Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 27 (1891-1892)
Heft: 103

Artikel: Contributions à la géologie du Jura : III études géologiques sur l'extrémité méridionale de la chaine de Jura (chaine du reculet et du vuache)
Autor: Schardt, Hans
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-262867

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

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

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

Download PDF: 02.10.2025

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

CONTRIBUTIONS A LA GÉOLOGIE DU JURA

III

ÉTUDES GÉOLOGIQUES

SUR

L'EXTRÉMITÉ MÉRIDIONALE DE LA CHAINE DU JURA

(CHAINE DU RECULET ET DU VUACHE)

par **Hans SCHARDT**, Dr ès-sciences.

Planches VI à X.

Ce travail, commencé en 1879, devait se borner primitivement à la description des environs du fort de l'Ecluse et de la *montagne du Vuache*, chaînon détaché du Jura et qui se poursuit au sud de la cluse du Rhône, sur près de 10 kilomètres de longueur. Mais on ne détache pas aisément un anneau d'une chaîne, sans être obligé de toucher aux parties voisines. C'est ainsi que l'étude des terrains d'abord, puis l'explication de la structure étrange du Vuache, ont nécessité des recherches plus détaillées dans les régions limitrophes, ce qui prolongea mes explorations jusqu'en 1883, époque où d'autres travaux, en particulier ma collaboration à la carte géologique de la Suisse (Préalpes vaudoises et Dent du Midi), me forcèrent de renvoyer à plus tard la rédaction définitive de ce mémoire.

Telle qu'elle est, la présente étude renferme une description de la première chaîne du Jura, dès le col de St-Cergues jusqu'aux environs d'Annecy, où s'éteint la ligne orographique de la chaîne du Reculet-Vuache.

La montagne du Vuache sera traitée avec plus de détails dans le but de mettre en évidence, d'une part, la jonction de ce chaînon avec la chaîne du Reculet, et d'autre part, l'origine et le développement de la faille qui suit le Vuache dans toute sa longueur et sur laquelle se placent, plus au sud, le mont de Musiège et la montagne de la Balme de Sillingy. L'étude stratigra-

phique de cette région offre aussi plus d'un point intéressant, tant au Vuache que dans le reste de la chaîne du Reculet.

La stratigraphie des terrains jurassiques supérieurs laisse encore bien des questions à résoudre, malgré les soins et le temps que j'ai mis à l'étudier. J'ai été plus heureux avec le néocomien; le profil très complet, visible au Vuache, m'a permis de fixer des niveaux bien déterminés par les fossiles et d'établir des parallèles à ceux du néocomien du Salève et du Jura vaudois et neuchâtelois qui me sont familiers d'ancienne date.

Etant donné le petit nombre de publications que nous possédons sur cette partie du Jura, la présente étude aura peut-être le privilège d'augmenter nos connaissances par des faits nouveaux ou de compléter ce qui n'était pas encore suffisamment connu.

Puisse ce modeste travail servir de base à des études plus complètes. Le Jura, aussi simple que paraisse sa structure, recèle encore bien des problèmes captivants; ceux qui s'intéressent à leur solution trouveront, comme moi, bien des jouissances à discerner la vérité dans le dédale des bouleversements du sol.

Je tiens à exprimer encore mes remerciements les plus sincères à mon ami, M. Aug. Jaccard, fils, qui m'a puissamment secondé dans la recherche des fossiles et qui a partagé avec moi les fatigues et les jouissances d'un bon nombre des explorations dans la chaîne du Reculet et du Vuache. Je remercie aussi M. le professeur Renevier qui m'a confié des notes et des documents sur les environs du fort de l'Ecluse et de Divonne et sur les Voirons; j'en ai reproduit plusieurs passages qui complètent avantageusement mes propres observations. Mon ami, M. G. Maillard, à Annecy, a bien voulu compléter le coloriage de la petite carte générale au $^1/_{250\,000}$ pour la région au sud et à l'est du lac d'Annecy; je lui en témoigne toute ma gratitude, ainsi qu'à M. le Dr Bertschinger, assistant au Musée de géologie, à Lausanne, qui a vérifié une partie de mes déterminations de fossiles.

Les matériaux sur la géologie de cette région étant assez éparpillés, je crois rendre un service appréciable au lecteur, en faisant précéder mon travail d'une liste des travaux antérieurs à cette publication.

Veytaux, près Montreux, décembre 1890.

Dr H. SCHARDT.

Liste des principaux travaux relatifs à la Géologie de la chaîne du Vuache et du Reculet.

Emile Benoit. Tableau comparatif des terrains tertiaires dans le bassin du Rhône et des Usses. *Bull. Soc. géol. France,* 1875. Série 3, t. III, p. 436.

Le même. Esquisse d'une carte géologique et agronomique de la Bresse et des Dombes. *Bull. Soc. géol. France,* 1858. 2me série, t. XV, p. 315. (Profil au sud du Reculet.)

L'abbé Bourgeat. Note orographique sur la région du Jura comprise entre Genève et Poligny. *C.-R. Acad. des Sciences. Paris,* 1882. XCV, 1302.

Le même. Recherches sur les formations coralligènes du Jura méridional. *Paris,* 1888, pages 75 à 80. Coupe du malm à la Faucille.

F. Cuvier. Note sur la stratigraphie de l'extrémité sud du Jura et des montagnes qui lui font suite en Savoie, aux environs du Fort de l'Ecluse. *Bull. Soc. géol. France,* 1878. 3me série, t. VI, 364-370. Coupe par le Vuache à Léaz.

Alph. Favre. Considérations géologiques sur le Mont Salève. *Mém. Soc. phys. et hist. nat. Genève,* 1843. Le Vuache et le Crédo sont cités à plusieurs reprises, surtout à propos des limites du bassin de Genève et des dépôts diluviens.

Le même. Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse voisines du Mont-Blanc. *Paris* et *Genève,* 1867. Salève, t. I, p. 236. Profil de la Faucille, t. III, p. 137, pl. XII, fig. 14.

Le même. Description géologique du canton de Genève. *Genève,* 1879, avec carte, en 4 feuilles.

Gardy, Faton et Rochat. Rapport sur un gisement de terre réfractaire près Collonges (Ain). *Bull. Instit. national, Genève,* 1873, t. XVIII.

A. Jaccard. Description géologique du Jura vaudois et neuchâtelois. Carte géol. suisse, fle XVI. 1869. *Mat. carte géol. Suisse,* livr. VI. Profils par la Dôle et la Faucille, pl. I, fig. XIII et XIV.

G. Maillard. Notions de géologie élémentaire appliquées à la Haute-Savoie. Annecy 1889. *(Revue Savoisienne.)*

Le même. Note sur la géologie des environs d'Annecy, la Roche, Bonneville, etc. *Bull. carte géol. France.* No 6, nov. 1889. Profils des montagnes d'Allonzier et de la Balme de Sillingy.

J. Marcou. Sur le néocomien dans le Jura. *Arch. Sc. ph. et nat.* 1859, t. I.

Le même. Notice sur les hautes sommités du Jura, comprises entre la Dôle et le Reculet, 1847.

E. Renevier. Mémoire géologique sur la Perte du Rhône et ses environs. *Mém. Soc. helv. Sc. nat.* 1853.

Le même. Sur le glissement de terrain au fort de l'Ecluse. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 1883, *proc.-verb.* p. XVI.

H. Schardt. Sur la subdivision du jurassique supérieur dans le Jura occidental. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 1883. XVIII, 206.

Le même. Glissement de terrains au fort de l'Ecluse. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 1883. XIX, *proc.-verb.* p. XIX.

De Saussure, H.-B. Voyages dans les Alpes. Neuchâtel, 1779, t. I, p. 154 (Vuache), p. 265 (chaîne du Reculet jusqu'à la Dôle).

Société géologique de France. Réunion extraordinaire à Genève et Chamonix. *Bull. Soc. géol. France,* 1875. Ce volume contient des notes sur le Salève, Bellegarde, etc., ainsi qu'une liste bibliographique complète jusqu'à 1875.

La même. Réunion extraordinaire dans le Jura méridional. *Bull. Soc. géol. France.* 1885-1886. XIII. Liste bibliographique jusqu'à 1885.

Studer. Geologie der Schweiz, t. II, p. 295-307.

Vézian. Etudes géologiques sur le Jura, etc. *Mém. Soc. Emul. Doubs.* 1872. VII, 193. VIII, 325.

Le même. Le Jura. *Annales Club Alpin Français.* 1875, II.

CHAPITRE PREMIER

Aperçu orographique.

La partie de la chaîne du Jura traversée par la route du *col de St-Cergues* présente à sa partie supérieure une série de plissements parallèles et qui donnent lieu à une succession de petits chaînons, de simples crêts ou arêtes, séparés par des vallons plus ou moins profonds. Entre Genollier et les Rousses on peut distinguer cinq de ces chaînons.

Sauf la voûte de Montcrêt et le chaînon de la Frasse-Mont Sallaz, il n'est pas très facile de distinguer les prolongements des replis au N. et au S. du col de St-Cergues. En étudiant la carte (Feuille XVI de l'atlas Dufour), on peut s'assurer que

dans le relief extérieur, les arêtes ne se correspondent pas exactement des deux côtés de la dépression du col. Cette dernière paraît donc être due à des accidents orographiques ayant déterminé des modifications dans la continuité des plissements.

L'arête de la Dôle paraît avoir comme prolongement, au N. du col, le chaînon du Haut-Mont, dans lequel elle se confond avec l'arête de la Pétroulaz. Le vallon des Dappes a sa continuation dans les pâturages de la Givrine et dans le vallon des Amburnex. Le vallon synclinal de St-Cergues paraît avoir pour prolongement sud le vallon du Vuarne, mais les deux n'ont pas le même alignement.

Au S. du col de St-Cergues, la structure du haut de cette chaîne subit une modification profonde. Le large plateau (8 kilomètres) sur lequel s'élèvent les cinq plis mentionnés, devient de plus en plus étroit. Les trois plis des Cropts, de la Dôle et de la Pétroulaz s'effacent entièrement sur une distance de 30 kilomètres au S. du col. Les deux premiers se réunissent à moins de deux kilomètres au S. de la Dôle et forment, dès lors, le sommet de la voûte qui marque l'arête de la chaîne, dès ce point jusqu'au col de la Faucille. La petite arête de la Pétroulaz à l'E. de Leiseney s'abaisse rapidement vers le S.-W. et, près de la Malcombe, la route des Dappes entame encore la dernière extrémité de cette voûte.

Des quatre plis du sommet de la chaîne, il ne reste au col de la Faucille qu'un seul; le cinquième forme le second chaînon du Jura à l'W. de la vallée de Mijoux. Il existe, par contre, au pied E. de la chaîne, un peu au N. de Gex, un repli secondaire rompu suivant son axe et qui forme les deux collines de Vesancy et du Mont Mussy (Mourex).

Dès le **col de la Faucille**, dans la direction du S.-W. jusqu'au Grand Crédo, la chaîne du Jura a la disposition d'une voûte simple. Par la disparition des plissements secondaires, la hauteur de l'arête paraît augmentée; son altitude dépasse, en effet, 1700 mètres sur deux points. La vallée de la Valserine la sépare sur toute sa longueur jusqu'au Rhône, du Jura occidental qui ne l'égale en hauteur sur aucun point, ensorte que cette arête s'élève comme une barrière entre le plateau miocène et le reste du Jura; c'est bien comme une barrière que cette chaîne se présente lorsqu'on l'aperçoit pendant la traversée du lac Léman entre Evian et Nyon; le soir surtout, sa silhouette imposante se découpe avec netteté sur le ciel encore illuminé par les

derniers rayons du soleil; on voit les sommités les plus saillantes, la Dôle (1678 m.), le Mont-Rond (1600) dans l'arête de la Faucille, le Mont-Colomby (1691), le Reculet et le Crêt du Creux de la Neige (1720 et 1723 m.), enfin la longue crête de la Roche qui se termine au massif du Crédo (1628 m.). Celui-ci s'abaisse brusquement pour livrer passage au Rhône qui coupe ici la chaîne du Jura par une étroite cluse, vrai défilé, le seul de ce genre, à part la trouée de l'Aar dans le Jura argovien. Dans toute cette longueur, la chaîne du Jura a le même caractère orographique. C'est une voûte compliquée à son sommet par un double repli qui ne se trahit pas dans le relief extérieur de la chaîne.

Entre le col de la Faucille et le Mont-Colomby, la chaîne accuse un déjettement vers le S.-E., soit du côté du plateau suisse. Dans la région au S.-O. de ce point, le déjettement subit une interversion complète et déjà au Mont-Reculet on voit nettement que le plongement des couches est plus fort du côté de la vallée de la Valserine que du côté du plateau suisse. C'est surtout au S. de cette dernière sommité que ce caractère devient prononcé, la chaîne ressemble à une voûte penchée au N.-W., le flanc W. paraît totalement renversé et s'enfonce vers l'intérieur de la montagne. C'est à la suite de ce renversement, accompagné d'une véritable faille de plissement, que sur plus de 6 kilomètres de longueur, le flanc occidental de la voûte a pu se rompre et s'effondrer, mettant à découvert l'intérieur de la chaîne jusqu'au bathonien. La voûte se referme subitement au S. du Grand-Essert, modification qui coïncide avec un éloignement sensible du cours de la Valserine du pied immédiat de la chaîne. Le chaînon du Crêt Chalain, ayant formé précédemment le versant W. de la vallée de la Valserine, est coupé par celle-ci, et, tout en s'abaissant considérablement, son prolongement se place sur la rive gauche en s'appuyant étroitement contre la chaîne du Reculet.

A moins de 5 kilomètres au S.-S.-W. de son passage sur la rive gauche de la Valserine, ce massif s'abaisse subitement pour disparaître dans le bassin de Bellegarde. Cette modification étrange du flanc occidental de la chaîne du Reculet est accompagnée d'un changement bien plus étrange encore :

Au point même où la voûte rompue se referme, l'*axe de la chaîne prend une autre direction ;* ce n'est pas une courbure en forme d'arc de cercle, comme certaines chaînes alpines et même

du Jura en offrent des exemples ; c'est un changement de direction brusque et subit. La chaîne très étroite jusqu'alors, s'élargit sensiblement et forme au S. du col du Sac, le large massif du *Grand Crédo* (Crêt d'Eau). La direction nouvelle fait avec l'ancienne un angle de 120°, ce qui équivaut à un changement de 60°.

Le **Grand Crédo** diffère sensiblement du reste de la chaîne ; sa partie supérieure est large et presque plate avec quelques sommités dont la plus haute a 1608^{m} et qui résultent de replis secondaires du jurassique supérieur.

A son extrémité sud, du côté du Rhône, cette montagne est fendue dans le sens de la longueur et offre la forme d'un hémicirque.

Les deux extrémités de l'escarpement semi-circulaire du creux de Longeray dominent la profonde cluse du Rhône. Il n'y a pas, dans le Jura, de phénomène aussi surprenant que cette coupure profonde au sud de laquelle se place la **montagne du Vuache,** exactement sur le prolongement du Plat des Rochers ; la branche occidentale, celle du Sorgia, n'a pas de correspondant sur la rive opposée du Rhône.

L'entaille qui a donné lieu au cirque de Longeray a son origine dans l'existence d'une faille qui traverse le Rhône et suit le pied ouest de la montagne du Vuache. Cette dernière n'est, du reste, que la moitié d'une voûte, fendue suivant sa ligne de faîte et l'autre moitié, à l'ouest de cette fissure, s'est affaissée.

La montagne du Vuache, qui suit exactement la nouvelle direction de la chaîne, est orientée du N.-N.-W. au S.-S.-E. sur une longueur de plus de 10 kilomètres, toujours escarpée à l'ouest, où elle est coupée par la faille. Le ruisseau du Fornant coupe l'arête du Vuache au sud de Chaumont, à Malpaz, au point même où l'arête tend à s'abaisser ; au-delà de cette coupure, la moitié de la montagne correspondant au Vuache est affaissée et recouverte du miocène, tandis que la lèvre ouest de la faille est soulevée en demi-coupole et forme le **Mont de Musiège,** dont l'escarpement est tourné à l'est, soit en sens inverse de celui du Vuache. La chaîne paraît, dès lors, entièrement disparue sur près de 8 kilomètres, mais près de Sillingy s'élève, sur l'alignement exact de la faille du Vuache, la **Montagne de la Balme,** dernier indice de l'axe de dislocation de la chaîne du Reculet ; cette fois l'escarpement est tourné vers l'ouest comme celui du Vuache. Cette montagne offre à son extrémité S.-E. un plongement ré-

gulier dans tous les sens, tandis que la face escarpée du côté du S.-W. doit son existence à une faille qui met en contact, près du hameau de la Balme, le valangien et le jurassique avec l'urgonien.

CHAPITRE II

Aperçu sommaire sur les terrains constitutifs de la Région et leur répartition.

Les terrains qui composent la première chaîne du Jura, dès le col de St-Cergues au Grand-Crédo, la montagne du Vuache et le Mont de Musiége appartiennent au jurassique, au crétacé et au tertiaire. Ce sont les terrains jurassiques et crétacés seuls qui prennent part à la formation de la chaîne elle-même, les terrains tertiaires ne jouent qu'un rôle accessoire. Le rôle des couches jurassiques et crétacées n'est pas le même dans toute la longueur de la chaîne. Au col de St-Cergues le néocomien s'élève jusque dans le haut de l'arête et participe à la formation de la série de plis qui se succèdent à travers la largeur de la chaîne; à partir de la Dôle vers le sud, le crétacé se retire de la partie supérieure, réduit à former une bordure presque continue sur les flancs de la chaîne à une altitude variant entre 600-1000 mètres; l'étage valangien monte le plus haut, l'urgonien ne dépasse pas d'habitude le pied de la montagne; ce n'est qu'à l'approche du Grand-Crédo que le néocomien tend à s'élever davantage. Au-delà du Rhône, la montagne du Vuache se présente dans des conditions tout à fait différentes et le néocomien forme l'arête elle-même du chaînon; sur la plus grande longueur c'est le valangien; plus au sud nous y trouvons l'urgonien de même qu'au Mont de Musiège et à la Balme, dont le sommet est urgonien, comme dans les montagnes des environs d'Annecy et de Chambéry.

Voici l'énumération des traits généraux des terrains observés :

Terrains tertiaires.

ALLUVIONS ET TERRAINS RÉCENTS. Ces terrains ne demandent pas de mentions spéciales, le rôle des dépôts de charriages, des terrains d'éboulement, l'origine des tufs, de la tourbe, etc., étant suffisamment connus.

FORMATIONS GLACIAIRES et ALLUVION ANCIENNE. **Dépôts morainiques** composés de matériaux alpins et jurassiens mêlés. Ces derniers sont en plus grande proportion à l'approche du Jura. Les graviers erratiques forment une moraine latérale continue tout le long de la chaîne et s'élèvent entre 600-700 mètres sur le flanc du Reculet. Au Sorgia nous avons mesuré 1140 mètres pour les plus hauts blocs alpins. Le glaciaire jurassien monte encore plus haut, mais on ne le distingue pas facilement des éboulis et roches désagrégées du voisinage. En général, sauf pour les parties tout à fait inférieures, les graviers glaciaires ne jouent pas un rôle prépondérant dans l'orographie du Jura; ils arrondissent les formes extérieures et fertilisent certaines parties autrement dénudées et arides.

Dans le voisinage de la cluse du Fort de l'Ecluse et dans le bassin de Bellegarde existent des dépôts de graviers stratifiés, recouverts par le glaciaire morainique. Cette **alluvion glaciaire** se présente comme un cône de déjection du Rhône primitif se jetant par-dessus le seuil du Jura dans un ancien lac ayant occupé une partie du bassin de Bellegarde. (?)

MIOCÈNE ou FORMATION MOLLASSIQUE. Ce terrain, composé dans notre région de marnes et de grès tendres, ne joue qu'un rôle tout à fait secondaire dans l'orographie de la chaîne. Son étude spéciale ne rentre donc pas dans le cadre de ce travail. Un seul cas excepté, les terrains miocènes sont entièrement en dehors de la chaîne elle-même. Il y a des dépôts miocènes dans le vallon de la Mantière et d'importants affleurements existent dans la vallée de la Valserine en amont de Chézery et à Lélex. M. Renevier a décrit la mollasse marine avec *Lamna*, étage **Helvétien**, du bassin de Bellegarde. Nous parlerons en temps et lieu de la mollasse à feuilles aquitanienne de Lélex, des marnes à gypse de Fernaz et du grès bitumineux de Boge (vallon de Mantière).

SIDÉROLITHIQUE. Nous indiquons cette formation comme étant d'âge éocène, parce que, plus au N., les formations sidérolithiques paraissent s'être formées à cette époque; on est cependant tenté de croire que dans notre partie du Jura le sidérolithique a continué à se former encore au commencement de la période miocène oligocène. Il se compose de sables siliceux mêlés d'argile, de bolus rouge ou jaune et qui remplissent des crevasses ou se trouvent en épanchement à la surface autour de ces orifices.

Il faut considérer les dépôts sidérolithiques comme ayant une origine semiplutonique; ils sont dus à des sources geyseriennes. Nous n'avons reconnu dans notre région qu'un seul dépôt de minerai de fer pisiforme; dans le Jura bernois, ce dernier ne forme, du reste, que la plus petite partie des dépôts attribués au terrain sidérolithique. Dans la chaîne du Reculet et du Vuache, ce sont les sables siliceux purs ou mêlés d'argile et des bolus ferrugineux qui forment la plus grande partie des dépôts que nous attribuons à la formation sidérolithique. Si le minerai de fer est rare, l'apparition de ces sables dans l'intérieur des crevasses du néocomien et du jurassique est absolument identique par ses allures à celle du minerai de fer avec ses argiles rouges et jaunes dans le Jura bernois et soleurois, et plus au sud, dans le Jura neuchâtelois et vaudois.

Nous décrirons plus tard comme absolument typiques, sous ce rapport, les crevasses remplies de sables et de bolus ferrugineux qui traversent le calcaire urgonien près de Chévrier (Vuache).

Terrains secondaires.

CRÉTACÉ MOYEN. Nous n'avons pas à traiter spécialement les étages du **Gault** et de l'**Aptien** qui n'apparaissent pas, sauf sur un point, dans l'intérieur de la chaîne du Jura que nous avons à décrire. Leur développement dans le bassin de Bellegarde fait que ces terrains sont suffisamment connus et nous nous contentons de renvoyer, pour cela, aux publications y relatives. Le seul point où le gault fossilifère se rencontre dans notre région est le vallon de la Mantière, au-dessus de Confort, entre Bellegarde et Chézery. Ailleurs nous avons constaté des sables verts non fossilifères que leur position entre le tertiaire et le néocomien permet d'attribuer au gault, et des argiles verdâtres sableuses ou calcaires qui se rapprochent de l'aptien.

CRÉTACÉ INFÉRIEUR ou NÉOCOMIEN. Ce terrain est un des plus importants de notre chaîne. Dans toute la partie comprise entre le col de St-Cergues et la cluse du Fort de l'Ecluse, le néocomien forme une bordure sur les deux versants de la chaîne et remplit le fond des hauts vallons entre St-Cergues et les Rousses. Dans le chaînon du Vuache et plus au sud, c'est le néocomien qui constitue presque toute la montagne. Nous distinguons dans le néocomien les étages suivants :

Etage Urgonien. A la partie supérieure, on trouve sur quel-

ques points le *calcaire à Ptérocères*, réuni habituellement à l'aptien, mais qui se lie orographiquement à l'urgonien. L'**Urgonien supérieur** (Urg. II) est un terrain essentiellement calcaire, de couleur claire, partout riche en *Requienia Ammonia* et surtout en *Sphærulites Blumenbachi* (carrières de Thoiry, de Sergy, etc.). Les gros bancs massifs sont parfois interrompus de zones un peu marneuses gris-bleuâtre ou jaunâtres, lorsque l'air et l'humidité les ont oxydées. Le facies crayeux blanc ou imprégné de bitume se montre sur plusieurs points. — L'**Urgonien inférieur** (Urg. I) est plus marneux et jaunâtre; reconnaissable à sa faune de Brachiopodes : *Terebratula russilliensis*, *Rhynchonella lata* et ses oursins : *Heteraster Couloni, Goniopygus peltatus*, etc. Dans le Jura vaudois, ce terrain se lie par son facies et sa faune plutôt à l'étage supérieur du *hauterivien*, le calcaire jaune de Neuchâtel; dans la chaîne du Reculet et bien plus encore au Vuache, il se rapproche, au point de se confondre avec lui, du *calcaire à Requienia*, et orographiquement il s'associe absolument à l'étage urgonien supérieur; c'est le cas au Vuache, au mont de Musiége, à la Balme et au mont Semnoz près d'Annecy. Le Salève fait plutôt exception.

Etage Hauterivien. Le rôle orographique de ce terrain n'est pas le même dans toute la longueur de la chaîne du Jura. Dans le Jura vaudois et neuchâtelois, la partie supérieure, le calcaire jaune de Neuchâtel, se lie très intimément, par son facies et sa nature pétrographique, à l'urgonien inférieur et forme avec celui-ci un massif de consistance plus ou moins marno-calcaire, donnant lieu à des crêts indépendants de l'urgonien supérieur; il n'en est pas de même dans la partie sud du Jura qui nous occupe. — L'étage **hauterivien supérieur** (Haut. III), épais de 40-60 mètres, est très souvent entrecoupé de couches marneuses assez épaisses, qui font que, dans ses allures extérieures, ce terrain se confond avec la marne d'Hauterive, dont l'épaisseur est en outre plus considérable que dans le Nord du Jura. On ne voit donc pas ici ces crêts de pierre jaune surmontant une *combe* de marne d'Hauterive. Celle-ci, très large, en raison de l'épaisseur de la zone marneuse, est surmontée immédiatement du crêt urgonien. Cette disposition se montre le mieux au Vuache et au mont de Musiège; le flanc est du Reculet et du Crédo en offre aussi des exemples. L'abondance du *Toxaster complanatus* est encore un caractère rapprochant ce sous-étage du Hauterivien II.

Dans notre région, comme partout, la **marne d'Hauterive** (Haut. II) est essentiellement marneuse, offrant cependant, vers le bas, des interruptions calcaires. Son épaisseur est de 15-30 mètres et va en croissant vers le sud, en même temps que la nature pétrographique devient plus calcaire. C'est la marne d'Hauterive concurremment avec la partie marneuse du sous-étage supérieur qui donne au groupe néocomien son cachet orographique particulier, par la formation des *combes hauterivienes*, légères dépressions qui prennent parfois la forme de petits vallons le long du flanc des montagnes. Lorsque les couches sont fortement inclinées, les combes deviennent de simples *replats* ou *paliers*, surtout si l'enfoncement primitif a été comblé par des dépôts glaciaires. On distingue de cette manière la zone hauterivienne sur le flanc de la chaîne du Reculet à partir de Crozet jusqu'à Collonges, en passant au-dessus de Thoiry, Farges, etc. Le Vuache offre un bel exemple de combe néocomienne à la Balme, entre Chévrier et Vulbens.

