plaquettes marbreuses, roses ou verdâtres, contenant des *Pulvinulina tricarinata* et des *Globigérines* et qui semble se rattacher au Jurassique supérieur sous jacent.

b) Au-dessus de Fouillouze, sur le chemin du *Lac-Long*, j'ai reconnu l'existence, entre les brèches liasiques (brèche du télégraphe) et les marbres du Jurassique supérieur, d'un horizon de *calcaires* noirs, riches en débris de Pélécy-podes et autres organismes, qui m'ont fourni : *Ostrea (Alectryonia) costata* Sow., *Rhynchonella*, sp. Cette même assise est fossilifère au fond du vallon du Rioubel, où abonde l'*Ostrea costata* à côté d'autres fossiles et d'*Aptychus*. C'est elle que nous avons signalée il y a quelques années au Lac des Neuf-Couleurs près de la Mortice; elle se montre d'une façon constante entre le Lias et le Malm, dans le massif de Panestrel et possède des caractères

micrographiques faciles à reconnaître, notamment par la présence d'un Foraminifère multiloculaire spécial, voisin des Orbitolines. Cette assise représente sans aucun doute un *facies néritique du Dogger* ou Jurassique moyen; ce facies est cantonné dans la partie orientale de la zone du Briançonnais, située immédiatement à l'O. de la zone des Schistes lustrés.

c) L'examen micrographique m'a montré qu'il fallait rattacher au Jurassique supérieur *les pointements calcaires* des Sagnes dans la vallée de Granges-Communes ainsi que ceux qui s'observent à l'Est, S.-E. de la Chalanette près de Jausiers et qui jalonnent des lignes de contact anormal.

B. *Tectonique.* — L'étude du Massif du Chambeyron a confirmé les résultats énoncés par moi l'an dernier et notamment la présence, au sommet de cette montagne, d'un *synclinal jurassique*, comprenant, outre du Malm, des calcaires noirs du Dogger et du Lias. La même série se répète au pied N.-O. du Brec, entre les calcaires triasiques et les schistes éocènes du col de la Gippiera.

La bande de calcaires triasiques qui forme ce massif et qu'accidentent plusieurs « amandes » synclinales jurassiques est la continuation directe, à l'Est de l'Ubaye, de l'anticlinal de la Mortice, tandis que celle des Aiguilles de Chambeyron, séparée de la dernière par un synclinal de schistes tertiaires (Escreins-Col-des-Houerts-Saint-Antoine-col de la Gippiera), continue à l'Est l'un des anticlinaux du Massif de Font-Sancte. Les plis de ce dernier faisceau sont couchés vers l'O.-S.-O. au N.-O. d'Escreins, puis se redressent (Panestrel) et sont déversés vers le N.-E. dans le Massif des Aiguilles de Chambeyron.

### **Feuille Privas** (Rive droite du Rhône).

Nos explorations nous ont fourni par de faits nouveaux; nous nous bornerons à signaler :

a) L'existence sur le plateau basaltique à l'E. de Freyssenet sur le Plateau du Coiron, d'une roche microlithique (Andésite), formant un filon dirigé O.-N.-O.-E.-S.-E.

b) Présence dans le Néocomien (Hauterivien) des environs d'Aps (Ardèche), sur les bords de la rivière de Teoulemialle, de plusieurs minces filons de Basalte qui coupent les assises

marno-calcaires du Néocomien sans avoir occasionné le *moindre dérangement* dans ces dépôts dont les bancs se continuent et se correspondent exactement (lit du torrent au N. du hameau du Pont) de part et d'autre du filon.

Des *sources* sourdent fréquemment au contact de la roche basaltique qui forme dans la formation néocomienne de « *murs* » étanches.

c) La constitution de l'Hauterivien au N.-E. de Saint-Vincent-de-Barrès, est la suivante :

|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>Substratum</b>  | 1° Valanginien marneux.   |
| <b>Hauterivien</b> | 2° Calcaires marneux et lits de marnes bleuâtres, avec <i>Holcostephanus</i> ( <i>Astieria</i> ) <i>Astierianus</i> d'Orb. sp. (forme type) et <i>Crioceras Duvali</i> Lév. |
|                    | 3° Calcaire à silex et calcaires en plaquettes, avec <i>Hoplites angulicostatus</i> Pict. sp.   |
|                    | 4° Barrémien (Meysse, Cruas, etc.).   |

### CARTE AU 320.000° — BAS-DAUPHINE

Poursuivant mes études sur les *terrains de transport du Bas-Dauphiné* (v. Comptes rendus des Collab. 1901, p. 160, in *Bul. Serv. Carte Géol.*, t. XII, n° 8) que j'ai eu cette année la bonne fortune de parcourir avec M. le prof. Penck, de Vienne, j'ai pu reconnaître un certain nombre de faits intéressants, parmi lesquels il convient de citer :

1° Existence d'une série de lambeaux de *terrasses pliocènes* en contrebas de la grande nappe de cailloutis siciliens du plateau de Chambarand, ces terrasses, assimilables, d'après M. le prof. Penck, aux *Deckenschotter* inférieur et supérieur des régions préalpines suisse et allemande s'observent au-dessus de Notre-Dame-de-l'Osier (476 m.), de Vinay (566 m.), près de Vatilieu, au-dessus de Nantoin, etc.

2° Prolongement, parallèlement à la Vallée de l'Isère actuelle, dans les environs de Notre-Dame-de-l'Osier des cailloutis de

la terrasse pléistocène de Rives (a<sup>b</sup> de la carte géologique), supportant comme à la gare de Rives des *moraines anciennes* et constituant un petit plateau, que nous appellerons « *seuil de l'Osier* ». Ce fait démontre nettement que l'écoulement fluvioglacière würmien n'était pas alors limité à la Bièvre mais s'effectuait aussi vers le S. par un front de glaciers occupant la Vallée de l'Isère.

3° Je me suis occupé de la coordination des *terrasses de la Vallée de l'Isère* en aval de Moirans étudiées dans leurs détails par M. Ed. Hitzel. On peut y suivre *six niveaux* pléistocènes (1) de cailloutis disposés en 6 terrasses dont je crois avoir pu démontrer la continuité des environs de Moirans à Valence, c'est-à-dire sur environ 60 kilomètres.

4° Existence dans la région de Burcin et de Châbons d'une ancienne *cuvette glaciaire* (« *Zungenbecken* ») et d'un amphithéâtre morainique avec « *vallums* » morainiques passant aux terrasses fluvioglaciaires de Longechenal, Nantoin, etc., constituant ainsi un *complexe fluvioglacière* très net. Cette disposition permet de conclure, pour la dépression E.-O., située au N. de la plaine de Bièvre, à un *stationnement* des glaciers alpins probablement plus récent que le stationnement de Saint-Quentin près de Lyon, mais *plus ancien* que la « *cuvette terminale* » Moirans-Rovon, située bien en contrebas des complexes de Rives-Beaurepaire et de Burcin-Faraman ; elle-même plus ancienne que les moraines si bien étudiées par M. P. Lory à Cornage et à Vizille.

**Visites hydrologiques.** — Sur 21 visites de sources effectuées sous ma direction (2) dans les départements de l'Isère, des Hautes-Alpes et de l'Ardèche, 12 ont été faites par moi-même. Elles se répartissent comme suit au point de vue géologique :

---

(1) Ce qui donne, en y joignant les trois niveaux de cailloutis pliocènes, un total de *neuf terrasses* alluviales formant, entre Moirans et Valence, le système de la vallée de l'Isère. Il existe, en outre, vers Beaurepaire et Lyon, deux niveaux pléistocènes inférieurs ou pliocènes, dits *préglaciaires*, qui ne sont pas représentés ici, à notre connaissance, ce qui porte à *onze*, les niveaux de cailloutis postastiens du Bas Dauphiné.

(2) Par MM. P. Lory, V. Paquier et Ch. Jacob.

Trois sources issues du contact de cailloutis glaciaires avec leur *substratum*, Tencin, Brié, Vaulnaveys-le-Haut (Isère).

Une source issue à la base d'un cône de déjections reposant sur des boues glaciaires. — Saint-Bernard (Isère).

Une source issue dans une dépression d'un plateau basaltique et provenant d'infiltrations superficielles. — Freyssenet (Ardèche).

Trois sources phréatiques dans les alluvions des vallées. — Pont-du-Fossé (Htes-Alpes), Bourgoin (Isère), Moirans (Isère).

Une source issue au contact d'alluvions anciennes et de leur *substratum* (Mollasse). — Izeron (Isère).

Une source fournie par un niveau marneux de l'Etage pontien (Miocène). — Chaponnay (Isère).

Deux sources fournies par un niveau marneux imperméable du Néocomien. — Aps (Ardèche), Saint-Vincent-de-Barrès (Ardèche).

Deux de ces sources ont été reconnues impropres à l'alimentation publique.



B. — (Campagne 1903.)

FEUILLE DE GAP ET REVISION  
DES FEUILLES DE VIZILLE ET GRENOBLE

PAR

M. P. LORY (1),

Chargé de Conférences à la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble,  
Collaborateur adjoint au Service de la Carte Géologique de France.



Ma campagne de 1903 a été consacrée : à achever mes tracés sur la feuille *Gap* (haute vallée du Drac) ; à reviser quelques points des feuilles *Vizille* (massif de La Mure et Drac moyen) et *Grenoble* (bord interne de la Chartreuse) ; à poursuivre, sur cette dernière feuille, l'étude du *Glaciaire* dans la bordure de Belledonne.

**FEUILLES GAP ET VIZILLE**

**Tectonique du Champsaur.** — Le Bajocien constitue en face de Saint-Bonnet deux saillies : elles sont dues à deux froissements courts mais énergiques, du même type que les accidents antesénoniens fréquents un peu plus à l'Ouest.

L'empilement de plis étirés en lames qui recouvre le versant Sud-Est du massif de Chaillol est moins compliqué ; je l'ai indiqué déjà, au bord de la vallée du Drac que dans les pentes supérieures (Clot-Lamiande, Soleil-Bœuf. etc.). La série Jurassique n'y présente plus les étages supérieurs à l'Oxfordien, probablement à la fois pour ces deux raisons que l'on est ici plus près des racines des synclinaux anténummulitiques, qui par conséquent y contenaient moins de calcaires du Malm, et

---

(1) Extrait du *Bulletin de la Carte Géologique de France*, volume XV, avril 1904. Compte rendu des Collaborateurs pour la Campagne de 1903.

que le laminage a « exprimé » ceux-ci, les isolant des racines (comme cela se constate nettement pour les calcaires nummulitiques).

## I

**Vallée du Drac.** — J'ai insisté déjà sur le fait que les terrasses du Drac moyen ne représentent nullement autant de lambeaux d'une même nappe supérieure d'alluvions, dont la formation aurait séparé deux grandes extensions glaciaires. Les coupes de la Cluse de Sinard, de la Garde de Méaroz, etc., ne montrent que de la moraine au-dessus de l'alluvion interglaciaire du fond de l'ancien lit ; il est vrai qu'en d'autres points, à Cordéac et à Corps notamment, des nappes alluviales se superposent au Glaciaire ou s'y intercalent, mais il ne s'agit là que des produits ou d'arrêts dans le retrait ou d'oscillations. L'oscillation positive qui paraît la plus importante et pourrait correspondre à l'un des stades (car elle a été précédée d'érosions notables) est celle où le glacier de la Bonne a édifié les moraines de Siévoz et des Miards et le glacier du Drac, celle de la Garde.

Le Bas-Valgaudemar présente un intérêt spécial : la confluence des grands glaciers du Drac et de la Séveraisse, jointe au barrage que formaient à l'aval les roches dures de Beaufin, le prédestinaient à devenir un ombilic surcreusé.

De fait, comme l'a signalé M. D. Martin, la moraine de fond y descend au moins jusqu'au thalweg actuel ; elle se relie vers le Sud à la grande moraine de Cros-Sorel (1.253, 1.032 m.) et la terrasse de Chauffayer n'est que le remplissage du bassin limité par celle-ci : au gré des oscillations qu'éprouvait durant son retrait le glacier de la Séveraisse, ce comblement se faisait alternativement, les coupes le montrent, par des alluvions et de la moraine (voir fig. I, p. 267, vol. XV du *Bull. Carte géol. de Fr.* (Avril 1904.)

---

(1) Pour ce qui concerne le Glaciaire et les alluvions, voir P. Lory, *Pléistoc. de la rég. grenob.* in Ann. Univ. Grenoble, 1903 ; pour la topographie morainique, voir aussi in *C. R. Collobor. Ca. G.*, les comptes rendus de P. Lory et D. Martin pour 1899 et 1902.

La section surcreusée isole les alluvions infraglacières du Drac moyen d'avec celle du Champsaur, soit que l'érosion glaciaire ait détruit une continuité auparavant existante, soit que le remblai d'amont n'ait commencé à se former qu'à partir du moment où le glacier du Valgaudemar a barré la vallée principale (1).

Des tronçons assez différenciés se succèdent en Champsaur : à l'aval le Drac coule entre des plateaux à topographie morainique, qui le dominent de 120-180 m.; puis, des Allards à Brutinel, la surface plus déprimée indique une portion de cuvette d'où le glacier s'est plus rapidement retiré, ses apports y ont été recouverts sur la rive gauche par les cônes très étalés de la Fare et de Brutinel (fig. 2, Aa<sup>1d</sup>) : ces terrasses torrentielles inclinées sont les homologues de celles qui jouent un si grand rôle en Trièves ; comme plusieurs de celles-ci (celle de Clelles notamment), elles paraissent être en rapport avec des moraines locales. De nouveau un relief morainique, d'ailleurs assez bas, resserre la vallée à son coude ; mais bientôt il disparaît et le Drac divague dans une longue cuvette terminale que j'ai regardée, sans preuves formelles il est vrai, comme celle du « *Stade de Vizille* ».

La « section en auge » est rarement bien nette en Champsaur, souvent toutefois, un talus raide de Jurassique y domine le remblai du fond et se couronne à son tour d'un replat morainique (fig. 2). On est tenté de rapporter à deux périodes différentes les deux Glaciaires ainsi séparés ; cependant une étude détaillée m'a amené, comme M. D. Martin, à les réunir : ils sont fréquemment en continuité et de plus, aval de Brutinel le remblai contient, aussi bien que le replat, quelques cailloux

(1) Voir les fig. 1 et 2, p. 267 du t. XV. *Bulletin Carte Géol. de Fr.*

Fig. 1. — Coupe du Bas-Valgaudemar, par la terrasse de Chauffayer. — *Gl*: Moraine. — *a<sup>1</sup> gl*: Alluvions très proches du glacier. — *a<sup>h</sup>*: Alluvions de la basse terrasse. — *a<sup>2</sup>*: Alluvions récentes du Drac.

Fig. 2. — Coupe du Bas Champsaur, en amont de Saint Bonnet. — *Gl<sup>1</sup>*: Moraine locale du premier stade. — *Aa<sup>1d</sup>*: Cône torrentiel ancien. — *Gl*: Moraine. — *a<sup>1</sup> gl*: Alluvions très proches du glacier. — *a<sup>1c</sup>*: Alluvions de la basse terrasse du bief. — *a<sup>2</sup>*: Alluvions récentes du Drac.

duranciens, ce qui empêche de l'attribuer à une glaciation postérieure, où le col Bayard n'aurait plus été franchi. Les replats sont, pour moi, les épaulements dominant l'auge de la dernière glaciation; elle les a recouverts de moraines durant son maximum, comme durant son retrait elle a formé les petits vallums qui couronnent le remblai (fig. 2, V.).

En un point, peu au-dessus de Saint-Bonnet, dans la berge du torrent des Combes, la moraine contient de nombreux troncs et rameaux brisés de conifères, mélèzes ou pins, restes d'une *forêt interglaciaire* que le glacier du Drac a envahi dans sa progression.

L'examen des moraines de *glaciers locaux* met en évidence deux Stades de leur extension. Durant le plus ancien, il était peu de parties des crêtes dominant la vallée d'où ne descendît un glacier ou tout au moins un névé. En Bas-Champsaur et au col Bayard, ces moraines empiètent largement sur celles des grands glaciers, sur les latérales notamment, et parfois même les ravinent : ainsi à Pouillardenc, où le prolongement de la moraine de Cros-Sorel est raviné jusque vers 950 m. par le glacier de la brèche de Faraud. On a donc affaire à une phase positive, postérieure à la séparation des glaciers du Drac et de la Séveraisse ; lors de son maximum, la limite des neiges s'est encore abaissée au-dessous de 1900 m. dans le massif calcaire.

Au vallon de Pouillardenc, à Chaillol-village (1), à Bayle-de-Saint-Nicolas des levées morainiques très fraîches dessinent le bassin d'étroites langues glaciaires descendant moins bas que les glaciers correspondants du précédent Stade. Tout concorde à assigner un même âge à ces trois appareils ; ils sont les témoins d'un épisode où le Champsaur n'avait plus que des glaciers rares et réduits. La grande hauteur des vallums, les indices de ravinement des moraines antérieures, montre qu'il ne s'agit pas d'un simple stationnement dans le retrait, mais du maximum d'une nouvelle oscillation.

---

(1) Voir, p. 268 du t. XV du *Bull. Carte Géol. de Fr.*, la fig. 3. — Coupe un peu en amont de Chaillol Village. —  $G^{1'}$ : Moraine locale du premier stade.  $G^{1''}$ : Moraine locale du second stade. —  $G^{1''}$ : Surface du Glacier de Chaillol au premier stade. —  $G^{1''}$ : Surface du glacier de Chaillol, au deuxième stade. —  $A^{2}$ : Alluvions torrentielles récentes.