Dans le Jura neuchâtelois et vaudois, la base de la marne d'Hauterive est marquée par une zone paléontologique particulière, la zone à *Ammonites Astieri*, marne jaune ou grise, riche, en outre, en ostracés *(Ostrea Couloni, O. rectangularis)* et en brachiopodes *(Terebratula sella)* et surtout en spongiaires. Un terrain qui nous paraît correspondre stratigraphiquement à ce niveau paléontologique du Jura neuchâtelois, est pour notre région le **calcaire à Ostrea rectangularis**, zone particulière que je nommerai *Hauterivien I*, parce que ce terrain se distingue orographiquement de la manière la plus nette des autres sections de l'étage hauterivien. C'est un terrain calcaire, jaune, de texture oolithique ou spathique (brèche échinodermique), se détachant en dalles, interrompu de quelques lits marneux jaunes. Ce calcaire se confond facilement avec le valangien supérieur, mais il s'en distingue par sa faune hauterivienne; les fossiles les plus communs sont : *Ostrea rectangularis*, *Ostr. Couloni* (très grands exemplaires), *Terebratula sella*, Spongiaires, etc. Certains gisements renferment même une faune très nombreuse (Crozet). Sa constance et son importance sont des motifs suffisants pour le distinguer comme sous-étage, au même titre que la marne d'Hauterive et la pierre jaune de Neuchâtel.

Etage Valangien. Cet étage est essentiellement calcaire et se divise en deux sous-étages : Le **Valangien supérieur** ou calcaire roux *(Valangien II)* a environ 25-30 mètres d'épaisseur et se

compose de bancs peu épais de calcaire, jaune roux, oolithiques ou à débris d'échinodermes. Pétrographiquement, ce calcaire ne se distingue pas du calcaire à *Ostrea rectangularis*, mais bien par ses fossiles *(Rynchonella valangiensis,* etc.).

Dans toute la région de notre chaîne, dès le col de St-Cergues jusqu'au Vuache, le valangien supérieur commence par une zone marneuse, la marne d'Arzier, épaisse de 5 mètres dans la carrière de la Violette près Arzier et qui diminue en épaisseur vers le sud; au fort de l'Ecluse elle a encore 2 mètres d'épaisseur. Les fossiles les plus caractéristiques sont: *Rhynchonella valangiensis*, *Rynch. Desori*, *Terebratula valdensis*, *T. Germaini*, *Pecten arzierensis*, *Monopleura corniculum*, *Cidaris pretiosa*, etc., etc.

Le **Valangien inférieur** ou *Valangien I,* a plus de 100 mètres d'épaisseur et offre des bancs réguliers de calcaire blanc ou grisâtre, n'ayant que rarement de petites intercalations marneuses. Ce calcaire renferme des *Nerinées* et le *Natica Leviathan.* Vers la base seulement apparaissent quelques couches de marnes assez épaisses pour influer sur le relief du sol, surtout dans la région où le portlandien supérieur est formé de marnes plus ou moins dolomitiques. Ces deux terrains donnent alors lieu à des combes ou replats semblables à ceux de l'hauterivien, mais moins larges et moins constants.

Dans la chaîne du Reculet, on reconnaît facilement par ce caractère orographique la base du valangien et la zone marneuse du portlandien. C'est un léger palier au-dessus de la combe hauterivienne. Au Vuache, ces terrains forment un talus peu incliné le long de l'arête, au-dessus de l'escarpement du jurassique supérieur.

Terrains Jurassiques.

JURASSIQUE SUPÉRIEUR OU MALM. Les terrains de ce groupe, d'une épaisseur totale de 300-400 mètres, appartiennent aux étages portlandien, kimmeridgien et séquanien, qui forment, par leur nature essentiellement calcaire, les escarpements ou le revêtement de la partie supérieure de la chaîne; l'étage argovien (200 mètres) et le séquanien inférieur, sont plutôt marneux et forment d'habitude, au pied des escarpements calcaires, des talus peu inclinés.

L'**étage Portlandien** offre à sa partie supérieure une zone do-

lomitique et marneuse, formée de bancs peu épais, alternativement calcaires et friables, et dont nous avons déjà décrit le rôle orographique dans les lignes qui précèdent. Le facies d'eau douce du **Purbeckien** fait absolument défaut dans la chaîne du Reculet. Il y a bien au Vuache, entre la base du valangien et le portlandien supérieur, une zone bréchiforme à fragments noirs, rappelant la brèche à cailloux noirs du mont Salève, mais, sauf sa position, il n'y a aucun indice autorisant à le considérer comme l'équivalent du purbeckien.

Le reste du portlandien est exclusivement calcaire et formé de bancs massifs; dans l'orographie, ce dernier forme, avec le kimmeridgien et une partie du séquanien, le massif portlandien-kimmeridgien.

L'**étage Kimmeridgien** ne peut être nettement distingué dans toute la chaîne. Dès le col de la Faucille jusqu'au Reculet, on le reconnaît facilement par son *facies coralligène*, calcaire blanc à grosses oolithes, contenant des *coraux*, des *Nerinées*, *Diceras*, etc. Au Grand-Crédo et au Vuache, il est impossible, par suite de l'absence de fossiles et du facies coralligène, de distinguer, dans le massif calcaire, le portlandien du kimmeridgien; une zone contenant quelques coraux indique encore vaguement le niveau coralligène du kimmeridgien.

L'**étage Séquanien** est formé, pour la partie supérieure, de bancs de calcaire massif gris ou jaunâtre, séparés de délits marneux, dans lesquels il est possible de trouver un certain nombre de fossiles caractéristiques: *Terebratulina substriata*, *Terebratula bisuffarcinata*, *Waldheimia Mœschi*, *Pecten*, *Pholadomya*, etc. Le séquanien inférieur est plutôt marneux et se lie, par son facies, à l'argovien. Sa faune est formée surtout de céphalopodes (*Ammonites Achilles*, *Amm. lictor*, *Amm. progeron*, *Amm. Guntheri*, *Amm. tenuilobatus*, etc.), fossiles des couches de Baden. La séparation de l'argovien d'avec le séquanien ne peut se voir dans les formes orographiques.

L'**étage Argovien** est extrêmement pauvre en fossiles; ses calcaires homogènes plaquetés alternant avec des marnes feuilletées ou argileuses se délitent facilement; les deux niveaux supérieurs, les *couches du Geissberg* et les *couches d'Effingen* ne se distinguent pas par leurs fossiles. La partie supérieure, plus calcaire, correspondrait à la première, et la base, à marnes feuilletées en prédominance, représenterait les couches d'Effin-

gen. Le facies est bien le *facies argovien*, quoique les fossiles fassent souvent défaut. L'épaisseur de l'étage est de 150-200 mètres, mais ce chiffre est incertain, à cause de la difficulté de tracer la séparation entre le séquanien inférieur et l'argovien ; en l'absence de fossiles, cette séparation ne peut pas partout se faire.

La base de l'argovien est marquée de la manière la plus nette par la présence du calcaire *spongitien*, ayant absolument le facies des *couches de Birmensdorf*. C'est une série de bancs calcaires peu épais, 10-20 centimètres, à surface rugueuse et séparés par des délits marneux. La couleur de la roche est gris-cendré et les fossiles se trouvent de préférence à la surface des bancs, *Ammonites plicatilis*, *Am. canaliculatus*, *Am. Henrici*, *Am. oculatus*, nombreux *spongiaires*, etc.

JURASSIQUE INFÉRIEUR ou *Dogger*. Le niveau des marnes à fossiles pyriteux de l'étage Divesien paraît être représenté par une certaine épaisseur de marne grise privée de fossiles. Sur plusieurs points existe bien nettement l'**étage Callovien**, soit les assises à *Ammonites Lamberti*, *Am. macrocephalus*, *Am. athleta*, *Am. anceps*, *Am. coronatus*, sans qu'il soit possible de séparer les *niveaux* distincts dans lesquels ces fossiles se trouvent habituellement. Ainsi dans l'un des gisements, à la Rivière près Chézery, l'*Ammonites Lamberti* se trouve dans la même couche avec *Am. coronatus*, *Am. anceps*, *Am. Bakeriæ* et *Am. athleta*. Le Callovien de la Platière (creux de la Faucille) offre dans la même couche : *Ammonites Parkinsoni*, *Am. anceps* et *Am. Backeriæ* avec *Nautilus hexagonus*, *Pholadomya avulum*, *Arcomya sinistra*, *Collyrites ringens*, etc. En présence d'un tel mélange d'espèces, il ne faut pas s'étonner de ne pas trouver distinctement tous les niveaux paléontologiques, très rapprochés du reste, qui ont été établis ailleurs entre le spongitien et le bathonien. A juger de l'ensemble de la faune, il est cependant fort bien visible que la faune de Chézery indique un niveau supérieur à celle de la Platière. Cette dernière renferme certaines espèces franchement calloviennes, tandis que bon nombre d'autres sont plutôt bathoniennes, ce qui est encore un motif pour rapporter le callovien au dogger.

Le Bathonien est le calcaire immédiatement inférieur au callovien. Dans la région de la Faucille, le seul niveau à découvert a le *facies* de la *dalle nacrée*, calcaire jaune ou roux plus ou

moins spathique, composé d'oolithes et de débris d'échinodermes (Pentacrines), spongiaires, bryozoaires, etc. Dans le ravin de la Rivière, près Chézery, le callovien repose sur des alternances de calcaire et de marnes, gris, semblables à l'argovien et qui renferment : *Acanthothyris spinosa* et *Ammonites Backeriæ.* Ce terrain, d'une épaisseur de 20-30 mètres, repose lui-même sur un calcaire échinodermique riche en polypiers, grandes *Terebratules* et *Pecten*, correspondant évidemment au calcaire à polypiers du Jura vaudois. C'est le terrain le plus ancien qui affleure dans la première chaîne du Jura. Le chaînon du Vuache ne laisse percer nulle part le jurassique inférieur, sauf dans le cirque de Longeray, près du fort de l'Ecluse, où le bathonien se présente de nouveau par son facies supérieur, la *dalle nacrée,* accompagnée de quelques bancs de marnes grises peu fossilifères.

CHAPITRE III

Région comprise entre le col de St-Cergues et le col de la Faucille.

Col de St-Cergues. Les divers chaînons que nous avons mentionnés précédemment dans la région du col de St-Cergues sont des voûtes du jurassique supérieur renfermant dans les synclinaux des lambeaux plus ou moins considérables de terrain néocomien.

En montant à St-Cergues par le village d'Arzier, on trouve d'abord une grande étendue de terrain glaciaire, avant de rencontrer, dans les carrières de la Violette, le *valangien inférieur* exploité. Les marnes d'Arzier, formant la base du valangien supérieur, se voient sur une grande longueur et atteignent ici une épaisseur de 4.5 mètres. La teinte de la roche est gris ardoise, interrompue par place par du jaune. Quelques bancs irréguliers plus durs coupent la couche marneuse. La série observée dans la grande carrière est la suivante :

VALANGIEN SUPÉRIEUR *b*. Calcaire jaune-roux . . . . . ?

Marne d'Arzier (Valangien supérieur *a*).

1. Marne jaune et grise dans le milieu. 0m55
2. Calcaire roussâtre oolithique, un peu plus marneux dans la moitié inférieure. 0m60
3. Marne jaune et grise par places, assez homogène, avec concrétions calcaires dans la partie supérieure. 0m90

Rynchonella Desori, Rh. valangiensis et *Terebratula arzierensis, Cidaris,* etc.

4. Calcaire marneux jaunâtre 0m35
6. Marne jaune gris-bleu, couleur ardoise dans le milieu et jaune vers la base où elle vient un peu plus calcaire, couche la plus fossilifère, comme 3 . . 2m20

VALANGIEN INFÉRIEUR *b*. Calcaire blanc ou jaune-clair très compact, marbre bâtard exploité.

Les marnes d'Arzier ont été appelées quelquefois valangien moyen; mais elles ne nous paraissent pas assez importantes au point de vue stratigraphique, ni assez différenciées par leur faune, pour mériter d'être considérées comme sous-étage moyen du valangien, au même titre que le calcaire roux ou le marbre bâtard. Par la plupart de ses espèces, la faune de la marne d'Arzier se lie à celle du calcaire roux et des marnes qui interrompent fréquemment ce dernier.

Il n'y a pas lieu de donner ici la liste des fossiles des carrières d'Arzier. Les publications de M. Loriol et de M. A. Jaccard nous en dispensent et nous renvoyons pour cela à ces ouvrages [1].

Dès la carrière de la Violette, on coupe dans la direction de St-Cergues, un bombement du valangien inférieur, formant le premier chaînon, avant de pénétrer dans le vallon, où est construit ce village. Ce pli synclinal renferme du néocomien moyen, caché en bonne partie par de l'erratique et des éboulis; la marne hauterivienne ne se voit nulle part. J'ai constaté, par contre, avant d'arriver au village, le calcaire jaune plus ou moins oolithique et spathique du hauterivien supérieur, renfermant quelques fossiles assez mal conservés :

[1] *P. de Loriol.* Monographie des couches de l'étage valangien d'Arzier. *Mat. p. l. paléont. suisse,* par F.-J. Pictet, livr. X et XI, 1868. M. de Loriol décrit dans cette étude 105 espèces fossiles des marnes d'Arzier, dont 38 appartiennent aussi au calcaire roux de la même localité.

A. Jaccard. Jura vaudois et neuch. Mat. pour la carte géol. suisse, VIII.

Serpula antiquata, Rœm.
Terebratula acuta, Qnst.
» *sella*, Sow.
Cardium impressum, Leym.
Fimbria corrugata, Sow.
Ostrea Couloni, d'Orb.

En sortant du village de St-Cergues, sur la **route des Rousses**, on traverse d'abord les couches du valangien fortement redressées et passablement bouleversées. Dans le voisinage d'une petite maisonnette, il y a plusieurs couches de marnes fossilifères dans le valangien inférieur ; ce dernier s'appuie sur une assez grande épaisseur de marnes dolomitiques gris-jaune et tachetées en bancs minces, appartenant sans doute au *purbeckien*, soit portlandien supérieur. En dessous de ces marnes apparaissent les calcaires portlandiens formant une voûte très bien accusée. La route la traverse et au point où l'ancienne route rejoint la nouvelle, la dolomie purbeckienne se retrouve sous forme de nombreux lits peu épais, en partie sableux ; mais pas plus ici qu'au gisement précédent, il n'est possible de découvrir des fossiles dans ce terrain, quoiqu'on l'exploite activement pour la fabrique de poteries de Nyon. M. Marcou [1] a donné une coupe de cette région pour motiver l'hypothèse d'une discordance entre le néocomien et le jurassique, disposition qu'il rend très apparente, mais dont M. Jaccard conteste la réalité [2]. La coupe naturelle que figure M. Jaccard me paraît en effet plus conforme à la situation des terrains et comme la discordance entre le néocomien et le jurassique n'existe pas sur le versant ouest de la voûte portlandienne, il n'y a aucune raison de vouloir la voir sur le versant est.

Il est difficile de relier cette partie du profil NE de la dépression du col à celui du flanc SW. La zone néocomienne du vallon de St-Cergues ne paraît pas se prolonger au SW du col. M. Jaccard la figure dans sa carte comme s'arrêtant brusquement. Il ne me semble pas douteux que c'est là une apparence, car à juger de certains changements dans la direction des couches, je crois devoir considérer le vallon de Vuarne comme étant le prolongement de celui de St-Cergues, quoi qu'il ne soit pas dans l'alignement direct de celui-ci. Ce vallon s'ouvre près du chalet de la St-Cergue, presque en face de la voûte portlandienne, que côtoie la nouvelle route. C'est par une poussée horizontale, par

[1] *Marcou.* Sur le néocomien dans le Jura, p. 16 et 17, pl. I, fig. 1.

[2] *A. Jaccard.* Sur le terrain d'eau douce infracrétacé. Mém. Soc. phys. et hist. nat. de Genève, t. XVIII.

un décrochement transversal à la chaîne, accompagné peut-être d'un affaissement de toute la région entre la Dôle et la dépression du col, que cette irrégularité s'est produite. Ce mouvement a peut-être créé une rupture transversale, mais il est possible aussi que ce ne soit qu'une simple inflexion, un décrochement incomplet. C'est ainsi que je le représente dans la petite carte. J'admets donc, jusqu'à preuve du contraire, que la zone néocomienne de St-Cergues se prolonge au S.-W. dans le **vallon du Vuarne**. Déjà à quelques pas à l'ouest du chalet de la St-Cergue, qui est bâti sur le valangien, on trouve le calcaire jaune à *Ostrea rectangularis* (hauterivien I); une couche marneuse qui affleure au bord du chemin, est passablement riche en fossiles :

Terebratula acuta, Qnst.
» *sella,* Sow.
Ostrea rectangularis, Rœm.
» *Minos,* Coq.
Ostrea Couloni, d'Orb.
Echinobrissus Olfersii, Ag.
Holectypus macropygus, Ag.,
etc.

Le fond du vallon du Vuarne est formé, à son entrée, par l'hauterivien supérieur; sur ses flancs se voit la dépression causée par la marne d'Hauterive. A mesure qu'on s'avance vers le haut du vallon, il devient plus étroit, et, au pied de la Dôle, il se ferme subitement, dominé à l'ouest par l'escarpement de cette sommité. Cet escarpement, formé par le calcaire portlandien et kimmeridgien, est dû à une faille; le pli très brusque du flanc ouest du vallon du Vuarne passe au pied de la Dôle à une véritable faille, en sorte que le calcaire néocomien qui supporte les chalets de la Dôle, vient buter contre le pied de l'escarpement jurassique. Cette faille n'est pas absolument rectiligne et longitudinale; près de la fontaine du chalet de la Dôle, l'escarpement fait un angle d'environ 130° et tourne à l'est; le pli synclinal du vallon du Vuarne se dessine nettement sur cette paroi jurassique, juste en dessous du chalet des Cropts. Cela montre donc clairement que la faille, d'abord longitudinale, passe au pied de la Dôle à une faille transversale.

Le calcaire jurassique de la **Dôle** perce au milieu des assises du néocomien comme un fond de bateau renversé; il s'enfonce sous le néocomien du côté du S.-W. Sur le versant ouest se trouve un petit vallon synclinal, il contient le chalet et les pâturages du **Leyseney.** Ce vallon est d'abord très étroit, resserré entre la Dôle et la petite arête valangienne de la Pétroulaz. Dans sa partie supérieure, il est rempli d'éboulis; plus bas, il

s'élargit et renferme, bien développés, les trois étages du néocomien; il s'élargit en même temps et forme enfin cette large région plus ou moins accidentée qui s'étend au S-E. du vallon des Dappes.

Le **chaînon de la Pétroulaz** est une voûte aiguë de jurassique supérieur qui perce à peine le valangien; ce dernier, avec les autres étages du néocomien, forment toute la région entre la Vasserode, la Pillarde et le Sonailley. Ce sont les calcaires jaunes oolithiques et spathiques du hauterivien supérieur qui se voient le mieux dans cette région de pâturages. Le synclinal du vallon de Leyseney est indiqué par une étroite zone de *calcaire urgonien inférieur* qui va dès la Pillarde jusqu'à la Vattay, où la route des Dappes entaille ce calcaire jaune. Au contour de la route, avant la Vattay, j'ai trouvé plusieurs échantillons de la *Terebratula Ebrodunensis*, Ag., un des fossiles les plus caractéristiques de ce sous-étage.

Le **vallon des Dappes** est formé d'un pli synclinal qui renferme aussi du néocomien. En suivant la grand'route, dès la Cure jusqu'au Tabaniou, on coupe successivement les trois étages néocomiens. Un peu avant le chalet des Dappes on trouve d'abord le *valangien inférieur* et le *calcaire roux*, avec peu de fossiles, suivi du calcaire à *Ostrea rectangularis* qui forme le bord de la route juste vis-à-vis du chalet des Dappes. Sur 20 à 30 mètres environ, on suit des alternances de calcaires oolithiques et spathiques gris avec des marnes grises assez épaisses; celles-ci ne se voient qu'imparfaitement dans les sillons du pâturage. C'est l'étage des *marnes d'Hauterive*, à en juger par les fossiles recueillis :

Toxaster complanatus, Ag.
Echinobrissus Olfersii, Des.
Pleurotomaria Bourgueti, Ag.
Natica Hugardi, d'Orb.
Panopæa neocomiensis, d'Orb.
» *cylindrica*, Pict. et Go.
Ostrea Couloni, d'Orb.
Lima undata, Lor.
Hinnites Leymerii, Desh.
Terebratula acuta, Qnst.
Rhynchonella multiformis, Rœm.
Serpula heliciformis, Rœm.
Galeolaria neocomiensis, de Lor.
Spongiaires.

Il y a deux zones marneuses, séparées par un massif de calcaire jaune oolithique.

Le calcaire jaune oolithique du hauterivien supérieur se superpose à la seconde assise de marne et bientôt on trouve l'*urgonien inférieur*, calcaire jaune, plus clair que celui du hauteri-

vien supérieur qui renferme : *Panopæa neocomiensis*, *Rhynchonella lata* et des *Bryozoaires*. Vers le Tabaniou, on trouve même une certaine épaisseur d'*urgonien supérieur*, calcaire blanc compact avec *Requienia Ammonia*.

Route de la Faucille. Dès le Tabaniou, on redescend la série des couches et la route coupe d'abord en descendant toute la série néocomienne jusqu'au valangien qui affleure à la Malcombe, et dès cet endroit on remonte de nouveau la série jusqu'à l'urgonien de la Vattay.

Entre ces deux points, la série des terrains est la suivante : bientôt après avoir quitté le Tabaniou, on trouve une région ondulée où des dépressions indiquent les marnes d'Hauterive, et plus loin de nombreux affleurements, soit au bord de la route, soit dans les pâturages, permettent de constater l'importance du calcaire à *Ostrea rectangularis;* on trouve de nombreux et très grands échantillons de ce fossile. Avant d'arriver au contour rentrant que fait la route devant le bâtiment de la **Malcombe**, on trouve à gauche un petit affleurement d'une marne jaune ou grisâtre assez homogène, épaisse d'un mètre à peine; elle est en dessous d'un calcaire oolithique et spathique jaune-clair rempli de *Galeolaria neocomiensis* et de *Terebratula sella*. La marne est dans le voisinage du valangien supérieur et appartient au niveau du calcaire à Ostrea rectangularis ou hauterivien I. La faune qu'elle renferme est assez remarquable :

Serpula heliciformis, Rœm.
Galeolaria neocomiensis, de Lor.
Terebratula sella, Sow.
» *salevensis*, de Lor.
» *acuta*, Qnst.
Panopæa neocomiensis, d'Orb.
Panopæa rostrata, d'Orb.
Pholadomya elongata, Munst.
Astarte transversa, Leym.
Lima Carteroni, d'Orb.
Pyrina incisa, d'Orb.
Echinobrissus Olfersii, d'Orb.

La *Pyrina incisa*, fossile relativement rare dans le néocomien moyen, est assez commune dans cette couche.

L'affleurement de cette marne est très restreint et la végétation reprend sur une certaine longueur, jusqu'au contour qui conduit à la *Malcombe*. Ici apparaît le valangien supérieur (val. II), sous forme d'un calcaire jaune-roux, renfermant de nombreuses *Pholadomya elongata* et la *Rhynchonella valangiensis*. Le calcaire gris-blanc compact du valangien inférieur suit en dessous. Ce terrain forme ici très distinctement une voûte, le prolongement de l'arête de la Pétroulaz. Sous une première

assise de 15 mètres de calcaire compact, apparaît, sur une épaisseur de 7 mètres, de la marne grise et jaune, grenue, oolithique et un peu calcaire ; j'ai recueilli les fossiles suivants :

Terebratula valdensis, de Lor.
Pholadomya elongata, Rœm.
Thracia vulvaria, d'Orb.
Venus, Sp.
Pleurotomaria Blancheti, Pict.
Natica prælonga, Dsh.
» *lævigata*, Dsh.
Nerinea Blancheti, Pict.

Cette marne repose elle-même sur un nouveau massif de calcaire compact, d'épaisseur inconnue, car il forme le noyau de la voûte recourbée en forme de genou, dont la route coupe ici l'extrémité. Un petit ravin creusé au profit de la marne du côté vertical du pli, débouche en ce point dans la combe de Mijoux. La marne grise est de nouveau recouverte de 15 mètres de calcaire valangien blanc, plongeant en sens inverse. Il est ainsi manifeste que la marne est interposée au milieu du valangien inférieur. En l'exploitant on trouverait peut-être bien des fossiles intéressants de ce niveau peu constant et pas toujours fossilifère.

En s'approchant de la **Vasserode**, on dépasse bientôt le valangien inférieur pour rentrer dans le calcaire roux qui n'affleure guère, sauf sur un point où il offre une couche remarquable par l'abondance de gros *spongiaires* à structure concentrique.

Le *calcaire à Ostrea rectangularis* apparaît en dessus, on y trouve en grande abondance le fossile qui lui a valu son nom et de très grands exemplaires d'*Ostrea Couloni*. Une dépression traduit au-delà de la Vasserode l'emplacement du hauterivien marneux. Entre la marne de la Vasserode et la Conrade on coupe le hauterivien supérieur, calcaire jaune, gris, quelquefois roussâtre, toujours oolithique et spathique, interrompu, non loin de la Conrade, par plusieurs lits de marnes grises oolithiques assez riches en fossiles : belles Panopées (*P. neocomiensis, P. Dupini*, etc.). Après cette coupe, on entre dans l'urgonien inférieur affleurant près de la Vattay et que nous avons déjà mentionné plus haut.

A partir de la Vattay, les affleurements font défaut ; la route entre un peu plus loin assez subitement dans le terrain jurassique, comme s'il y avait une faille ou un pli-faille entre le néocomien supérieur et le jurassique. Elle suit ce dernier terrain, assez fortement replié en genou et escarpé, jusqu'au col de la

Faucille, où elle coupe transversalement la chaîne et les terrains qui la composent.

La **combe de Mijoux** est le prolongement direct du vallon des Dappes; c'est un synclinal encaissé entre l'arête de la Serra à l'ouest et la chaîne de la Dôle à l'est. C'est sur son versant oriental que le pli anticlinal de la Pétroulaz s'efface entièrement pour faire place plus loin à une véritable faille. Le fond de cette vallée est à 1000 mètres d'altitude en moyenne. On y trouve le prolongement des bancs du néocomien, décrits plus haut, et d'après M. Benoît, il y aurait du gault, affleurant près de la source de la Valserine.

Le **versant oriental** de la chaîne, entre Genollier et Gex, n'offre rien de bien remarquable jusqu'à Divonne. La bordure néocomienne qui s'applique contre les dépôts jurassiques est en grande partie recouverte par l'erratique. Ce terrain apparaît par contre, entre Divonne et Gex, dans une position des plus intéressantes. Il forme, en effet, au pied de la chaîne du Jura, deux collines distinctes, la **colline de Vesancy** qui s'appuie, en forme de contrefort, contre le pied du Jura, et le **Mont-Mussy** ou **Mont-de-Mourex** qui s'élève à une distance d'environ un kilomètre de la colline de Vesancy.

Ces deux élévations sont le résultat d'un pli secondaire en forme de voûte rompue suivant la ligne de faîte. C'est le long de cette rupture qu'a été creusé le vallon de Vesancy qui les sépare. La colline de Vesancy et le Mont-Mussy présentent ainsi de part et d'autre de ce vallon, des bancs escarpés et plongeant en anticlinale. Les couches de la colline de Vesancy forment une synclinale avec celle de la chaîne du Jura, mais les dépôts erratiques recouvrent entièrement la zone de contact.

Le vallon de Vesancy est une apparition des plus intéressantes; on trouve sur ses deux côtés, à la même altitude, les mêmes bancs, coupés quelquefois verticalement. Du côté du Mont-de-Mourex, l'escarpement forme deux gradins pas très élevés, séparés par un replat bien accusé. Le versant de la colline de Vesancy a une pente plus régulière; il est recouvert jusqu'à une certaine hauteur de graviers glaciaires; ce dernier terrain comble aussi le fond du vallon.

Nous avons constaté au Mont-de-Mourex les trois étages du néocomien, dès l'urgonien supérieur au valangien inférieur; à l'extrémité sud apparaît même un peu de jurassique supérieur. Grâce aux nombreuses carrières ouvertes dans les diverses par-

ties de cette colline, il m'a été possible d'étudier la succession des assises et de recueillir des fossiles, à l'exception de la marne d'Hauterive qui est presque constamment invisible, recouverte qu'elle est par l'erratique et par les cultures.

Lorsqu'on monte au Mont-de-Mussy (nom spécialement appliqué à l'extrémité nord de la colline) par le chemin qui prend derrière le château de Divonne, on trouve d'abord, au-dessus du village d'Arbère, une carrière ouverte dans l'*urgonien* supérieur. Ce sont des couches de calcaire blanc, fortement redressées. A leur partie supérieure existe, sur une épaisseur de quelques mètres, du *calcaire saccharoïde* poreux, en partie imprégné d'asphalte. La position stratigraphique de ce calcaire asphaltifère en fait l'analogue de celui de St-Aubin et de la Presta dans le Val-de-Travers. Sur ce même chemin, on trouve un peu plus haut, à peu de distance au-dessus de la carrière, l'*urgonien inférieur*, soit les couches de la Russille, sous forme de calcaire blanchâtre ou jaunâtre compact, en couches minces vers le bas, où il est plutôt oolithique. J'ai trouvé dans un calcaire jaune oolithique des radioles de *Pseudocidaris clunifera*, Ag., de *Cidaris Lardyi*, Ag.; le *Goniopygus peltatus*, Des. A la base il y a deux intercalations marneuses jaunes qui m'ont fourni de nombreux exemplaires de *Terebratula russillensis*, de Lor.

En dessous des maisons de « *Sur Mussy* », on exploite, dans une carrière assez vaste, du calcaire spathique à texture grossière, jaunâtre ou grisâtre, parsemé de grains verts, et appartenant à l'étage *hauterivien supérieur*. Ce calcaire se fend facilement en dalles peu épaisses, disposées obliquement à la stratification, caractère qui se rencontre souvent dans les assises de la pierre jaune de Neuchâtel. Ces couches sont totalement dépourvues de fossiles reconnaissables, quoique composées elles-mêmes presque exclusivement de débris d'Echinodermes, de Bryozoaires, etc.

La région supérieure du monticule, entre Mussy et Mourex, est peu accidentée, couverte de taillis et de broussailles. C'est un plateau allant en s'élevant de Mussy (668 m.) jusqu'au pied du sommet, le Crêt de Mourex (757 m.), situé près du village de ce nom, à l'extrémité sud. On suit la dépression causée par la présence des marnes d'Hauterive; tandis que le calcaire hauterivien supérieur forme le flanc est entre Grilly et Divonne.

Dès le sommet du Crêt de Mourex le calcaire hauterivien supérieur descend jusqu'à Mourex et se voit encore presque au con-

tact de la mollasse (d'après M. Renevier). Le terrain hauterivien inférieur est à découvert sur plusieurs points au pied de ce crêt; il est marneux, mais entrecoupé de bancs calcaires spathiques. Aucun affleurement n'est assez grand pour acquérir quelque notion sur la série des couches, ni pour récolter des fossiles. En descendant du côté de Vesancy, on constate encore, au-dessus de l'escarpement, le calcaire roux, très ferrugineux par places, du valangien supérieur. J'y ai recueilli la *Nerinea Favrina*, Pict. et C.

A la sortie du village de Mourex, on trouve, en dessous du calcaire roux et immédiatement au-dessus du valangien inférieur, une zone marneuse ou marno-calcaire, grenue et oolithique de quelques mètres d'épaisseur, et qui paraît assez riche en fossiles. Par sa position stratigraphique et par sa faune, cette marne est absolument analogue aux **marnes d'Arzier.** On la remarque encore dans une grande carrière à l'extrémité nord du monticule, dans une position absolument identique.

A la suite de recherches réitérées, j'ai réuni la faunule suivante, soit à Mourex près du village *(M)*, soit dans la carrière près de la chapelle de Vesancy *(V)*, dont il va être question :

Galeolaria neocomiensis, de Lor. *M.*
Serpula antiquata, de Lor. *M. V.*
Terebratula valdensis, de Lor. *M.*
» *Germaini*, Pict. *M.*
Waldheimia villersensis, de L. *M.*
Waldheimia collinaria, de Lor. *M.*
Rhynchonella valangiensis, de Lor. *M. V.*
Rhynchonella Desori, de Lor. *M.*
Apporrhais, spec. *M.*
Tylostoma naticoide, P. et C. *M.*
Pholadomya elongata, Munst. *M.*
Anatina cf. Cornueli, d'Orb. *M.*
Cardium petilum, de Lor. *M.*
Cyprina Marcoui, d'Orb. *M.*
Lucina, spec. *M.*
Astarte elongata, d'Orb. *M.*
Trigonia Sanctæ Crucis, P. et C. *M.*
Lima Tombecki, d'Orb. *M.*
» *neocomiensis*, de Lor. *M.*
» *Nicoleti*, P. et C. *M.*
» *undata*, de Lor. *M.*
Janira valangiensis, de Lor. *M.*
Pecten arzierensis, de Lor. *M.*
Ostrea Couloni, d'Orb. *M.*
» *tuberculifera*, Koch et Dunk. *M.*
Monopleura valangiensis, Pict. et C. *M.*
Monopleura valdensis, P. et C. *M.*
» *corniculum*, P. et C. *M.*
Pygurus rostratus, Ag. *M. V.*
Phyllobrissus Duboisii, Des. *M.*
Orbitolina, spec. *V.*
Spongiaires, les mêmes qu'à Arzier, *Discœlia dumosa*, etc., *M.*

La colline de Vesancy est la contre-partie du Mont-de-Mourex; elle offre du côté du vallon de ce nom la même série de

couches, mais elles sont moins bien à découvert. Plusieurs carrières sont ouvertes au pied de cette colline pour l'exploitation du calcaire compact du valangien inférieur. La direction des couches est parallèle au Jura, le plongement d'environ 5° vers l'intérieur de la chaîne.

La carrière près de la chapelle de Vesancy m'a permis de constater, au-dessus du calcaire, la zone d'Arzier avec ses fossiles caractéristiques. La jonction des couches de la colline de Vesancy avec les terrains formant la chaîne proprement dite du Jura, ne se voit pas à cause du grand développement des dépôts erratiques qui s'élèvent en forme d'épaisses moraines tout le long de cette partie peu inclinée du pied du Jura. Il est donc d'autant plus extraordinaire que le *vallon de Vesancy* n'en soit pas entièrement comblé. Peut-être ce vallon est-il justement dû en partie à l'érosion glaciaire? Il est, dans tous les cas, fort probable que la présence de la glace a préservé ce vallon du remplissage par les dépôts morainiques, en admettant que son creusage soit antérieur à l'époque glaciaire; il est en effet difficile d'admettre que son érosion ou le déblaiement des dépôts glaciaires soit le produit du petit ruisseau qui le traverse actuellement. On pourrait aussi supposer que le Journan sortant du cirque de la Faucille et qui va grossir maintenant le London, aurait traversé autrefois ce vallon et que les dépôts glaciaires, augmentés de son propre cône de déjection, aient forcé ce torrent à se diriger vers le sud.

CHAPITRE IV

Col de la Faucille.

La route de la Faucille traverse, à l'altitude de 1223 m., la première chaîne du Jura, pour descendre sur le versant oriental dans le Pays de Gex. La coupure choisie pour le passage de cette route, ainsi que le vallon du Journan, enfoncé au pied de l'arête de la Faucille, sont des endroits très favorables pour l'étude tectonique et stratigraphique de la chaîne.

La structure de la chaîne est donnée par le profil 1, pl. II. Cette chaîne semble renfermer une voûte déjetée au N.-E., mais aussi du côté du vallon de la Valserine, les couches sont verticales ou déjetées à l'ouest. Un pli-faille fait toucher l'urgonien

ou la mollasse au jurassique près de Mijoux. Le haut de la montagne offre un large plateau incliné, couvert de forêts et de pâturages. Le vallon du Journan (combe d'Envers) est creusé sur la courbure anticlinale de la voûte. Le pli est très brusque, presque à angle droit, un vrai genou.

Le profil de pl. II, fig. 1, est sensiblement d'accord avec celui que donne M. Alph. Favre. En partant de Mijoux, dans la vallée de la Valserine, on traverse le jurassique supérieur; il ne m'a pas été possible de constater la présence du portlandien qui paraît être oblitéré par la faille le long du pied occidental de la chaîne. Le calcaire oolithique jaunâtre que l'on rencontre entre les deux lacets de la route, ainsi que le calcaire blanc, légèrement rosé en couches fracturées et fendillées, exploité près de l'auberge de la Faucille, appartiennent au kimmeridgien, à juger des fragments de polypiers qu'il renferme. Cette roche forme tout le plateau au S.-W. du col, jusqu'au Mont-Colomby. Sur le chemin conduisant au chalet du *Mont-Rond*, à 1500 m. environ de la route, j'ai trouvé un gisement riche en polypiers qui m'a fourni en outre l'*Ostrea solitaria*. La partie inférieure du kimmeridgien se voit le mieux en dessous du col de la Faucille, au pied du Mont-Turet; c'est une assez grande épaisseur (49-50 m.) de calcaire grossièrement oolithique; les oolithies ont jusqu'à la grosseur d'une noix et résultent incontestablement de la trituration des polypiers. Ceux-ci, le plus souvent méconnaissables, ainsi que les débris de *Nérinées*, *Ostrea*, etc., prennent une bonne part dans la formation de cette roche. L'âge kimmeridgien est du reste attesté par la superposition immédiate de cette oolithe aux calcaires séquaniens; elle occupe donc un niveau absolument correspondant à l'oolithe coralligène de Valfin, de St-Germain, d'Oyonnax, etc., fait que nous avons déjà démontré antérieurement [1], d'accord avec les constatations faites par M. Choffat et plus récemment par M. Bourgeat et de Loriol [2].

En dessous de l'oolithe de la Faucille, on trouve, en descendant la route, sur une quarantaine de mètres environ, des calcaires subcompacts homogènes, de couleur grisâtre ou jaunâtre.

[1] Sur la subdivision du Jurassique suisse. *Bull. Soc. vaud. sc. nat.*, 1883, XVIII, p. 206.

[2] *De Loriol et Bourgeat.* Faune et stratigraphie des couches coralligènes de Valfin. *Mém. Soc. pal. suisse,* 1886-88, t. XIII, XIV, XV.

Dans la partie inférieure, ce massif est interrompu par plusieurs délits marneux de même couleur. La couche marneuse la plus élevée est gris-foncé et renferme une grande quantité de *Waldheimia humeralis* et *Waldheimia Mœschi*. Quelques mètres plus bas la roche devient plus jaunâtre, couleur lie de vin, et offre entre ses bancs, épais de 1 mètre à 1 m. 50, deux nouveaux délits marneux, jaunâtres, qui renferment surtout la *Terebratulina substriata*, Schloth., à côté des deux espèces précédentes. Il y a en outre un bon nombre d'autres fossiles séquaniens bien caractéristiques; en voici la liste complète :

Waldheimia humeralis, Rœm.
» *Mœschi*, May-Ey.
» *pseudolagenalis*, Mœsch.
Terebratula cf. subsella, Leym.
Belemnites astartinus, Etall.
Natica grandis, Munst.
Nerita cf. jurensis, Rœm.
Pholadomya hemicardia, Ag.
Pecten subtextorius, Munster.
Lima, spec.
Ostrea Bruntrutana, Rœm.

Une Ammonite mal conservée, trouvée dans les couches alternativement calcaires et marno-schisteuses formant le passage entre le séquanien et le facies argovien, paraît être *Am. (Perisph.) lictor*, Font.

Tous ces fossiles caractérisent les couches de Baden soit l'étage séquanien (astartien).

Une dépression qui se montre dès la base du séquanien est déterminée par les alternances marno-calcaires de l'argovien, dont on voit quelques séries le long de la route; les fossiles y sont rares, sauf dans le spongitien qui affleure près d'un pointement de calcaire oolithique jaune. Le spongitien est formé de bancs calcaires blancs à surface rugueuse, séparés par des délits marneux, dans lesquels on trouve les fossiles accolés par une de leur face contre le calcaire.

Un affleurement de calcaire oolithique jaune (dalle nacrée), coupé par la route, sépare ces assises de la série inverse des couches, formant l'autre jambage de la voûte; mais cette seconde série est imparfaitement visible à cause du développement considérable de l'erratique entre le spongitien et l'oolithe jaune. Le callovien ne se voit pas, sans doute, parce qu'il est écrasé par le plissement intense du jurassique inférieur; le pointement de ce dernier paraît pénétrer dans le terrain marneux de l'argovien et semble toucher, un peu plus haut, au calcaire séquanien. Donc ce ne serait pas seulement le callovien, mais encore une partie de l'argovien que l'écrasement a atteint (voir la carte).

Le **Cirque de la Faucille** contourne les ravins dans lesquels prennent naissance les deux embranchements du Journan. C'est une haute arête qui commence au col et se développe en forme de croissant, sur un peu plus de 4 kilomètres de longueur, jusqu'au pied du Mont-Colomby de Gex, pour se souder là à une arête, nommée le rocher du Château et qui s'abaisse rapidement du côté de la gorge du Journan, en formant ainsi la contre-partie de la première arête, d'où vient sans doute le nom de « Faucille ».

Le haut de la Faucille se compose de kimmeridgien et de séquanien, formant une série de pics de 1400 à 1600 m. d'altitude (le *Mont-Rond* a 1600 m.). Les bancs de l'argovien y sont peu inclinés et donnent lieu, au-dessous de l'escarpement, à un talus, qui se termine presque horizontalement au bord d'un nouvel abrupt, formé par le bathonien, au pied duquel coule le torrent du Journan qui a creusé son lit en partie entre ce calcaire et la seconde série argovienne fortement redressée.

Le palier horizontal, au pied du talus argovien, est formé par le spongitien et en partie par le callovien et la dalle nacrée. Un chemin en suit le bord, dès la route au contour au-dessus du Pailly, où affleure le spongitien dans un petit mamelon. En traversant les pâturages du Tabouret et de la Bessaz, on arrive près des **Platières.** On se trouve ici à l'origine d'un ravin que l'on peut gravir du fond du Journan; il permet de suivre toute la série du bathonien et on monte comme sur des escaliers à travers les bancs presque horizontaux du calcaire spathique. A la partie supérieure du ravin, un peu en dessous du chemin, puis sur ce dernier, jusque vers le chalet des Platières, on voit une succession de bancs alternativement marneux et calcaires, de couleur bleu-foncé sur la cassure fraîche, jaune à la surface par suite de l'oxydation. Le calcaire est oolithique et spathique, la marne légèrement grenue. La décomposition de la roche et le ravinement du chemin lui-même, facilitent le dégagement des fossiles très nombreux. Nous avons mesuré, entre le spongitien et le calcaire en dalles qui forme l'escarpement, la succession suivante :

5. Marnes grises, un peu feuilletées et homogènes . . . . 3 à 4m
4. Calcaire plus ou moins décomposé et spathique 3m
3. Calcaire jaunâtre spathique 0m20
2. Calcaire plus ou moins marneux, grenu (comme 4) . . . 1m50

1.	Calcaire spathique .	0m35	Alternances de calcaire gris-jaunâtre oolithique et spathique avec des nuances grises ; peu ou point de fossiles. Total. 3m80
	Marne grise	0m26	
	Calcaire jaune . . .	0m35	
	Marne grise	0m25	
	Calcaire	0m48	
	Marne gr.	0m15	
	Calcaire	0m45	
	Marne	0m19	
	Calcaire	0m27	
	Marne	0m25	

Dalle nacrée, calcaire échinodermique jaune avec taches bleues, formant escarpement. Débris d'ostracés, crinoïdes... 120-130 m.

Les couches 4 et 2 sont surtout riches en fossiles ; la série n° 1 est pauvre et contient les mêmes espèces que les couches 2 et 4. Les couches 2, 3 et 4 se voient des deux côtés du ruisseau, surtout la couche 4; la couche 2 est mieux à découvert sur le chemin.

Voici la liste des fossiles recueillis à la suite de plusieurs recherches, les chiffres indiquent la couche où les fossiles ont été trouvés :

Belemnites hastatus, Sow. — 2 et 4, *r*[1].
Nautilus hexagonus, Sow. — 4.
Ammonites (Olcostephanus) anceps, Rein. — 2 et 4, *ac.*
» *(Parkinsonia) Parkinsoni,* Qnst. — 4, *r.*
» *(Parkinsonia) Parkinsoni var. planulatus.* — 4, *r.*
» *(Stephanoceras) Bakeriæ,* Sow. — 2, *r.*
» *(Stephanoceras) coronatus,* Schloth. — 5.
» *(Stephanoceras) macrocephalus,* Schloth. — 5.

(Ces deux derniers fossiles n'ont pas été trouvés en place, mais dans les éboulis à côté du chemin, au-dessus des couches 3 et 4, ensorte qu'il est permis de supposer qu'ils proviennent de la couche 5.)

Pholadomya ovulum, Ag. *var inornata.* — 2, *ac.*
» *cf. Murchisoni,* Ag. — 4, *r.*
Arcomya sinistra, Ag. — 2, *ac.*
Gresslya lunulata, Ag. — 2, *ac.*
» » *var ovata,* Ag. — 2, *r.*
Pleuromya tenuistria, Ag. — 2, *ac.*
Ceromya cf. tenera, Sow. — 2, *r.*
Mytilus gibbosus, Goldf. — 2, *ac.*
Pecten aff. *P. cingulatus,* Goldf. — 4, *r.*

[1] *c* = commun; *ac* = assez commun; *ar* = assez rare; *r* = rare.

Acanthothyris spinosa, Schloth. — 2, *c*, 4, *r*.
Terebratula circumdata, Desl. — 2, *c*, 4, *r*.
» *cf. Ferryi*, Desl. — 2, *r*.
Aulacothyris emarginata, Sow. — 2, *r*.
Collyrites ringens, Desm. — 2, *ar*.

Cette faune ne contient donc que *deux fossiles franchement calloviens (Am. anceps* et *Bakeriæ)*. Toutes les autres espèces sont indiquées par les auteurs comme se trouvant dans divers niveaux du dogger. Il faut donc abandonner notre première pensée d'attribuer cette zone fossilifère au callovien, en ne jugeant que d'après sa position stratigraphique, presque immédiatement en dessous du spongitien. Il est toujours remarquable de trouver là, associées dans une même assise, au-dessus de la dalle nacrée, des espèces qui occupent ailleurs des horizons assez distants dans l'oolithe inférieure. Ces faits lient cette assise d'autant plus étroitement au bathonien proprement dit, en la plaçant en dessous du callovien qui termine la série du dogger. La trouvaille faite de deux Ammonites *(Am. coronatus* et *macrocephalus)* supposées provenir de la marne grise n° 5, recouvrant notre bathonien supérieur, permettrait de considérer celle-ci comme le représentant du callovien proprement dit et peut-être aussi de l'étage divésien; mais nous n'en connaissons pas de fossiles trouvés en place.

La comparaison avec d'autres gisements montre encore plus clairement la liaison de cet horizon fossilifère avec le bathonien.

Les fossiles les plus fréquents caractérisent justement la partie moyenne et supérieure du bathonien. Ainsi au Furcil, près Noiraigue (canton de Neuchâtel), la *Terebratula circumdata* se trouve en grande abondance dans le calcaire roux en dessous de la Dalle nacrée, avec l'*Acanthothyris spinosa* et *Homomya gibbosa*. La Terebratule en question est absolument identique dans les deux gisements.

Un niveau fossilifère analogue à la zone des Platières, existe près de Tacon, sur la route de Châtillon de Michaille à Saint-Germain-de-Joux (Ain); il paraît être dans le bathonien supérieur. Le calcaire marneux de cette localité a un facies tout à fait semblable aux couches à *Terebrat. circumdata* des Platières, mais ce dernier fossile y est remplacé par la *Ter. Ferryi* Desl., espèce souvent difficile à séparer de la *Ter. circumdata*.

Voici, comme terme de comparaison, la faunule bathonienne de Tacon :

Ammonites Bakeriæ, Sow.
Pholadomya crassa, Ag.
» *texta*, Ag.
» *ovulum*, Ag.
Pleuromya tenuistria, Ag.
Gresslya latior, Ag.
Lima cardiiformis, Sow.
Inoceramus sp. très grand.
Natica sp.
Rostellaria sp.
Terebratula Ferryi, Desl.
Acanthothyris spinosa, Schloth.
Dysaster ringens, Desm.

Juste en dessus du chalet des Platières affleure le *spongitien*, soit les couches de Birmensdorf, formant un petit crêt, dont les bancs, bien séparés par suite de l'érosion des délits marneux, permettent de recueillir de nombreux fossiles. Il y a, à la base de ce niveau, un calcaire gris renfermant des grains noirs et verts (glauconie), le spongitien au-dessus, à environ 10-12 mètres d'épaisseur (Pl. II, fig. 1).

Les fossiles trouvés dans les couches de Birmensdorf sont les suivants (*F.N*, espèces que nous avons aussi recueillies au gisement près de la Fontaine Napoléon) :

Am. (Perisphinctes) plicatilis, Sow. *(F. N.)*
» *Martelli*, Opp. *(F. N.)*
Am. (Harpoceras), Henrici, d'Orb.
» » *hecticus*, Rein. *(F. N.)*
» » *oculatus*, Phill.
» » *canaliculatus*, Munst. *(F. N.)*
» » *trimarginatus*, Opp.
» *(Oppelia) crenatus*, d'Orb. *(F. N.)*
» *(Aspidoceras) perarmatus*, Sow.
» *(Haploceras) erato*, d'Orb.
» *(Rhacophyllites) cf. tortisulcatus*, d'Orb. *(F. N.)*
Belemnites hastatus, Sow. et phragmocônes.
Apiocrinus.
Rhynchonella arolica, Opp.
Spongiaires nombreux dans les deux gisements.

L'argovien moyen et supérieur qui surmonte les couches de Birmensdorf, fournit, comme dans le Jura vaudois et neuchâtelois, des calcaires à chaux hydraulique, qui sont exploités sur plusieurs points du vallon du Journan pour les usines de Gex. Ces couches sont ordinairement très pauvres en fossiles; quelques *Ammonites* et quelques *Pholadomyes*.

CHAPITRE V

Versant oriental de la chaîne de Gex à Collonges.

Les couches jurassiques supérieures qui forment ce versant de la chaîne, s'enfoncent régulièrement au S.-E. avec des plongements variables qui ne dépassent que rarement 50°. Les assises néocomiennes se superposent au malm avec non moins de régularité. Peu apparentes au nord de Gex, à part dans le bombement de Vesancy-Mourex, les terrains néocomiens acquièrent, dans la partie sud-ouest de la chaîne, un développement croissant. L'erratique qui les recouvre plus au nord est moins développé; sans doute, parce que le flanc de la montagne, moins incliné et plus large, n'a pas conduit à la formation de moraines latérales dans la partie basse; mais c'est surtout l'inclinaison plus faible des couches qui a permis au néocomien de se maintenir bien plus haut. De nombreux ravins le mettent à découvert sous l'erratique.

C'est ainsi qu'on voit, déjà au sud de Gex, le valangien inférieur s'adosser contre le flanc de la montagne; près de Crozet se montre l'étage hauterivien qui, dès lors, se trahit constamment dans le relief, sans qu'il soit possible, sur aucun point, d'en voir une coupe complète. Près de Villeneuve, au sud de Crozet, nous voyons sortir au-dessous de l'erratique l'urgonien supérieur qui constitue d'abord le sous-sol d'un large plateau incliné qui s'étend jusqu'à St-Jean de Gonville et se poursuit, dès ce point, avec une plus forte inclinaison, jusqu'à la coupure du Rhône. Cette région m'a fourni les renseignements les plus précieux sur la stratigraphie du néocomien du sud du Jura.

Immédiatement au sud de Gex, la partie basse du pied du Jura est presque entièrement formée de dépôts erratiques, composés ici presque exclusivement de matériaux jurassiens provenant surtout du cirque de la Faucille; cette dépression a dû donner naissance à un assez fort glacier, affluent du grand glacier du Rhône et qui ne se confondait pas immédiatement avec la masse de celui-ci. Du reste les glaces jurassiennes ont joué un rôle assez notable dans la formation des moraines côtières sur le flanc de la chaîne. Entre Gex et le Fort de l'Ecluse, à partir d'une certaine hauteur sur le flanc du Jura, on voit les matériaux jurassiens prédominer de plus en plus sur les matériaux

alpins, puis vers 800 à 900 mètres, les débris alpins deviennent tout à fait rares.