**Formes et dépôts glaciaires du flanc occidental de Belledonne (1); Surcreusement du Grésivaudan.**

— La dernière période glaciaire a, durant ses premières phases, revêtu d'un manteau morainique une bonne partie de la bordure de Belledonne. Mais les traits de la topographie antérieure étaient trop accusés pour se trouver entièrement masqués; aussi ont-ils guidé les érosions récentes, qui n'ont guère tendu qu'à les régénérer : les gorges ne présentent ici que de rares tronçons épigénétiques, alors qu'ils sont si communs dans la région du Drac.

Les torrents de Belledonne arrivent à l'Isère par d'étroits goulots, accidentés de cascade ou tout au moins de rapides : le « Bout du Monde » de Tencin en est un exemple connu ; en amont, ils coulent moins encaissés dans du glaciaire. Si l'on fait abstraction de celui-ci pour considérer le fond de roche, on voit se dessiner des vallons de pente assez douce, qui aboutissent sur le Grésivaudan au sommet de *gradins* hauts en moyenne de 220 m.; les torrents incisent et ce gradin et l'ancien fond, en travaillant à raccorder leur courbe avec le niveau de l'Isère.

La même disposition se retrouve en aval de Grenoble, quoique un peu moins nette. Ainsi la Vence, ayant réussi à rectifier et élargir légèrement un tronçon inférieur, a fait à peu près disparaître son ancien débouché ; mais l'existence du gradin n'en est pas moins rendue évidente par la grande hauteur d'où le fond de roche des vallons de Quaix et de Proveysieux domine la basse Vence.

Parfois par les vallons de Theys et de la Combe-de-Lancey par exemple, le débouché se raccorde sensiblement à un étroit palier qui s'intercale dans le versant du Grésivaudan ; de la rive droite, par un jour favorable, on voit une série de ces légers méplats jalonner une ligne qui s'abaisse doucement vers l'aval.

On a là, manifestement, les restes d'un *ancien système de*

(1) Je m'occupe spécialement ici de la partie de la chaîne comprise entre l'Arc et la Romanche.

(2) La gorge du Bens en offre un immédiatement avant son débouché dans le Bréda.

*vallées* dont les niveaux aux confluents concordaient, comme le réalise toujours l'érosion fluviale; dans la suite, le Grésivaudan a été *surcreusé* de plus de 200 m. au-dessous des vallons affluents, dont chacun a dès lors présenté un « gradin de confluence » (1). Cette structure implique, dans la théorie de M. Penck, le creusement du Grésivaudan par le glacier sur plus de 200 m. de hauteur; on sait que Ch. Lory avait été amené, par d'autres considérations, à admettre la même origine pour la partie qui va de Grenoble à Saint-Gervais (2).

Ces actions ont dû débiter avec les glaciations et se trouver assez avancées déjà avant la dernière. C'est bien en effet ce que montre l'étude des gorges : dans le haut, l'écartement assez grand et régulier des parois, la pellicule morainique qu'elles portent souvent, témoignent que la glace s'est encaissée entre elles; tandis qu'au-dessous d'un rétrécissement ce n'est plus qu'une fissure manifestement due au seul travail des eaux courantes.

Dans la ligne discontinue de dépressions qui longe le pied même des pentes cristallines, les tronçons extrêmes, tant au Nord qu'au Sud, portent les marques de l'érosion glaciaire : ainsi le surcreusement des vallées de la Rochette et d'Allevard, ainsi l'existence du « verrou » tiré sur le Bréda en amont de Détrier; les tronçons de Saint-Pierre-d'Allevard et de Vaulnaveys ont aussi dû à l'action des glaciers et à leur retrait définitif leur largeur et leur mort (3).

Ces érosions sont, au contraire, réduites à peu de chose dans

---

(1) C'est le terme employé par MM. J. Brunhes et Gobet; il traduit le terme de « Mundungsstufe » de M. Penck.

(2) *Descript. Dauphiné*, pp. 686 et 700.

(3) Pour M. Lugeon (*Origine des Vallées*, p. 51), le passage du tronçon de Saint Pierre à l'état de vallée morte serait dû à son abandon par le Salin, capturé par le ravin du Cheylas; il n'en est rien, car du glaciaire est engagé dans le sommet de celui-ci, dont l'ouverture est par conséquent antérieure à la dernière glaciation, donc au dernier façonnement du tronçon. La Vallée d'Allevard est tout à fait l'homologue de celle de Lans et, comme elle, possède depuis plusieurs périodes, deux émissaires dont les glaciations ont influencé l'évolution. Quant à l'ancien passage de la Romanche par Vaulnaveys et Uriage, il est purement hypothétique. A examiner de près chaque cas, les changements de cours des rivières dans les Alpes depuis l'origine des glaciations ont presque tous dépendu de causes glaciaires et non point seulement du jeu de l'érosion régulière.

la section intermédiaire : on est frappé de voir que le glacier a respecté l'existence des seuils franchis par lui, alors qu'ils étaient formés par des couches tendres, les schistes marneux de l'Aalénien. Ce contraste me semble pouvoir s'expliquer. Vers les extrémités du massif, l'érosion préglaciaire avait creusé des vallées longitudinales, sollicitée qu'elle était par les coupures transversales de l'Arc et de la Romanche. Les glaciers, débouchant à leur tour, ont poussé dans ces vallons des bras épais, animés d'un mouvement semblable à celui du tronc (1), et qui ont par conséquent exercé les actions érosives ordinaires. Mais, dans la partie intermédiaire les bassins ont été remplis d'abord par des remous du glacier du Grésivaudan et par les glaciers de Belledonne (2); de la sorte, quand le bras d'Allevard eut franchi le col de Bariot et s'avança vers le Sud, en recueillant à sa rive gauche les affluents locaux, sa progression se fit sur un socle de glace morte, qui préservait les parois contre l'érosion.

Le revêtement morainique prend des caractères locaux dans les vallons descendant des parties hautes de la chaîne : leurs glaciers n'ont abandonné ces points qu'après celui du Grésivaudan et en outre ont dû y revenir encore lors du stade suivant. Le meilleur exemple de ces appareils locaux est celui de la Boutière, vallum et dépression terminale façonnés par le glacier du Crop.

Les moraines des deux bras du glacier Sud-Ouest de Belledonne se relie au collet de Freydières et recouvrent même, en avant de celui-ci, la tête cotée 1.306 m.

Lors de la dernière avancée des grands glaciers jusqu'à la plaine de Grenoble (ce que j'ai appelé la *phase d'Eybens*), nombre des glaciers propre de la chaîne ne rejoignaient plus celui du Grésivaudan. Si l'on se rappelle que cette vallée se trouvait en partie barrée aux Engenières par le glacier de la Moucherolle, qui effectuait ainsi un parcours trois fois plus long malgré une altitude moindre des cimes originelles, il

(1) Le bras du Nord allait rejoindre le courant principal vers Pontcharra et vers Goncelin; celui du Sud, vers Gières.

(2) Voir pour ceux-ci: Falsan et Chantre, *Anciens glaciers*, etc., t. I et t. II.

apparaît que la limite des neiges était située beaucoup plus bas dans le massif subalpin que dans la chaîne cristalline (1) : cet enneigement plus considérable du premier écran condenseur est d'ailleurs un fait normal.

J'ai observé dans la basse vallée de la Vence une terrasse de ce torrent, dominant de 12 m. environ le lit actuel. Elle s'étalait à la Monta en un vaste cône dont les terrasses de Saint-Egrève et de l'Orphelinat sont deux lambeaux ; il s'y emboîte un cône plus récent, dans lequel s'encaisse légèrement le lit actuel de la Vence.

**Bord interne de la Chartreuse.** — La plus grande partie du Kiméridgien est comprise avec le Portlandien, dans la barre supérieure du Jurassique : au bas de celle-ci en effet, sous les couches riches en *Sowerbyceras Loryi*, j'ai observé à la « Galerie du Saint-Eynard » une couche fossilifère à *Reineckeia* du groupe de *pseudomutabilis*. C'est la première citation, dans les Alpes françaises, de ces formes dont la situation stratigraphique est si importante.

Des *lentilles zoogènes*, découvertes à Belle-Chambre, dans le Portlandien supérieur et le Berriasien (C. R. S. G. F., 22 juin 1903) montrent que le facies néritique jurassien s'est avancé à cette époque plus à l'Est qu'on ne le savait jusqu'ici.

---

(1) Cette observation infirme le raisonnement qui m'avait fait précédemment attribuer à l'avant-dernière grande glaciation les moraines bien connues d'Austrans ; il y a tout lieu de les regarder, au contraire, comme appartenant à la dernière.



C. — (Campagne de 1903.)

FEUILLE DE GAP (1)

PAR

M. EMILIE HAUG,

Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris,  
Collaborateur Principal,

ET

M. W. KILIAN,

Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble, Collaborateur principal au Service de la Carte Géologique de France.



**Région de l'Ubaye.** — Dans le *Massif du Morgon*, dont nous avons étudié le détail et délimité les nombreux replis frontaux qui dominent la Vallée de l'Ubaye entre le Martinet et le village d'Ubaye, nous signalerons comme observations nouvelles :

1° Le grand développement des *Schistes luisants et marbres en plaquettes* (probablement éogènes) au N. et à l'O. du Pic des Challanches.

On retrouve une bande de ces Schistes dans le bois de Boscodon, où ils forment un synclinal dans les gypses et cargneules triasiques ;

2° L'existence du *Jurassique supérieur* (Nérinée, *Aptychus*) sur le flanc N. des Challanches, où il présente un type intermédiaire entre le facies de Guillestre et le facies zoogène ;

3° La présence du *Lias* à *Gryphæa arcuata* Lam et du *Rhétien* nettement caractérisés dans le fond du vallon de Boscodon, non loin du point 1586 de la carte, dans le ravin des Olettes ;

---

(1) Extrait du *Bulletin de la Carte Géologique de France*, n° 98, tome xv, avril 1904. Compte rendu des Collaborateurs pour la Campagne de 1903.

4° L'existence des *couches à grandes Nummulites* en plusieurs points, notamment près de Champcontier.

Au point de vue tectonique, *les replis superposés* du flanc S.-O. du Morgon, qui présentent des récurrences de trois bandes triasico-liasiques, séparées par des intercalations éogènes, doivent être interprétées comme de « faux synclinaux » résultant des ondulations, en V couchés, de la nappe charnée du Morgon : dans cet ensemble les bandes de Flysch ne représenteraient que de « faux anticlinaux » et se rejoindraient en profondeur.

Il y a lieu de signaler, à titre d'accident accessoire, près du chalet de Palluard une *faille secondaire* d'affaissement, qui a dérangé localement la continuité des bancs liasiques.

Enfin, nous mentionnerons la découverte, dans les marnocalcaires schisteux du Pont-d'Ubaye, d'*Aptychus Seranomis* Coq. et *Pseudobelus bipartitus* d'Orb, qui rendent certain l'âge valanginien d'une partie de ces assises.

#### **Massifs situés entre Orcières et la Durance. —**

a) Une grande masse de *grès et de schistes ardoisiers à Helminthoïdes*, qui paraît appartenir au Nummulitique supérieur et représenter un équivalent latéral des grès d'Annot, occupe de grandes étendues entre la Durance et le Drac (crêtes de Josselme, le Destroit, Sommet de Couleau, vallon de Méan, Chabeyrot, etc.).

b) Nous avons à signaler aussi dans le « Flysch noir » priabonien un nouvel affleurement de *brèche à galets de roches éruptives*, près de Châteauroux ; cette brèche rappelle celle qu'à décrite l'un de nous, au Cros, près Eygliers.

c) Près de Châteauroux, non loin de la Rouvière, des marbres gris à cassure esquilleuse et fine, très caractéristique, représentant le *Jurassique supérieur* ; ils sont surmontés par des calcaires schisteux éocènes avec bancs de brèche (Belemnites remaniées).

d) Au col des Terres Blanches et au S. de ce col, on voit émerger au milieu d'une bande de « Flysch noir » éogène, un *noyau anticlinal*, couché vers le N.-O. et dont la partie la plus importante constitue le Roc Blanc. Nous y avons constaté la présence des assises suivantes :

- 1° Lias fossilifère (calcaire noir à débris d'Echinodermes);
- 2° Gypses et cargneules triasiques;
- 3° Calcaires triasiques massifs de teinte claire;
- 4° Quarzites triasiques (affleurement isolé dans le massif du Roc Blanc).

On retrouve cette « racine » anticlinale plus près du col de Couleau et plus à l'Est encore. (V. Compte rendu de M. Kilian, 1903-1904.)

**Massifs voisins de Freyssinières.** — Sur la rive gauche de la Byaisse à l'O. de Freyssinières, apparaît distinctement un synclinal de grès d'Annot couché vers l'O. et sur lequel chevauche à l'E. le Flysch qui accompagne l'Écaille du col d'Anon étudiée par M. Termier. C'est évidemment là, dans le sein même des assises éogènes, la continuation du même processus tectonique que celui qui, plus à l'E., donne naissance aux plis couchés (nappes, écailles), décrits par M. Termier.

Il convient aussi de signaler l'existence du Jurassique supérieur du type Guillestre, avec Ammonites, *Aptchus* et *Belemnites* sp., dans le massif de Gaulent sur le flanc de ce massif qui domine Val-Haute et de mentionner les schistes et marbres en plaquettes (éocènes) très développés sur ce même versant, comme aussi à l'E. du massif, vers les Aubergins.



D — (Campagne de 1905.)

FEUILLE DU GRAND-SAINT-BERNARD AU 320.000°

PAR

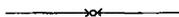
W. KILLIAN,

Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Grenoble,  
Collaborateur principal.

ET

P. IORY,

Chargé de Conférences à la Faculté des Sciences de Grenoble, Collaborateur  
adjoint au Service de la Carte Géologique de France.



Nous avons consacré une tournée de quelques jours à raccorder les unités stratigraphiques bien établies dans les zones intra-alpines françaises de la Maurienne et de la Tarentaise avec les bandes analogues des Alpes valaisanes. Nous avons parcouru, à cet effet, les chaînes situées au S.-E. du Mont-Blanc, entre Sembrancher, le val de Bagnes, le col du Grand-Saint-Bernard et le val Ferret suisse, puis traversé, en une seconde excursion, par les cols de Chécoury, de la Seigne et le haut vallon des glaciers, le massif compris entre Courmayeur et les Chapieux.

Voir (*Bulletin de la Carte Géologique de France*, Volume 16, page 452).  
Figure 1. (Disposition générale des assises à l'E. du Mont Blanc).

Les principaux résultats de cette exploration peuvent être résumés comme il suit :

La disposition des assises dans la région ainsi délimitée est rigoureusement isoclinale avec pendage S.-E. très prononcé. On y distingue, en allant du Mont-Blanc vers l'Italie :

---

(1) Extrait du *Bulletin de la Carte Géologique de France*, n° 110, tome XVI.  
— Mai 1906. Compte rendu des Collaborateurs. pour la Campagne de 1905.

a) Une bande de terrains sédimentaires s'appuyant directement sur les Schistes cristallins de la zone du Mont-Blanc, par exemple au Mont-Catogne où elle a été décrite par M. Graeff.

On y trouve, outre un peu de Trias, des schistes et calcaires schisteux noirs et satinés qui, avec des calcaires cristallins zonés (Dalles de Sembrancher avec traces d'Entroques au microscope), représente un facies du Lias identique à celui des environs de Saint-Jean-de-Maurienne, variété du *facies dauphinois*. Nulle part il ne semble y avoir de représentants du Malm, auquel certains auteurs ont à tort attribué les dalles ci-dessus. Dans le seuil entre les deux Val Ferret, cette bande s'accidente de plusieurs anticlinaux, à axes de cargneules triasiques. Mais elle s'amincit vers l'extrémité S. du Mont-Blanc jusqu'à presque disparaître à l'O. de la Seigne.

b) Une étroite bande où les dalles calcaires cristallines, à surfaces phylliteuses, s'associent à des schistes siliceux, eux-mêmes plus ou moins lustrés (« faux schistes lustrés »), (E. d'Orsières, route de Liddes; flanc droit du Val Ferret suisse). C'est un facies du Lias analogue, *mais non identique*, aux « Schistes lustrés » du Piémont.

Voir Fig. 2. (*Bull. de la Carte Géol. de France*, vol. 16, p. 453). (Coupe par le massif du Six Blanc).

c) Une bande mésozoïque à *facies briançonnais*, dans laquelle affleurent les *quartzites* du Trias inférieur avec leur aspect typique, les calcaires gris triasiques absolument semblables aux calcaires dits « à Gyroporelles » de la Vanoise, des gypses et cargneules, des schistes noirs, luisants (Trias supérieur ou Rhétien) et du Lias calcaire, bréchoïde et lustré. Toutes ces assises forment un faisceau complexe que l'on peut suivre de Pierre-à-Voir au mont Ferret en passant par le Six-Blancs et le chaînon situé à l'O. de la Combe de La (Bec-Rond, les Echessettes, Clochers de Vouasse). Ce faisceau est probablement le même que celui qui forme la montagne de la Saxe et le Mont-Chétif (avec pointement anticlinal de Schistes cristallins). C'est dans cette bande également que se trouvent de nombreux affleurements d'une *brèche calcaire* dans laquelle il

est facile de reconnaître l'horizon classique, en Maurienne et en Tarentaise, de la « Brèche liasique du Télégraphe ». On peut l'étudier à l'O. du Mayentzet et de Bagnes, sur le flanc O. du Six-Blanc, et mieux encore vers le fond de la Combe de La (Vouasse) et au Mont-Ferret. Ces brèches sont accompagnées, comme près de Moutiers-en-Tarentaise et de Bourg-Saint-Maurice, par des calcaires cristallins et même des calcaires à Entroques d'aspect bien liasique; à ce niveau appartiennent notamment les calcaires à Entroques du Mont-Chétif (Pra-Neiron), les calcaires cristallins du Mayentzet et de Saint-Laurent-de-Liddes, semblables aux fameux marbres liasiques du Ciex-en-Tarentaise, etc..

Voir Figure 3. (*Bull. de la Carte Géol. de Fr.* Vol. 16, p. 454). (Coupe au S. d'Orsières).

Dans la portion O. de cette zone on voit apparaître, dans le massif du Crammont (Italie), une succession de schistes et de *brèches polygéniques* fréquemment micacées. A l'E. du col de la Seigne et de Seloge, la masse puissante de la montagne de la Seigne et du Rognon est constituée par un complexe où ces brèches alternent avec des schistes et des bancs de calcaires chargés de quartz. Cette masse est limitée à l'O. par des assises triasiques (Seloge) et rhétiennes (Chapieux), à l'E. par les schistes liasiques lustrés avec « pierre verdi » du vallon de Versoyen. C'est ce que la feuille *Albertville* appelle « Schistes lustrés supérieurs » et qui y est colorié en Jurassique moyen; mais, avec sa brèche, cet ensemble nous paraît bien plus probablement *éogène* que jurassique.

d) Après une *ligne de contact anormal* (étirement) qui juxtapose tour à tour divers étages du Trias, puis le Lias, avec les schistes permo-carbonifères, on pénètre dans la zone axiale alpine dite « Zone houillère », occupée presque exclusivement par des schistes et grès permo-houillers plus ou moins métamorphiques (Schistes de Casanna, Pseudogneiss, etc...). On y remarque près du Grand-Saint-Bernard (versant italien) des conglomerats étirés très nets et des intercalations d'*origine éruptive* (1).

---

(1) M. Termier, qui a bien voulu examiner des préparations de ces roches, y voit le résultat du métamorphisme régional s'étant exercé (recristallisation totale) sur une roche éruptive, très probablement une *Microdiorite*.

L'ensemble rappelle vivement le Permo-carbonifère du massif de la Vanoise (Entre-deux-Eaux, etc.). Sur le bord externe de cette zone on observe, aux environs du col de Fenêtre, tant près de ses lacs que sur le versant italien, une série de petits synclinaux en V, couchés vers le N.-O. et occupés soit par des quartzites (Pain-de-Sucre) ou des dolomies triasiques, soit par des brèches liasiques (Brèche du Télégraphe) très caractérisées. Les étroites bandes houillères qui les séparent sont peut-être les racines de grandes nappes de charriage. Ces synclinaux s'étranglent assez vite: ils ne contiennent plus de Trias au col de Nici-Rossa au N., ni, semble-t-il, au S. dans la Grande-Golliaz.

Ainsi l'ensemble de ces bandes constitue, entre le massif du Mont-Blanc et les massifs plus internes (Grand-Combin, Vélán, etc.) un faisceau possédant tous les caractères d'une « zone de racines », c'est-à-dire l'isoclinalité des assises, des lacunes fréquentes dues à des étirements et l'absence de charnières anticlinales conservées. Les assises de ce faisceau possèdent à l'O. le type dauphinois, et à l'E. le type briançonnais étant renversé sur la série à facies dauphinois. Cette zone est la continuation de la bande Pctit-Cœur-Moùtiers-en-Tarentaise, où la distribution des facies est la même de l'O. à l'E.

Enfin la présence des deux types de brèche (brèche du Télégraphe et brèche polygénique) si caractéristiques de diverses nappes charriées et klippen « exotiques » des chaînes subalpines et des Préalpes, conduit à voir dans cette « zone du Val Ferret » le lieu d'origine d'un certain nombre de masses charriées du bord externe de nos Alpes (1).

La région considérée, nous a offert, en outre de ces faits, d'admirables exemples de « topographie glaciaire ». Les effets

---

(1) L'on ne saurait trop se pénétrer, lorsqu'on procède à la recherche des « racines » des nappes de charriage, de cette considération que la plupart des assises composant ces nappes ont beaucoup de chances, étant les plus élevées de la série, de ne pas exister dans ces « racines » anticlinales, profondément décapées par l'érosion, ou de ne s'y rencontrer qu'à l'état d'intercalations synclinales secondaires. Les terrains prédominants sont nécessairement, dans la nappe charriée, des étages plus récents que ceux qui prédominent dans la zone des racines.

du *surcreusement* (1) s'y rencontrent à chaque pas et se montrent en rapport avec l'importance des bassins de réception glaciaires de chaque vallée. C'est ainsi que le faible gradin de confluence du Valtournanche contraste avec le très haut gradin de la vallée de la Thuile à Pré-Saint-Didier. La structure en « barres » et « paliers » est bien développée, soit sur le versant suisse (haute vallée de Bagnes; Val d'Entremont, notamment au confluent du Val Ferret) soit sur le versant italien dans le bassin de la Doire. La vallée d'Aoste est particulièrement remarquable par les énormes barrages rocheux de sa partie aval. Il existe au N. de Bagnes, à l'altitude de 1540-1550 mètres, une banquettes morainique étendue et régulière qui est manifestement antérieure au dernier creusement de la Dranse (805 m. à Chable).

Le retrait des appareils glaciaires actuels est assez accusé, particulièrement pour le glacier des Angroniettes (Val Ferret) dont la langue s'affaisse sous un manteau de moraine entre deux *vallum* latéraux.

---

(1) Ces effets sont d'une netteté remarquable, que ce surcreusement soit dû, comme le croit, avec la majorité actuelle, l'un de nous (P. L.), à l'action *directe* de la glace, — ou comme l'autre (W. K.) le pense, à l'exclusive érosion des eaux de fonte interglaciaires.



E. — (Campagne de 1905.)

## REVISION DE LA FEUILLE DE GRENOBLE

PAR

LE CAPITAINE HITZEL (1)

Adjoint à l'Ecole d'Artillerie du 14<sup>e</sup> Corps d'armée à Grenoble, Collaborateur  
auxiliaire au Service de la Carte Géologique de France.

La campagne de 1905 a été consacrée à la revision de la partie ouest, du quart de feuille Grenoble N.-E., comprise entre le bord de la feuille et la vallée de Novalaise, le bassin de Saint-Laurent-du-Pont, le col de la Placette et la Roize. Il a été fait, en outre, quelques courses complémentaires sur divers points du pays compris entre la Vallée de la Côte-Saint-André et l'Isère.

Pour faciliter l'exposé des résultats, nous diviserons cette région en deux parties savoir :

1<sup>o</sup> La zone comprise entre la limite ouest de la carte et le chaînon calcaire de Ratz-Miribel, comprenant, au Nord, le bassin du cours inférieur de l'Ainan, et au Sud, la région voisine avec les terrasses et les dépôts glaciaires de Coublevie qui limitent au Nord la plaine de Moirans ;

2<sup>o</sup> Le chaînon anticlinal jurassien de Ratz-Miribel.

### I. — A. VALLEE DE L'AINAN (COURS INFÉRIEUR).

Le bassin de l'Ainan est creusé dans les poudingues miocènes, et la mollasse sableuse ne s'y rencontre guère qu'à son extrémité nord, près du confluent de l'Ainan vers le Guiers.

Cette vallée dont nous avons déjà décrit (2) la curieuse partie haute, ancien lit glaciaire qui s'étend jusqu'au village de Chi-

(1) Extrait du *Bulletin de la Carte Géologique de France*, n<sup>o</sup> 110, volume XVII, mai 1906. Compte rendu des Collaborateurs pour la Campagne de 1905.

(2) Voir : *Bull. Carte Géol. Fr.*, n<sup>o</sup> 106, p. 13 (1905).

rens, n'est arrosée par l'Ainan qu'à partir de cette localité. Les eaux de la petite rivière proviennent surtout de la région morainique située à l'Ouest du village précité. Elle coule en nombreux méandres, dans une plaine d'alluvions modernes, parfois tourbeuses, jusque près de Saint-Geoire-en-Valdaine où, à environ 2 km., au Nord, elle coupe la *Côte d'Ainan*. La vallée se rétrécit, se remplit d'alluvions, et près de Saint-Beuil, la rivière s'engage dans une gorge assez profonde, creusée dans les poudingues miocènes. Elle coule ensuite dans une tranche, encadrée de terrasses alluviales, pour finir dans le Guier par une véritable brèche creusée dans la mollasse sableuse.

Les *terrasses* y forment deux niveaux, surtout bien représentés sur la rive droite de l'Ainan. Elles comprennent, de haut en bas : 1° la terrasse de Voissant (village); 2° la terrasse inférieure de Voissant. Le niveau supérieur n'est bien marqué que vers le Nord, et cesse à environ 1 kilomètre au Sud de Voissant. Il semble avoir pour correspondant sur la rive gauche, le replat du hameau de Falque (altitude, environ 400 m.). Le niveau inférieur, bien marqué sur la rive droite, s'étend jusqu'à Saint-Beuil; il est approximativement suivi, sur la rive gauche, par le chemin de Saint-Geoire à Saint-Béron.

Les *dépôts glaciaires* sont à peu près nuls sur les pentes des versants qui encadrent le vallon, depuis Chirens jusqu'au confluent de l'Ainan et du Guier. Ils n'offrent d'importance que dans le voisinage de Chirens et à la Côte d'Ainan. A l'Ouest de Chirens, une dépression remarquable, d'environ 200 mètres relativement aux points culminants qui l'encadrent, semble indiquer une ancienne communication de la vallée de l'Ainan avec celle de La Côte-Saint-André, par la terrasse d'Apprieu.

Le glacier de l'Ainan a édifié dans cette trouée, des *moraines* étagées que nous avons dénommées moraines de Chirens. Postérieurement à ces dépôts, la retraite du même glacier, où une nouvelle glaciation a laissé plus bas, à 8 kilomètres en aval, les restes d'une moraine frontale, la *Côte d'Ainan*.

Nous ne décrivons que ces deux formations glaciaires.

**Moraines de Chirens.** — Elles constituent à l'Ouest,

entre ce village et le vallon de Fures (1), un ensemble de trois lignes étagées, bien dessinées, quoique morcelées en plusieurs endroits. La ligne supérieure semble reposer sur un socle notablement plus élevé que le prolongement idéal de la terrasse d'Apprieu-Plombois (499 m.) qui lui fait face. Elle est formée par les mamelons d'altitude variant de 600 à 640 mètres qui couronnent les pentes de la rive gauche du vallon de Fures. La « Tour », reste d'un château ruiné, en occupe la partie culminante (640 m.). Des deux autres lignes, c'est la plus basse qui est la plus nette, son extrémité Sud-Est est à l'altitude d'environ 490 m.

**Moraine frontale de la Côte d'Ainan.** -- Elle marque un stade dans le recul du glacier de la vallée. Elle constitue un rempart de 10-15 m. de haut, qui naît à peu de distance de la rive droite de la rivière qui l'a érodée, et où une gravière en fournit une belle coupe. La moraine semble reposer sur un fond de sable, et présente la particularité d'être formée d'alluvions, assez bien litées, et inclinées régulièrement d'environ 15 à 20° vers l'amont de la vallée (Sud). Les matériaux y sont roulés, et les couches de graviers offrent des intercalations sableuses. On n'y voit presque pas de fragments anguleux, mais quelques blocs et quelques cailloux striés. Ces derniers existent aussi sur la partie nord du dos de la moraine. Ces faits semblent indiquer que le glacier barrait la vallée, et, qu'en avant de son front, s'étendait un lac où se déversaient les torrents glaciaires.

La moraine se raccorde à l'Est avec une zone d'alluvions. Sur la rive gauche de l'Ainan, qui coule presque au pied du versant ouest. de la vallée, les pentes n'offrent que des *dépôts de pente*, plus ou moins conglomérés, essentiellement constitués par les éléments des poudingues miocènes.

En dehors de la vallée, il faut signaler : 1° Sur la rive gauche, le petit *cirque glaciaire*, situé au-dessus et à l'ouest

---

(1) On distingue, dans ce vallon, la trace des deux stades de creusement, marqués par deux replats terrassiques, superposés, situés sur la rive droite, au-dessus de la terrasse 499. Ils correspondent probablement aux stades marqués par les deux lignes inférieures des moraines de Chirens.

de Saint-Geoire, et qui porte, à l'intérieur, un mamelon morainique entièrement isolé, coté 548 mètres ; 2° Sur la rive droite, d'abord le petit lac de Saint-Sixte, barré au Nord par des dépôts morainiques, puis la région glaciaire de Baracuchet dont les moraines forment la ligne de partage des eaux entre le vallon de Merlas et celui de Saint-Aupre (1). Ces moraines, à l'altitude d'environ 900 mètres rejoignent celles du bord ouest du chaînon de Miribel. Elles correspondent déjà à un stade de décrue de la grande glaciation qui, à son maximum, submergeait presque toute la région qui nous occupe sous les champs glacés du glacier du Rhône. Le versant nord de la ligne de faite, forme un beau cirque glaciaire, partiellement déboisé, où l'on remarque une moraine stadiaire.

#### I. — B. RÉGION DE COUBLEVIE-SAINT-ÉTIENNE-DE-CROSSEY

Elle est constituée par le plateau alluvial, entouré de formations glaciaires qui s'applique, à l'Est, sur le versant de la montagne de Ratz, se prolonge vers le Nord-Est dans le vallon de Saint-Aupre, et est limité, à l'Ouest par Voiron, et le vallon de la Morge, en aval de cette ville, et au Sud, par la plaine basse de Moirans.

Nous avons déjà parlé du plateau, formé par la terrasse de Plan-Menu (306-325) (2) et des moraines de son rebord sud. Celles-ci s'étendent en un front, convexe vers le Nord, depuis la Buisse, à l'Est, jusqu'au vallon de la Morge (station de Saint-Jean-de-Moirans). Elles devaient même se prolonger le long de la rive gauche du vallon, car on trouve des cailloux striés vers l'extrémité du replat coté 259 qui le borde. C'est ce front qui a déterminé la direction du vallon actuel de la Morge, à partir de Paviot.

La région qui entoure la terrasse de Plan-Menu est de constitution éminemment glaciaire. Au Nord, la colline de Barrio, que remonte le chemin de Voiron à Saint-Etienne-de-Crossey, a sa

---

(1) Elle donne naissance à la Morge, affluent de l'Isère.

(2) Voir : *Bull. Carte Géol. Fr.*, n° 106 (1905), p. 12.

partie culminante couverte de moraines orographiques, et ses pentes Sud présentent en maints endroits des blocs et des vestiges de dépôts glaciaires. Ces moraines bordent la rive gauche des *Gorges* où la Morge s'est creusé un lit profond dans la mollasse gréseuse. Elles se reliaient à celles de la Croix-Bayard qui, tantôt doubles, tantôt simples, forment avec elles un front qui s'étend jusqu'à la côte 415, à l'Est de Coublevie. C'est ce front qui, détournant la Morge de son cours probable vers le Sud, a été la cause du creusement des Gorges. Le segment ouest, complémentaire du front, devait être constitué par les moraines du replat terrassique de *Criel* (Voiron), et l'écoulement périphérique des eaux glaciaires devait, autant qu'on en peut juger d'après la topographie de la contrée, se faire par les Gorges, la dépression suivie par le tramway de Voiron à Charavines, le ravin de la Fange et Vourey.

Entre les deux glaciations qui ont été édifiées les fronts morainiques dont nous venons de parler, se rangent les dépôts constituant les deux collines qui, de l'entrée des gorges du Bret, descendent vers le Nord-Ouest, et semblent de nature essentiellement glaciaire. On peut étudier la constitution de leur partie inférieure entre autres, dans les tranchées de la voie du tramway de Voiron à Saint-Béron, et, en face du cimetière de Coublevie. Elles paraissent avoir constitué des portions de moraines frontales, incomplètes, édifiées par le glacier débouchant dans un lac temporaire formé dans la région de Voiron-Coublevie. Cette hypothèse est appuyée par la topographie locale et par la présence d'alluvions inclinées qui existent en différents points des pentes qui bordent la terrasse. On peut les observer, à l'Est du Camel. Dans ce dernier endroit, les lits de graviers, à pendage Sud, ont été arasés par les dépôts glaciaires.

Vers le Nord-Est, à l'entrée du vallon de Saint-Aupre, la terrasse de Saint-Etienne-de-Crossey (452-455) est à niveau bien supérieur à celle de Plan-Menu, et correspond à une époque plus ancienne. Elle porte un mamelon morainique, et, à l'entrée de la gorge de Crossey, est garnie d'un replat alluvial (1), de

---

(1) Ces alluvions ont déjà été signalées par M. Kilian [*Bull. Carte Géol. F.*, n° 63 (Campagne de 1897), p. 143].

15-20 mètres de haut, constitué par les restes d'un ancien cône de déjection lacustre, érodé après son émergence. Les graviers y sont contenus dans une masse de sable, et leur *stratification est inclinée* vers l'Ouest. Il ne s'y trouve que de rares blocs de roches cristallines, anguleux. Ces dépôts sont le résultat d'un cours d'eau sorti du bassin de Saint-Laurent-du-Pont, et il est intéressant de signaler, à ce sujet, le barrage de l'entrée est des gorges, par la petite moraine de Crossey (1) qui est coupée par la route à l'angle que forme celle-ci lorsqu'on pénètre dans le défilé. Son altitude doit-être d'environ 470-480 m.