Bordure néocomienne. Entre Gex et les Echenevex, le valangien seul a résisté à l'ablation pendant l'époque glaciaire; ses couches inclinées de 40 à 45° sont recouvertes jusqu'à une bonne hauteur de dépôts erratiques. Plusieurs carrières sont ouvertes dans cette roche, pour l'exploitation du calcaire compact blanc ou jaunâtre qui se trouve juste au-dessous du valangien supérieur.

Dans une carrière qui se trouve à 200 mètres environ au-dessus du hameau de la **Vaillière**, près de Gex, on exploite à la base du valangien inférieur des bancs assez épais d'un calcaire compact homogène gris-jaunâtre, parfois blanc, inclinés de 40° environ au S.-E.; ils sont souvent séparés par des délits marneux de faible épaisseur. Entre les deux bancs supérieurs est une couche de marne jaune, épaisse de 15 centimètres, renfermant beaucoup de fossiles. Ce sont surtout des gastéropodes, des bivalves et quelques oursins. (*Toxaster granosus*, d'Orb.)

Natica prælonga, Desh.
» *Sautieri*, Pict. et C.
» *valdensis*, Pict. et C.
Natica Pidanceti, Pict. et C.
Mactromya cf. Couloni, Ag.
Pholadomya Gillieroni, Pict. et C.

Les fossiles les plus communs sont *Pholadomya Gillieroni* et *Mactromya cf. Couloni.*

Un autre gisement, dans une ravine plus au S.-W. au-dessus du hameau de **la Pierre**, m'a fourni des fossiles du même niveau, mais contenus dans une roche plutôt jaunâtre, interrompue par des marnes gris-bleuâtre, un peu oolithiques, également fossilifères.

Entre Crozet et les Echenevex, il y a une dizaine de carrières, en partie abandonnées, dans lesquelles on exploite les bancs supérieurs du valangien inférieur, le vrai marbre bâtard, excellente pierre de taille, qui s'enlève facilement. Deux faits rendent cette partie du pied de la chaîne fort intéressante; c'est d'abord la disposition presque horizontale des bancs et leur plongement N.-W. vers l'intérieur de la chaîne, ce qui accuse un pli secondaire, répétition de l'accident de la colline de Vesancy. Cette disposition se remarque très bien dans une carrière au-dessus du hameau de Naz et mieux encore dans un couloir au nord de cette carrière (Fig. 2, pl. II). Une seconde constatation qui rappelle l'analogie avec la colline de Vesancy,

c'est la présence entre le valangien inférieur et le calcaire roux du valangien supérieur, d'une zone marneuse grise ou jaune dans laquelle j'ai recueilli : *Rhynchonella valangiensis*, *Rh. Desori*, *Terebratula valdensis*, de nombreux *Pecten* et *Lima*, ainsi que le *Phyllobrissus Duboisii* et des *Spongiaires*. C'est donc bien la zone d'Arzier. Elle est le mieux visible dans la carrière, dite des Roches, au-dessus du village d'Avouzon ; il y a environ 5 m. d'alternances marno-calcaires surmontées par le calcaire roux. Le calcaire valangien inférieur exploité renferme assez souvent de beaux exemplaires de *Natica Leviathan*, Pict. et Camp.

Près du village de **Crozet** apparaît le *Néocomien moyen*, jusqu'alors caché sous l'erratique bordant le pied de la chaîne. En montant dans un couloir qui débouche au-dessus du village, on peut suivre toute la série de couches, dès la marne d'Hauterive, dont on ne voit cependant que la base, jusqu'au valangien inférieur. Ce dernier est fortement redressé contre la chaîne du Reculet ; on l'exploite dans la carrière supérieure de Crozet, dans laquelle se voit encore la zone d'Arzier. Le pli secondaire, constaté sur Avouzon, n'existe plus ici, et au valangien inférieur se superpose le calcaire roux, en dalles ou bancs de faible épaisseur ; c'est un calcaire spathique jaune et roux, contenant par places beaucoup de rognons siliceux disposés dans le sens de la stratification ; on le voit dans la carrière inférieure de Crozet.

Encore plus bas, dans le même ravin, sur le bord duquel sont les carrières, se trouve le point le plus intéressant de cette région, sous forme d'un affleurement d'*hauterivien inférieur*, niveau du calcaire à *Ostrea rectangularis*. On distingue sur le flanc sud du ravin, juste à la sortie du village (Pl. II, profil 3) :

1. La base des *marnes d'Hauterive* (Hautr. II), marnes jaunes et grises avec *Toxaster complanatus*, visibles sur 1 mètre à peu près ; le reste est recouvert par le glaciaire.

2. Le calcaire à *Ostrea rectangularis* (Hautr. I), formé de deux niveaux :

b) ZONE A BIVALVES.

Calcaire jaune et roux plus ou moins marneux vers le haut, rendu quelquefois spathique par la présence de débris d'échinodermes. Il y a trois bancs séparés par des délits marneux, en tout 2m.70

Marne jaune schisteuse 0m.45

a) ZONE A GALEOLARIA ET SPONGIAIRES.

Calcaire spathique jaune à taches verdâtres . .	0m.45
Marne grenue jaune, plus calcaire vers le bas .	0m.55

3. Le calcaire roux à lentilles siliceuses (valangien supérieur) suit immédiatement au-dessous de cette couche.

Les bancs du calcaire à *Ostr. rectangularis*, niveau ordinairement très pauvre en fossiles, sont remarquables dans cette localité par leur riche faune, montrant à la fois la liaison intime de cette assise avec l'étage hauterivien et l'indépendance de sa faune, qui en fait un niveau stratigraphique distinct.

La couche inférieure *a* renferme une grande quantité d'*Ostrea rectangularis, Ostrea minos;* l'*Ostrea Couloni* est plus rare. La *Galeolaria neocomiensis* y forme des faisceaux de 20 à 30 centimètres de longueur. La *Terebratula sella* est assez commune. On y trouve aussi des articles de *Pentacrinus neocomiensis* et des *spongiaires* en abondance *(Elasmostoma neocomiensis* et *Peronella dumosa*, sont les mieux caractérisés et les plus communs).

Les couches du niveau *b*, par contre, renferment à côté de l'*Ostrea rectangularis*, plus rare, des échantillons gigantesques de l'*Ostr. Couloni ;* il y a de nombreuses *Panopées (P. rostrata* et *neocomiensis), Astarte, Venus*, etc., et la *Fimbria corrugata*, très commune, plusieurs *Arca* et *Trigonia*. Le fossile le plus abondant est la *Terebratula sella*, dont j'ai recueilli plus de 100 exemplaires, de toute taille et de toutes les variétés de forme ; la *Ter. acuta* est rare ; plus fréquente est la *Rhynchonella multiformis*, dont on ne trouve que la variété renflée et très grande. On rencontre souvent aussi l'*Echinobrissus Olfersii* et le *Pseudodiadema rotulare*. Je n'ai trouvé, par contre, qu'*un seul* échantillon du *Toxaster complanatus* et deux du *Holaster Lardyi*.

La couche *a* m'a fourni 27 et la couche supérieure près de 50 espèces de fossiles, dont beaucoup sont propres à la marne d'Hauterive. Voici les listes complètes :

Couche a, *à Galeolaria et spongiaires.*

Dent de *Saurocephalus*.
Belemnites pistilliformis, Blnv.
Cardium peregrinum, d'Orb.
Pecten Goldfussi, Dsh.
» *Robinaldi*, d'Orb.
Lima undata, Dsh.
Lima Orbignyi, d'Orb.
Ostrea Couloni, d'Orb.
» *rectangularis*, Rœm.
» *Minos*, Coq.
» *tuberculifera*, Koch. et D.

Ostrea Cotteaui, de Lor.
» *Loriolis*, Pict. et C.
Avicula Carteroni, d'Orb.
Galeolaria neocomiensis, de Lor.
Serpula antiquata, Sow.
Terebratula acuta, Quenst.
» *sella*, Sow.
Elasmostoma neocomiensis, de L.
Elasmostoma crassa, From.
Elasmocœlia sequana, From.
Peronella dumosa, From.
Actinofungia porosa, From.
Lateratubigera neocomiensis, d'O.
Multicavea neocomiensis, de Lor.
Pentacrinus neocomiensis, de Lor.
Cidaris muricata, Roem.

Couche b, *à bivalves.*

Belemnites pistilliformis, Blnv.
Am (Hoplites) neocomiensis, d'O.
Pleurotomaria neocomiensis, d'O.
Panopœa Carteroni, d'Orb.
» *rostrata*, de Lor.
» *neocomiensis*, d'Orb.
» *arcuata*, Ag.
Astarte transversa, Leym.
» *Beaumonti*, d'Orb.
Cyprina Marcoui, de Lor.
» *cf. Deshayesi*, Leym.
Fimbria corrugata, Sow.
Opis Loriolis, Pict. et C.
Arca Cornueli, d'Orb.
» *Gabrielis*, Leym.
Trigonia ornata, Ag.
» *caudata*, Ag.
» *cincta*, Ag.
» *carinata*, Ag.
Mytilus subsimplex, d'Orb.
Lima undata, Desh.
Lima longa, Rœm.
Gervillia anceps, Desh.
Avicula Carteroni, d'Orb.
» *Cornueli*, d'Orb.
Pecten Archiaci, d'Orb.
» *Oosteri*, de Lor.
» *Carteroni*, d'Orb.
Janira neocomiensis, d'Orb.
Ostrea Couloni, d'Orb.
» *Loriolis*, Pict. et C.
» *rectangularis*, Rœm.
» *Etaloni*, Pict. et C.
Rynchonella multiformis, Rœm.
» *Gillieroni*, Pict.
Terebratula acuta, Quenst.
» *sella*, Sow.
» *cf. salevensis*, de L.
Waldheimia villersensis, Pict.
Terebratula russiliensis, de Lor.
Serpula antiquata, Sow.
Galeolaria neocomiensis, de Lor.
Toxaster complanatus, Ag.
Holaster L'Hardyi, Dub.

Le calcaire à *Ostrea rectangularis* est généralement pauvre en fossiles, sauf l'*Ostrea rectangularis*, qui lui a valu son nom, et l'*Ostr. Couloni* avec la *Terebr. sella;* et grâce à son facies particulier, on a parfois confondu ce niveau avec le valangien supérieur, erreur d'autant plus facile à commettre qu'on trouve aussi l'*Ostrea rectangularis* et la *Terebratula sella* dans le valangien supérieur, quoique plus rarement. Or, il résulte des deux listes ci-dessus que la faune de ce niveau se lie le plus étroitement à celle de la marne d'Hauterive, que son affinité avec le valangien est au contraire extrêmement faible ; le seul fossile de ce dernier étage, le *Waldh. villersensis* n'est pas entièrement

certain, l'unique échantillon trouvé étant un jeune. En somme, j'ai l'impression que la zone à *Ostrea rectangularis* est un niveau très constant à la base de l'étage hauterivien, dans toute la région méridionale du Jura; nous le trouverons constamment à la base de cet étage, dans le prolongement méridional de la chaîne, au Mont-Salève et dans le voisinage d'Annecy jusqu'à Chambéry. Dans le nord, son facies varie; il devient marneux, mais le caractère de la faune reste le même. Les trois fossiles cités plus haut persistent, l'*Ostrea rectangularis* avec de grandes *Ostr. Couloni*, forment des bancs à huîtres, contenant de nombreux *Terebratula sella*, des *Spongiaires* et des *Bryozoaires;* c'est avec ces caractères qu'on trouve ce niveau à la base de l'étage hauterivien de Vaulion, du Mont de Chamblon, à Ste-Croix, etc. Dans le canton de Neuchâtel, nous retrouvons ce facies dans la marne à *Am. (Olcostephanus) Astieri,* entre le Locle et Villers-le-Lac. La constance de ce facies à Ostracées nous force presque d'en faire un *sous-étage* au même titre que la marne d'Hauterive et le calcaire jaune de Neuchâtel; c'est donc l'*hauterivien I.* Le gisement de Crozet est le point le plus septentrional où existe le calcaire à *Ostrea rectangularis,* au pied du Jura; c'est le point de passage du facies calcaire au facies marneux à Bryozoaires et bivalves.

Au sud-ouest de Crozet, les étages néocomiens s'élèvent de plus en plus sur la pente de la montagne. La station fossilifère décrite est à 590 mètres; plus au sud, au-dessus de **Thoiry,** la combe hauterivienne est déjà à 840 m. On voit sur ce palier des granges et même des habitations, tels que les maisons du Pré-Logis et d'En Beule (842 m.) sur Allemogne, La Chaume, Les Poyes sur Thoiry (840 m.), et plus au sud, au-dessous de Farges, La Crête, le Replat (830 m.) et les Soies. Enfin, sur Ecorans, le point culminant de l'hauterivien est à 935 m., au Pré Cusin.

Les ravins qui sillonnent la pente mettent à découvert, à plus d'un endroit, des profils partiels du néocomien, en dessous de l'épaisse couverture d'erratique. C'est le hauterivien supérieur et le calcaire à *Ostr. rectangularis* qu'on a le plus de chance de trouver bien à découvert, quelquefois même la marne d'Hauterive. Au-dessus des combes hauteriviennes, on trouve partout le calcaire à *Ostr. rectangularis,* suivi du valangien supérieur, souvent assez riche en spongiaires. Dans un couloir entre le Replat et les Soies sur **Farges**, j'ai recueilli les fossiles suivants, dans la marne d'Hauterive;

Terebratula acuta, Qnst.
» *semi-striata,* d'Orb.
Rhynchonella multiformis, Rœm.
Serpula antiquata, Sow.
Nautilus, Sp.
Cardium subhillanum, Leym.
Cyprina bernensis. Leym.
Astarte gigantea, Leym.
Plicatula asperrima, d'Orb.
Ostrea Couloni, d'Orb.
Toxaster complanatus, Ag.

Au *Pré Cusin,* sur le sentier qui descend du Grand Crédo sur Ecorans et Collonges, j'ai également constaté un affleurement de marne d'Hauterive avec :

Panopaea Carteroni, d'Orb.
» *neocomiensis,* d'Orb.
Astarte transversa, Leym.
Toxaster complanatus, Ag.
Holaster L'Hardyi, Dub.
Terebratula acuta, Qunst.

Plus haut, dans le valangien supérieur, on trouve de nombreux *spongiaires,* et, dans le valangien inférieur, j'ai trouvé une *Natica Sautieri.* Une combe valangienne marque, entre 900 et 1000 mètres, la zone marneuse de la base du valangien et les dolomies portlandiennes (voir pl. II, profils 3-6).

Dès le Pré Cusin, la bordure néocomienne s'abaisse rapidement du côté du sud, en passant peu au-dessus de Collonges, pour descendre jusqu'au niveau du Rhône et se souder à celle du Mont Vuache, sur la rive opposée.

Au-dessous du palier hauterivien que nous venons de suivre, les couches plongent bientôt plus faiblement. L'erratique y gagne en épaisseur, en recouvrant sur une grande étendue les terrains crétacés du pied de la montagne.

Au pied de la chaîne s'étend l'*urgonien supérieur,* formant un assez large plateau peu incliné, couvert en partie d'erratique. Plusieurs grandes carrières ont été ouvertes dans ce terrain qui fournit de l'excellente pierre de construction. Une carrière près de **Villeneuve** montre ce calcaire au-dessous des graviers glaciaires; les couches sont peu inclinées, la roche compacte ne fournit que peu de fossiles, sauf quelques dents de *Pycnodus.* Mais cette localité est rendue intéressante par la présence de nombreuses fissures traversant le calcaire urgonien et dans lesquelles est contenu du *bitume visqueux* qui s'écoule lorsqu'on fait sauter la pierre. Dans ces mêmes crevasses se trouve une masse argileuse, sorte de bolus bleuâtre ou gris veiné de jaune, ou rubané et qui contient des cristaux de pyrite. Cette circonstance rappelle les crevasses remplies de bitume visqueux du Mormont, du Mont de Chamblon, etc., lesquelles se

trouvent dans le voisinage immédiat d'éjections sidérolithiques et de bolus et argiles bleues pyritifères. Ces constatations pourraient motiver la conclusion que le bitume provient d'un terrain plus profond que son gîte actuel et qu'il a suivi — ce qui est, du reste, très compréhensible, — les mêmes voies que les éjections sidérolithiques. Je ne veux aucunement soutenir par cela la communauté d'origine entre le bitume et le sidérolithique, j'écarte même *à priori* toute idée semblable, mais il serait possible que les eaux thermales sidérolithiques aient motivé le dégagement du bitume par l'action de la chaleur sur le gîte primitif de cette matière ; ce dernier est peut-être à chercher dans certains schistes liasiques. Cela expliquerait les crevasses remplies de la même matière dans le bathonien des Epoisats près Vallorbes et du Furcil. La partie supérieure de certaines crevasses dans la carrière de Villeneuve est comblée de grès grisâtre micacé que l'on pourrait bien attribuer à la pénétration de dépôts miocènes ayant recouvert autrefois l'urgonien.

C'est avec les mêmes allures que l'on trouve l'urgonien supérieur dans toutes les nombreuses carrières, à **Sergy, Allemogne, Thoiry, St-Jean-de-Gonville**, etc. Dans plusieurs de ces carrières on trouve des couches contenant la *Requienia Ammonia* et des colonies du *Sphærulites Blumenbachi* en épais faisceaux ; la *Nerinea Crozetensis* y est fréquente.

De nombreuses sources s'échappent de fissures dans la nappe urgonienne dans le voisinage des villages cités. Elles sont sans doute produites par les eaux d'infiltration circulant à la surface de l'urgonien inférieur imperméable ou bien à la surface de la marne d'Hauterive. A **Ferrières**, bâti sur l'urgonien, il y a une grande source périodique qui est sans doute le trop-plein d'un cours d'eau souterrain.

Au sud de St-Jean-de-Gonville, l'inclinaison des couches devient plus forte, le plateau urgonien se rétrécit en conséquence.

Dans une carrière près de **Farges**, on exploite un niveau intéressant à la base de l'urgonien. C'est un calcaire renfermant la *Terebratula russilliensis,* des *Serpules* et la *Lucina urgonensis*. Une couche marno-calcaire gris-verdâtre affleure en boutonnière dans le même endroit; elle contient l'*Heteraster Couloni, Ag.* en grande quantité Ce terrain appartient à l'urgonien inférieur. Un couloir descendant de la montagne, au-dessus de Farges, met à découvert ce même terrain (profil 6, pl. II). C'est une marne plus ou moins calcaire, bien stratifiée, de teinte

grise, un peu verdâtre, épaisse de 2m.50. Elle contient une quantité prodigieuse d'*Heteraster Couloni*, assez mal conservés du reste. Quant à la position stratigraphique de cette assise, elle me paraît correspondre à la zone supérieure de l'urgonien inférieur, la zone à Echinodermes du Mormont et de la Russille. Elle contient, comme celle-ci, des ramifications en relief, peut-être des empreintes laissées par des fucoïdes.

Au-dessus d'**Ecorans** existe encore une carrière dans l'urgonien supérieur qui m'a fourni de nombreux fossiles, entre autres des Gastéropodes.

En arrière du village de **Collonges**, au pied du Grand-Crédo, on exploite aussi l'urgonien à *Requienia*, qui renferme à sa base une marne grisâtre avec le *Pygaulus Desmoulinsi* Ag. et *Heteraster Couloni*. Voici la liste complète des fossiles urgoniens trouvés dans cette région (Th. = Thoiry, Coll. = Collonges, Ec. = Ecorans, Vil. = Villeneuve, *cv.* = couche verte) :

Pycnodus Couloni, Ag. — Vil.
Nerinea Crozetensis, Pict et C. — Th.
Pseudomelania Germaini, Pict. et C. — Th. *cv.*
Tylostoma elliptictum, Pict et C. — Ec.
Pleurotomaria sp. — Th., *cv.*
Pterocera pelagi. — Th., *cv.*
Venus obesa, Pict. et C. — Th.
Fimbria corrugata, S. — Ec., *cv.*
Cardium peregrinum. — Th., *cv.*
Monopleura urgoniensis. — Th.
» *Michaillensis*, Pict. et C. — Th,
Requienia Ammonia. — Th. Coll. Ec.
Sphærulites Blummenbachi. — Th., *cv.* Coll. Ec.
Pygaulus Desmoulinsi, Ag. — Coll. *cv.* Th. *cv.*
Botryopygus cylindricus, Des. — Th. *cv.*
Heteraster Couloni, Des. — Coll.

Sidérolithique de Collonges. — Dans la carrière abandonnée au-dessus de Collonges se trouvent plusieurs crevasses comblées d'un sable siliceux mêlé d'argile ferrugineuse jaune et qui a été utilisé autrefois. Un vrai dépôt de cette même matière a été exploité au S. de ce village, pour la poterie et la briqueterie, après séparation de la silice par lévigation. L'un et l'autre de ces sédiments appartiennent au sidérolithique, dont nous trouverons encore des traces au Mont-Vuache.

Déjà dans les carrières entre Ecorans et Thoiry, nous avons constaté de nombreuses traces du passage des eaux sidérolithiques, soit sous forme de simple coloration de la roche, soit de véritables remplissages de sables siliceux, jaune ocre, de bolus jaune ou bleu grisâtre avec cristaux cubiques de pyrite.

Les carrières sur le village de Collonges sont des stations très intéressantes. Dans la première carrière, les ouvriers ont extrait d'une crevasse de l'urgonien supérieur un gros bloc de minerai de fer oxydé, d'aspect scoriacé, mais très dur et qui ressemble à certaines masses ferrugineuses trouvées dans des crevasses de l'urgonien du Salève.

La seconde carrière est remarquable par une sorte de caverne assez spacieuse comblée autrefois entièrement de sable siliceux blanchâtre et jaunâtre relié par un ciment argileux peu adhérent. On en trouve encore dans le fond et sur le flanc nord de l'excavation. Dans le milieu de la crevasse se voit un amas de bolus jaune presque pur. On n'en voit pas les limites dans la profondeur, où le remplissage de sable ferrugineux n'a pas été enlevé; il se pourrait donc qu'elle se continue et qu'elle s'enfonce encore loin dans les couches. La direction horizontale et transversale aux couches, qui sont presque verticales, ne permet pas de l'envisager comme une simple crevasse, mais bien plutôt comme une cavité due à l'*érosion* des eaux sidérolithiques et comblée ensuite par le dépôt décrit. Ce dernier porte, du reste, toutes les traces de ce mode de formation; il a une stratification assez apparente indiquée par des lignes, des traînées de teintes variées de jaune, mais qui se contournent comme les teintes panachées des jaspes et des agates; c'est une sorte de stratification contournée indiquant le mode de pénétration et de remplissage de ces dépôts après le creusement des cavernes par les eaux. Ce caractère est très constant chez les cheminées d'éjection et doit être en corrélation avec le bouillonnement qui a accompagné les éruptions sidérolithiques. Des dépôts formés antérieurement ont été entraînés de nouveau par des éruptions plus fortes et cela explique la pénétration de l'argile au milieu d'un remplissage de grès sableux.

Le *dépôt sidérolithique,* mentionné plus haut, repose sur les bancs de l'urgonien; il se trouve à un kilomètre environ au sud de Collonges; la route entame sur ce point une certaine épaisseur de sable siliceux, contenant une proportion notable d'argile ocreuse, servant de lien aux grains siliceux; la teinte varie du jaune ocre au rouge brique. Par leur nature pétrographique, ces sables sont identiques à ceux qui remplissent les crevasses des carrières de Collonges; comme ceux-ci, ils sont entièrement privés de carbonate de chaux. Par sa position au-dessus des couches urgoniennes assez fortement inclinées, ce dépôt paraît

être le produit d'une éruption sidérolithique sortie par une cheminée analogue à celle constatée dans la carrière de Collonges et nous pouvons appuyer cette manière de voir par le fait que ces sables ne sont pas stratifiés régulièrement comme les dépôts formés dans un bassin lacustre; ils sont, au contraire, très enchevêtrés; sur une faible étendue le terrain sableux jaune, gris, rouge ou blanc saccharoïde alterne avec des dépôts plus argileux, sans qu'il y ait passage insensible de l'un à l'autre, et ces dépôts se pénètrent comme des sédiments torrentiels. Selon toute apparence, ces diverses variétés appartiennent à autant d'éruptions successives; chaque nouveau dépôt ayant entamé et remanié quelques-uns des précédents. D'après le talus auquel ce dépôt donne lieu au-dessus de l'urgonien, en contrepente de la route, on peut estimer son épaisseur à 15 m. tout au plus et son étendue horizontale à 50 m. de longueur, pour autant du moins que les dépôts erratiques permettent de s'en assurer.

On a essayé d'exploiter ces sable argileux pour la fabrication des briques réfractaires et des creusets de fusion.

CHAPITRE VI

Arête supérieure de la chaîne entre la Faucille et le Grand Crédo.

De la Faucille au Reculet. — On peut suivre cette arête dans toute sa longueur, soit en longeant la ligne de faîte, soit en côtoyant les deux flancs dans le voisinage de celle-ci.

Les deux arêtes qui entourent la profonde entaille de la Faucille, se réunissent un peu au nord du **Mont Colomby**[1] **de Gex**. Cette dernière sommité est formée par les couches séquaniennes offrant un repli secondaire remarquable, repli que l'on retrouve, dès lors, dans toute la longueur de la chaîne, jusqu'au sud du Reculet (Pl. II, fig. 2, 3 et 4). Le profil, fig. 2, qui passe par le **Montoisey**, sommité au sud du Mont Colomby, montre la disposition des couches, telle qu'on peut la voir assez distinctement sur le col qui franchit la chaîne au sud du Montoisey. Ce sont les couches de l'argovien supérieur et du séquanien que ce contournement atteint. Un banc marneux, intercalé dans la

[1] Mont-Colombier, sur la carte suisse et sur la carte jointe à ce mémoire.

série presque verticale, au-dessous du sommet du Montoisey, m'a fourni :

Terebratula bisuffarcinata, Schl. | *Waldheimia humeralis,* Rœm.
Waldheimia Mœschi, May-Ey.

A un kilomètre plus au sud existe un col plus profond, le **col de Crozet**, que l'on utilise souvent pour traverser la chaîne; le point culminant est à 1460 m. Dans le vallon qui le précède, se trouve un petit lac à 1292 m. d'altitude. Ce col pénètre assez profondément dans l'étage argovien, et comme au passage plus au nord, on retrouve aussi ici le double repli de ces couches, quoique un peu modifié; il a la forme de deux voûtes peu accentuées, séparées par un synclinal écrasé (Pl. II, fig. 3). Les couches du séquanien à *Amm. tenuilobatus* sont largement à découvert près du chalet de Parquoi; à leur base jaillit une belle source, sur le versant oriental du col. L'argovien qui leur succède est également riche en Ammonites.