## II. — CHAINON DE RATZ-MIRIBEL (2)

**Géologie.** — Ce chaînon est limité, au Nord, par la cluse de Chailles (3). Il se divise naturellement en deux parties séparées par les gorges de Crossey, et formées par le chaînon de Ratz, au Sud, et celui de Miribel, au Nord. Il porte des dépôts glaciaires sur la grande partie de sa surface, surtout vers l'Ouest. Les dépôts tertiaires y sont limités au flanc Est, et n'occupent une étendue importante qu'au Nord des gorges de Crossey. La voûte du massif n'en porte plus, au Sud des gorges précitées, qu'en un point de la région de Ratz, à Courbassière et, au Nord, sur le bord de la cluse de Chailles. Sur le versant est, et reposant, en concordance, sur l'Urgonien, on trouve le *Burdigalien supérieur* qui se présente, tantôt sous la forme de grès calcaire cristallin, très dur, offrant l'aspect d'une lumachelle, et dont les couches, mal litées, présentent des parties de teinte gris bleu entourées d'une gangue brunâtre, tantôt sous une forme plus sableuse se rapprochant de la mol-

---

(1) Du nom du hameau qu'elle avoisine.

(2) Nous avons eu le plaisir de faire, dans cette région, une course en commun avec M. Kilian, dont les savants conseils nous ont puissamment secondé dans l'étude des formations calcaires. Il nous a signalé la présence des Spalangues dans les calcaires bleus, découverts par le chemin en construction, vers Voissant, au-dessus de la rive gauche de la cluse de Chailles.

(3) Nous renvoyons, pour tout ce qui concerne la cluse de Chailles, à l'intéressant mémoire de M. Pévil P., *Excursion à Novalaise* (Bull. Soc. Hist. Nat. Savoie [2]), t. III, 1896, pp. 26-100. Il renferme une bibliographie très soignée des travaux relatifs à cette région.

lasse helvétique, mais à éléments grossiers, et renfermant souvent beaucoup de petits graviers calcaires, bien arrondis, mais à surface corrodée. Ces deux variétés renferment généralement des débris de *Pectens*, plus ou moins bien conservés et parfois très abondants. La première est bien représentée entre Miribel et Basbolin, et le gisement fossilifère porté sur la carte géologique se rapporte à cette dernière localité. Mais plus au Nord, le Burdigalien se rapproche surtout de la deuxième variété.

Plus à l'Est, et recouvrant le Burdigalien, se rencontre la mollasse *helvétique* qui présente parfois un facies à plaquettes très minces, à surface micacée, bleuâtre, mais devient de plus en plus sableuse, au fur et à mesure qu'on descend vers le bassin du Guier.

Les dépôts *éocènes* sont représentés par le gisement de sables de Courbassière, et par les poches, aujourd'hui épuisées, de la Servagette, au Sud de Chailles, et de Charat, près de Saint-Étienne-de-Crossey.

Le *Crétacé supérieur* est faiblement représenté sur le flanc Est, à l'extrémité Sud du chaînon par quelques lambeaux de calcaires *sénoniens*. On en trouve quelques affleurements à Voreppe, sur la rive gauche de la Roize, et, entre autres, à environ 100 mètres de l'Église. Ils y supportent des poudingues miocènes. Au Nord du village, il n'existe plus que de la mollasse. Nous avons cependant remarqué au Nord du col de la Placette, et au bord du chemin, un petit lambeau de calcaires avec silex noirs que nous rapportons également au Sénonien.

Le *Chaînon de Ratz* est compris entre la cluse de Voreppe et les gorges de Crossey. Les dépôts glaciaires occupent une grande partie de sa surface, et constituent, sur son bord occidental, des *moraines topographiques*, plus ou moins continues, qui s'étendent jusque près de Courbassière. A l'Ouest du hameau du Grand-Ratz, et au bord de l'escarpement supérieur qui domine la plaine de Moirans, des carrières exploitent l'Urgonien sous une grande épaisseur de Glaciaire renfermant surtout des calcaires. L'abondance de ceux-ci rend probable que les moraines précitées sont dues aux *glaciers locaux* descendus des pentes des chaînons plus élevés, situés à l'Est, sur la rive gauche du Vallon.

Il est longé en contrebas, sur son flanc ouest, par deux *replats*, celui de la Tençon, au Sud des gorges du Bret et celui du Bret, au Nord. Le premier est aussi le moins élevé. Il est aussi incliné, et porte des traces de dépôts glaciaires étalés, renfermant des fragments de calcaires bicolores (Valanginien), et présente quelques blocs erratiques. Sur le chemin qui parcourt le replat, on trouve, du côté de la Buisse, des affleurements de calcaires marneux, grumeleux, de teinte brun clair et gris bleu, correspondant aux *couches à Spatangues*.

Voir t. XVI du *Bull. Serv. Carte Géol. de France*, p. 430, fig. 1 et 2; *m*<sup>2</sup>: Mollasse burdigalienne fortement délitée. — *Sa*: Eocène. — *g*: Conglomérat de graviers calcaires et de silex. — *St*: Graviers de silex. — *Sa*: Sables réfractaires. — *c* II-III: Calcaires urgoniens. — *p*: Pentas éboulées (sables et débris de mollasse. — Les figures ne sont pas à l'échelle).

Le replat du Bret est au Nord et à l'entrée des gorges de ce nom. Il est d'une altitude variant de 500 à 600 mètres, couverts de dépôts glaciaires formés surtout de roches cristallines, et bordé de deux vallums rapprochés, à profil surbaissé, et qui se poursuivent d'une manière assez continue.

Les *sables réfractaires* de Courbassière (1) sont contenus dans une excavation des calcaires urgoniens et recouverts d'une couche peu épaisse de mollasse burdigalienne. Ils sont entamés sur leurs bords, en deux points, par des excavations en entonnoir, qui permettent de les étudier. Dans l'excavation située près et au Nord-Est du hameau, on a la coupe représentée dans la figure 1, p. 430 du *Bull. Carte géol. de Fr.* L'entonnoir sud est située à environ 70 mètres du premier et en vue du hameau de la Rivolière. Sa galerie d'accès est creusée dans une bande de calcaires urgoniens, et la disposition des couches est donnée, en élévation, par la figure 2. La mollasse burdigalienne qui recouvre les sables, affleure au ras du sol, et est formée d'une masse de débris de pectens semblant se rapporter essentiellement au *P. præcabruisculus* Font., et souvent recouverts de Bryozoaires. Ce dépôt semble résulter d'un charriage.

Le *chaînon de Miribel* s'étend des gorges de Crossey aux

---

(1) Cette localité nous a été indiquée par M. Kilian, comme un gisement fossilifère.

gorges de Chailles. Sa partie sud constitue une région boisée où les calcaires urgoniens sont d'abord généralement à nu, et puis se couvrent de dépôts glaciaires vers la partie culminante du plateau. Toute la partie ouest du chaînon, depuis sa bordure jusqu'au chemin de Miribel à Voissant, a été érodée en replats plus ou moins inclinés, ordinairement au nombre de deux, et entièrement recouvert de dépôts glaciaires.

**Gisements fossilifères.** — Dans l'Urgonien, on trouve des Polypiers, à la sortie de la Bourderie, dans les blocs qui bordent le nouveau chemin descendant sur celui qui longe le versant ouest de la vallée de Saint-Laurent-du-Pont.

Les calcaires jaunes (barrémiens?) présentent, en plusieurs points, de petites Rhynchonelles : carrière au bord du chemin de Voiron à Miribel, à environ 1 kilomètre, au Sud de cette dernière localité; blocs provenant des excavations creusées près du point 797 de la bordure ouest du chaînon de Miribel.

Les couches calcaires entamées par la descente du nouveau chemin de Voissant (1) ne nous ont fourni que des *Toxaster* (*T. retusus* Lamk) contenus dans les couches marneuses, bleuâtres, qui affleurent au-dessous du Burdigalien; tous les calcaires de teinte gris pâle, un peu violacée, inférieurs aux précédents, ne présentent aucune trace de fossiles.

Nous avons trouvé sur la rive droite du Guier, sur les pentes du vallonement qui s'ouvre en amont de l'entrée est du tunnel de Chailles (2), un gisement de calcaires marneux, beiges, fossilifères (3). Ils renferment, surtout, une masse de petites rhynchonelles (*Rhynch. multiformis* Roem.) (4), de petites valves droites d'Ostracées quelques Oursins et des Panopées. Plus haut, dans le vallon même, à l'origine du ravinement qui en descend, une excavation nous a fourni : *Exogyra Couloni* Defr., *Toxaster*

---

(1) Section en construction sur les pentes de la rive gauche du Guier à l'extrémité Ouest de la cluse de Chailles.

(2) Voie du Tramway V. S.-B.

(3) Il se trouve une certaine hauteur au-dessus de la route, sur les pentes dénudées bordant le chemin qui monte au dessus du tunnel. M. Révil (op. cit., p. 70) avait déjà signalé, dans cette région, l'existence de couches fossilifères au niveau de la grande route.

(4) Cette détermination est de M. Kilian.

*retusus* Lamk. Sur la rive gauche du Guier, des couches de même faciès, situées à l'Ouest de Chailles, mais au-dessus du versant de la vallée, et à peu de profondeur, au-dessus du Burdigalien, nous ont donné : *Pecten (Janira) atava*, Roem. *Panopæa neocomiensis* (?) d'Orb., quelques Bivalves (*Cardium* sp.) et d'assez nombreux exemplaires de *Toxaster retusus* Lamk.

**Tectonique.** — La montagne de Ratz-Miribel qui se termine en demi-voûte à l'entrée ouest de la cluse de Voreppe (1), est, ainsi qu'on le sait, la continuation de l'anticlinal du mont Tournier (Kilian, Révil, etc.). Elle représente, en plusieurs parties de son développement, un *pli fortement déjeté vers l'Ouest*, côté où la retombée est parfois quasi-verticale. La retombée orientale est nettement dessinée sur toute l'étendue du chaînon depuis Voreppe jusqu'à l'extrémité nord de la carte, tandis que son flanc occidental a, en maint endroit, été mutilé par l'érosion, de telle sorte qu'il offre l'aspect d'un escarpement à couches horizontales. Toutefois, cette érosion ne semble guère avoir enlevé que les couches de la retombée précitée, et s'est arrêtée à l'épaule de la voûte. Le volume du pli n'a donc pas été réduit de beaucoup, du moins en ce qui regarde les éléments calcaires, et l'on peut constater, dans les quelques régions où la voûte anticlinale est entière avec son revêtement néocomien, qu'il ne semble pas y avoir, dans le relief, de lacune sensible entre les couches plongeantes de la retombée et les couches horizontales des escarpements qui lui succèdent.

La voûte néocomienne n'est complète qu'en peu d'endroits. La retombée ouest fait défaut le long de la plaine de Moirans, depuis la cluse de Voreppe jusqu'à l'entrée des gorges du Bret. Entre ces gorges et celles de Crossey, elle est marquée, en deux endroits, par des paquets calcaires, peu étendus, avec pendage ouest, très net de 40 à 50°, et semblant séparés de la voûte par une cassure. Il en est ainsi au bord nord de l'entrée des gorges du Bret, puis à environ 1 k. 200, au Nord de celle-ci, sur les

---

(1) Voir la fig. 1, Pl. 1, de l'intéressant *Livret-Guide*, n° XIII, de M. Kilian (8<sup>e</sup> Congrès géologique international, 1900).

pentés d'un mamelon avancé un peu détaché du bord du plateau (1). Elle est de nouveau entière, depuis le bord sud des gorges de Crossey jusqu'au défilé de Saint-Michel, à l'Est de Saint-Aupre. Dans cette partie, le pendage des couches atteint de 50 à 70° et même davantage.

La mollasse semble manquer sur le flanc ouest jusqu'au Nord du ravin où pénètre le chemin de Voiron à Miribel-les-Echelles. On voit, à l'Est du hameau des Tures, sur un affleurement peu étendu, la mollasse sableuse plongée d'un côté de 50 à 70° vers l'Ouest, et de l'autre, s'appuyant sur la tranche des calcaires urgoniens. A partir de cet endroit et jusqu'à 3 kilomètres au Nord, dans le vallon de Merlas, par le travers du hameau de la Chapelle, le contact entre la Mollasse et le terrain crétacé, et aussi les pentes de l'escarpement calcaire qui borde le plateau de Miribel, sont masquées par d'épais dépôts glaciaires.

Dans le vallon de Merlas, les couches calcaires réapparaissent en escarpements et à différentes hauteurs sur le flanc du plateau de Miribel, à partir de la Chapelle, et se continuent dans la vallée de l'Ainan jusqu'au bord du Guier. Les poudingues miocènes qui constituent le fond du vallon ne s'élèvent qu'à une faible hauteur au-dessus de celui-ci. Près de la Chapelle, des couches bien nettes, de calcaire à facies urgonien, présentent un faible pendage est, et, à peu de distance de leur pied, les pentes sont formées de poudingues miocènes fortement désagrégés par l'eau, et où les éléments un peu gros ont leur grand axe presque vertical.

Au Nord de la Chapelle, les couches, souvent disloquées, n'offrent plus de coupes permettant d'apprécier leur pendage avec certitude. Elles sembleraient souvent être redressées, et faire partie de la retombée urgonienne, d'autant plus que la roche, par son caractère cristallin, spathique, ressemble beaucoup aux calcaires urgoniens de la région. Encore plus au Nord, il existe des calcaires marneux, gris, avec spatangues, en couches fortement relevées, en plusieurs points de la partie inférieure des pentes, notamment près et au Sud de Voissant. Ces

---

(1) Il est couvert de dépôts glaciaires. Sa pente nord est remontée par un chemin muletier qui débouche sur le plateau, à la cote 697.

couches seraient donc les restes de la retombée ouest dont la partie supérieure aurait été érodée. Quoi qu'il en soit, nous avons sûrement constaté, bien plus haut et, par conséquent, plus à l'intérieur du massif, la présence de calcaires roux, horizontaux ou faiblement inclinés vers l'Est, peu au-dessous du rebord du plateau de Miribel, un peu au nord du chemin muletier qui passe à la cote 813, ainsi que vers l'extrémité nord du plateau. près du point 797.

En résumé, et quoique, à notre avis, un léger affaissement de certaines parties de la retombée le long d'un plan de rupture, ne soit pas entièrement exclu, il n'existe pas, contrairement aux indications de la feuille de Grenoble (1), de faille nettement marquée sur le flanc. M. Révil (2) s'était déjà prononcé dans le même sens pour l'anticlinal du Mont-Tournier qui prolonge, au Nord de la cluse de Chailles, le chaînon de Ratz-Miribel.

Il existe, toutefois, des traces bien nettes de *dslocations locales*, en plusieurs points de ce flanc du massif, entre autres, au bord du Guiers (rive gauche), où l'on peut voir des lambeaux de couches verticales sur la rive droite d'un profond ravin situé en amont de l'usine électro-métallurgique de Saint-Béron. Sur la rive gauche du ravin, la retombée, séparée de la voûte, ne paraît plus plonger que modérément (30° environ) vers l'aval de la rivière, à cause de l'obliquité du plan sécant déterminé par l'entaille où coule le Guiers. Sur la rive droite du Guiers, au contraire, la retombée forme des couches verticales semblant parfois même surplomber, et on trouve, sur la route, depuis le tunnel du tramway de Saint-Béron, toute la série des couches composant le pli, depuis le Valanginien supérieur jusqu'à la mollasse burdigalienne inclusivement.

Au Nord du village de Miribel, une *faille* d'environ 2 kilomètres de long fait butter les calcaires urgoniens avec pendage ouest, contre le Burdigalien à plongement est. Cette dislocation suit la rive gauche du profond ravin ouvert au Nord de Miribel, à l'Ouest du mamelon mollassique qui porte une statue

---

(1) Edition d'avril 1885.

(2) *Op. cit.*, p. 85.

de la Vierge (1). Elle s'annonce curieusement à l'entrée du nouveau chemin de Miribel au Mas, par un rocher calcaire dont les couches plongent vers l'Ouest, et peut être étudiée en descendant le chemin précité. Quoique les couches calcaires y semblent parfois disloquées et brouillées, le pendage ouest est bien net au haut du chemin, et ensuite après le passage d'un ponceau.

Vers l'extrémité sud du chaînon de Ratz, la *petite faille* de la *Tençon* fait voir un affleurement de calcaires bicolores du Valanginien à pendage sud-est, en contact avec le calcaire récifal de l'Echaillon (Portlandien). Cette faille ne coïncide pas, ainsi que le représente la feuille de Grenoble, avec le thalweg du ravin de la Tençon, mais se trouve à environ 200 mètres de sa rive droite. Elle est très reconnaissable, et sa lèvre nord porte, à quelque hauteur, une *brèche de friction*. Une carrière est ouverte à sa partie inférieure.

**Lac de Saint-Laurent-du-Pont.** — Les (2) alluvions inclinées, à matériaux alpins, qui forment le replat sur lequel est bâti l'*hôpital* de Saint-Laurent-du-Pont, sur la rive droite du Guier à l'issue de son défilé dans le massif de la Grande-Charreuse, font partie de la bande d'alluvions anciennes marquée sur la Carte géologique et portant les cotes 567-580. Elles semblent d'origine lacustre, et il est intéressant de chercher les conditions qui peuvent avoir déterminé la formation du lac où elles se sont déposées. Nous réunissons ici les principales données altimétriques et locales qui devront être considérées pour établir l'hypothèse relative à l'existence de ce lac, et fonder l'histoire quartenaire de la vallée du Guiers.

Le bassin de Saint-Laurent-du-Pont est fermé, au Sud, par le col de la Placette (596 m.); au Nord, du côté de Novalaise,

(1) Elle est bâtie sur l'emplacement d'un ancien château, d'où le nom de « Madone du Château », qu'on lui donne dans le pays.

(2) Elles ont déjà été signalées par M. Kilian [*Bull. Carte Géol. F.*, n° 63 (Campagne de 1897), p. 143].

Voir aussi la nouvelle interprétation donnée en 1909 (C. R. des Collab. Serv. Carte Géol. — Campagne de 1908) par M. Kilian. — (*Note de la Rédaction*, 1909).

la côte de la ligne de partage des eaux est de 562 mètres, par le travers d'Attignat.

A l'entrée de la gorge de Crossey, le point le plus élevé du thalweg semble être actuellement à la cote d'environ 500 mètres, et ainsi que nous l'avons dit plus haut, cette entrée est barrée par la moraine de Crossey à l'altitude d'environ 470 mètres.

D'un autre côté, on trouve sur le chaînon de Miribel, près du ravin suivi par le chemin de Voiron à Miribel, une petite plaine alluviale au hameau de Saint-Roch, à la côte 597.

De plus, le creusement de la tranchée d'écoulement du Guier, vers Chailles, semble récent, car on voit la Mollasse affleurer sur toute la largeur du lit, au pont de la Servagette. Ce fond est à environ 380-390 mètres.

Ces données permettent de faire les rapprochements suivants :

La concordance entre les cotes d'altitude du col de la Placette et des alluvions de Saint-Roch, environ 600 mètres, permet de supposer que ces dernières ont dû se déposer lors d'un écoulement partiel du bassin du Guiers, par la gorge des Tures dans le vallon de Saint-Aupre.

Le niveau un peu inférieur des alluvions de Saint-Laurent-du-Pont peut faire admettre qu'elles se sont déposées vers la même époque que les précédentes, mais à un moment où le glacier de la Chartreuse était déjà retiré dans le défilé du Guiers. Il se pourrait qu'à cette époque le lac fût barré par de puissants glaciers : au Sud, par celui de l'Isère, arrêté au col de la Placette, et au Nord et au Nord-Est, par celui du Rhône.

La moraine de Crossey, dont le niveau est encore plus bas (480 m.), semble avoir été déposée, après la disparition du lac précité, et un nouvel envahissement de son bassin par les glaciers. Elle doit aussi être postérieure au dépôt des alluvions inclinées de Saint-Etienne-de-Crossey. Enfin, ces dernières alluvions paraissent devoir être antérieures ou postérieures à la formation du lac, car elles n'ont pu être déposées que par des eaux torrentielles, et celles-ci auraient été décantées par leur passage dans le lac.

**Alluvions inclinées du Paviot.** — La Carte géologi-

que indique dans la partie centrale du vallon de la Morge, sur la rive droite, au nord-ouest de la station de Saint-Jean-de-Moirans, un affleurement de Mollasse (m<sup>3</sup>). L'extension du hameau de Paviot facilite l'étude de ces dépôts qui sont actuellement à découvert sur une hauteur d'environ 10 mètres et ne paraissent pas appartenir à la Mollasse miocène.

Ils sont constitués par des alluvions inclinées de 30 à 40° et à pendage dirigé vers le thalweg, c'est-à-dire du Sud au Sud-Est. Leur cohésion est très variable. Elles sont tantôt fortement conglomérées par des infiltrations calcaires, tantôt absolument meubles. Les éléments sont roulés ou mélangés de sable graveleux. Des dépôts irréguliers de marnes et d'argile grise ou beige y sont intercalés. Les premières se voient vers l'extrémité nord du hameau, et la seconde, à son entrée sud. L'épaisseur de cette dernière varie de 0,60 à 1 mètre. La partie inférieure de ces graviers ne renferme que des calcaires, souvent très corrodés, des quartzites et quelques roches cristallines, mais sans roches amphiboliques ou autres roches vertes. Les couches supérieures contiennent seules des amphibolites.

Ces dépôts qui ne présentent d'ailleurs pas de cailloux *impressionnés*, et dont la cimentation n'a pas les caractères de celle des poudingues miocènes, nous semblent d'origine *pré-glaciaire*. Ils se rapportent à un *delta torrentiel* formé dans un lac qui s'étendait au Sud de Voiron. La direction du pendage des graviers indiquerait un cours d'eau venant du Nord ou du Nord-Ouest. Ce lac que nous ne pouvons qu'indiquer, devait encore exister, peut-être plus ou moins comblé, au début de la première glaciation qui a amené le transport des amphibolites.

**Rectifications diverses.** — Nous ne mentionnerons que les suivantes :

*Signal de Morsonnat* (787 m.) situé au Nord-Ouest de Tullins. La couverture de ce sommet n'est pas formée de *cailloutis pliocènes* ainsi que l'indique la Carte géologique, mais bien de poudingues miocènes ainsi que l'avait dit Ch. Lory (1). Il ne s'y trouve pas de blocs erratiques.

---

(1) *Description géol. du Dauphiné*, 3<sup>e</sup> partie (janvier 1864), p. 685.

Dans la vallée de la Côte-Saint-André, le rebord est de la *terrasse de Sardieux* (1) présente, près de cette localité, à l'Est du hameau de la Rivoire, un dépôt d'argile glaciaire avec cailloux striés, et plus à l'Est, à environ 500 mètres, dans les vignes, un mélange de fragments erratiques, anguleux et de cailloux striés, dont la teinte blanchâtre contraste avec la coloration brune du sol environnant.

NOTA. — On consultera aussi avec intérêt les Monographies que M. le Capitaine Hitzel a consacrées aux dépôts fluvio glaciaires du Bas Dauphiné. (Ass. Franç. p. l'Av. des Sc. Congrès de Grenoble (1904) et *Bull. Service Carte Géol. de France*, t. XVI, n° 106. — 1905.

---

(1) Cette découverte annule ce que nous avons écrit à ce sujet, dans la *Topographie glaciaire de la haute vallée de la Côte-Saint-André* (Isère); in Comptes rendus de l'Ass. fr. avanc. Sciences. Congrès de Grenoble, 1904, p. 668.

---

F. — (Campagne de 1905.)

## REVISION DE LA FEUILLE DE GRENOBLE

PAR

P. LORY (1)

Chargé de Conférences à la Faculté des Sciences de Grenoble, Collaborateur  
adjoint au Service de la Carte Géologique de France.



**Bord externe de la Chartreuse et du Vercors.**  
**Facies coralligènes.** — Les calcaires à Polypiers et Rudistes ont dans cette bande, du Portlandien au Valanginien, une variabilité de développement qui doit indiquer des déplacements et des récifs-barrières et des courants. J'ai signalé déjà, en particulier, qu'en passant de l'Echaillon à Saint-Gervais on voit se relever le niveau où ce facies acquiert son développement principal. Au second de ces points, en effet, le facies vaseux accompagné de simples bancs oolithiques a pris la place de la masse récifale de l'Echaillon; la lentille du Gorgonnet y correspond approximativement aux couches dominant le Balcon, mais c'est dans le haut des « calcaires du Fontanil » que s'emplace le beau calcaire coralligène de la barre des cascades moyennes, aussi typique sur la route des Ecouges par ses formes d'altération que par ses Polypiers, ses Rudistes et ses Nérinées.

**Chaîne de Belledonne.** — En levant les pentes au-dessus de Laval, j'ai constaté que le synclinal *alpin* du Pré-de-l'Arc, auquel se réduit vers le S.-O. la bande plissée du Merdaret, conserve encore au vallon de la Coche une grande profondeur, moindre cependant que celle du synclinal hercynien (Houiller de la Boutière), auquel il se trouve presque accolé.

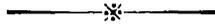
J'ai continué d'étudier le Glaciaire local (Agl) de Belledonne,

---

(1) Extrait du *Bulletin de la Carte Géologique de France*. Bulletin n° 110, tome XVI, mai 1905. Compte rendu des Collaborateurs pour la Campagne de 1905.

souvent très difficile à distinguer d'avec les dépôts de pentes (A). Ce n'est pas le cas, bien entendu, pour les principaux courants : le paysage morainique est des mieux caractérisés, par exemple, sur les replats de Freydières et du Marais-Chaud ; ce dernier, barré à l'aval par une moraine à granites, appartient au terrain abandonné par le glacier du Doménon immédiatement après sa disjonction d'avec le lobe « Revel » du grand tronc de l'Isère.

Dans les parties hautes de la chaîne, les moraines de glaciers et surtout de névés, actuels ou subactuels, prédominent sur les éboulis francs. Presque tous les cirques et hautes vallées suspendues (sauf la Petite-Vaudaine, à cause de sa pente exagérée et d'une érosion torrentielle intense) ont, vers l'aval, leur fond revêtu de moraines : celles du vallon de la Pierre sont particulièrement belles. On trouve même de ces vallums en des points qui sembleraient peu propres à la persistance des appareils glaciaires : ainsi, dans l'Infernet de Chamrousse, *trois bourrelets parallèles* marquent les étapes de la disparition d'une plaque de névé collée à la face O.-S.-O. de la Botte. Le déneigement exceptionnel des dernières années, en réduisant beaucoup les petits névés actuels (1), a fait saillir l'arc morainique au-dessus de l'extrémité inférieure de chacun d'eux.



---

(1) Certains même ont disparu, par exemple l'un des plus connus, le névé Pélissier du Grand pic de Belledonne.

G. — (Campagne de 1905.)

## REVISION DE LA FEUILLE DE VIZILLE

PAR

P. LORY (1)

Chargé de Conférences à la Faculté des Sciences de Grenoble, Collaborateur adjoint au Service de la Carte Géologique de France.



**Lias.** -- En Beaumont, la série liasique est remarquable, comme Ch. Lory l'avait indiqué, par le développement des intercalations à Entroques (facies de Laffrey) dans sa moitié supérieure, au-dessus d'un puissant Lias calcaire à facies dauphinois. Sur la route de Saint-Michel, la *brèche* que j'avais déjà signalée à Quêt se présente dans les plus élevées de ces lentilles, presque tous ses cailloux sont de Schistes cristallins et de quartz, soit roulés, soit anguleux : elle révèle la persistance jusqu'au Toarcien de bombements situés sur le prolongement méridional du massif de La Mure et que les érosions antérieures avaient dépouillés de leur couverture secondaire.

J'ai observé aussi le « calcaire de Laffrey ». Il est certain qu'à cette époque le régime des eaux claires et agitées s'est étendu par moments à une notable partie de l'emplacement des massifs cristallins dauphinois.

**Glacière local de l'Obiou.** — Les grands cirques de l'Obiou ont, à n'en pas douter, conservé des glaciers jusqu'au dernier stade qui ait précédé l'actuel. Malgré l'abondance des éboulis, classique dans ce massif, des formes de cuvettes glaciaires sont encore bien nettes : telle la partie arrière du cirque du Vallon. Avant son ultime réduction, ce glacier a recouvert la croupe qui va vers la Sambue d'une moraine, aujourd'hui conglomérée et où sont creusées les « Beaumes ».

---

(1) Extrait du *Bulletin de la Carte Géologique de France*, n° 110, tome XVI, mai 1906. Compte rendu des Collaborateurs pour la Campagne de 1905.

**Hydrologie.** — J'ai examiné, en 1905, trois projets d'alimentation d'eau potable :

*Saint-Michel-en-Beaumont* : eaux infiltrées dans une montagne de Lias gazonnée et qui ressortent par d'étroites fissures du calcaire argileux ;

*Remollon* : sources venant à jour à la surface supérieure de niveaux argileux intercalés dans le puissant remblai glaciaire où le torrent de l'Ubac-de-Théus recreuse son bassin de réception ;

*Espinasse* : eaux intraalluvionnaires du grand torrent des Trente-Pas. Ce cours souterrain est pérenne, tandis que parfois le goulet n'a pas de cours superficiel.

H. — (Campagne de 1905.)

NOTE SUR LA TECTONIQUE DU MASSIF CRÉTACE  
SITUÉ AU NORD DU GIFFRE (Haute-Savoie)

PAR

CHARLES JACOB (1),

Agrégé de l'Université, Collaborateur adjoint au Service de la Carte Géologique  
de France.



L'été dernier, M. Michel Lévy, directeur du Service de la Carte géologique de France, a bien voulu, sur la proposition de M. E. Haug, Collaborateur principal, chargé de la coordination des travaux en cours sur la feuille d'Annecy, me confier la revision du petit massif crétacé situé entre la vallée du Giffre, de Sixt à Samoëns et la frontière Suisse. Ce travail, qui m'attirait surtout au point de vue stratigraphique et paléontologique par la célébrité attachée aux gisements fossilifères du Criou et du Bostan, m'a fourni des résultats tectoniques intéressants (2).

Avant de les exposer ici, je dois mentionner les importants travaux dont le massif crétacé du Nord du Giffre a déjà fait l'objet.

A. Favre, le premier, l'a parcouru en détail; dans un long chapitre de son ouvrage fondamental (3) il a consigné de nombreuses et excellentes observations qui sont malheureusement peu raccordées les unes avec les autres et ne permettent pas

(1) Extrait du *Bulletin Serv. de la Carte Géologique de France*, Bulletin n° 108, tome XV, novembre 1905 (Cette note est accompagnée d'une figure et deux planches).

(2) J'ai été accompagné, dans le massif du Haut Giffre, par mon ami, M. Paul Guinier, Inspecteur des forêts, chargé du cours de Botanique de l'École forestière; son aimable société m'a été particulièrement précieuse pendant mes courses longues et pénibles, et je tiens à associer M. Guinier à cette modeste étude, faite en sa collaboration.

(3) Alphonse Favre : *Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse voisines du Mont Blanc*. (Genève, 1867, t. II, ch. xx : les Avoudruz et la Dent du-Midi, pp. 260 et suiv.).

encore de se faire une idée d'ensemble de la région. — G. Maillard, chargé par le Service de la Carte géologique de France de tracer les contours de la feuille d'Annecy, a donné de bonnes coupes du massif et décrit très exactement les régions du Bostan, de la pointe de Tuet, des Dents-Blanches, des plateaux de Couarra et les rochers du Criou (1). — M. Haug, appelé à coordonner, après la disparition prématurée de G. Maillard, les documents laissés par ce dernier, a eu l'occasion de démontrer que, aux environs immédiats de Samoëns, les deux flancs de la vallée inférieure du Clévieux se correspondent sans être séparés par une faille, comme l'admettait Maillard (2). — Enfin plus récemment, M. Ritter, cherchant à raccorder le prolongement des plis couchés du Mont Joly avec ceux de la Dent du Midi, a parlé du massif crétacé du Nord du Giffre (3). Nous verrons plus loin ce qu'il faut penser des correspondances établies par M. Ritter. Mes courses n'apportent rien de nouveau sur la partie nord-ouest du massif.

On sait, d'après Maillard, que la montagne de Bostan est formée par un anticlinal, de direction S.-O.-N.-E. (n° 1 des coupes et des dessins du *Bull. Carte géol.*) qui sont du Flysch, au Sud-Ouest des chalets de la Golèze, et montre, en auréoles grossièrement parallèles, des affleurements de calcaires nummulitiques, de Sénonien, de Gault et d'Urgonien. Le flanc nord de l'anticlinal, qui regarde la région en recouvrement des Préalpes et de la brèche du Chablais, est presque vertical. Le flanc sud, moins incliné, se raccorde à l'accident suivant, le synclinal des chalets de Bostan; celui-ci est lui-même affecté, vers l'Est, par un petit anticlinal secondaire faisant surgir les calcaires nummulitiques au milieu du Flysch. Vient ensuite un deuxième

---

(1) G. Maillard: Note sur la Géologie des environs d'Annecy, de Bonneville, etc. (*Bulletin n° 6 des Services de la Carte Géologique de la France*, 1899, pp. 30 et suiv.).

G. Maillard: Alpes de Sixt, de Samoëns, et Vallée de l'Arve (*Bulletin n° 22 des Services de la Carte Géologique de la France*, 1892, pp. 27 et suiv.).

(2) E. Haug: Etude sur la tectonique des hautes chaînes calcaires de la Savoie (*Bulletin n° 47 des Services de la Carte Géologique de la France*, 1895, pp. 32 et suiv.).

(3) E. Ritter: Le Massif du Haut Giffre (*Bulletin n° 61 des Services de la Carte Géologique de la France*, 1897).

grand anticlinal (n° II des coupes et des dessins) qui finit péri-clinalement, au Sud-Ouest, par la belle surface urgonienne de la pointe de Tuet. Cet anticlinal se continue du côté du N.-E. en s'élevant vers le signal de Foilly et se couchant sur le synclinal des chalets de Bostan; l'érosion a décapé l'Urgonien dans l'axe du pli, qui montre les calcaires marneux à Spatangues de l'Hauterivien et même au-dessus de ceux-ci, les marnes valanginiennes. En se déplaçant toujours vers le Sud-Est, on rencontre le petit synclinal des chalets de Barmes, formé de Gault et de Crétacé supérieur, et l'on atteint, après avoir traversé une ou deux ondulations visibles dans l'Hauterivien et l'Urgonien le vallon du glacier de Foilly.

Tels sont les accidents du massif crétacé du Nord du Giffre étudiés dans leur ensemble et les faits bien établis jusqu'ici.

Les résultats nouveaux sont relatifs aux régions situées plus en arrière, c'est-à-dire aux environs immédiats de Samoëns, aux massifs du Criou, des Avondruz et de la Pointe de Sambet.

Déjà M. Haug a montré, ainsi que je l'ai rappelé au début de cette étude, que les deux versants de la vallée inférieure du Clévieux se correspondent parfaitement. Sur la paroi de la rive gauche on rencontre successivement, de la base au sommet, une barre d'Urgonien, une double série d'Hauterivien et une nouvelle barre escarpée d'Urgonien, c'est-à-dire tous les éléments d'un anticlinal couché, entaillé par l'érosion parallèlement ou obliquement à son axe; la charnière urgonienne du pli, avec un noyau hauterivien, se trouve dans la falaise de la rive droite; elle se voit en particulier merveilleusement de loin, des chalets de Foilly, et de là on se rend très bien compte que l'axe du pli couché en question est parallèle à celui des plis I et II. Nous aurons à suivre l'anticlinal couché du Clévieux, vers le Nord-Est, mais auparavant nous devons préciser la correspondance, un peu plus en amont, des deux rives du Clévieux.