L'arête, entre le col de Crozet et le sommet du Reculet, a un aspect assez uniforme. Le pli secondaire des couches marneuses du séquanien et de l'argovien ne se trahit presque pas extérieurement, parce que le massif calcaire séquanien supérieur et kimmeridgien a été poussé par-dessus sans participer bien visiblement à ces contournements. Telle doit être la disposition des couches autour du **Crêt du creux de la neige**. La couverture de jurassique supérieur y forme un plateau incliné, entrecoupée de profondes fissures, dans lesquelles la neige persiste tard en été; le sol étant ainsi drainé par ces fissures, la surface du plateau est desséchée et souvent couverte de débris de roches. Entre le Crêt du creux de la neige (1723 m.) et le sommet du Reculet existe un passage assez élevé; on y arrive par le vallon de Sur Thoiry.

Le sommet du **Reculet** (1720 m.) est une véritable butte, sorte de pyramide de couches presque horizontales, posée sur un plan peu incliné et dominant un vallon ou ruz assez profond, dans lequel se trouvent les pâturages d'Arderens. On constate aussi dans cette région l'existence du double pli qui suit la ligne de faîte de la chaîne. Le pli occidental se développe davantage dans cette partie, il se déjette même un peu à l'est, et le pli oriental s'efface presque entièrement. On voit ces contournements sur la paroi nord du vallon d'Arderens avec une grande netteté, lorsqu'on se place un peu au sud du Mont Reculet, de

même que sur la petite arête qui sépare les deux embranchements supérieurs du dit vallon. Le vallon de Sur Thoiry et ceux d'Arderens offrent de beaux affleurements du séquanien et de l'oxfordien supérieur. Dans l'un et l'autre de ces terrains on trouve beaucoup d'Ammonites. Nous avons recueilli, à Arderens et à Sur Thoiry, les fossiles suivants attestant le séquanien inférieur ou couches de Baden :

Ammonites (Perisphinctes) Roberti, de Lor.
» » *Achilles,* d'Orb.
» » *lictor,* Font.
» » *progeron,* d'Amon.
» » *balnearius,* de Lor.
» *(Oppelia) tenuilobatus,* Opp.
» » *Greenackeri,* Mœsch.
» *(Aspidoceras) acanthicus,* Opp.
Natica cf. Georgeana, d'Orb.
Pholadomya hemicardia, Rœm.

Du Reculet au col du Sac. Au sud du Reculet, l'arête supérieure s'abaisse rapidement; la voûte se déjette de plus en plus à l'ouest, et, à moins d'un kilomètre de cette sommité, cette voûte s'entr'ouvre subitement en mettant à nu, sur le versant occidental de la chaîne, toute la série jurassique jusqu'au bajocien. Cette ouverture est due à l'effondrement du flanc occidental de la voûte déjetée (pl. II, fig. 5). L'étroite arête de **la Roche,** formée de calcaire séquanien en lambeaux détachés, surmonte la série des couches jurassiques plus anciennes qui se succèdent, en coupe naturelle, jusqu'au fond de la vallée. Nous reviendrons à parler de ce profil.

Sur le versant oriental de la chaîne il y a également une légère rupture mettant à découvert les couches marneuses du séquanien inférieur. Le léger palier, produit par cet accident longitudinal, est très visible; plusieurs chalets sont construits au milieu de beaux pâturages. Ce terrain se voit encore au passage du Gralet qui conduit de St-Jean de Gonville à Chézery, dans la vallée de la Valserine. En suivant l'arête culminante, dès le Reculet jusqu'au passage du Gralet, on constate un abaissement considérable de la chaîne. Cet abaissement coïncide précisément avec l'énorme déjettement de la voûte et il est à supposer que, sans cet accident, sa hauteur serait la même qu'au Reculet. Du Reculet à la pointe de la Roche (1648 m.) il y a un abaissement de 72 m.., de la Roche à Gralet plus de 200 mètres. Plusieurs des

pointes de cette arête sont de petits lambeaux de calcaire séquanien, placés, sans appui latéral, sur le soubassement marneux du séquanien inférieur et de l'argovien, dans lesquels sont taillés les cols qui les séparent. Le plongement des couches du côté du versant E. n'est cependant pas assez fort pour menacer leur stabilité.

Près du chalet de la **Patrouille** se montre un changement subit dans les allures de la chaîne. Il y a une différence frappante entre les profils 5 et 6, pl. II, pris à quelques kilomètres de distance. Sur le flanc ouest de la chaîne surgit le contrefort de la Mantière, avec un vallon synclinal écrasé, dont nous rechercherons plus loin l'origine. Tout cela constitue, avec le changement de la direction de la chaîne, une énigme, dont il est fort difficile de trouver la solution. Constatons seulement qu'à partir de la Patrouille, l'arête qui allait du N.-E. au S.-W., prend une direction exactement N.-S. pour dévier ensuite, à un kilomètre de là, un peu au S.-E.; la différence avec la direction précédente est de 130° à l'est. C'est la direction qu'a aussi le chaînon du Vuache. La hauteur moyenne dans cette région est de 1400 à 1450; elle s'abaisse même à 1385 mètres au col du Sac qui conduit du vallon de la Mantière à Farges. C'est au sud de ce col que s'élève le massif du *Grand Crédo* (1624 m.).

CHAPITRE VII

La vallée de la Valserine en aval de Mijoux.

Entre Mijoux et Bellegarde, la Valserine coule au fond d'une vallée très étroite qui présente successivement une série de phénomènes géologiques des plus intéressants à étudier.

De Mijoux à Lelex, l'aspect est tout à fait régulier. Le torrent serpente sur un fond uniformément incliné, sans chutes, ni accidents indiquant une modification dans la structure géologique de la cuvette synclicale qui forme cette vallée. Le versant ouest présente des gradins réguliers, dûs à la succession des trois étages néocomiens adossés contre le flanc du plateau des Molunes. Le fond lui-même de la vallée est assez large, rempli de quelques amas d'alluvion entre Lelex et Fernaz; il y a même d'assez importants dépôts de mollasse sableuse et marneuse, tout à fait semblable à la mollasse aquitanienne du bassin

suisse. Entre Fernaz et Lelex, sur le versant E., en amont de la route, ce terrain miocène forme des collines boisées bien apparentes. J'ai trouvé à l'entrée du village de Lelex des empreintes de feuilles, dans une mollasse grossière, grise et micacée qui a été exploitée. Le dépôt se continue jusque vers la Gentille et la Peicharde en amont de Lelex. Plus haut, les amas d'éboulement et quelques dépôts glaciaires recouvrent ce terrain qui paraît toutefois exister encore au fond de la vallée, à l'approche de Mijoux. On pourrait s'attendre à trouver aussi sur le flanc E. de la vallée, au pied du Mont-Colombey et du Cret-du-Creux de la Neige, une bordure néocomienne semblable à celle du versant opposé, mais comme sur la route de Mijoux à la Faucille ce terrain ne se montre sur aucun point! Quoique j'aie fait à plusieurs reprises des recherches spéciales dans le but de découvrir le néocomien, il m'a été impossible de constater le moindre affleurement. Au-dessus de la Gentille, près Lelex, le jurassique supérieur apparaît presque immédiatement après avoir quitté les collines mollassiques et la même disposition se présente en aval de Lelex, lorsqu'on s'élève jusqu'au chalet du Ratou, près du passage de Crozet. Le chalet de la Cathéline, un peu plus haut, est déjà en plein séquanien. Au Ratou le portlandien à Nérinées fortement incliné, sert d'appui à une petite combe sur laquelle s'échelonnent plusieurs chalets.

L'absence de la bordure néocomienne entre Mijoux et Fernaz et le contact de la mollasse avec le portlandien, ne peuvent s'expliquer que par un pli-faille, ainsi que nous l'avons déjà constaté au col de la Faucille. Ce pli-faille ressort des profils 2, 3 et 4 et surtout du profil 5, pl. III.

La petite combe de Ratou se poursuit presque horizontalement dans la direction du sud, jusqu'au pied du Cret-du-Creux de la Neige. C'est toujours le portlandien supérieur qui borde cette combe; le kimmeridgien se voit sur la pente en amont.

Un peu au S.-E., près des chalets de **Malay**, le calcaire kimmeridgien est traversé par deux filons de minerai de fer oxydé qu'on a tenté d'exploiter, mais sans succès paraît-il. Ce minerai a une texture compacte; sa couleur va du brun-clair au noir-brillant. Les filons ont de 0.30 à 0.80 m. d'épaisseur. Le plus épais des filons a été entamé sur deux points à environ 35 m. de distance verticale. L'exploitation inférieure est à 1290 m. d'altitude. Le minerai se compose presque exclusivement de fer oxydé, 97.4 °/₀. Ce minerai paraît être dû à des sources ferrugi-

neuses, ayant tour à tour érodé le calcaire sur leur passage et comblé le creux par des dépôts ferrugineux.

En descendant la vallée entre **Fernaz** et **Chézery**, on chemine d'abord sur la mollasse, jusqu'à un kilomètre au sud de Fernaz; en cet endroit, qui est exactement au pied du Crêt de la Neige, la disposition de la vallée se modifie : La Valserine sort du thalweg du pli synclinal, pour suivre, plus à l'est, la faille entre l'urgonien, surmonté de mollasse, et l'escarpement jurassique. A environ un demi-kilomètre plus au sud, la rivière tourne brusquement à l'ouest et coupe le synclinal urgonien et la mollasse qui s'y trouve pincée, pour suivre, dès lors, la combe hauterivienne, entre le valangien et l'urgonien, ainsi que le montrent les profils 4 et 5, côté ouest (pl. II). La route de Chézery, qui cotoie la gorge à 100 mètres environ au-dessus du torrent, suit le pied de l'escarpement urgonien sur quatre kilomètres.

Avant de s'introduire dans cette gorge, la route entame, sur une certaine longueur, le dépôt de mollasse qui comble le pli synclical de l'urgonien; c'est une mollasse grise, marneuse, à veines de gypse fibreux surmontant des marnes bariolées de rouge qui sont sans doute le représentant de la mollasse rouge ou aquitanien inférieur. Comme la mollasse à feuille de Lelex est superposée à ce terrain, elle correspondrait à l'aquitanien supérieur, ou peut-être même à l'étage langhien.

Les environs de Chézery offrent un aspect des plus saisissants pour le géologue. Tandis qu'entre Fernaz et Chézery, la route et la Valserine, suivent la sombre gorge creusée aux dépens de la marne d'Hauterive, entre le valangien et l'urgonien qui surplombe la route, la synclinale rejetée sur la rive gauche se resserre de plus en plus, entre le crêt urgonien et le pied de la paroi du Reculet. Le déjettement de la voûte du Reculet est ici très accusé; sur un point, le jurassique supérieur semble reposer sur la mollasse (profil 5, pl. II). Ce profil se présente naturellement au regard, lorsqu'on remonte la vallée de Chézery à la Rivière. On voit distinctement la grande voûte penchée vers l'ouest; le portlandien et le kimmeridgien ont été enlevés par les éboulements et l'érosion glaciaire, et le puissant massif de calcaire urgonien, supportant la mollasse, s'enfonce, sans la moindre courbure, sous le flanc renversé de la grande voûte déjetée. L'exploration du petit vallon de la Chaz permet de

constater, sous les éboulis et le glaciaire qui remplissent l'espace entre le pied de la voûte jurassique et le crêt urgonien, quelques affleurements de mollasse marneuse et des grès; en suivant ce vallon, on peut revenir au point où la route de Lelex entaille les marnes à gypse fibreux.

Près du hameau de la *Rivière* commence la vallée de Chézery proprement dite: le torrent de la Valserine, sortant de sa gorge, coupe une seconde fois le massif urgonien, cette fois en sens inverse, pour regagner, à sa gauche, le pli synclinal abandonné pour un moment, tandis que l'urgonien s'adosse contre le flanc ouest de la vallée, au pied du Crêt-Chalain; la combe hauterivienne est très bien accusée dans le petit enfoncement nommé la *Noire-Combe,* entre Chézery et le Foug des Prés, vis-à-vis de la Rivière. Dès cette dernière localité, jusqu'à Chézery, la Valserine suit le pied des bancs urgoniens. A Chézery même, ceux-ci sont recouverts de marnes et calcaires verdâtres et sableux qui appartiennent peut-être à l'aptien ou bien au rhodanien.

Le versant E. de cette partie de la vallée est d'un puissant intérêt. Déjà la voûte déjetée qui se profile au nord-est, au-dessous de Rivière (fig. 5, pl. II), est un spectacle que l'on n'oublie jamais, mais à cela s'ajoute encore la superbe arête de la Roche, avec ses dentelures surmontant la série des assises jurassiques, mises à découvert par l'écroulement de toute une moitié de la montagne sur plus de 7 kilomètres de longueur. A un kilomètre environ au sud du Reculet s'ouvre, sur le flanc ouest de la montagne, un profond ravin qui entaille les couches de l'argovien; puis, à quelques centaines de mètres plus bas, le callovien et le bathonien. Le torrent du Troublery y prend naissance; la rapidité de la pente et la forme évasée des ravines qui se réunissent, occasionnent parfois des crues très subites de ce torrent et de vraies débâcles de pierres; de gros blocs sont alors projetés, sur le large talus de déjection, à travers l'étroite ouverture réservée entre l'argovien inférieur et le bathonien. Quand il est à sec, ce ravin est assez facile à gravir; je l'ai parcouru en montant et en descendant. Après l'étroite entrée, vient un élargissement entre le spongitien et le bathonien. La zone callovienne proprement dite, oolithe ferrugineuse avec marnes en faible épaisseur, contient de nombreux fossiles. J'ai trouvé, soit en place, soit dans des blocs détachés, les espèces suivantes:

Ammonites (Stephanoceras) coronatus, Brug.
» » *cf. tumidus,* Zieth.

Ammonites (Stephanoceras) Bakeriæ, Sow.
» *(Harpoceras) hecticus,* Hartm.
» » *lunula,* Zieth.
» *(Olcostephanus) anceps,* Rein.
» *(Peltoceras) athleta,* Phil.
» *(Cosmoceras) Jason,* Zieth.
» *(Amaltheus) Lamberti,* Sow.
Belemnites hastatus, Blv.
Terebratula, sp.

L'épaisseur n'est pas considérable, deux mètres au plus, plutôt moins. Au-dessous vient une faible épaisseur de calcaire jaune, du facies de la Dalle nacrée, puis des alternances nombreuses de bancs calcaires gris, homogènes, avec des marnes grises plus ou moins schisteuses et contenant: *Stephanoceras Bakeriæ,* Sow. et *Acanthothyris spinosa,* d'Orb. C'est donc le bathonien, affectant un facies particulier; il atteint une épaisseur de 80 mètres, puis vient un terrain plus compact, calcaire jaune-brun ou gris foncé, souvent un peu siliceux, renfermant de nombreux polypiers et des spongiaires siliceux. Parmi les premiers, M. Koby a reconnu *Isastræa Bernardi*, d'Orb., une des espèces les plus fréquentes du calcaire bajocien à polypiers du Jura bernois et salinois.

J'ai en outre trouvé dans ce niveau :

Terebratula ventricosa, Zieth.
Terebratula sub-bucculata, Chap. et Sow.
Rhynchonella obsoleta, Sow.
Mytilus, spec. ind., etc.

Ce calcaire correspond donc bien au *bajocien* ou *calcaire à polypiers* du Jura vaudois. Il forme le bord sud d'un second ravin qui se joint au premier et prend son origine près du chalet de l'*Alpine,* bâti au sommet même de la voûte que décrit ce calcaire. La nature plus compacte de cette roche fait qu'elle forme régulièrement un petit contrefort au-dessous du talus des terrains plus marneux qui le surmontent; c'est sur ces contreforts que sont construits un certain nombre de chalets à peu près au même niveau que celui de l'Alpine. Le chemin qui descend de ce chalet à la Rivière est taillé sur toute la longueur dans cette roche et il est possible de recueillir là de nombreux fossiles, soit dans le calcaire, soit dans les interstratifications marneuses.

De nombreux petits torrents descendent du pied de l'arête de la Roche et chacun offre, dans le sillon qu'il a creusé, une coupe

naturelle de toute la série des couches, dès le bajocien jusqu'au séquanien. Un bon nombre d'entre eux sont accessibles et leur exploration fournirait des données stratigraphiques importantes.

De Chézery à Confort. — Nous venons de voir que près de Chézery la Valserine coule de nouveau sur l'urgonien et sur des couches pouvant appartenir à l'aptien. Ces premières se relèvent aussitôt à l'ouest pour s'adosser contre le pied de la chaîne du Crêt Chalain. L'autre rive est couverte de dépôts considérables dus aux glaciers et aux éboulements, mais surtout au charriage des torrents nombreux qui descendent sur ce versant de la vallée.

Au sud de Chézery, près de **Forrens**, on exploite du *calcaire urgonien asphaltifère*. C'est un calcaire de composition crayeuse, quand il est privé de bitume; la couleur varie, d'après la proportion du bitume, du brun clair au brun foncé. Par places, la couleur est d'un blanc éclatant, alors que tout autour la roche est imprégnée de bitume. On a creusé plusieurs galeries dans ce calcaire et on peut constater les inégalités de l'imprégnation de la roche bitumineuse, qui contient aussi des fragments de calcaire compact non imprégnés. Il y a aussi dans plusieurs endroits des fissures remplies d'une argile verdâtre, semblable à celle qui se trouve parfois dans les crevasses comblées de dépôts sidérolithiques. Le massif urgonien, dont fait partie cette zone asphaltifère, a une grande épaisseur; il est coupé, plus loin, par le petit torrent qui se jette dans la Valserine, près de Forrens; la route de Montanges traverse ensuite toute la série du néocomien, entre dans le jurassique supérieur, pour retrouver, un peu avant le Pont d'Enfer, le néocomien, du valangien à l'urgonien. Il est donc évident que sur cette longueur de trois kilomètres à peine, entre Forrens et le Pont d'Enfer, près Champformier, la route coupe une voussure jurassique avec bordure néocomienne de chaque côté. Cette voussure est le chaînon qui porte plus au nord le sommet du Crêt Chalain.

La Valserine et la route de Confort, qui se développe parallèlement à cette rivière, offrent le même profil, avec une netteté encore plus parfaite. Entre Chézery et le Grand Essert, les affleurements sont en partie cachés par les amas de terrain de transport. Au sud de ce hameau, on entre dans le jurassique; un kilomètre plus au sud, la voûte que l'on traverse obliquement offre au centre le calcaire argovien bien à découvert; bientôt le plongement se renverse et le calcaire supérieur borde de nouveau la route; un kilomètre plus loin, on passe dans la

deuxième zone néocomienne, qu'il est possible cette fois de suivre couche par couche. Cette modification dans l'aspect de la vallée est vraiment remarquable. La voûte jurassique, qui précédemment se trouvait sur la rive droite de la Valserine, passe ainsi sur la rive gauche ; elle s'intercale entre cette rivière et la première chaîne du Jura, en formant le petit massif de la Mantière, ainsi que le montre le profil 6, pl. II.

Voici la coupe du néocomien, telle que je l'ai relevée en venant de Confort, soit en remontant la vallée :

URGONIEN II. Calcaire à *Requienia Ammonia,* formant un petit plateau entre le Crêt et la Mulaz.

URGONIEN I. Etage de la Russille.

Calcaire jaunâtre, compact ou oolithique, avec coraux 15 à 20m
Calcaire jaune oolithique 3m
Calcaire fissuré, jaunâtre, oolithique, en couches brisées ; piquants de *Cidaris* 12m

HAUTERIVIEN III. Étage de la pierre jaune.

Marne gris-jaune, oolithique, plus ou moins calcaire à la base 2m50
Calcaire fracturé, avec feuillets marneux gris, *Panopæa arcuata, P. Carteroni* 2m50
Calcaire jaune, oolithique, en dalles 6m
Marne jaune clair, *Panop. attenuata, P. lata* 1m20
Calcaire oolithique jaunâtre, en dalles 2m20
Marne jaune, plus ou moins calcaire 0m80
Assise calcareo-marneuse, jaunâtre. 4m
Marne jaune homogène, très imparfaitement visible ; *Ostrea Couloni, Spongiaires, Serpula* 12m
Calcaire jaune, spathique, en dalles, avec quelques feuillets marneux. 8m
Marno-calcaire gris, oolithique, fossiles nombreux : *Terebrat. Marcoui, T. semi-striata, Serpula antiquata, Pect. Archiaci, P. Robinaldi, Lima undata, Ostrea Minos, O. Couloni, Venus Cornueli, Cardium peregrinum, Echinobrissus Olfersii, Bryozoaires, Spongiaires,* etc. 1m50
Calcaire jaune oolithique et spathique, en dalles . . 9m

HAUTERIVIEN II. Etage des marnes d'Hauterive.

Marne homogène, jaune 7m
Galeolaria neocomiensis, Terebrat. acuta, Waldh. pseudo-jurensis, Rhynch. multiformis, Pleurotomaria Bourgueti, Panopæa neocomiensis, Venus, Car-

dium, Janira neoc., Ostr. Couloni, Hinnites, Spongiaires.

Alternances calcaireo-marneuses, en couches minces 2m5
Calcaire spathique (échinodermique), jaune, en dalles 3m5
Marne grise homogène, blanche et argileuse à la base, *Ostrea Minos, O. Couloni, Cardium* 10m

HAUTERIVIEN I. Etage du calcaire à *Ostr. rectangularis.*

Marnes et bancs calcaires jaunes en alternances . . 9m
Marne grise schistoïde et sableuse 6m

VALANGIEN II. Etage du calcaire roux de l'Auberson.

Calcaire jaune en dalles 1m50
Marne gris-jaune schisteuse, *Wald. Tamarindus* . . 1m50
Calcaire roux, oolithique, en dalles 11m
Marne jaune, oolithique, *Cyprina* 3m

VALANGIEN I. Etage du marbre bâtard.

Calcaire compact blanc, en gros bancs, devenant jaunâtre vers le bas et se divisant en bancs plus minces 12m
Marnes et calcaires gris en lits peu épais, *Fimbria corrugata* 2m50
Calcaire compact blanc, épaisseur inconnue, la suite disparaît sous les éboulis. . . . . ?

Cette coupe montre la constance des niveaux paléontologiques du néocomien et la modification qui se manifeste surtout dans la composition de l'étage hauterivien, par l'apparition de couches marneuses dans l'étage de la pierre jaune et de bancs calcaires dans les marnes d'Hauterive, ce qui tend à effacer la différence de facies de ces deux étages ailleurs si distincts.

Après avoir traversé les trois étages du néocomien, la route suit une sorte de corniche formée par l'urgonien presque horizontal et qui correspond au petit plateau du Ladai, de l'autre côté de la gorge de la Valserine. Près du Crêt, l'urgonien supporte un dépôt d'argile verdâtre sans fossiles; c'est peut-être de l'aptien comme à Chézery ou bien du gault.

Jusqu'à Confort on suit constamment cette corniche urgonienne, qui surplombe la gorge de la Valserine. Entre le Crêt et la Serpentouse, on constate que la voûte jurassique du chaînon de Mantière se rompt et se déjette, un crêt escarpé montre des bancs coupés à pic, au pied desquels l'urgonien paraît *horizontal;* c'est qu'un pli-faille oblitère totalement l'hauterivien et le valangien jusqu'à la Mulaz, où l'on voit le chaînon tout entier

s'abaisser graduellement, puis disparaître sous l'urgonien et les dépôts plus récents qui remplissent le bassin de Bellegarde. Celui-ci n'est autre chose qu'un élargissement du synclinal de la Valserine et de celui de Champformier-Montanges et qui n'a pu prendre ce développement que grâce à la déviation sud-est de la chaîne du Grand Crédo. Dans cette large cuvette s'étalent les couches du crétacé moyen (gault et aptien), les mollasses miocènes, recouvertes à leur tour par des alluvions anciennes et le glaciaire. Sa largeur atteint plus de 15 kilomètres entre la chaîne du Grand Colombier et celle du Crédo. Le Gros Foug surgit à l'extrémité sud, comme un lointain prolongement du chaînon de la Mantière - Crêt-Chalain, qui s'efface près de Confort.

Le **vallon ou combe de la Mantière** se montre très bien lorsqu'on se trouve sur la route entre Lancrans et Bellegarde. Il se présente comme un grand couloir devenant de plus en plus étroit, à mesure qu'on s'élève entre la petite arête jurassique à l'ouest et le Grand Crédo. Deux chemins y conduisent. L'un suit la ravine creusée dans la marne d'Hauterive, entre l'urgonien et le valangien recouvrant le jurassique du dit chaînon ; l'autre suit le fond du pli synclinal entre les deux bordures urgoniennes. Ce petit vallon renferme aussi de la mollasse, des marnes et du grès grossier, gris. Ce dernier est imprégné par places de bitume visqueux ; on a essayé de l'exploiter près de Boge. Un peu plus haut, entre le Château et la Pelaz, on trouve du grès vert du gault, avec de nombreux fossiles. L'urgonien est un calcaire compact blanc, qui forme encore un épais massif près de la Grange Velour, au pied de l'arête jurassique qui relie la chaîne de la Roche au Grand Crédo.

La marne d'Hauterive ne se voit que rarement, mais bien l'étage hauterivien supérieur, dans lequel nous avons recueilli quelques fossiles près de la *Maison-Neuve,* sur le chemin de la Mantière à Chézery. Un marno-calcaire spathique verdâtre du hauterivien inférieur m'a fourni sur le même point:

Terebratula acuta, Qnst.
Galeolaria neocomiensis, de Lor.
Serpula antiquata.
Ostrea Couloni, d'Orb.
Ostrea rectangularis, Rœm.
Pecten Cottaldi, d'Orb.
Pecten Robinaldi, d'Orb.
Avicula Cornueli, P. et C.
Fimbria corrugata, Sow.
Astarte numismalis, d'Orb.
Trigonia cincta, Ag.

Le calcaire de l'hauterivien III :

Waldheimia tamarindus, Sow.	*Spongiaires.*
Fimbria corrugata, Sow.	

Quant au valangien, il présente des *Nérinées* et quelques *Gastéropodes* mal conservés.

Ainsi que nous l'avons déjà constaté, il n'est pas facile de relier les couches crétacées de ce petit vallon synclinal élevé, aux assises néocomiennes qui forment le fond de la vallée de Chézery ; et pourtant les observations, faites entre le Grand Essert et Confort, ne laissent pas de doutes sur les relations entre les couches de part et d'autre. Le fait que le néocomien ne peut pas être suivi de la Grange-Velour à Chézery est peut-être attribuable à ce que les effondrements qui ont démoli le flanc de la chaîne de la Roche, ont atteint aussi ce pli qui en forme un contrefort. A cette difficulté se joint encore le fort développement des graviers erratiques dans toute cette région.