Au Nord du pli du Clévieux, la falaise de droite ne montre plus l'Urgonien, mais seulement, au-dessus d'une pente d'éboulis gazonnés et boisés, une voûte de calcaire nummulitique (anticlinal III de la coupe n° 5). Le Nummulitique se retrouve un peu plus en amont, dans le cours même du torrent au pont du

chemin des Allamands (1), avec un léger pendage vers le Sud-Ouest. Ce dernier lambeau de Nummulitique fait manifestement partie de la terminaison périclinale de l'anticlinal Tuet-Foilly (n° II); il est séparé du Nummulitique, courbé en voûte de la rive droite, par du Flysch, très visible dans le lit du torrent, Flysch qui s'engage en coin entre la terminaison périclinale de l'anticlinal II et le nouvel anticlinal IIIa (2). La continuation vers l'Est de l'anticlinal IIIa est donc à chercher en arrière de l'anticlinal II. Pour en trouver la trace il faut franchir toute une masse d'alluvions et graviers des pentes d'éboulis du Criou; et, avant d'arriver aux chalets de Barmes, on voit surgir des éboulis une voûte anticlinale très marquée de calcaires marneux hauteriviens, située manifestement dans le prolongement de la courbure anticlinal, signalée plus haut sur la rive droite du Clévieux. Cet anticlinal IIIa se poursuit ensuite sans difficulté sur le plateau de Couarra (3) et détermine, avec l'anticlinal II, le petit synclinal des chalets de Barmes qui a conservé dans son axe une mince bande de Craie, ceinturée de Gault et d'un peu d'Urgonien. C'est en arrière de l'anticlinal IIIa que reparaît l'Urgonien, affecté lui-même d'un léger plissement, anticlinal (anticlinal III<sup>b</sup>) qui naît au-dessus des chalets de Foilly et forme la limite nord du vallon de Foilly sur lequel nous aurons à revenir longuement tout à l'heure. Pour le moment cherchons vers l'Est la prolongation de l'anticlinal n° IV, décelé par la vallée inférieure du Clévieux.

(1) Où il a été déjà remarqué par A. Favre, loc. cit. p. 263.

(2) Vers l'amont du côté de la Golèze, le lit des cours d'eau est désormais tracé dans le Flysch; ce Flysch est recouvert cependant de dépôts glaciaires sous les hameaux de Chavonne et de Charière. L'érosion agissant par la base des talus, provoque dans le Flysch et le Glaciaire des glissements qui risquent d'emporter de sérieuses parcelles de pâturages et de bois et contre lesquels l'administration forestière essaie de lutter.

Le Glaciaire de Charière et de Chavonne se prolonge vers la vallée du Giffre par la Rosière et la Combe aux Flées, et dessine, au Nord de la colline de Chantemerle, un thalweg aujourd'hui abandonné; les régions de la Golèze se déversent actuellement par la basse vallée du Clévieux; la coupe n° 5 met en évidence cet *intéressant exemple du changement de place du lit d'une vallée*. Le Glaciaire élevé correspond, comme niveau, à la petite moraine latérale du Mont, en amont de Samoëns, déjà notée par A. Favre, et au placage glaciaire de Passy, au dessus de Sixt.

(3) Nous appellerons ainsi toute la région qui s'étend entre l'arête Tuet-Foilly et le vallon de Foilly.

En montant aux chalets de Foilly, on marche longtemps sur les éboulis qui descendent des rochers de Criou et masquent tout affleurement, sauf l'abrupt culminant de l'Urgonien. On ne retrouve l'Hauterivien sous l'Urgonien, qu'après avoir dépassé les chalets de Foilly, aujourd'hui complètement délabrés, et lorsqu'on s'est engagé, en montant toujours dans le vallon désolé qui, plus haut, renferme les petits glaciers de Foilly (1).

Vu d'une barre de roches, moutonnées par l'action glaciaire, qui domine le petit lac collecteur des eaux de fonte du glacier occidental de Foilly, cet Hauterivien montre très nettement une charnière anticlinale; il est momentanément très épais, for-

(1) *Note sur les petits glaciers-témoins de Foilly.* — La carte de l'Etat-Major marque, dans le vallon qui surmonte les chalets de Foilly, deux taches blanches réunies sous le nom de glacier de Foilly. Les contours des deux petits glaciers sont, au moins d'après ce que l'on voit aujourd'hui, très inexacts. A titre de repérage sommaire pour les deux glaciers, je reproduis ici quelques notes prises lors de mes récentes excursions (Été 1905).

Le glacier *occidental* de Foilly est un placage de pente très raide situé sur le versant nord de l'arête qui réunit la Pointe-Rousse aux Avoudruz. Sous le Signal, même montagne, la bande glaciaire, confinée au voisinage de l'arête, est très peu large; elle devient plus importante vers l'Ouest où, en s'étalant progressivement sur les gradins successifs, elle atteint enfin, sous la Pointe Rousse de la carte d'Etat Major, le thalweg de la vallée. Dans toute sa longueur, parallèle au vallon, elle peut avoir un kilomètre; la largeur de la bande étant au maximum de 200 mètres. Le glacier, encombré et même masqué localement par des éboulis, montre quelques crevasses transversales. Il finit dans un petit lac situé à une sionne dans la vallée la présence d'une masse importante de calcaire nummulitique très au dessus des chalets de Foilly, et dû au barrage qu'occupe la faille qui surplombe au dessus du lac. La marge frontale du glacier est formée de vrais icebergs flottants, qui s'en vont à la dérive sur le lac, et sur lesquels on voit des blocs et des matériaux qui tombent, après la fonte de la glace, au fond du lac et le combleront à la longue par ce processus très particulier. Les eaux du lac n'ont pas d'issue à ciel ouvert; elles suivent, sans doute souterrainement, la faille F1 (voir plus haut), qui met en contact le Nummulitique et Néocomien, et sortent plus bas pour donner une cascade vers l'endroit où l'on voit le contact du Gault et du Néocomien. En aval, enfin, elles se perdent dans les éboulis.

Pour gagner le glacier *oriental*, il faut suivre pendant un kilomètre ou deux, depuis le lac, le thalweg du vallon de Foilly; les parties élargies du vallon sont occupées par des plaques de neige marquant peut être aussi un peu de glace résiduelle, reste d'une époque antérieure plus florissante pour les glaciers.

Le glacier *oriental* est nettement orienté vers le Nord Est dans un vrai petit berceau arrondi sous les pentes des Avoudruz; il s'arrête aujourd'hui exactement à la limite du Néocomien et de l'Urgonien, et ses eaux s'écoulent à la fois vers le vallon de Foilly et vers la région de la Vogealle. En aval de la Vogealle, à quelques dizaines de mètres du front, existe un petit arc de délaissés morainiques. Le glacier *oriental* est plus important et plus nettement caractérisé que le glacier *occidental*.

mant le noyau d'un pli couché mis à nu par l'érosion. Le flanc inverse urgonien du pli est étiré et a disparu lorsque celui-ci sort des éboulis, mais la couverture urgonienne du flanc normal se suit sans interruption en encorbellement sur le versant gauche du Clévieux et du vallon de Foilly. Nous sommes donc dans le prolongement de l'anticlinal n° IV, mais le pli s'est accentué et le flanc normal urgonien, poussé vers le Nord-Ouest, accompagné d'une série hauterivienne double, vient buter directement contre du Nummulitique parfaitement caractérisé avec ses Nummulites, ses Bivalves et ses Polypiers. Plus loin encore, l'Hauterivien chevauché du Crétacé moyen, puis, resté seul sans sa couverture urgonienne qui a été décapée, recouvre une nouvelle série nummulitique couronnant l'arête des Avoudruz (1).

Ainsi, de l'Ouest à l'Est, le pli n° IV s'exagère progressivement en s'élevant et se transforme d'abord en pli-faille, puis en un vrai recouvrement qui amène, vers le sommet de la Pointe Rousse, l'Hauterivien à chevaucher le Nummulitique des Avoudruz (voir les coupes n°s 1, 2, 3 et 4).

Si l'on continue à se déplacer encore vers l'Est, on perd, le long de l'arête des Avoudruz, la trace du pli n° IV; le calcaire nummulitique de l'arête est à nu et n'est plus surmonté par l'Hauterivien, mais si des Avoudruz on descend au Sud, dans le vallon des chalets de Salvandon, on constate de nouveaux faits intéressants.

Le fond du vallon de Salvandon est formé par des marnes berriasiennes et valanginiennes, surmontées elles-mêmes au Nord par des marno-calcaires valanginiens supérieurs et hauteriviens et par toute la série de la montagne des Avoudruz. Le versant sud du vallon de Salvandon est constitué par des calcaires massifs du Jurassique supérieur, qui ne supportent nullement en stratifications normales les marnes berriasiennes du vallon, mais chevauchant très nettement, sous la Pointe de Sambet, le

---

(1) La Pointe Rousse véritable, extrémité orientale du Criou, diffère de la Pointe Rousse urgonienne de l'État-Major, dont le nom n'a aucun sens. La couleur rousse est due à une patine particulière que prend l'Hauterivien et qui n'est bien visible que des chalets de Salvandon, sur le versant sud des Avoudruz. Maillard fait évidemment la confusion lorsqu'il marque sur la feuille d'Annecy, la Pointe Rousse de l'État Major 2.577 m. en Néocomien; rien ne justifie la sinuosité curieuse qu'il donne au contour de l'Urgonien.

Valanginien supérieur. La barre jurassique chevauchante descend régulièrement de la Pointe de Sambet, passe au Sud des chalets de Salvandon et va s'enfoncer sous le massif du Criou, entre la Pointe Rousse et la Pointe de Ressachat. Quoique la continuité soit masquée par des éboulis et des alluvions, il est difficile de ne pas voir, dans le nouveau recouvrement de Sambet, la continuation du pli n° IV. Par suite de l'élévation toujours plus grande des plis, l'érosion a fait disparaître le front urgonien de la nappe qui devait recouvrir les Avoudruz et n'a respecté que le front jurassique de celle-ci, situé plus en arrière et à une altitude moins élevée que le front urgonien (1).

Il nous faut maintenant revenir à une région située plus au Nord et décrire le vallon de Foilly et le massif des Avoudruz, c'est-à-dire le synclinal qui précède le pli n° IV dont nous venons d'établir la continuité.

Au-dessus des chalets de Foilly, le flanc méridional de l'anticlinal IIIb ne montre d'abord que l'Urgonien, mais progressivement la série se complète, on rencontre le Gault et le Sénonien et enfin, sur les rives du petit lac dont nous avons parlé, le calcaire nummulitique. En amont du petit lac, le Nummulitique bute au Sud contre des couches dont l'âge serait difficile à préciser dans une région disloquée comme le massif des Avoudruz, mais au sujet desquelles on peut relever une bonne coupe dans le vallon des chalets de Bostan; elles correspondent, sans aucun doute, à l'Aptien et probablement à l'Aptien supérieur (2). On a donc la trace d'une cassure (faille F) dont la lèvre méridionale aptienne, c'est-à-dire la région des Avoudruz, est surélevée par rapport à l'autre nummulitique, côté des Couarra. La bande d'Aptien rouge monte obliquement le long de la falaise

---

(1) Dans les notes de Maillard et l'ouvrage de M. Haug, le recouvrement de la Pointe Rouge est indiqué comme un chevauchement transversal. Au sujet du pli de Salvandon, Maillard avait déjà noté quelques faits bien d'accord avec notre hypothèse. (Voir note sur la Géologie, etc., pp. 30 et 31; Alpes de Sixt, etc., fig. 21). Les précieuses observations de cet auteur donnent constamment, dans le détail, l'impression qu'il était très près de la vérité, et font regretter bien profondément qu'il ait disparu sans pouvoir terminer les travaux entrepris par lui.

(2) Cette coupe, relevée déjà par Favre et Maillard, montre de bas en haut, en amont des chalets de Bostan, sous l'anticlinal n° 11 (Tuet-Foilly), la série inverse suivante:

septentrionale des Avoudruz. Si l'on continue vers l'Est en suivant le thalweg du vallon de Foilly, après des couches assez épaisses de couleurs grises et blanches, parmi lesquelles des bancs rappelant le Crétacé supérieur, on retrouve une nouvelle et très importante barre d'aptien rouge : il est manifeste qu'ici la série est doublée. Si l'on va plus loin encore, on voit l'Aptien rouge de la rive gauche entrer en continuité avec celui de la rive droite qui repose normalement, par l'intermédiaire des couches moins colorées, sur l'Urgonien de Couarra. On n'a plus ici de trace de la faille F, qui s'est éteinte progressivement vers l'Est. En revanche, dans la falaise des Avoudruz, quoiqu'elles soient localement masquées par des éboulis et des pentes de glace, on voit monter les deux bandes de couches rouges enveloppées de couches plus claires. Entre elles s'intercale du *Gault* fossilifère, d'où l'existence, dans les Avoudruz, de *deux couches de Gault* qui ont tant intrigué les auteurs (1) : une première qui surmonte la barre inférieure d'Aptien rouge, une deuxième, normale, entre la barre supérieure d'Aptien rouge et la Craie des parties élevées de la montagne. Une telle coupe ne peut s'expliquer simplement par une discontinuité tectonique (F2) au-dessus de la couche inférieure de Gault ou de la Craie rouge qui la surmonte, si une partie des couches blanches qui se trouvent sur l'Aptien rouge supérieur appartient à la Craie, ce qui faute de fossiles est difficile à préciser. La partie culminante des Avoudruz (Aptien

1° Flysch.

2° Calcaire nummulitique.

3° Banc fossilifère de Gault supérieur; sublumachellaire noir, à fossiles en saillie par altération.

4° Couches schisteuses noires stériles, à traces luisantes.

5° Complexe marnogrumelleux sulbréchoïde, sans autres fossiles que des débris de Bivalves à coquille mince indéterminable; certains bancs sont blancs et à gros éléments, les autres d'un lie de vin intense.

6° Bancs noirâtres à débris d'huîtres et à *Heteraster oblongus*.

7° Calcaires blancs bien lités à *Orbitolines* de l'Urgonien supérieur.

8° Urgonien massif.

Les couches rouges (n° 5), comprises entre l'Urgonien et le Gault, représentent probablement l'aptien supérieur.

(1) Necker a signalé cette disposition à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle (d'après Maillard). A. Favre l'a retrouvée sur le versant sud des Avoudruz, dont il donne une coupe *loc. cit.*, p. 267). Maillard l'a signalé également sur le versant nord et l'attribue très justement à un chevauchement de la partie supérieure des Avoudruz sur le soubassement (Alpes de Sixt, etc., p. 8).

rouge, Gault, Sénonien, Nummulitique) réaliserait donc une écaille poussée sur le socle de la montagne (Urgonien, Aptien, Gault et peut-être Sénonien). Une telle hypothèse est rendue très vraisemblable par l'existence de la première faille F et par celle d'une autre petite cassure F<sub>3</sub> dont nous allons parler; l'ensemble de F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> et F<sub>3</sub> réalisant, à la montagne des Avoudruz, *une structure en écaille* en relation avec le pli couché par lequel elle a été chevauchée F<sub>3</sub> correspond, sur le versant sud des Avoudruz et sous la Pointe Rousse, à un relèvement d'un paquet d'Urgonien et de Néocomien placé contre la montagne.

En somme, d'après les recherches de Favre, Maillard, de M. Haug et les nouveaux résultats qui viennent d'être exposés, on peut distinguer dans le massif crétacé situé au Nord de Giffre, une série d'éléments tectoniques parallèles, de direction Sud-Ouest-Nord-Est.

Du Nord-Ouest au Sud-Est, c'est-à-dire transversalement à leur direction commune, on rencontre successivement :

I. — Anticlinal de Bostan, qui sort du Flysch au Sud-Ouest du col de la Golèze.

1. Le synclinal du vallon de Bostan, accidenté lui-même vers l'Est par un petit anticlinal secondaire.

II. — L'anticlinal Tuet-Signal de Foilly, finissant périclinalement du Sud-Est de la pointe de Tuet.

2. Le synclinal des chalets de Barmes

IIIa — Premier petit anticlinal du plateau de Conarra manifeste dans les nummulitiques sur la rive droite du Clévieux et qui se prolonge sur la gauche dans le Néocomien.

IIIb. — Deuxième petit anticlinal du plateau de Couarra, qui naît à côté du premier, à l'Est des chalets de Foilly.

3. Le synclinal des Avoudruz, faillé et disloqué dans cette montagne sur la poussée de l'anticlinal suivant.

IV. — Anticlinal du Clévieux et de la Pointe Rousse, qui se transforme en pli-faille à la Pointe Rousse et se retrouve dans le chevauchement de la Pointe de Sambet.

Tous ces plis apparaissent successivement et l'ensemble s'élève

du Sud-Ouest vers le Nord-Est, c'est-à-dire de la vallée du Giffre vers la frontière Suisse (1).

Il est tout à fait naturel de se demander maintenant à quoi correspondent ces accidents tectoniques en dehors du massif du Haut-Giffre.

Ce problème a déjà fait l'objet de nombreuses remarques et est presque entièrement résolu vers le Nord. On sait que si l'on dépasse la frontière Suisse, les deux plis I et II (Bostan et Tuet-Foilly), prennent de plus en plus d'importance, se couchent tout à fait et en s'élevant toujours davantage vont présider à la formation de la région des Dents du Midi. Un bon croquis de Maillard (2) montre le passage du synclinal des chalets de Bostan dans les Dents Blanches où il est encore représenté par un noyau urgonien. Plus loin, les belles coupes de MM. E. Favre et Hans Schardt (3) montrent encore les deux anticlinaux dans l'Hauterivien de la Haute Cime (Dent du Midi s. s.) et le pli inférieur sur le front des autres sommets (Dent Pauvre, Cathédrale, Cime de l'Est); en arrière au Sud-Est, dans le mont Ruan et le massif de la Tour-Sallières, les plissements du Jurassique supérieur traduisent avec une particulière intensité le passage des anticlinaux I et II et probablement aussi les ondulations du plateau de Couarra. Nous verrons plus loin ce que devient notre pli n° IV.

Le prolongement vers le Sud des plis du massif du Haut-Giffre est étudié dans le mémoire de M. Ritter, mentionné au début et dont nous allons examiner les conclusions en ce qui concerne le crétacé.

Dans une première série de beaux travaux, M. Ritter (4), en

(1) Cette notion très exacte de l'élévation de l'axe des plis du Haut Giffre, vers le Nord-Est, est développée par M. Ritter (*Haut-Giffre*. Introduction avec schéma, fig. 3, p. 8).

(2) Maillard: *Alpes de Sixt, etc.*, fig. 9, p. 15.

(3) Ernest Favre et Hans Schardt: *Descriptions géologiques des Préalpes, du canton de Vaux jusqu'à la Dranse et de la chaîne des Dents du Midi. Matériaux pour la Carte Géologique de la Suisse*, 22<sup>e</sup> livraison, 1887, avec un atlas, pl. XIV, XV, XVII et XVIII.

(4) Voir à ce sujet:

MM. Bertrand et Ritter: Sur la structure du Mont-Joly, près de Saint-Gervais (Haute-Savoie). *C. R. Académie des Sciences*, t. CXXII, 10 février 1896.

E. Ritter: La bordure Sud Ouest du Mont Blanc. Les plis couchés du Mont Joly et ses attaches. *Bulletin des Services de la Carte Géologique de France*, n° 60, 1897.

collaboration avec M. M. Bertrand, a montré que le massif du Mont-Joly près de Saint-Gervais et les parties voisines étaient formés par *six plis couchés*, numérotés de I à VI du bas vers le haut. D'après M. Ritter, deux de ces plis les plus élevés, IV-V fusionnés et VI, se retrouvent sur la rive droite de l'Arve dans le soubassement du massif de Platé et des Fiz; les deux plis sont manifestes dans le Jurassique supérieur au voisinage de la cascade d'Arpenaz; l'inférieur se montre dans le Crétacé en aval de Magland, l'autre vers les vallons de Flaine et de la Colonnaz (voir Ritter, Mont-Joly, pl. III).

Dans le massif du Haut-Giffre, le pli supérieur se retrouve dans le Malm contourné des Faucilles du Chantet, au-dessus de Sixt, et se prolonge de là, toujours dans le Malm, en s'élevant vers le Nord-Est, dans le Grenairon; on en perd ensuite la trace. Dans le Néocomien, l'Urgonien, le Crétacé supérieur et le Tertiaire, le pli se voit en aval du Sixt, sur la paroi gauche de la vallée du Giffre. Encore qu'il y ait peut-être à préciser ce dernier point, ces correspondances sont parfaitement vraisemblables et je n'apporte aucun élément nouveau sur cette question.

Le pli inférieur, d'après M. Ritter se retrouverait, affectant l'Urgonien et le Néocomien, dans le pli couché de Clévieux, mis en évidence par M. Haug. Après un ennoyage momentané sous le plateau tertiaire d'Araches, le pli du Clévieux peut très bien n'être, en effet, que la réapparition du pli de Magland. Mais ensuite, vers l'Est, M. Ritter arrive à des conclusions tout à fait inattendues. Il déclare que le « pli des Dents Blanches se continue du côté de Samoëns, comme Maillard et M. Haug l'ont déjà montré » « et fait correspondre le pli inférieur du versant droit de la vallée de l'Arve avec celui des Tours Salières et de la Dent du Midi » (1). Tout ce qui a été exposé plus haut sur la partie crétacée du massif du Haut-Giffre va à l'en-

---

(1) Ritter: *Haut Giffre*, p. 18. — Nulle part, à notre connaissance, Maillard n'a établi semblable correspondance (Voir à ce sujet le croquis tectonique de Maillard. Note sur la Géologie, etc., pl. vi, fig. 1; ni M. Haug, d'ailleurs. Ce dernier auteur (*loc. cit.*, pp. 39 et 40) décrit fort bien la terminaison périlclivante vers le Sud-Ouest de l'anticlinal Tuet-Foilly; de plus, dans la carte colorisée qui accompagne le mémoire de M. Haug, l'axe droit du Clévieux passe nettement en arrière de celui de Tuet-Foilly qui se prolonge dans les Dents du Midi.

contre de ses assertions. *Le pli du Clévieux* (IV de la carte et des coupes ci-jointes) (1) *se continue par le pli-faille de la Pointe Rousse et passe en arrière des plis qui vont concourir à former les Dents du Midi.*

La considération du Jurassique supérieur amène aux mêmes conclusions (2). Nous savons que notre pli IV se retrouve dans le Malm de la Pointe Sambet, recouvrant du Néocomien. Plus en arrière le Malm forme falaise des deux côtés de la vallée du Giffre, dans la région du Fer à Cheval et aux environs du Sixt. Sur la rive gauche du Giffre, il monte à mi-hauteur sur les flancs du Grenairon. Or, le sommet du Grenairon est formé par un retour de Malm sur le Néocomien est dessine un pli qui est le prolongement de celui des Faucilles du Chantet (VI de M. Ritter); et le pli qui lui fait suite vers l'avant (IV-V de M. Ritter) n'est autre, dans le Malm, que le pli de Sambet (notre pli IV). Tant dans le Jurassique supérieur que dans le Crétacé, le pli IV-V de M. Ritter correspond à notre pli IV et ne va nullement se prolonger dans les Dents du Midi.

Faut-il maintenant chercher l'origine des plis des Dents du Midi dans les plis inférieurs de M. Ritter (plis I et II-III du Mont-Joly)? Plusieurs raisons s'opposent à cette manière de voir : la terminaison périclinale de l'anticlinal Tuet-Foilly vers l'ouest, l'allure du pli du Bostan a son origine près de la Golèze, où il n'est nullement couché mais droit. Enfin, il convient de rappeler que M. Ritter n'a décrit, aux alentours du Mont-Joly, les plis I et II-III que dans le Lias, entre les plis du Mont-Joly et ceux des Dents du Midi.

Une dernière question reste à résoudre, le prolongement vers l'Est des plis du massif crétacé du Nord du Giffre. Nous savons d'après Maillard, E. Favre et Haus Schardt et M. Haug, que nos plis I, II, IIIa et IIIb se continuent en s'élevant et se couchant tout à fait dans les Dents du Midi, le Mont-Ruant et la Tour-Salières. Que devient vers l'Est le pli faille n° IV?

Il n'y a aucune chance de le retrouver dans le Crétacé qui a

---

(1) Et prolongement du pli inférieur n° IV et V de M. Ritter, d'après ce dernier auteur.

(2) Pour la suite, voir la Feuille géologique au 1/80.000° d'Annecy.

complètement décapé à l'Est du Fer à Cheval; cherchons dans le Jurassique supérieur, c'est-à-dire dans le prolongement de la Pointe de Sambet. Les auteurs (1) sont d'accord pour dessiner une charnière de pli ou un plan de chevauchement au sommet de la pointe Tanneverge. M. L.-W. Collet, dans un ouvrage récent, marque même, au sommet du Tanneverge, à part un petit témoin néocomien, un lambeau de Malm en recouvrement sur du Néocomien. Cette observation se raccorde parfaitement avec ce qui a été dit ici. Le Malm, poussé sur le Néocomien à la Pointe de Sambet, continuerait, si l'on fait abstraction de l'érosion, à monter en traversant la région extrême du Fer à Cheval, et se prolongerait, avec la même situation sur le Néocomien, dans la pointe de Tanneverge (2). Là s'arrêtent les investigations possibles à l'aide des travaux actuels.

Néanmoins on peut se permettre sinon un raccord tout au moins un rapprochement avec ce que l'on connaît de l'autre côté du Rhône sur la tectonique des Alpes Suisses. Le Massif des Dents du Midi se continue par le pli couché de Morcles,

[Voir la figure, page 262 du volume 16 du *Bull. de la Carte Géol. de France*). Le massif crétacé du Nord du Giffre, vu de Mont Saxonnex. Les plis IV, III, II, I sortent successivement du Flysch et se couchent successivement en s'éloignant vers le Nord Est. On retrouve les plis I, II et III dans les Dents du Midi et dans les terrains jurassiques du Mont Ruan et des Tours Salières. Le pli IV se continue vraisemblablement dans le Jurassique supérieur au sommet de la pointe Tanneverge].

étudié par M. Renevier. Le pli de Morcles est lui-même chevauché, d'après M. Lugeon (3), par une grande nappe de recouvrement : la nappe des Diablerets. Or, la nappe des Diablerets, superposée au pli de Morcles, a, par rapport à cette dernière, toutes proportions gardées, la même situation que notre pli n° IV

(1) MM. Haug (*loc. cit.*, pl. 1, fig. 4); Ritter (*Haut Giffre*, pl. II, fig. 1); L.-W. Collet: Etude géologique de la chaîne Tour-Salières Pic de Tanneverge, *Matériaux pour la Carte Géologique de la Suisse*, nouvelle série, XIX<sup>e</sup> livraison, Berne, 1904, pl. II, fig. 8. Voir également le joli dessin de Maillard: Alpes de Sixt, etc., pl. XXVII, fig. 23.

(2) *Pli supérieur* de M. Collet, dont le noyau se retrouve plus en arrière dans le Dogger, à la pointe de Fireive. La Suisse, *Bull. Soc. Géol.*, 4<sup>e</sup> série, t. I, 1901, pp. 723 et suivantes.

(3) Maurice Lugeon: Les grandes nappes de recouvrement du Chablais et de

par rapport aux plis qui vont donner les Dents du Midi. Lorsqu'on assemble des cartes françaises corrigées et les cartes géologiques suisses, dont M. Lugeon a tiré un parti si magistral, on est frappé de ces analogies. Malheureusement dans l'intervalle qui sépare le Haut-Giffre des Diablerets se produit une grande surélévation de plis; l'érosion a tout décapé jusqu'aux Schistes cristallins, et l'on ne peut savoir ni où s'amorce la nappe des Diablerets, ni comment se continue le pli du Clévieux.

Il faut donc simplement se contenter de cette étude :

1° Que les plis des Dents du Midi naissent dans le massif du Haut-Giffre;

2° Qu'un pli couché, dernier écho, peut être, vers l'Est des plis du Mont-Joly, se trouve plus en arrière dans ce massif et contribue à lui donner une physionomie tectonique particulière, si on le compare à celui des Dents du Midi.



I. — (Campagne 1907.)

REVISION DES FEUILLES DE GRENOBLE, VIZILLE,  
VALLORCINE ET ANNECY AU 80.000°  
ET FEUILLES DE LYON, AVIGNON, NICE  
GRAND SAINT-BERNARD AU 320.000°

PAR

W. KILIAN,

Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble, Collaborateur principal au Service de la Carte Géologique de France.



**Feuille de Grenoble au 80 millième** (Revision). — Dans le *massif de la Grande-Chartreuse*, l'exploration attentive du chaînon compris entre le col de la Charmette, les Cottaves et Pomaray, c'est-à-dire de la petite chaîne du Charmant-Som, commencée il y a quelques années en collaboration avec M. P. Lory, m'a permis d'établir définitivement l'existence de *quatre replis* anticlinaux et de *trois replis* synclinaux dans ce chaînon à la hauteur du habert du Charmant-Som, entre la bande synclinale miocène de la Charmette et la bande anticlinale (Valanginien) de Saint-Pierre-de-Chartreuse. Cette complexité s'atténue vers le Sud où plusieurs de ces plis se terminent avant d'atteindre la latitude de Proveysieux; à la hauteur de Quaix, il ne subsiste plus de ce *faisceau amygdaloïde* que quelques ondulations (Aiguille de Quaix) limitée à l'Ouest par une ligne d'étirement.

J'ai aussi constaté l'existence d'un affleurement de la *Lumachelle du Gault* à Fourvoirie, dans le flanc inverse du pli-faille de Voreppe, en contact avec la mollasse burdigalienne.

A noter également, près du sommet du Charmant-Som, un affleurement des « Marnes inférieures à Orbitolines » (Barrémien supérieur).

---

(1) Extrait du *Bulletin de la Carte Géologique de France*, n° 119. tome XVIII (1907 1908) Mai 1908. Comptes rendus des Collaborateurs pour la Campagne de 1907.

**Graisivaudan.** — Dans les environs de Chapareillan, les formations pléistocènes offrent des dispositions intéressantes :

1° Des *dépôts glaciaires anciens* ( $a^{1\text{gl}2}$ ) sur les pentes au-dessus du village (Glaciation würmienne de M. Penk).

2° Une *terrasse interstadiare* ( $a^{11}$ ) recouverte de *dépôts morainiques* ( $a^{1\text{gl}3}$ ), (correspondant probablement au *stade post-buhlénien* de M. Penk), cette terrasse se continue vers le château de la Gache, Barraux et la Flachère; le Glaciaire qui la recouvre

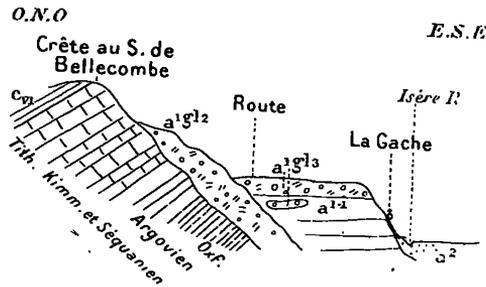


Fig. 1.

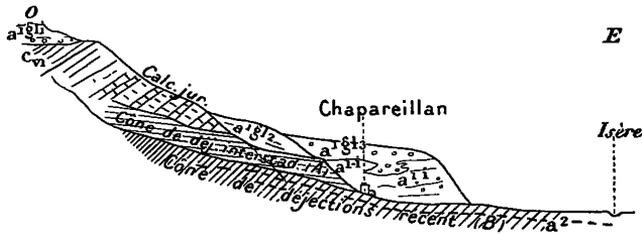


Fig. 2.

Oxf.: Schistes oxfordiens. — Argovien: Marnocalcaires à *Och. canaliculatum*. — Séquanien: Calcaires bien lités à *Perisph. Lothari*. — Kimm.: Calc. Kimmeridgiens à *Pyll. Loryi*. — Tith.: Calcaires tithoniques. — cvi: Marnocalcaires, à ciment (Zone à *Hopl. Boissieri*). —  $a^{1\text{gl}2}$ : Glaciaire du stade de Buhl. —  $a^{11}$ : alluvions interstadiaires. —  $a^{1\text{gl}3}$ : Glaciaire de la phase de récurrence (postbuhlénienne. —  $a^2$ : Alluvions de la plaine de l'Isère.

est intimément lié par des intercalations de graviers avec les alluvions qui la constituent. Ces derniers sont à la cote 301-310 m. et le Glaciaire à la cote 330-359 m. Ce complexe date

de la phase de retrait qui a suivi le stade des Moraines de Rovon sans doute équivalentes de la récurrence de Bühl.

3° D'*anciens cônes de déjections* (A) en relations avec cette terrasse interstadaire avec laquelle ils se raccordent. Ces formations sont coupées et nettement entamées par les ravinements, les cônes de déjections et les gorges plus récentes.

4° Des *cônes de déjections récents* (B) emboîtés en contre-bas des précédents qu'ils ont profondément ravinés (Bas du village de Chapareillan) et se raccordant avec les alluvions modernes (*a*<sup>2</sup>) de la plaine de l'Isère.

Il y a lieu de remarquer que les plus anciens de ces dépôts (*a*<sup>1</sup> et *a*<sup>2</sup>) sont nettement postérieurs au *principal surcreusement* de la vallée de l'Isère dont ils tapissent les pentes; un deuxième approfondissement s'est produit après les dépôts interstadiers et a entamé le fond de l'ancienne vallée (schistes calloviens de la Flachère).

**Feuilles de Vallorcine et Annecy** (Revision). — L'étude des *terrains de transport* de la vallée de l'Arve en amont de Sallanches exécutée en collaboration avec M. **Ch. Jacob**, nous a permis de délimiter sur la carte, outre les *alluvions modernes* plus ou moins torrentielles du fond des vallées, les formations suivantes :

A. — Les *dépôts glaciaires anciens*, avec nombreux blocs erratiques de protogine, sont très développés dans toute la région en aval des Houches (Colonnes coiffées de Saint-Gervais, etc.). En amont, au-dessus de Taconnaz et de Montquart, il subsiste également des témoins d'une *ancienne moraine latérale* de la vallée de l'Arve, coupée actuellement par les cônes de déjections et la moraine récente des Bossons.

B. — Un ancien *cône de déjections fluvio-glaciaire*, profondément entamé par la gorge de Saint-Gervais montre une stratification inclinée très caractéristique au N.-O. du Fayet.