Près de Grange-Velour, l'urgonien du vallon de la Mantière, plongeant à l'est, butte contre l'escarpement jurassique de l'arête de la Patrouille (pl. II, fig. 6). Il y a donc ici contact anormal dû, sans doute, au prolongement du même pli-faille constaté en amont de Chézery, à Fernaz, à Lelex, etc. Il est intéressant de constater la grande différence de niveau qui existe entre le néocomien de Mantière et celui de Chézery appartenant, tous deux, au même pli synclinal, le premier dans un état très écrasé et le second assez largement ouvert. Au sud de Grange-Velour le pli-faille s'efface, dès le col du Sac sur la Mantière jusqu'à la Charmante, on peut suivre encore, sur une certaine longueur, la bordure néocomienne, sur le flanc du Grand-Crédo.

Sur le passage de Grange-Velour au col du Sac, j'ai recueilli dans la marne d'Hauterive :

Terebratula acuta, Qnst.	*Astarte helvetica,* Pict.
Panopæa lata, Ag.	*Ostrea Couloni,* d'Orb.
» *Carteroni,* d'Orb.	*Toxaster complanatus,* Ag.
» *arcuata,* Ag.	*Holaster L'Hardyi,* Ag.
» *neocomiensis,* d'Orb.	*Phyllobrissus neocomiensis,* Ag.

Au-dessus de la Charmante, près Lancrans, la combe hauterivienne est à 830 m. Encore plus au sud l'erratique, très développé, recouvre en bonne partie ce terrain, jusqu'au Creuchat, où affleurent l'urgonien et le hauterivien, dont nous décrirons plus loin la disposition remarquable.

Il ne rentre pas dans le plan de ce travail de décrire les terrains du bassin de Bellegarde et nous renvoyons, pour cela, à la littérature y relative.

CHAPITRE VIII

Le massif du Grand-Crédo.

Cette montagne se place comme un nœud à l'extrémité de la chaîne du Reculet. Elle en est séparée par le vallon du **col du Sac** qui entaille sa couverture séquanienne jusqu'aux marnes de l'argovien. De toutes parts la pente de la montagne est très rapide, formée du jurassique supérieur contre lequel s'adossent les couches du néocomien, très fortement redressées. Dans le haut, la montagne forme une croupe assez large, accidentée de plusieurs petites arêtes.

Le vallon du col du Sac coupe obliquement, du N.-W. au S.-E., la direction de la chaîne, au point même où les couches commencent à se relever vers le haut du Crédo. Les allures des couches, sur les deux flancs de ce petit vallon, ne sont conséquemment pas les mêmes; du côté sud, elles occupent un niveau bien plus élevé que sur le flanc nord. Au pied de celui-là l'argovien perce à peine; sur le flanc nord, il s'élève au moins jusqu'à mi-hauteur. Aussi les contournements des couches ne sont pas les mêmes; tandis que le profil au nord du col se dessine comme une simple voûte surbaissée et légèrement déjetée à l'ouest, le profil au sud n'accuse pas moins de trois replis ou ondulations du séquanien, formant deux petites sommités à 1536 et 1582 mètres. Les deux profils, fig. 4 et 5, pl. III, représentent à l'échelle de 1 : 25000, la structure des deux versants de ce col.

La région élevée du **Grand-Crédo** ressort du profil 6, pl. III, qui passe par l'extrémité sud de la montagne. Entre ce point et le profil 5 longeant le col du Sac, il y a plusieurs sommités ayant toutes 1600 mètres d'altitude, ou plus. Elles sont produites par des replis du séquanien qui forme presque exclusivement cette partie de la montagne; d'après leur alignement, on peut les rallier aux deux petites voûtes que nous avons reconnues près du col du Sac (fig. 5, pl. III). Arrivé au point 1608, sommet dominant le creux de Longeray et la cluse du Rhône, il n'existe plus qu'un seul pli, celui qui correspond à la petite voûte 1582 m.; l'autre, à l'ouest, paraît avoir disparu.

La profonde rupture qui fend la montagne longitudinalement en deux branches, comme un fer à cheval, ne se fait pas sur cette voûte, légèrement entr'ouverte, dont le flanc E. forme le sommet du **Grand-Crédo** (1608 m.); elle naît à l'est de ce sommet, au point où une légère inflexion des couches donne lieu à une sorte de plateforme nommée le Plat des Roches.

La branche occidentale des rochers qui bordent le **Creux de Longeray** se détache de la pointe du Grand-Crédo. La petite voûte qui constitue ce sommet (fig. 6 A, pl. III) se continue en s'abaissant rapidement, après s'être fermée. Elle est très apparente à la pointe de Sorgia, 1243 m., et même plus bas, dans les rochers à l'ouest des carrières du Sanglot, près Longeray (fig. 6 B et C, pl. III). Encore plus bas, c'est l'urgonien que l'on rencontre sur la route de Bellegarde, sous le Creuchat, ainsi que dans la tranchée et dans le tunnel du chemin de fer. Cet urgonien forme, comme le jurassique plus haut, une petite voûte bien accusée au milieu de laquelle apparaît l'étage hauterivien dans la tranchée du chemin de fer, au-dessus des moulins de la Coudière. Le profil 6 D, pl. III, est destiné à montrer cette disposition; il faut admettre une faille transversale pour expliquer l'étrange apparition de l'urgonien, à proximité immédiate du jurassique supérieur, séparé de celui-ci seulement par un amas de graviers erratiques, entre la route où affleure l'urgonien et les rochers dominant le Creuchat. Pour mieux exprimer notre manière de voir et les relations entre les divers points décrits dans les profils 6 A-D, pl. III, j'ai construit un profil longitudinal allant de la pointe du Sorgia (profil 6 A) par les profils partiels C et D jusqu'au rocher de Léaz, sur la rive droite du Rhône. Ce profil (fig. 7, pl. III) montre l'abaissement successif de la branche occidentale des rochers de Longeray, dès le Sorgia jusqu'au Creuchat; puis, la position du pli-faille qui paraît exister dans la direction de X-Z. Enfin, le point le plus remarquable est le relèvement du jurassique affaissé, qui ressort normalement au-dessous du néocomien, au-delà du ruisseau qui se jette dans le Rhône, au sud des moulins de La Coudière; on suit, dès l'urgonien, l'hauterivien et le valangien adossé au portlandien qui constitue la voûte du **Rocher de Léaz**, dont le profil se dessine très nettement, comme le représente la fig. 7, pl. III, lorsqu'on se trouve sur la route d'Entremont à Arcine, sur la rive opposée du Rhône.

La grande excavation en forme d'amphithéâtre qui renferme

le village de **Longeray** est due à ces circonstances exceptionnelles dans la structure de la montagne. L'affaissement du jurassique dans la branche du Sorgia correspond à une différence de niveau d'au moins 1400 mètres sur une distance horizontale de deux kilomètres à peine; la moitié de la montagne s'est affaissée, en sorte que le calcaire jurassique, qui, au Grand-Crédo, était encore à plus de 1600 mètres d'altitude, doit se trouver au moulin de la Coudière à plus de 100 mètres au-dessous du niveau du Rhône qui coule ici à 322 m.

L'autre moitié, qui se prolonge à l'est du Creux de Longeray, en forme de promontoire semblable au Sorgia, se lie à une paroi abrupte de calcaire jurassique supérieur, surmontant de plus de 200 mètres la pente plus douce formée par les couches argoviennes. Mais à l'inverse de la branche du Sorgia, les couches ne s'abaissent que très doucement, et paraissent presque horizontales sur une grande longueur, en donnant lieu à une sorte d'épaulement auquel s'applique plus spécialement le nom de *Plat des Roches* (1409 m.). A l'est de celui-ci les couches plongent fortement à l'est 60-65°, parallèlement au néocomien de Collonges. L'abaissement de l'arête à partir de l'extrémité du Plat des Roches est dû à la désagrégation des terrains, c'est le talus naturel, causé par la coupure transversale du Rhône. Un profil longitudinal suivant ce promontoire dès le Plat des Roches jusqu'au Rhône ne couperait que le jurassique supérieur et dans la profondeur l'argovien. De l'autre côté du Rhône ces terrains reparaissent, en position presque identique, dans la montagne du Vuache. En comparant la manière dont se poursuivent les couches le long des deux branches du fer à cheval qui contourne le cirque de Longeray, on est frappé de la différence de structure : du côté du Plat des Roches, continuation normale des couches à travers le cours du Rhône, le Vuache est l'image spéculaire du Plat des Roches (comparez la fig. 6, partie orientale, pl. II, avec fig. 1, pl. III); du côté du Sorgia, la dénivellation conduit à une disparition complète du terrain jurassique. La moitié ouest du Grand-Crédo s'éteint donc totalement, car le Rocher de Léaz, petit bombement du jurassique supérieur, n'a qu'une faible longueur; il s'enfonce bientôt définitivement sous la mollasse.

Cette divergence entre les deux moitiés d'une même montagne ne peut avoir pour cause qu'une fracture, une *faille longitudinale* suivant laquelle la moitié occidentale a pu s'affaisser, tan-

dis que la partie orientale est restée debout; c'est cette faille qui a sollicité le passage du Rhône au pied du Rocher de Léaz; c'est elle aussi qui a motivé un abaissement local de l'arête pour permettre le passage du Rhône; c'est cette faille encore qui est la cause de la profonde érosion du cirque de Longeray. On s'en assure de la manière la plus nette, en constatant le contact presque immédiat du bathonien exploité dans les carrières du Sanglot sur Longeray et du massif de malm à l'ouest. En effet, à l'*est* et au *nord* des affleurements du bathonien, le talus formé par les marnes argoviennes se voit très distinctement, bordant le pied de l'escarpement; à l'*ouest*, cela n'est pas le cas; le talus, très accusé encore dans le N.-W., se rétrécit et le jurassique abrupt s'abaisse vers le plateau formé par le calcaire bathonien. Or, c'est là que doit prendre origine la grande faille longitudinale du Vuache, dont nous avons déjà démontré l'existence.

Dans la partie supérieure du cirque de Longeray, elle est peu accusée; le spongitien (argovien inférieur) est au niveau du bathonien (pl. III, fig. 6 B), mais plus bas, aux carrières du Sanglot et près de Longeray, c'est le séquanien qui touche au bathonien, fig. 6 C. Dans le lit du Rhône, près des moulins de Coudière, c'est l'urgonien qui butte contre la Dalle nacrée (fig. 6 *d*). Au pied du Rocher de Léaz, le Rhône coule sur la faille même, pl. IV, fig. 1; le néocomien occupe l'une des rives et le jurassique l'autre, tandis que du côté du Vuache le néocomien, à son tour, touche la Dalle nacrée. Bien plus nette encore est la faille visible sur la route près du château d'Arcine (pl. III, fig. 8), où l'argovien, extrêmement froissé et contourné, vient butter contre l'urgonien. Ces exemples ne laissent aucun doute sur l'existence de cette fracture.

Observations stratigraphiques. Entre Longeray et Collonges, la route nationale permet des constatations importantes sur la stratigraphie de la chaîne. Le fond du Creux de Longeray jusqu'au Rhône, sous le moulin de Coudière, est formé par le terrain *bathonien* qui affleure dans plusieurs carrières au-dessus de Longeray. Nous avons reconnu le facies de la Dalle nacrée surmonté de quelques couches marneuses correspondant au callovien. Les fossiles sont rares; pour en trouver, on devrait exploiter les couches marneuses qui sont sans doute l'équivalent du niveau de la Platière. Les seuls fossiles que j'ai recueillis sur ce point sont quelques mauvaises *Terebratules*, des *Rhyncho-*

nelles, *Pholadomya crassa*, Ag. *Phol. texta*, Ag. *Belemnites hastatus*, Blnv, des *Pentacrines*, attestant l'âge bathonien supérieur (Dalle nacrée). Le contact du bathonien avec le malm ne se voit pas, les couches de l'*argovien* se trahissent par un talus; elles affleurent du reste dans plusieurs couloirs au pied de la haute muraille qui lie le Sorgia au Plat des Roches. On a exploité les calcaires hydrauliques de cet étage. Les deux forts sont assis sur le *séquanien* et le *kimmeridgien*. Le portlandien se voit à l'est au sortir du fort inférieur et bientôt un large couloir met à nu les *dolomies portlandiennes* et les couches marneuses du *valangien inférieur*. Un massif calcaire, d'environ 100 mètres, appartenant à ce dernier terrain, forme une petite arête saillante dans laquelle on a ouvert une carrière, lors de la construction du fort. C'est une roche très tenace qui s'exploite facilement en blocs rectangulaires, grâce à sa stratification régulière.

Un peu plus loin se montre le *valangien supérieur*, la *marne d'Arzier* d'abord *(val. I a)*, composée de plusieurs couches marneuses et calcareo-marneuses de couleur jaune-clair, plutôt grises vers le bas, d'une épaisseur totale de 2m50. J'y ai recueilli :

Rhynchonella valangiensis, de L.	*Trichites Picteti*, Camp.
Terebratula valdensis, de Lor.	*Nerinea valdensis*, Pict. et C.
» *Germaini*, Pict.	*Pygurus Buchi*, Desor.
Pholadomya elongata, Münst.	*Spongiaires*, etc.

Le *calcaire roux* du valangien supérieur (val. II, *b* et *c*) ne se voit qu'à peine, pas plus que la marne d'Hauterive, dont l'existence est seulement indiquée par une dépression remplie de graviers erratiques. Le calcaire spathique de l'*hauterivien supérieur* ne se voit pas sur la route, mais bien à 70 mètres plus bas, dans la tranchée de la voie ferrée, au sortir du tunnel percé dans l'*urgonien*. Ce tunnel a 139 m. de longueur, traverse l'*urgonien inférieur* et sort dans l'urgonien supérieur, les deux ne se distinguent qu'à peine, tant l'urgonien inférieur est compact et peu marneux. La couleur jaune si caractéristique dans le Jura vaudois et neuchâtelois lui fait défaut. La route plus haut permet également d'étudier ce terrain, mais bien mieux encore celle qui conduit de Collonges à Valleiry.

Cette route entame à plusieurs reprises les grès de la *mollasse* et des *marnes rouges* (mollasse rouge). L'angle du lacet, en amont

de la voie, coupe en tranchée l'urgonien. C'est un calcaire presque blanc, un peu gris, avec une marne grisâtre contenant à profusion le *Heteraster Couloni*, Ag. Les bancs urgoniens forment un léger bombement au point même de la tranchée, celle-ci entame à deux reprises la marne à Heteraster. J'ai trouvé en outre dans cette couche : *Nucula simplex*, Desh., et *Terebratula rusillensis*, de Lor. Je suis tenté d'attribuer cette couche encore à l'urgonien inférieur; au fait, le *Heteraster Couloni* se trouve dans les deux sous-étages presque avec la même fréquence, mais dans les carrières de Chévrier et de Farges ces mêmes couches, également riches en *Heteraster*, renferment encore d'autres fossiles caractéristiques de l'urgonien inférieur. L'urgonien supérieur, bien caractérisé, se voit à l'entrée du tunnel, puis sous les rochers du château de la Folie et près du pont du Rhône.

Un important dépôt de terrain glaciaire que l'on n'aperçoit guère en suivant la route, remplit, dans la cluse, la dépression entre le rocher urgonien et le jurassique jusqu'en dessous du Fort. Au mois de janvier 1883, un glissement important s'était produit dans ce terrain. La voie ferrée fut emportée dans le Rhône; un tunnel long de 45 mètres, percé dans ce terrain, disparut de même et le Rhône fut obstrué pendant plusieurs heures, en sorte qu'il se forma, en amont de ce barrage, un lac qui s'étendit, au moment de la rupture de la digue, jusqu'au pont de Chancy. M. le professeur Renevier a bien voulu me communiquer des notes et dessins qu'il fit à cette occasion comme expert géologue, consulté par la compagnie P.-L.-M. D'après son rapport, le dépôt erratique en question appartient à une *moraine frontale*, probablement la même que celle qui recouvre aussi le pied du Vuache entre Chévrier et le Rhône. Une constatation des plus remarquables est celle d'un *dépôt lacustre stratifié horizontalement* et qui occupe, sur plus de 500 mètres de longueur, le fond de la cluse en dessous du Fort, au niveau de la courbe de 330 m. Ce dépôt indiquerait l'ancienne existence d'un lac de cluse sur cet emplacement. J'extrais du manuscrit de M. Renevier le passage suivant :

« Dans le fond de la cluse, sur la rive droite, depuis le grand éboulement, jusqu'en dessous du hameau de Lavoux, on voit de grandes assises d'un sablon très pur, en couches presque horizontales, d'au moins 10 mètres d'épaisseur. Ce sablon repose sur un banc d'argile très pure et plastique, qui affleure dans le cours du Rhône quand les eaux sont basses. Un sondage que messieurs

les ingénieurs ont eu l'obligeance de faire exécuter sur ma demande, a été poussé jusqu'à 4 mètres de profondeur sans révéler aucun changement dans la consistance de cette argile.

Malgré mes recherches, je n'ai trouvé aucun caillou erratique, ni dans l'argile, ni dans la masse principale du sablon. A sa partie supérieure, on voit le sablon alterner avec des languettes de dépôts glaciaires. Ce dernier terrain recouvre d'ailleurs le sablon dans toute son étendue. Une galerie pratiquée en dessous du fort, et dans sa direction, jusqu'à 40 m. environ de profondeur, s'est maintenue constamment dans le sablon. Comme la galerie était montante, elle a fini par atteindre la limite supérieure du sablon, dont la surface s'est montrée ravinée et irrégulièrement bosselée.

Ces faits nous révèlent évidemment l'existence d'un petit lac local qui devait occuper le fond de la cluse avant le dernier empiètement du glacier préhistorique et alors que les bancs valangiens et urgoniens, moins profondément rongés qu'actuellement, formaient encore, en amont, un fort barrage permettant l'accumulation des alluvions anciennes du plateau genevois. Ce sablon n'avait pas encore été signalé, il a été mis à nu par les éboulements partiels de terrain en aval du grand éboulement, qui résultèrent indirectement de celui-ci, au moment où le Rhône rompant l'obstacle ayant baissé son cours, reprit son cours normal en affouillant les terrains meubles de la rive droite de la cluse. »

Je puis, de mon côté, compléter cet exposé en rappelant qu'il existe en amont du défilé, au pied du Rocher de Léaz, des terrains sableux stratifiés et des graviers charriés, amenés sans doute par le Rhône à une époque où son cours fut bien plus élevé que maintenant. Le barrage d'en aval de ce lac de cluse pouvait très facilement s'être produit au pied du Rocher de Léaz où le Rhône, très resserré entre le bathonien et le séquanien, coule sur un seuil rocheux. Ce dépôt de sable stratifié antérieur à la dernière extension des glaciers anciens, montre encore combien l'érosion dans cette cluse a peu progressé depuis cette époque et combien les époques géologiques occupent de longs espaces de temps, si l'on voulait calculer d'après cette échelle le temps qu'il a fallu pour creuser toute la profondeur de la cluse de Longeray.

CHAPITRE IX

Le chaînon du Vuache.

(Pl. IV, fig. 1-5.)

Structure du chaînon. — Le Vuache ou Chaumont est une demi-chaîne. La voûte originelle a été fendue longitudinalement suivant la ligne de faîte, et la moitié occidentale a subi un affaissement de plus de 1000 mètres, mettant en contact le néocomien et même la mollasse avec le bathonien ou le malm. J'ai défini dans le chapitre précédent l'origine de cette faille anticlinale. Le rejet maximal se trouve à l'extrémité nord du chaînon, à Entremonts (profil I, pl. IV), plus au sud il décroît rapidement pour devenir nul à Chaumont.

Le Vuache n'a pas une grande hauteur; le point culminant est à 1111 m.; il est formé par le valangien inférieur, ce qui montre bien que l'axe de la chaîne a subi un abaissement notable, puisque à 3 kilomètres au nord du Rhône, le séquanien supérieur se trouve encore à 1600 mètres au Grand-Crédo. En réduisant cette différence de hauteur au même niveau géologique, on obtient une différence relative de plus de 1000 mètres, ce qui atteste l'abaissement entre le Grand-Crédo et le Vuache. Pour bien s'en rendre compte, il faut se représenter le valangien existant encore au sommet du Grand-Crédo; ou bien le sommet du Vuache privé de sa couverture de valangien et de jurassique supérieur jusqu'au séquanien.

Dans son ensemble, le chaînon du Vuache produit un aspect des plus simples; une pente relativement uniforme du côté de l'est, offre dans sa partie supérieure le dos des couches du *valangien inférieur*. A mi-hauteur à peu près se trouve un palieri quelquefois même une petite *combe*, due à l'étage *hauterivien*; l'*urgonien* revêt la pente inférieure, souvent recouverte par l'erratique, ce qui rend même parfois la combe hauterivienne peu apparente. Ce dernier cas se présente au-dessus de Vulbens.

Sur le versant occidental de la montagne, le valangien inférieur et le jurassique supérieur forment un escarpement, franchissable sur un petit nombre de points seulement. La zone des marnes valangiennes inférieures et des marnes portlandiennes se trahit sur toute la longueur du chaînon par une pente gazonnée, sous l'arête culminante, juste au-dessus de la paroi à pic du jurassique.

Sauf les parties peu inclinées, sur lesquelles il a été possible d'établir des cultures, des prairies ou des pâturages, toute la montagne du Vuache est couverte d'épais taillis, par place absolument impénétrables. Je me souviendrai toujours d'avoir erré pendant quatre heures dans ce labyrinthe de bois à épines, avec la ferme intention d'arriver, en suivant l'arête, au plus haut sommet du Vuache et d'avoir été forcé de descendre sur le hameau de Cessens par un chable, seul genre de passage connu et praticable dans ces broussailles.

Dès la cluse du Rhône, sous le Fort de l'Ecluse, jusqu'au pont de Malpaz, à la cluse du Fornant, où se termine le Vuache proprement dit, cette montagne a une longueur de 11 kilomètres.

L'escarpement du versant W. du Vuache domine le plateau de Clarafond, élevé de 500-600 et qui fait partie du bassin miocène de Bellegarde. Le versant E., d'abord très incliné, se relie par une pente douce au plateau de Vulbens-Savigny qui a environ la même hauteur. Le chaînon du Vuache ne dépasse donc que de 500 mètres le plateau mollassique sur lequel il s'élève.

Dès son point culminant, le Vuache s'abaisse de nouveau rapidement vers le sud, à l'approche de la cluse du Fornant. C'est l'axe de la chaîne elle-même qui s'enfonce. A deux kilomètres au S. du sommet le bord de l'escarpement valangien n'est plus qu'à 860 m., et c'est l'urgonien qui forme ici l'arête à 920 m. La crête urgonienne s'abaisse à son tour, et entre Chaumont et Malpaz l'urgonien du Vuache est au même niveau que celui de la partie affaissée de la montagne. On se croirait en présence d'une *voûte complète*, d'un pli régulier, non rompu, si certaines anomalies, peu apparentes au premier abord, ne permettaient pas de constater que la faille longitudinale qui suit le pied ouest du Vuache, existe encore ici.

Profil entre Chévrier et Léaz. La région la plus intéressante est celle qui fait face au Fort de l'Ecluse; ici la montagne présente pour ainsi dire un profil naturel. Du fond de la gorge du Rhône, qui est à 330 m. à son entrée supérieure, près du pont de la route de Collonges à Chévrier et à 319 sous Arcine, toutes les couches s'élevent avec une forte inclinaison pour venir former le premier sommet du Vuache, qui porte la chapelle de Ste-Victoire à 900 m. d'altitude à peu près. Le défilé du Rhône est trop étroit pour qu'on puisse saisir d'un seul point le profil de la chaîne, mais en suivant la route de Collonges à Bellegarde par le Fort de l'Ecluse, le Vuache présente successivement les

diverses parties qui composent le profil I, pl. IV; ajoutons cependant que c'est l'image spéculaire du dessin de fig. 1 que l'on voit, car ce profil est orienté, comme tous les autres, de l'ouest à l'est, l'observateur étant supposé au sud. La vue de Longeray est remarquable avant tout; elle permet de saisir la situation du rocher de Léaz par rapport au Vuache; la faille qui suit en cet endroit le cours même du Rhône, ne laisse plus de doutes. Nous avons déjà exposé plus haut (page 57) la liaison entre le Rocher de Léaz et la branche occidentale du Crédo, les rochers de Sorgia, ainsi que l'origine de la grande faille.

Stratigraphie du Vuache.

Tandis que la route de Bellegarde permet de saisir la tectonique du chaînon du Vuache, celle qui conduit de **Chévrier** à **Arcine** est un emplacement unique en son genre pour suivre, couche par couche, les terrains qui composent le profil que l'on admire de loin. J'ai réuni dans un tableau (pl.V) mes observations sur le néocomien et le jurassique supérieur du Vuache.

En passant le pont du Rhône, entre Collonges et Chévrier, on est d'abord sur l'**urgonien** supérieur, mais bientôt on rentre dans l'erratique que l'on ne quitte pas jusqu'à Chévrier (530 m.) sur le flanc est du Vuache. A une faible hauteur, au-dessus du village, l'urgonien apparaît de nouveau; l'étage supérieur ne se montre qu'à peine, caché qu'il est sous l'erratique; mais l'urgonien inférieur est fort bien développé au N.-W. de Chévrier; c'est le premier terrain que l'on rencontre sur la route d'Arcine en quittant l'erratique. Plusieurs carrières sont ouvertes dans les calcaires gris-jaunâtre, avec quelques délits marneux. Le fossile le plus fréquent est le *Heteraster Couloni;* je possède aussi un bel exemplaire de *Pygurus productus* et des piquants de *Cidaris cornifera*, Ag. Vers le bas, à l'approche de l'hauterivien supérieur, la couleur de la roche est plutôt jaune et sa texture plus oolithique. L'épaisseur visible est d'environ 36 mètres, mais ce n'est pas la totalité de l'urgonien.

J'ai recueilli dans les diverses couches de l'urgonien inférieur, détaillées dans pl. V, les fossiles suivants :

Galeolaria neocomiensis, de Lor.
Rhynchonella lata, Sow.
Terebratula russillensis, de Lor.
Heteraster Couloni, Des.
Pygurus productus, Ag.
Cidaris cornifera, Ag.
» *Lardyi*, Des.
Pentacrinus neocomiensis, de Lor.
Spongiaires.

Sidérolithique. Les carrières de Chévrier offrent de nombreux exemples d'injections sidérolithiques. Je représente un cas des plus remarquables, fig. 10, pl. III. C'est un filon de sable ferrugineux, remplissant la partie superieure d'une fissure transversale aux bancs calcaires. Un lit bien marqué (20 cm.) de grès dur, jaune-brunâtre, très ferrugineux, s'observe en *c*, tandis qu'en *b*, sous le grès plus dur, existe un sable blanc-jaunâtre, moins ferrugineux. Le reste du filon est formé d'un mélange de sable jaune; ce dernier se trouve plutôt du côté du mur du filon. Le calcaire, qui est en dessous, contient encore quelques poches comblées de sable ferrugineux. Plusieurs autres filons analogues se voient dans la même carrière et dans d'autres, ainsi que le long de la tranchée de la route.

Les dernières couches de l'urgonien, ainsi que la suite du profil du néocomien, sont visibles sur la route d'Arcine qui côtoie la cluse du Rhône de Chévrier à Entre-Monts. Cette tranchée est assez récente pour permettre, pendant longtemps encore, de distinguer les diverses assises du profil et recueillir même des fossiles.

La coupe de l'étage **hauterivien** est presque complète sur cette route.

L'*hauterivien supérieur* ou *pierre jaune*, épais de plus de 60 mètres, se compose, dans la partie supérieure, de calcaires jaunes, oolithiques en dalles; vers le milieu apparaît une forte couche de marne grise (13 m.), imparfaitement visible, à cause de l'érosion qui l'a fait disparaître au bord de la route. De nouvelles zones marneuses se montrent environ 7 mètres plus bas, en dessous d'un massif de calcaire oolithique en dalles. Une assise de calcaire en dalles régulières, épaisse de 14 mètres, forme la base de cet étage. Il est facile de se rendre compte, d'après cette coupe, pourquoi dans le chaînon du Vuache, l'étage hauterivien supérieur se confond, dans le relief, avec les marnes d'Hauterive, grâce à ses couches marneuses.

J'ai recueilli dans les diverses couches de ce sous-étage les fossiles suivants. Les niveaux fossilifères sont indiqués sur la coupe stratigraphique, pl. V., avec les espèces les plus abondantes et les plus caractéristiques pour chacun :

Waldheimia faba. Sow.
» *pseudojurensis,* Leym.
Terebratula acuta, Qnst.
Rhynchonella multiformis, Rœm.
Panopœa lateralis, Ag.
» *arcuata,* Ag.
Pholadomya Gillieroni, Pict. et C.
Venus Cornueli, d'Orb.

Cardium peregrinum, d'Orb.
Cardium subhillanum, Leym.
Nucula simplex, Desh.
Toxaster complanatus, Ag.
Holaster L'Hardyi, Des.
Holectypus macropygus, Ag.

De l'**hauterivien inférieur** on n'aperçoit sur la route d'Arcine que le sous-étage I, le calcaire à *Ostrea rectangularis*. Les *marnes d'Hauterive* n'ont pas été entamées par la tranchée, grâce à leur érosion naturelle qui a créé, sur leur emplacement, un couloir ou enfoncement, comblé d'erratique et d'éboulis. C'est à peine si l'on en voit quelques traces à la limite supérieure. Leur épaisseur doit atteindre environ 20 mètres.

Pour ne pas laisser en blanc cette lacune du profil, j'ai intercalé ici, sur la planche V, la coupe des marnes d'Hauterive, observée près de *Chaumont*, à l'autre extrémité du chaînon. Plusieurs chemins-couloirs, qui conduisent aux pâturages de Chaumont, mettent à découvert les divers niveaux de ce sous-étage. J'ai constaté spécialement :

4. *Bancs calcaires submarneux* gris, avec *Ostrea Couloni*, *Céphalopodes* . . . . . 6 à 7m
3. *Marnes bleues*, avec concrétions calcaires. Grands *Céphalopodes* 10m
2. *Marne sub-compacte*, grise, remplie de fossiles. . . . 0m50
1. Lit de *marne jaune*, sableuse 1m

L'épaisseur totale des marnes d'Hauterive est d'environ 18 m.

J'ai retrouvé des affleurements de ce terrain près de la Balme sur Chévrier et sur Vulbens le long d'un chemin conduisant à Arcine. Ailleurs cette marne est recouverte par l'erratique ou des éboulis.

Voici la liste complète des fossiles. Le plus grand nombre provient de la marne subcompacte 2 que j'ai retrouvée aussi sur Vulbens. Certains fossiles de cette marne ont leur coquille remplacée par de la calcite cristalline *(Astarte, Fimbria)*.

Terebratula sella, Sow. — 2.[1]
» *acuta*, Qnst. — 1, 2.
Rhynchonella multiformis, Rœm. — 2.
Galcolaria neocomiensis, de Lor. — 1.
Serpula antiquata, Sow. — 1, 2.
Belemnites pistilliformis, Blv. — 2, 3.
» *dilatatus*, Blv. — 2.
Nautilus neocomiensis, d'Orb. — 3.

[1] Les numéros 1-4 indiquent les niveaux distingués dans ce sous-étage.

Nautilus pseudo-elegans, d'Orb. — 3.
Ammonites.
» *(Hoplites) Leopoldi* [1], d'Orb. — 2, 3, 4.
» *(Harpoceras) Castellanensis*, d'Orb. — 4.
» *(Lytoceras) Vandecki*, d'Orb. — 2.
» *(Olcostephanus) Astieri*, d'Orb. — 2, 3.
Pseudomelania Germaini, Pict. et Camp. — 2.
Pleurotomaria Paillettei, d'Orb. — 2.
» *Bourgueti*, d'Orb. — 1, 2.
» *Favrina*, de Lor. — 2.
Natica Hugardi, d'Orb. — 2.
Columbellina dentata, de Lor. — 2.
Panopæa neocomiensis, d'Orb. — 2, 3, 4.
» *lata*, Ag. — 2, 3, 4.
» *Carteroni*, d'Orb. — 2.
» *cf. cylindrica*, Pict. et C. — 2.
Pholadomya Gillieroni, Pict. et C. — 4.
» *elongata*, Rœm. — 2, 3, 4.
Venus Cornueli, d'Orb. — 2.
» *Dupini*, d'Orb. — 2.
» *sub-Brongniarti*, d'Orb. — 2.
» *Vendoperi*, Leym. — 2.
» *Robinaldi*, d'Orb. — 2.
Cyprina bernensis, Leym. — 2.
» *Deshayesi*, de Lor. — 3.
Cardium Cottaldi, d'Orb. — 2.
Fimbria corrugata, Sow. — 2, 3.
Astarte gigantea, Leym. — 3.
» *Beaumonti*, Leym. — 2.
» *transversa*, d'Orb. — 2.
Trigonia carinata, Ag. — 2.
» *caudata*, Ag. — 2.
» *scapha*, Ag. — 2.
» *ornata*, d'Orb. — 3.
» *longa*, Ag. — 3.
Arca Cornueli, d'Orb. — 2.
» *Gabrielis*, Leym. — 2.
Nucula simplex, Desh. — 2.
Cardita neocomiensis, d'Orb. — 2.

[1] J'ai supprimé déjà dans les listes précédentes les terminaisons peu gracieuses de *inus*, *anus*, *ana*, etc. en les remplaçant par la forme génitive, par exemple : *Am. Leopoldi* au lieu de *Am. Leopoldinus; Natica, Hugardi* au lieu de *N. Hugardiana*, *Pecten Cornueli* au lieu de *P. Cornuelianus*, etc. Cette simplification me paraît s'imposer réellement dans la nomenclature paléontologique.

Mactromya Couloni, Ag. — 2.
Ptychomya, spec. — 2.
Janira neocomiensis, d'Orb. — 2, 3.
Pecten arzierensis, de Lor. — 2.
» *Archiaci*, d'Orb. — 2.
Ostrea Couloni, d'Orb. — 1 à 4.
» *tuberculifera*, Koch et Dunk. — 2.
Pseudodiadema rotulare, Des. — 2, 3.
Echinobrissus Olfersii, Des. — 2.
Toxaster complanatus, Des. — 1-4.
Holaster intermedius, Munst. — 1-3.
Pyrina incisa, Ag. — 2.
Spongiaires.
Elasmostoma neocomiensis, de Lor. — 1, 2, 3.
Discœlia expansa, de Lor. — 2.
Cupulochonia sp. — 2.

Le *calcaire à Ostrea rectangularis* tranche nettement des marnes d'Hauterive, d'abord par sa couleur jaune et par sa faune très distincte, moins riche en Panopées et autres bivalves orthoconques, mais surtout par ses nombreux ostracés. Sur la route d'Arcine, ce sous-étage, hauterivien I, est bien à découvert et remarquable par une marne jaune épaisse de 2m50 qui forme la base de la série, reposant immédiatement sur le valangien supérieur. La faune de cette marne correspond au niveau *a* du gisement de Croset, mais elle est moins riche en fossiles (voir pl. V).

A *Chaumont*, à l'autre extrémité du Vuache, le calcaire à *Ostrea rectangularis* paraît plus épais que sur la route d'Arcine. Ici il n'a que 13 m. d'épaisseur, tandis que l'hauterivien I de Chaumont a 20 m. au moins. En voici le profil que l'on pourra comparer avec celui de la route d'Arcine (pl. V).

Sous la marne jaune sableuse n° 1 de l'hauterivien II, on observe :

6. Calcaire jaunâtre et gris, à texture spathique, avec intercalations marneuses 7m
5. Marne grise friable. 2m
4. Marne très calcaire grise 3m
3. Marne assez friable 2m50
2. Marne calcaire 1m50
1. Calcaire jaune, spathique, avec quelques couches marneuses. Ce banc contient de nombreuses *Ostrea rectangularis*, d'énormes *Ostrea Couloni*, *Fimbria corrugata*, etc., et repose sur le valangien supérieur . 10-12m

J'ai trouvé aussi des gisements sur des points intermédiaires, entre Chaumont et Arcine, en particulier sur Cessens, sur Vulbens, etc. Les caractères généraux de ce terrain sont partout les mêmes. J'ai réuni peu à peu une nombreuse collection de fossiles, dont voici la liste; le niveau désigné par *a*, est la marne de 2m50, couche 1, tandis que *b* correspond à l'ensemble de toutes les autres couches qui suivent au-dessus de cette marne; ce sont des calcaires jaunes spathiques, avec quelques délits marneux :

Serpula antiquata, Sow. — *a*, *b*.
Galeolaria neocomiensis, de Lor. — *a*.
Terebratula sella, Sow. — *a*, *b*.
» *acuta*, Qnst. rare. — *a*, *b*.
Belemnites pistilliformis, Blv. — *b*.
Panopæa neocomiensis, d'Orb. — *a*.
Fimbria corrugata, Sow. — *b*.
Pecten Archiaci, d'Orb. — *a*, *b*.
» *Robinaldi*, d'Orb. — *b*.
Ostrea rectangularis, Rœm. — *a*, *b*.
» *Couloni*, d'Orb. — *a*, *b*.
» *Minos*, Coq. — *a*, *b*.
» *tuberculifera*, Koch. et Dunk. — *a*.
Pyrina pygœa, Ag. — *a*.
Pentacrinus neocomiensis, de Lor.

Parmi les nombreux spongiaires et bryozoaires, j'ai pu déterminer les espèces suivantes :

Siphoneudea truncata, P. de Lor. — *a*, *b*.
Siphonocœlia excavata, de Lor. — *a*.
Steneudea varappensis, de Lor. — *a*.
Discœlia glommerata, de Lor. — *a*.
» *monilifera*, de From. — *a*.
Peronella dumosa, de From. — *a*.
Elasmostoma neocomiensis, de Lor. — *a*.
» *sequana*, de From. — *a*.
Echinocavea salevensis, de Lor. — *a*.
Nodicrescis Edwardsi, de Lor. — *a*,
etc., etc.

L'étage **valangien supérieur** est difficile à séparer du calcaire à *Ostrea rectangularis*. Je place sa limite supérieure au bas de la marne jaune (couche *a*) de l'hauterivien I. Il se compose, sur la route d'Arcine, de 7 couches distinctes. La supérieure est une assise de calcaire jaune, en dalles, contenant des

rognons siliceux; je n'y ai point trouvé de fossiles caractéristiques, mais son facies est bien celui du *calcaire roux*. Plusieurs faibles couches de marne (couches 6 et 3) renferment la faune typique du calcaire roux et de la limonite valangienne. Une marne de 1m50 (couche 4) surmontant la couche 3 est privée de fossiles. La couche la plus inférieure, épaisse de 2 à 2m50, est formée de plusieurs lits marneux et marno-calcaires, c'est le niveau de la *faune d'Arzier*. Ainsi, le valangien supérieur du Vuache, quoique ne mesurant que 20 m. d'épaisseur, renferme des niveaux fossilifères bien caractéristiques pour cet étage.

Dans la liste suivante, les chiffres accompagnant les noms indiquent les couches distinguées dans la coupe de la pl. V. Elle comprend aussi les fossiles de la liste du niveau d'Arzier près du Fort de l'Ecluse (page 60) :

Rhynchonella valangiensis, de Lor. — 1, 3, 6.
Terebratula valdensis, P. de Lor. — 1, 3, 6.
» *Germaini,* Pict. 1, 3.
Waldheimia tamarindus, P. de Lor. — 1, 3, 6.
» *collinaria,* d'Orb. — 3.
» *villersensis,* Pict. — 6.
Terebratella aff. arzieriensis, de Lor. — 3.
Natica lævigata, Desh. — 6.
Pseudomelania Jaccardi, Pict. et C. — 3.
Trochus spec. nov. — 6.
Nerinea valdensis, Pict. et Camp. — 1.
Cardium Jaccardi, Pict. et C. — 6.
Cyprina Marcoui, de Lor. — 3.
Fimbria corrugata, Sow. — 5.
Trichites Picteti, Pict. et C. — 1.
Ostrea Minos, Coq. — 1, 2, 3.
» spec. div. — 1, 7.
Pygurus Buchi, Desor. — 1.
Spongiaires nombreux :
Corynella stellata, de From. — 6.
Elasmocœlia sequana, de From. — 6.
Elasmostoma crassa, de Lor. — 6,
etc.
Un *polypier.* — 8.

Le **valangien inférieur** se montre aussitôt et contraste par ses calcaires blancs massifs avec les minces couches jaunes du valangien supérieur. La composition de cet étage ressort clairement de la coupe stratigraphique pl. V.

Au sommet, est un massif de 25 mètres, entièrement calcaire, c'est le niveau du marbre bâtard (couche 12). Les 19 mètres qui suivent, offrent de nombreuses interruptions marneuses, couches 5 à 11, mais peu de fossiles. Puis de nouveau 24 mètres de calcaire, avec quelques *Nérinées,* de petits *ostracés,* à la surface des bancs (assises 3 à 4); enfin, une couche de marne de 0m80 d'épaisseur (2) avec *Nérinées* et *Natices,* en assez grande quantité. Puis, 18 mètres de calcaires avec quelques lits marneux (assise 1).

J'ai recueilli dans ces diverses couches la faunule suivante; les espèces déterminables proviennent exclusivement des couches 2 et 11. Le calcaire 1 m'a fourni encore un bel exemplaire de *Natica Leviathan,* Pict. et Camp.

Nerinea Marcoui, d'Orb. — 2.
» *Etalloni,* Pict. et C. — 2.
» *Blancheti,* Pict. et C. — 2.
Natica valdensis, Pict. et C. — 2.
» *Pidanceti,* Pict. et C. — 2.
» *prælonga,* Desh. — 2.
» *helvetica,* Pict. et C. — 2.
» *Leviathan,* Pict. et C. — 1, 2.
Thracia vulvaria, Ag. 11.
Terebratula valdensis, de Lor. — 11.

Il est remarquable de constater l'absence totale du facies des marnes inférieures à *Toxaster* et *Terebratula valdensis,* zone de Ballaigues qui caractérise habituellement la base du valangien dans le Jura. Ce facies ne manque pas dans le Jura français des environs de Champagnole, il existe encore à St-Cergues, mais il semble disparaître vers le sud; le *Toxaster granosus* se trouve pour la dernière fois, en petits exemplaires, sur la Vallière près Gex. La seule couche marneuse qui pourrait passer au Vuache, pour l'équivalent de cette zone, serait la couche 2, mais les fossiles ne sont pas les mêmes. La fréquence des *Nérinées* et des *Natices* remplace ici celle des *Brachiopodes* et du *Toxaster granosus.* Cependant, la *Natica Pidanceti,* assez commune au Vuache, indique bien l'analogie du niveau. Ce fossile accompagne le *Toxaster granosus* dans beaucoup de gisements du Jura suisse et français. La plupart des couches inférieures à la marne 2 sont sans fossiles.

La dernière couche du valangien repose sur un lit de *brèche*

calcaire fétide, contenant des *fragments noirs*. Le contact avec le valangien est franc, il est irrégulier du côté de l'assise qui vient au-dessous, et que nous considérons comme la couche la plus supérieure du jurassique supérieur, soit de l'étage portlandien. D'un autre côté, on doit se demander s'il ne faut pas voir dans cette assise un niveau indiquant le *purbeckien ?*

Les couches que nous rangeons dans l'étage **portlandien** ont une épaisseur d'environ 40 mètres. A la partie supérieure existe un massif calcaire blanc ou grisâtre, en couches irrégulières, épais de 10 mètres; une couche de calcaire dolomitique schistoïde, de 5 mètres, repose sur une nouvelle série de bancs calcaires ayant 6 mètres d'épaisseur. Viennent ensuite, sur plus de 10 mètres, des alternances de marnes dolomitiques, avec des calcaires gris homogènes. Une épaisseur d'environ 6 mètres de calcaire gris compact termine la série vers le bas. Je ne possède aucun fossile provenant de ces calcaires et n'était la zone de calcaire bréchoïde à cailloux noirs, il aurait été difficile de fixer la limite entre le valangien et le portlandien.

Les assises qui se trouvent au-dessous de cette zone de calcaire et marnes dolomitiques, sont franchement jurassiques; vraies assises de *malm* qui se continuent presque sans changement de facies sur plus de 250 mètres d'épaisseur[1]. Vers le bas apparaissent des alternances de calcaires gris, aspect de calcaire lithographique et de marnes schisteuses de même couleur, dans lesquels nous avons trouvé un fragment d'*Ammonites (Perisph.) metamorphus*, Neum., de la zone à *Am. tenuilobatus*, soit du séquanien inférieur. Si les marnes et calcaires dolomitiques en dessous du valangien appartiennent bien au portlandien supérieur, le massif calcaire que l'on vient de traverser en entier représenterait donc le portlandien inférieur, le kimmeridgien et le séquanien supérieur. Le séquanien inférieur est, comme nous venons de le dire, bien reconnaissable à son facies pétrographique qui forme le passage au facies de l'étage argovien. Il est impossible de distinguer des niveaux stratigraphiques dans le grand massif calcaire. Les bancs sont peu distincts, massifs, sans changement de facies; calcaires blancs et gris compacts et par malheur le plus souvent sans fossiles. J'ai pourtant recueilli,

[1] C'est au sommet de cette assise de malm que s'arrête la coupe stratigraphique pl. V.

vers le milieu, une empreinte de *Pecten*, quelques *coraux* indéterminables et un *Diceras*, fossiles qui indiqueraient le niveau du kimmeridgien coralligène, que nous avons reconnu dans la chaîne du Reculet jusqu'au col de Croset.

Le séquanien marneux passe rapidement à l'**argovien** bien typique, formé de calcaires homogènes et de marnes schisteuses, en alternances innombrables. La route suit ces bancs jusque vers Entre-Monts, où ils ont été exploités pour des constructions. On y trouve quelques *Ammonites*, mais les fossiles sont bien rares. Les couches plongent toujours à l'est de 60° et plus. L'épaisseur de l'assise argovienne qu'on traverse est de 200-250 mètres. Près d'Entre-Monts, en descendant vers le Rhône juste vis-à-vis de Léaz, on trouve le **spongitien**, sous-étage le plus inférieur de l'argovien. C'est une petite série de bancs calcaires, gris clair, à surface bosselée et irrégulière, avec quelques intercalations marneuses. Le mauvais état de conservation des fossiles les rend presque méconnaissables. J'ai pourtant pu reconnaître :

Ammonites (Perisphinctes) Martelli, Opp.
» » *colubrinus*, Rein.
» *(Harpoceras) hecticus*, Rein.
» » *canaliculatus*, v. B.
Belemnites hastatus, Blnv.
Rhynchonella arolica, Opp.

Au-dessous du spongitien se montrent quelques bancs de calcaire homogène jaune interrompu de marnes grises, siliceuses, dans lesquelles j'ai trouvé des *Rhynchonelles* identiques à la *Rhynch. varians* et de très mauvaises *Ammonites* ayant vaguement la forme de l'*Am. Brongniarti*, Sow. Ce terrain est donc déjà **bathonien**; mais il est remarquable que les couches soient presque immédiatement au-dessous du spongitien, un espace de quelques mètres seulement les en sépare. Plus bas encore, on trouve quelques rares affleurements de calcaire spathique brun, du facies de la *Dalle nacrée*, calcaire semblable à celui qui est exploité au-dessus de Longeray. Le glaciaire recouvrant toute la surface aux environs d'Entre-Monts, jusque tout près du Rhône, on ne peut se rendre compte de la nature des bancs, ni recueillir des fossiles. Il paraît cependant peu douteux que le terrain appartienne au bathonien jusqu'au Rhône.

Un peu au-dessus du Rhône se voit un dépôt de *graviers stratifiés*, recouverts par l'erratique. M. Cuvier, qui a écrit une

notice sur les environs du Fort de l'Ecluse[1], range ce terrain dans l'alluvion ancienne, antérieure au glaciaire qui le recouvre, ce qui est fort admissible; il se pourrait même que ce terrain ait une assez grande étendue dans le bassin de Bellegarde.

Faille du Vuache. En examinant le fond de la gorge, entre le rocher de Léaz et le Vuache, il est facile de constater l'existence de la grande faille dont nous avons parlé plus haut. Les érosions du Rhône ont déblayé erratique et alluvions, mis à nu le calcaire coupé par la faille et qui offre, sur certains points, de belles surfaces polies par le glissement; c'est donc sur la faille même que le Rhône a creusé son lit, sur un peu plus de 1 kilomètre de longueur, dès les moulins de Coudière jusqu'en dessous de Léaz. Ici, le Rhône se dirige de nouveau vers l'ouest et, en contournant le rocher de Léaz, il s'introduit dans le bassin de Bellegarde. Un petit lambeau de néocomien paraît avoir été entraîné dans la faille au pied du rocher de Léaz. J'ai trouvé sur la rive gauche du Rhône, sous Entre-Monts, un calcaire jau-

[1] F. Cuvier. Note sur la stratigraphie de l'extrémité sud du Jura, etc. *Bull. Soc. géol. France.* 1878, VI, p. 304-370.

Dans les descriptions des terrains et dans le profil du Vuache, M. Cuvier distingue assez bien les limites de quelques-uns des terrains; mais pour ce qui est de la nomenclature des étages, il y a beaucoup de divergences entre ce travail et la série énumérée plus haut.

Le tableau suivant permettra de rectifier l'énumération que donne ce géologue :

F. Cuvier, 1878.	H. Schardt.
Urgonien	Urgonien II.
Néocomien	Urgonien I.
Valanginien	Hauterivien III. Hauterivien II. Hauterivien I. Valangien II.
Portlandien	Valangien I.
Kimmeridgien	Portlandien supérieur.
Corallien Argovien	Massif calcaire. Portlandien inférieur. Kimmeridgien. Séquanien supérieur.
Oxfordien	Séquanien inférieur. Argovien supérieur. Spongitien ou argovien inférieur.
Callovien	Callovien et bathonien marneux. Dalle nacrée. — Bathonien.

nâtre, spathique, rempli de coquilles d'*Ostrea*, semblables à l'*O. rectangularis;* il se trouve au pied de la paroi de la faille, tandis que sur la rive opposée du Rhône se voit le malm du rocher de Léaz. Ce pourrait bien être du calcaire à *Ost. rectangularis* glissé dans la fissure de dislocation entre le malm et le dogger, ainsi que le représente le profil 1, pl. IV. Cependant on pourrait aussi prendre ce lambeau pour une partie détachée de calcaire bathonien ; l'état des fossiles mentionnés est si mauvais, grâce à la déformation mécanique de la roche, qu'il n'y a pas lieu d'être très affirmatif sur leur détermination.

Un autre point, où la faille du Vuache se voit encore plus nettement, se trouve sur la suite de la route d'Arcine à 2 $^1/_2$ kilomètres au S.-E. d'Entre-Monts.

Près du **Château d'Arcine**, la route suit les calcaire et marnes gris de l'argovien moyen; ce terrain, en général bien stratifié, paraît d'abord ondulé et sur une certaine longueur, il est extrêmement contourné et froissé; enfin subitement, par contact franc, très bien à découvert du reste, il fait place à un calcaire blanc compact, dans lequel on n'a pas de peine à reconnaître de l'*urgonien*, car il contient des *Requienia Ammonia*, c'est donc l'Urgonien II. Le profil 8, pl. III, représente, d'après un dessin fait sur place, les détails de ce contact, ainsi que la coupe du néocomien qui suit. On observe à la suite de la faille :

Urgonien II, à *Requienia.*
Urgonien I, calcaire grumeleux à *Panopées.*
Hauterivien III.

f. Calcaire jaune compact.
e. Calcaire roux spathique.
d. Marne grise à *Rhynchonella multiformis* et *Terebratula Marcoui.*
c. Calcaire jaune oolithique.
b. Marne grise sableuse à *Toxaster complanatus.*
a. Calcaire jaune *spathique.*

La couche *a* est interrompue par un amas de sable et d'argile rouge ferrugineux, sans doute d'origine sidérolithique; les couches deviennent confuses à quelques mètres plus loin; le calcaire *f* se voit de nouveau distinctement, mais avec un plongement inverse. Il est surmonté du calcaire grumeleux, blanc-jaune, à *Panopées*, que nous considérons comme urgonien inférieur; puis vient une grande épaisseur de calcaire blanc com-

pact, urgonien supérieur, sur lequel est bâti le château d'Arcine (Urg. II, *a*). Un calcaire blanc en bancs fracturés (Urg. II, *b*) lui succède et disparaît bientôt sous l'erratique. C'est certainement un des endroits les plus remarquables de toute notre région, car nulle part l'existence de cette faille, ayant encore sur ce point un rejet de plus de 800 mètres, ne saurait être plus nettement visible! La marne d'Hauterive ne se voit pas au niveau de la route, mais on en trouve les fossiles dans les champs au-dessous. (Voir fig. 2, pl. IV.)

Profils 2 à 5. Pl. IV. Sur Chévrier, l'étage hauterivien inférieur se trouve à près de 800 mètres sur le flanc de la montagne. La marne d'Hauterive forme un petit vallon, une véritable combe où est construit le chalet de *La Balme*, à 780 m. d'altitude. Le valangien, fortement incliné, est adossé contre le Vuache, tandis que l'hauterivien III et l'urgonien I forment l'appui du côté du plateau.