C. — Des *dépôts glaciaires du dernier stade* (stade de Daun) formant des *vallums* bien reconnaissables en amont de Tines (le Lavancher) et près d'Argentières (fig. 3) (Moraines de Tréléchant, du Planay, etc.). Entre les Tines et Argentières ces mo-

raines encadrent une « cuvette terminale » (*Zungenbecken*), dans laquelle existent plusieurs petites *terrasses* fluvio-glaciaires locales dont la plus basse, entamée par les travaux du chemin de fer en aval de la gare d'Argentières, contient de nombreux *troncs d'arbres*.

De petites terrasses analogues existent entre Tréléchant et le village du Tour.

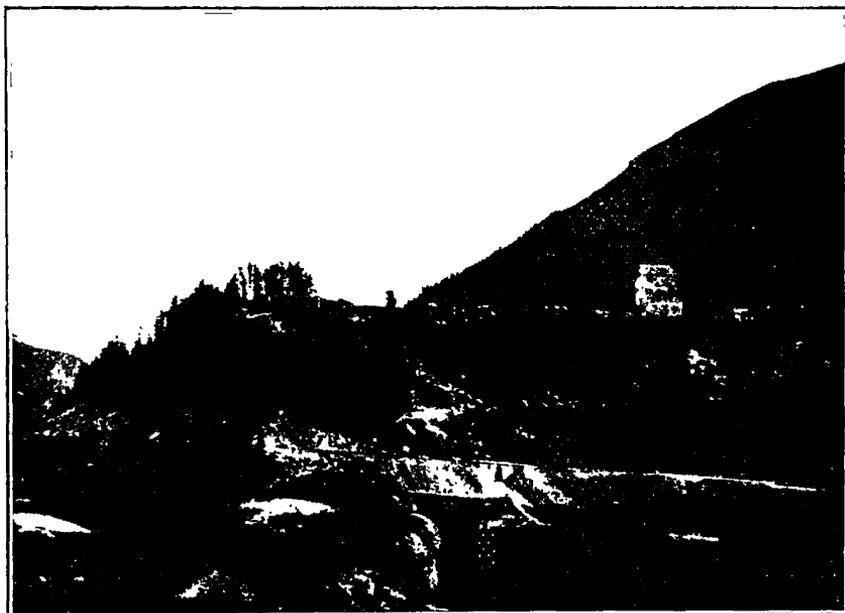


Fig. 3. — La Moraine du Planay, près d'Argentières.

D. — Les *dépôts glaciaires récents* (Moraines du glacier des Bossons, de la mer de Glace, du glacier d'Argentières) sont largement développés et entourent la partie frontale de ces glaciers qui accusent un retrait considérable.

E. — Les *cônes de déjections récents*, descendant soit du massif des Aiguilles-Rouges (Chamonix), soit du Mont-Blanc (Les Pèlerins, Tacconnaz, la Griaz, etc.) sont fréquents et largement étalés ; on les observe aussi en aval de Servoz : au Fayet, à Sallanches, Oex, etc.

F. — Il y a lieu en outre de signaler les ravinements récents qui se produisent par *érosion régressive* en amont du village du Tour et qui permettent de saisir d'une façon frappante le *contraste* entre les formes de l'érosion purement torrentielle et celles qui ont été produites par l'action glaciaire succédant à un creusement torrentiel.

Le « *surcreusement* » si nettement indiqué, avec son cortège habituel de dispositions topographiques, dans la vallée de Chamonix est nettement *antérieur aux moraines anciennes* de Taconnaz elles-mêmes antérieures à celles des Tines et du Planay.

CARTE AU 320.000°

### Environs du massif du Mont-Blanc.

Une tournée effectuée avec MM. **S. Franchi**, du Service géologique d'Italie, et **P. Lory**, a permis d'arriver à des conclusions intéressantes en ce qui concerne la « brèche des Châpieux » et l'extension des différents facies du Lias dans la zone frontière; ces résultats ont fait l'objet d'une notice spéciale.

En ce qui concerne le déversement *local* des strates du massif vers l'Italie en face d'Entrèves, qui a donné lieu à l'ancienne conception de la « structure en éventail » du Mont-Blanc, j'ai essayé de montrer qu'il correspond au « contrecoup » produit par le refoulement vers le Mont-Blanc du petit noyau anticlinal à noyau porphyrique de Chétif-la-Saxe, que M. Graeff comparait, en 1894, à un « petit massif central » et que je considère, contrairement à mon ami, M. S. Franchi (1), comme limité du côté du Nord par une ligne de contact anormal et comme *refoulé* vers le Mont-Blanc; une interprétation analogue avait du reste été indiquée, en 1894, par M. Graeff dans un mémoire sur le Mont Catogne (2).

La « structure en éventail » serait ainsi déterminée localement par l'existence d'une « écaille » venue du S.-E., poussée vers le

---

(1) M. Franchi n'admet l'existence d'un contact anormal qu'au Sud de l'arête Chétif-la-Saxe (V. *Bull. géol. ital.*, sept. 1907, la belle coupe publiée par cet auteur).

(2) Graeff (*Ber. d. natuf. Ges. zu Freiburg, i/Br.* 1894). V. aussi les travaux de MM. Franchi et Stella (*Bull. R. Comit. geol.*, 1900).

N.-O. contre le massif du Mont-Blanc et qui reposerait en contact anormal sur le flanc S.-E. du synclinal d'Entrèves. Le Mont Chétif et la Montagne de la Saxe, où s'observe ce contact anormal, font d'ailleurs précisément face aux régions du massif du Mont-Blanc où existe la *structure en éventail* avec déversement vers l'Italie; et peut-être faut-il voir dans le décollement et le refoulement de cette écaïlle sur la partie moyenne du massif du Mont-Blanc, déversé vers le N.O. dans son ensemble, l'origine de la structure à double déversement, *étroitement localisée* aux environs de Courmayeur (voir figure 4).

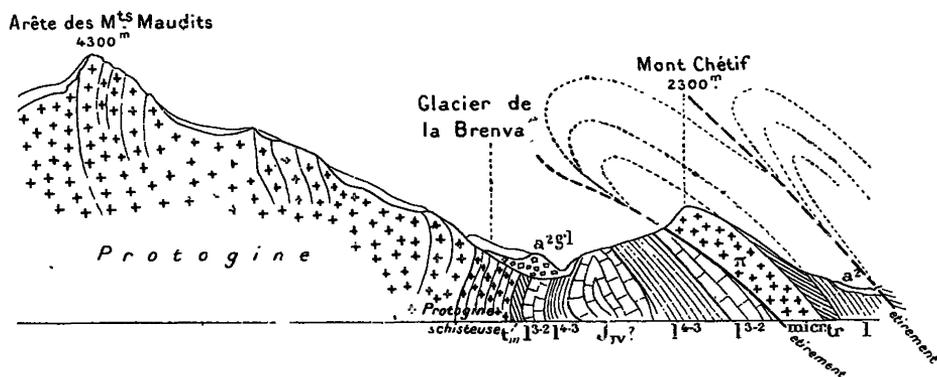


Fig. 4. Montrant les rapports de la « structure en éventail » du Mont-Blanc avec la présence du refoulement anticlinal du Mont-Chétif. — La légende est celle de la Carte de France au 80 millième.

π : Porphyres; micr.: Microgranulite, tr. Trias.

Cette écaïlle ne paraît du reste *pas d'origine lointaine*, ainsi que l'indique l'analogie très grande des microgranulites qu'elle renferme avec les porphyres du Val Ferret qui ne sont qu'une *forme marginale* de la protogine; elle n'est peut-être qu'un accident (décollement) dans la bordure sud de l'amygdaloïde du Mont-Blanc.

Une excursion dans le massif du Simplon et dans la **zone des Amphibolites d'Ivrée** m'a permis de constater une analogie très grande entre les roches de cette dernière zone et celles de la chaîne de Belledonne dans le Dauphiné, avec ses gabbros anciens, ses amphibolites et ses roches à grenats (envi-

rons de Livet et cascade du Baton); ces dernières, encore peu connues, rappellent dans une certaine mesure la série kinzigitique des environs d'Ornavasso.

**Alpes-Maritimes.** — Des explorations effectuées avec M. P. Reboul sur les feuilles de Nice, Saorge et Pont-Saint-Louis ont fourni quelques résultats intéressants qui font l'objet d'une note spéciale.

**Bas-Dauphiné.** — Au Sud de Beaurepaire, des galeries exécutées pour la recherche d'eau potable m'ont permis de reconnaître la continuation, sous un revêtement de cailloutis pliocènes remaniés, des marnes d'Hauterive (avec débris d'*Helix* et des *sables de Lens-Lestang* sur le bord septentrional du plateau de Chambaran près de Marcolin. Ces dépôts, *plus étendus vers l'E. qu'on ne le supposait*, sont ravinés par le système des terrasses pliocènes (Deckenschotter) et pléistocènes (fluvio-glaciaires) de la Bièvre-Valloire et ravinent eux-mêmes la mollasse miocène en *contre bas de laquelle* elles se sont déposées.

**Vallée de la Durance.** — J'ai pu constater aux environs de la Bessée la présence, dans le complexe des « *marbres en plaquettes* » si développées entre cette localité et Villard-Meyer, de bancs amygdalaires dont les éléments paraissent, à l'œil nu comme à l'examen microscopique, appartenir aux calcaires du Jurassique supérieur; les noyaux compacts sont entourés d'enveloppe de marbre schisteux lie de vin ou vert clair.

**Alpes de Savoie.** — L'étude du *bassin hydrographique de la Rozière* près de Bozel (Savoie) faite en collaboration avec M. Révil, nous a révélé l'existence d'un régime remarquable de *sources vauclusiennes* dans les calcaires triasiques en aval du Bioll; ce régime occasionne dans le débit moyen du bassin hydrographique correspondant une intéressante anomalie.

## VISITES HYDROLOGIQUES

Il a été procédé sous ma direction, pendant la campagne de 1907, à 52 examens de projets communaux d'adduction d'eau

potable dans les départements de l'Isère, des Hautes-Alpes, des Basses-Alpes, du Var et de l'Ardèche. J'ai exécuté moi-même les études relatives aux communes de Beaurepaire (Isère), Voinon (Isère), Valbonnais (Isère), Asperjoc (Ardèche), Berzème (Ardèche) et le Bourg-d'Oisans (Isère). Ces sources rentrent dans des types hydrologiques connus et n'ont offert aucune particularité remarquable.

## NOTE SUR LE RÔLE DE LA STRUCTURE GÉOLOGIQUE DANS L'ALIMENTATION DES TORRENTS ALPINS

PAR

W. KILIAN.

Il convient de mettre en garde contre les erreurs parfois considérables que peut provoquer l'appréciation *a priori*, trop sommaire et toute théorique du débit d'un cours d'eau de montagne, lorsqu'on ne tient pas compte de la structure géologique de son bassin de réception. S'il existe, en effet, un *rapport* qui, dans beaucoup de cas, est constant *entre la surface* de ce bassin d'alimentation et le débit moyen d'un torrent alpin et si ce rapport peut, lorsqu'on tient compte de la moyenne annuelle des précipitations et du coefficient d'évaporation ainsi que de l'état de la surface du sol (boisée ou dénudée), fournir dans la plupart des cas des données précieuses sur le débit utilisable du cours d'eau considéré, cette appréciation ne peut donner des résultats utiles que lorsqu'il s'agit d'un bassin dont les conditions géologiques ne présentent rien d'anormal et *lorsque les limites topographiques du bassin hydrographique coïncident* dans leur ensemble *avec celles du bassin géologique*. Dans d'autres cas, assez nombreux, la *structure géologique peut intervenir d'une façon très notable* dans l'alimentation du torrent et peut en modifier considérablement le débit, de façon à rendre absolument illusoire les évaluations résultant du calcul indiqué plus haut. Les principaux facteurs géologiques dans ce sens sont les suivants :

## a) L'inclinaison des couches.

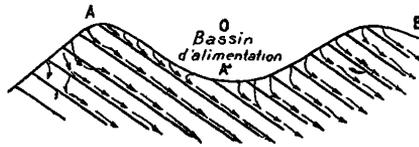


Fig. 5. — Le bassin O ne recevra que les infiltrations de la région A. Celles de la région AB seront en grande partie perdues pour ce bassin et entraînées ailleurs.

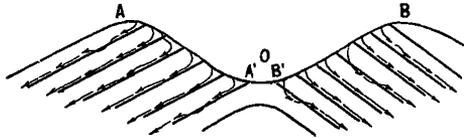


Fig. 6. — Le bassin O recevra un *minimum* d'infiltration, les eaux des régions AA' et A'B' étant en grande partie, par suite de l'inclinaison des couches, entraînées dans des bassins voisins ou en profondeur.

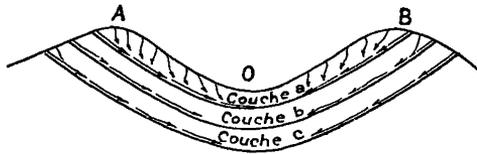


Fig. 7. — Le bassin O ne sera alimenté que par des infiltrations qu'a reçues, entre A et B, la couche *superficielle* a. Les eaux des couches b et c resteront en profondeur.

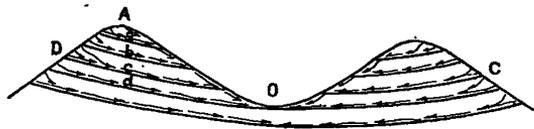


Fig. 8. — Le bassin O recevra un *maximum* d'infiltration et réunira toutes les eaux reçues par les régions D, A, B, C.

Les eaux d'infiltration provenant soit des précipitations, soit de la fusion des glaciers, *suivent* en général, dans leur trajet

souterrain, les *joint*s séparant les couches successives (de perméabilité souvent différente); l'inclinaison des assises, le « pendage » des couches a donc une importance capitale dans l'alimentation des cours d'eau.

Un simple coup d'œil sur les figures 5 et 8 permet de se rendre compte de quelques-unes des conditions variées qui peuvent se présenter à cet égard.

Il existe en outre des dispositions tectoniques plus compliquées pouvant modifier d'une façon plus importante encore le débit d'un bassin d'alimentation donné.

b) La nature plus ou moins imperméable, *fissurée ou cavernueuse* des roches donnant lieu, suivant les cas, soit à un régime de ruissellement et de filtration souterraine lent et régulier (normal), soit au contraire — et c'est le cas surtout pour les roches calcaires, pour les cargneules et les gypses — à l'existence d'un *véritable réseau hydrographique souterrain* : boyaux, cavités, lacs souterrains, parfois reliés par des siphons naturels, torrents souterrains venant parfois émerger au jour par des *résurgences* ou sources vauclusiennes à fort débit. Ces réseaux de fissures des terrains calcaires *n'ont parfois aucun rapport avec la stratification* des autres assises de la région ni avec les limites topographiques du bassin hydrographique apparent; elles donnent lieu, en outre, en déterminant l'absorption rapide et la descente facile en profondeur des eaux superficielles qu'elles soustraient ainsi à l'évaporation, à des *réserves* de liquide inattendues et importantes, *tout à fait disproportionnée avec le débit que donne un régime de filtration lente* et normale. Ces réservoirs naturels peuvent, suivant les dispositions tectoniques et topographiques, alimenter des sources considérables qui modifient et régularisent le débit du torrent principal. Il y a donc lieu, on le voit, de tenir compte dans une large mesure, lorsqu'on étudie le régime d'un cours d'eau tributaire d'une région de calcaires fissurés, *de ce régime spécial des régions calcaires*, régime bien connu et bien étudié depuis les travaux et explorations récentes de MM. Martel, Fournier, etc., dans le Jura, le Vercors, le Karst autrichien, le Dévoluy, etc.

c) L'existence de *diaclasses ou cassures* indépendantes de la

stratification des assises et pouvant ouvrir à l'eau des communications importantes de la topographie superficielle.

d) La présence de dislocations spéciales : *lignes de contacts anormaux*, ploiement et dispositions variées des couches imperméables, pouvant déterminer des pressions artésiennes ou l'écoulement des eaux dans des directions *que ne peut faire pressentir la topographie superficielle*, etc. (V. à ce sujet *Congrès de Cherbourg*, p. 341, Monographie des environs de Garéoult (Var) par M. W. Kilian).

Il est facile de voir, par les considérations que nous venons d'indiquer brièvement, que la *connaissance détaillée de la structure géologique est absolument nécessaire pour évaluer* d'une façon tant soit peu *rationnelle* le débit d'un cours d'eau de montagne lorsque son bassin d'alimentation présente une constitution géologique complexe, comme c'est si souvent le cas et comme cela se présente en particulier pour le bassin de la Rozière près de Bozel (Savoie) (1).

Il serait même puéril d'insister sur une conclusion qui semble l'évidence même, si de nombreux exemples ne montraient pas combien cette vérité a été et *est encore souvent méconnue* ou systématiquement négligée dans les travaux hydrologiques. Les réflexions confirment du reste de tous points les études hydrologiques entreprises pour le compte du ministère de l'Agriculture dans le S.-E. de la France par MM. de La Brosse et Tavernier, ingénieurs en chef des ponts et chaussées et les résultats qu'ils ont obtenus ainsi que leurs collaborateurs.

---

(1) Ce torrent, issu d'un bassin de réception, formé en grande partie de calcaires fissurés, à régime vaclusien, de cargneules et de gypse, possède un *débit* tout à fait disproportionné avec la surface de son bassin topographique et proportionnellement *bien supérieur* à celui des torrents voisins (les Allues, Champagny, etc.). D'après M. l'ingénieur en chef de la Brosse, le débit minimum de ce cours d'eau est au moins le *quintuple* de ce que donneront la simple planimétrie de l'enceinte orographique superficielle. Les jaugeages que poursuit l'Administration et les graphiques de débits qu'elle est en train d'établir serviront dans bien des cas à donner la mesure de la différence qui existe entre les deux bassins orographique et hydrographique (géologique) d'un même cours d'eau.