Sur le point de la montagne où passe le *profil 2*, l'arête est à 900 m. Les couches sont moins inclinées, ce qui fait que du côté de l'est le palier hauterivien est plus large et se confond presque avec la pente de la montagne. Quelques chemins creux mettent à découvert le calcaire à *Ostrea rectangularis* ou la marne d'Hauterive, mais le plus souvent, les dépôts glaciaires recouvrent ces terrains. Le valangien forme l'arête de la chaîne. Nous y avons constaté des *Nérinées*, et un bel exemplaire de *Natica Pidanceti*.

Un sentier, partant de Vulbens, permet de franchir la chaîne et de descendre le long d'une étroite corniche sur Arcine, où l'on constate le remarquable contact entre l'argovien et le néocomien que nous venons de décrire.

Le *profil 3* montre la montagne sensiblement dans les mêmes conditions, sauf que les couches sont encore moins inclinées, mais l'arête est un peu plus élevée et la marne hauterivienne, recouverte d'erratique, est à 710 mètres; elle supporte le hameau de Cessens. Du côté de l'ouest, le profil a un peu changé; le valangien est presque horizontal au sommet, les couches du jurassique ont une tendance à plonger à l'ouest; la faille ne se voit pas, car elle est cachée sous les éboulis et l'erratique.

Le *profil 4*, qui passe par le plus haut sommet du Vuache, à 1111 m., a une grande ressemblance avec le profil 2; le palier hauterivien sur le versant E. est à 700 mètres, au-dessus de

Cortagy et Savigny. Un crêt d'hauterivien supérieur et d'urgonien inférieur, fait une légère saillie à 720 mètres. Un petit plateau formé par la marne hauterivienne, renferme le chalet de Plamont. L'abrupt à l'ouest du sommet est presque vertical et domine en muraille le plateau de Vovray, couvert d'erratique.

Profil 5. Dès le sommet du Vuache, la montagne change absolument de physionomie. Les couches prennent un plongement très manifeste vers le sud, en sorte que la crête valangienne s'abaisse rapidement. A un kilomètre au sud du sommet, le couronnement valangien inférieur est à 1070 m., suivi de près par l'hauterivien, et encore un kilomètre plus au sud, le valangien inférieur n'est plus qu'à 860 mètres, surmonté cette fois de toute la série de couches, dès le valangien supérieur jusqu'à l'urgonien supérieur qui le domine à 920 m. C'est ce que nous montre le profil 5. Le chemin de Bellefontaine suit le pied d'une pente très rapide, formé par le dos des bancs urgoniens, inclinés de 50°, couverts de broussailles ou en partie dénudés. La marne d'Hauterive est fort bien à découvert dans plusieurs chemins ou ravines entre le chalet sur Chaumont et ce village; on peut recueillir là beaucoup de fossiles. Le calcaire à *Ostrea rectangularis* et le valangien II se voient encore au pied du talus. Quant à l'abrupt jurassique, il est fort réduit, on ne voit plus que 50 à 60 mètres de calcaire compact blanc, plongeant au S.-E. et au pied même de cette paroi affleure, près de Loblaz, sur le chemin de Vovray, de la marne grise micacée suivie d'un grès mollassique gris, avec empreintes de feuilles, plongeant assez fortement au S.-W., 40 à 45°. C'est donc là encore un des points où la faille du Vuache est incontestable. Les marnes à la base du grès mollassique permettent de supposer l'urgonien à une faible profondeur. Le rejet de la faille serait sur ce point encore de 500 mètres environ.

Dès le chalet de Chaumont (876 m.) jusqu'au village de ce nom (636 au château), il y a moins de 1 $^1/_2$ kilomètre, l'abaissement des couches est presque de 300 mètres; différence entre le crêt urgonien dominant le chalet (920 m.) et le château de Chaumont (636 m.). Déjà un peu au N.-W. de Chaumont, la mollasse de la lèvre ouest de la faille s'écarte et laisse percer l'urgonien, et celui-ci touche à Chaumont même contre l'urgonien de la lèvre opposée. La faille existe encore comme fissure et son rejet doit être nul sur un point situé à moins de 200 mètres au sud du château de Chaumont. On n'a plus ici qu'une *voûte fen-*

due un peu à l'ouest de la ligne anticlinale. Tandis que les couches urgoniennes de la lèvre est ont une tendance à s'enfoncer vers le sud, celles de l'ouest s'élèvent au contraire dans cette direction. Si l'on pouvait voir les lignes de stratification sur les deux surfaces de contact, elles auraient la disposition de deux épées croisées.

Environs de Malpaz. Le défilé de Malpaz, entre Chaumont et le Mont-de-Musiège, renferme la clé de l'énigme de cette disposition étrange. Il se trouve à 800 mètres environ au sud de Chaumont, le niveau du Fornant est à 350 m. au fond de la gorge. C'est donc une entaille, de près de 200 mètres, creusée à l'endroit même où le Vuache disparaît et où surgit le Mont-de-Musiège. En comparant les terrains sur le versant nord avec ceux du pied du Mont-de-Musiège, on voit que la disposition n'est pas la même, ce qui n'est pas étonnant, vu le mouvement de bascule qui s'opère sur ce point même.

En descendant du château de Chaumont vers le hameau de Malpaz, on chemine sur l'urgonien, incliné au S.-E.; le sommet de l'affleurement présente l'aspect d'une voûte érodée et sillonnée de lapiez. Ce rocher de calcaire blanc domine le hameau de Malpaz (fig. 9, pl. III). Le chemin qui conduit de Chaumont à Malpaz, suit le fond d'une petite dépression, à l'ouest de laquelle se voit un nouveau rocher blanc, formé aussi de calcaire urgonien, mais dont les couches plongent à l'est comme pour former une synclinale avec les couches du côté opposé; c'est sur ce point que doit passer la faille du Vuache. Entre ces deux rochers se trouve un assez grand amas de grès sableux friable, très ferrugineux, de couleur jaune, rouge ou brun, à ciment, en partie calcaire et qui appartient au *sidérolithique*. A l'inverse de ce qui a lieu habituellement chez les sables sidérolithiques, ce terrain paraît stratifié et s'adosse contre l'urgonien de Chaumont. Les teintes variées lui donnent tantôt un aspect rubané ou moucheté. Ce terrain a une grande analogie avec le sidérolithique de Collonges; il est probable que c'est là un dépôt sidérolithique qui s'est produit sous l'eau. La position de ce terrain sur la crevasse même de la faille du Vuache semble justifier la supposition d'une éruption sidérolithique qui se serait déversée dans un lac.

Du second rocher urgonien, on voit, au-delà d'une légère dépression, un troisième affleurement calcaire qui est également

urgonien, mais cette fois on trouve, entre les deux, les *marnes d'Hauterive*, extrêmement froissées et écrasées. J'ai néanmoins pu recueillir quelques *Ostrea Couloni* et une *Panopée*. Plus à l'ouest, vers la chapelle de St-Jean, on trouve les couches de la mollasse, d'abord marneuses, en partie rouges et panachées, puis des grès à feuilles de végétaux. La grande route de Frangy à Viry coupe ce profil entièrement, comme le montre la partie supérieure de fig. 9, pl. III. On aurait donc à l'est une voûte urgonienne fermée, un synclinal comblé par le dépôt de sable siliceux du sidérolithique et une nouvelle voûte urgonienne rompue et laissant percer l'hauterivien. Ce dernier cependant ne forme pas une voûte, mais il est visiblement discordant avec l'urgonien du milieu. De chaque côté de ces affleurements calcaires se trouve la mollasse.

En dessous de la route de Frangy, jusqu'au cours du Fornant, la disposition se complique. La différence de niveau entre la route et le Fornant est de 150 mètres environ. Le chemin qui conduit du hameau au pont de Malpaz, suit la mollasse jusqu'au pont, construit sur l'urgonien. Au point même où la mollasse s'arrête, 1440 m., le torrent s'introduit dans un gouffre étroit, pour former, 100 mètres plus loin, une superbe cascade d'environ 50 mètres de haut, franchissant presque toute l'épaisseur de l'urgonien; le fond de la gorge est encore dans l'urgonien. On y voit distinctement, lorsqu'on suit du côté opposé le sentier qui conduit à Musiège, la disposition anticlinale des couches, qui forment la première bande d'urgonien. Mais il semble qu'il y a une rupture au milieu de l'anticlinale; le rocher y est interrompu du haut en bas par la végétation. La grande épaisseur de l'urgonien n'est qu'une apparence, due à ce que les couches plongent fortement du nord au sud et que les affleurements figurés dans les dessins ne se trouvent pas sur le même plan. Le second affleurement urgonien, compris entre l'hauterivien et le sidérolithique, se continue, avec le même plongement, aussi dans la gorge, où il est remplacé par un calcaire à plongement contraire, tout aussi massif et compact, mais moins blanc et qui n'est autre chose que du *valangien*. La partie de la gorge en dessous du sable sidérolithique est couverte de végétation. C'est là que doit passer la grande faille du Vuache suivant la ligne *a-b*. Le lambeau urgonien, assis au-dessus du valangien, n'est qu'un lambeau détaché, qui a été poussé par dessus le valangien en écrasant l'hauterivien; de là aussi son contact anormal

et discordant avec ce dernier. Il y a donc eu un glissement suivant la ligne *c-d*. Le troisième affleurement urgonien se continue normalement jusqu'au fond de la gorge; il forme, à la cote 430 m., un second rocher saillant qui supporte une ferme et un jardin, et se soude à des rochers urgoniens plongeant normalement au S.-W. en aval du moulin de Borbannaz. Entre cette bande urgonienne et le valangien se trouve, en série régulière, toute l'épaisseur de l'hauterivien, dont on trouve divers affleurements sur le sentier conduisant du moulin à la ferme (430 m.) et à la route de Malpaz ; on constate en même temps l'écrasement graduel de ce terrain entre les deux rochers urgoniens. Les couches urgoniennes de ce côté de la gorge paraissent moins épaisses, parce qu'elles plongent au N., en sens inverse à celles de l'entrée supérieure de la gorge.

Mont-de-Musiège. Le profil du versant sud de la cluse du Fornant se lie bien à celui du flanc nord, dans la partie inférieure,vers les moulins de Borbannaz. On voit, en montant, la série normale de l'urgonien, de l'hauterivien et du valangien. Le valangien inférieur se montre dans un petit escarpement au pied de la montagne et butte par la faille contre l'urgonien supérieur qui forme le seuil de la cascade, à l'entrée supérieure de la gorge, près de Malpaz.

L'urgonien du Mont-de-Musiège forme un bombement en demi-coupole escarpée du côté de l'est, où passe la faille. Le sentier allant du pont de Malpaz au village de Musiège permet de relever quelques indices du profil stratigraphique de cette montagne, mais la série des terrains ne s'observe nulle part d'une manière continue. Le plateau de Contamines, au pied nord de cette montagne, est à 500 m. environ; on y voit quelques affleurement de mollasse, presque au contact du valangien inférieur qui perce au pied de la façade E. Le néocomien moyen détermine un talus surmonté d'un crêt continu d'urgonien et celui-ci forme toute la couverture de la montagne du côté de Musiège et de Digny. C'est le calcaire à *Requienia* absolument typique. Le village de Musiège est lui-même sur le miocène ; mais plus au sud, l'urgonien descend jusqu'au niveau des Usses à Digny. Au pont des Douattes (Pont de Serason sur la carte), la rive gauche des Usses est formée par la mollasse, tandis que sur la rive droite il y a de l'urgonien. Ce dernier est crayeux et imprégné d'*asphalte* dans sa partie supérieure. En prenant le

chemin de Serzin, on longe constamment l'urgonien, dont le plongement tend à passer du S.-W. au S.; la rive opposée de la rivière des Usses est formée par la mollasse, ce qui montre la non-continuité du mont de Musiège. Ce rapide abaissement de l'urgonien, de plus de 300 mètres, sur moins d'un kilomètre de distance horizontale, ressemble presque à une faille. En effet, les rochers urgoniens qui dominent le sentier sont coupés à pic, bien que leurs bancs plongent au S.

A Serzin on trouve, au sortir du village, de la mollasse, et entre celle-ci et le pied du Mont-de-Musiège un grand amas de *terrain sidérolithique*, intercalé entre l'urgonien (lèvre E. de la faille du Vuache) et la mollasse. Ce sont des sables ferrugineux, siliceux à lien argileux, de couleur jaune ou rouge vif. Ils contiennent des rognons de fer mamelonné et même des nodules ferrugineux creux à l'intérieur ou remplis de matière sableuse. Ces rognons sont souvent alignés en zones au milieu de ce dépôt qui a un aspect stratifié; on ne voit pas le contact avec l'urgonien, mais dans la partie plus profonde apparaît un fort amas de *minerai de fer*, composé de grains pisolithiques, contenus dans une sorte d'argile dure de couleur brun foncé. Dans le haut, il y a passage presque insensible entre les sables ferrugineux et les marnes de la mollasse qui offrent encore la couleur rouge. Cette transition permettrait de supposer un remaniement des matériaux sidérolithiques dans le miocène ou peut-être une continuation des éjections ferrugineuses *pendant la formation miocène*. L'emplacement de ce dépôt, sur la faille du Vuache, indique bien celle-ci comme cheminée d'éruption.

C'est ainsi, entre Serzin et le Pont des Douattes, que se termine le Mont-de-Mussiège et avec lui la chaîne du Vuache.

CHAPITRE X

Coup d'œil sur les relations entre le Vuache et les chaînons du Jura qui l'avoisinent. Théorie orogénique.

Les axes de dislocation des chaînons du Jura qui avoisinent le Vuache, ne sont pas parallèles à celui-ci. Cela ressort de l'examen de la petite carte que j'ai le plaisir de pouvoir joindre à ce travail. Cette carte, complétée par mon ami le Dr G. Maillard, permet de saisir aisément les relations qui semblent exister entre l'arête du Vuache et les chaînons voisins et, d'un autre

côté, la disposition vraiment étrange des chaînes alpines entourant le lac d'Annecy.

Nous avons vu la chaîne du Reculet limitée à l'ouest par un pli-faille. Ce pli-faille, dû à un déjettement bien visible, est suivi d'un second tout à fait semblable, qui coupe le pied du chaînon de la Mantière juste avant son extinction au nord de Confort. Le chaînon, entièrement détaché du Gros-Faoug et du Mont-Corsuet, sur la rive E. du lac du Bourget, semble être la réapparition lointaine du chaînon disparu de la Mantière qui est lui-même un prolongement du chaînon du Crêt-Chalain, bordant le plateau des Hautes-Molunes à l'est. Bien plus étrange encore est la faille de Champfromier qui met en contact le néocomien avec le dogger et même avec le lias et le trias.

La partie nord du bassin miocène de Bellegarde se divise en deux golfes. Le vallon de la Mantière forme celui de l'est qui se continue dans la vallée de la Valserine, alternativement élargie, écrasée et surélevée, suivant l'état de dislocation des chaînes voisines. Les dépôts de mollasse miocène de cette vallée sont des prolongements directs de ceux du bassin de Bellegarde. Le golfe de l'ouest s'enfonce à Montanges entre la troisième chaîne du Jura et le chaînon de Mantière et butte contre la faille de Champfromier.

Le plateau urgonien, entre Montanges et le Crêt, dans lequel est creusée la gorge de la Valserine, paraît comme une zone d'affaissement entre deux chaînons surélevés. En effet, l'arête de la Mantière offre son rejet à l'*est* et la faille de Champfromier a son rejet à l'*ouest*. Mais le golfe de Montanges ne s'arrête pas là. Le plateau des Hautes-Molunes renferme un synclinal à environ 1100 m. d'altitude, c'est la combe d'Evoaz, dans laquelle M. Benoît a découvert de la mollasse marine supérieure, contenue dans un pli du néocomien. Or, entre Montanges et la combe d'Evoaz, il y a plus de 500 mètres de différence de niveau et orographiquement le golfe de Montanges-Champfromier a pour prolongement la combe d'Evoaz, sur le plateau des Hautes-Molunes, d'où résulte que la faille de Champfromier a oblitéré la continuation de ce synclinal. Sous ce rapport, la région de Champfromier et des Hautes-Molunes mériterait une étude toute spéciale, qui ne pouvait rentrer dans le cadre de ce travail, mais je tiens à signaler ce problème qui marque un des traits particuliers des chaînes méridionales du Jura, voisines des Alpes.

A l'ouest de Montanges le néocomien est très régulièrement adossé contre la troisième chaîne du Jura, aucune faille ne trouble la concordance des couches.

La cluse de la Sémine, entre Châtillon-de-Michaille et Saint-Germain-de-Joux, met à découvert une série très régulière de terrains, dès l'urgonien jusqu'au bathonien, qui affleure à Tacon. Cette concordance se maintient jusqu'au lac du Bourget, où la chaîne du Grand Colombier, suite de la 3^{me} chaîne du Jura, est coupée par le passage du Rhône; son prolongement, le Mont-Chaucaz, qui longe la rive ouest du lac du Bourget, offre la même concordance sur son versant est, tandis que le versant ouest est coupé par plusieurs failles dans le genre de celle du Vuache.

C'est en divergence complète avec les alignements des autres chaînes du Jura que nous voyons naître le *chaînon du Vuache,* coïncidant avec un abaissement énorme de l'axe de la chaîne et compliqué encore d'une faille des plus étranges, sur laquelle se placent le Vuache à l'est, le Mont-de-Musiège à l'ouest, puis la ligne orographique du chaînon s'efface entièrement jusqu'à la Balme de Syllingy qui présente une faille sur son escarpement S.-W., dans l'alignement de celle du Vuache. M. Maillard pense même que cette ligne de fracture est la même que celle qui sépare les chaînes crétacées sur les deux rives du lac d'Annecy. Cette rupture doit donc avoir son origine dans les causes générales qui ont disloqué la région tout entière pour qu'elle traverse indistinctement des plis de deux systèmes de dislocation : le Jura et les Alpes.

Il est frappant de constater que l'axe de dislocation du *Salève,* parallèle à la chaîne du Reculet, ne suive pas l'inflexion de l'axe du Vuache à l'approche de celui-ci. La voûte déjetée au N.-W. du Salève, compliquée encore d'une faille due en partie au renversement et à l'affaissement de la voûte sur son flanc N.-W. (chevauchement latéral), paraît se continuer dans le Mont-d'Allonzier et le Crêt de la Dame, deux mamelons urgoniens, séparés par une faille. Cet urgonien est le prolongement de celui qui recouvre le versant S.-E. du Salève. D'un autre côté, le Crêt de la Dame se lie directement à la montagne de la Balme qui présente, au N.-W., un escarpement semblable à celui du Salève. L'axe longitudinal de la Balme forme, avec la faille du Vuache, un angle de 90°. Celle-ci est donc exactement transversale au pli de la montagne de la Balme.

Comme il est incontestable que la faille du Vuache naît sur un pli anticlinal, l'angle N.-W. de la montagne de la Balme offre donc l'exemple de l'*entrecroisement de deux axes anticlinaux*. Encore ici la faille du Vuache est accompagnée d'un affaissement du côté du S.-W., tout comme au Vuache. Le versant N.-W. de la Balme offre aussi une faille. A l'angle de la montagne, près du village de la Balme, il y a des rochers urgoniens dont les bancs s'enfoncent sous la montagne et buttent contre l'hauterivien et le valangien du pied de celle-ci. Cette faille paraît continuer jusque vers Rossy (voir G. Maillard. Note sur la géologie d'Annecy, la Roche de loc. cit., pl. I, fig. 1-4, et pl. VIII). Le prolongement S.-W. de la Balme se présente comme un bombement urgonien qui se continue jusqu'à Lovagny, où il est coupé par les gorges pittoresques du Fier, puis ce pli disparaît à son tour sous le miocène.

Remarquables sont encore les nombreuses failles longitudinales qui suivent le pied des plis jurassiens, bordant la région alpine au S.-W. d'Annecy ; elles sont caractérisées par des affaissements du flanc ouest des plis (Maillard, Géologie d'Annecy, etc.).

Théorie orogénique.

Il est difficile de se créer une hypothèse sur les causes ainsi que sur le sens des mouvements horizontaux et verticaux qui ont accompagné le bouleversement de cette région limitrophe du Jura et des Alpes. Nous avons défini aussi bien que possible le sens et l'étendue des failles, mais je ne me suis pas encore prononcé sur les mouvements horizontaux qui ont causé la formation des chaînes. J'essaierai cependant de définir mes vues sur le sens de ces mouvements et sur les relations entre les plis et les failles. Il aurait été difficile d'aborder cette question, sans la petite carte géologique; grâce à cette carte, il est possible d'exposer en peu de mots le mécanisme qui paraît avoir présidé aux dislocations que nous avons constatées.

Il ressort du parallélisme du Mont-Salève avec la chaîne du Jura au N. du Crédo et avec les chaînes alpines au S.-E. de La Roche, que ces trois zones de plissement ont été bouleversées par la même poussée ou refoulement horizontal ayant agi normalement à leur direction, soit du S.-E. au N.-W. Cette poussée venant des Alpes, ce sont celles-ci qui ont été disloquées les premières, précédant ainsi le Salève et les autres chaînes du

Jura, ce qui ressort nettement de l'absence de tout dépôt miocène dans l'intérieur des plis alpins. Cependant la discordance du miocène et sa transgressivité au pied du chaînon et du Reculet attestent que l'ébauche de ces plis existait déjà avant cette époque. La fissure qui devait devenir plus tard la faille du Vuache a laissé surgir des éruptions sidérolithiques. L'absence de mollasse marine supérieure dans la vallée de la Valserine et sa présence plus à l'ouest aux Hautes-Molunes, attestent encore que le premier de ces deux golfes, dépendant du même bassin, a été desséché avant le second et que le soulèvement progressait du S.-E. au N.-W.

Le renversement du Salève a donné lieu, non-seulement à des plis accessoires, à des petites failles, chevauchements latéraux, etc., sur l'escarpement N.-W., mais, comme l'a remarqué M. Maillard, la poussée horizontale a produit encore, entre cette montagne et le Mont-d'Allonzier, un fort décrochement horizontal. Il serait difficile, en effet, de comprendre autrement la différence dans l'alignement des affleurements du Salève et du Mont-d'Allonzier qui se relient pourtant directement l'un à l'autre par l'assise urgonienne. Le chaînon d'Allonzier n'est pas renversé et s'il l'est, ce serait plutôt du côté S.-E., soit en sens inverse de celui du Salève. A la Balme la façade N.-W. accuse de nouveau un affaissement de ce côté, comme le pied nord du Salève.

C'est ce même mouvement dirigé du S.-E. au N.-W. qui est la cause de cette convergence des chaînons terminaux du Jura qui tendent à se réunir vers un point situé au S.-W. du Reculet. En réalité, cette convergence en faisceau ou en gerbe, est causée par un étranglement des plis, à leur renversement qui n'a cependant pas conduit à un entassement les uns au-dessus des autres. Cela nous explique le renversement de la chaîne du Reculet près de Chézery, l'écrasement et la surélévation du vallon de la Mantière et peut-être même la faille de Champfromier et le décrochement de la Dôle?

La faille du Vuache paraît avoir été causée de même par cette poussée horizontale, et c'est le plan de rupture de la faille qui a séparé la région subissant la poussée horizontale d'une région relativement fixe située à l'ouest de cette faille. Le Vuache se serait donc produit sous l'influence de deux poussées successives. L'une, *normale* à sa direction, créant la voûte primitive; l'autre, *parallèle* à sa direction, est celle que nous venons de dé-

finir et qui a produit le renversement et le décrochement du Salève. C'est encore celle-ci, agissant *parallèlement* à la fissure du Vuache qui a soulevé à l'est de cette fracture la montagne de la Balme, en la séparant de son prolongement, la colline de Lovagny qui se trouve à l'ouest de la faille. C'est grâce à cette poussée dans le sens *longitudinal* à la chaîne du Vuache que la moitié E. de celle-ci s'est soulevée en forme de demi-chaînon, en s'arc-boutant, tandis que la moitié ouest est restée enfoncée sur sa plus grande longueur. Sans ce refoulement dans deux directions, le Crédo s'arrêtait peut-être déjà à Léaz, tout comme le chaînon de la Mantière s'éteint subitement à Confort et le Vuache restait totalement enfoncé.

Nous avons vu que l'axe de dislocation de la chaîne du Vuache naît bien sur une anticlinale, car c'est en anticlinale que les couches plongent des deux côtés de la faille jusqu'au Mont-de-Musiège. Il est probable que sans le mouvement horizontal que nous supposons le pli anticlinal du Vuache ne se serait pas fait sentir plus loin que le Mont-de-Musiège et que le niveau de la chaîne aurait été celui de l'entrecroisement des deux lèvres urgoniennes entre Malpaz et Chaumont, soit environ 600 m., dépassant à peine la mollasse. C'est donc là que s'arrête la ligne orographique du *Vuache-Chaîne.* Mais le *Vuache-Faille* continue, comme nous l'avons vu, jusque dans l'intérieur du système des plissements alpins. M. Maillard *(cit.* Environs d'Annecy, p. 9) a mis en évidence le mouvement horizontal des plis sur la rive orientale du lac d'Annecy qui a créé une configuration tout à fait différente entre les deux versants de ce bassin. Boyer en avait déjà eu l'idée. Ce mouvement horizontal ne pouvait avoir lieu sans occasionner des décrochements, dont la carte permet de se rendre compte[1].

La longue fracture du Vuache a donc été non-seulement le siège d'un mouvement dans le sens vertical, mais aussi dans le sens horizontal. Il est facile de voir, en effet, que la montagne de la Balme a subi un mouvement horizontal du S.-E. au N.-W., elle paraît comme *arrachée* de sa continuation naturelle, la colline de Lovagny, qui fait à peine saillie au-dessus de la mollasse. Le Crêt de la Dame et le Mont d'Allonzier sont aussi séparés de

[1] La carte indique au moyen de flèches bleues le *sens* des mouvements qui paraissent avoir causé ces décrochements. La longueur des flèches est à peu près proportionnelle au mouvement horizontal supposé.

la Balme par un petit décrochement avec rejet N.-W. Mais le plus fort mouvement est celui du Salève, dont le décrochement accuse un rejet horizontal de presque deux kilomètres au N.-W.

Le fait que le rejet vertical de la faille du Vuache se trouve alternativement à l'est et à l'ouest de celle-ci, est une preuve irrécusable que la dislocation de ce chaînon est due à la tension inégale de la nappe sédimentaire des deux côtés de la rupture. Au N.-E. de la faille, le mouvement du S.-E. au N.-W. ne laisse pas de doute; au S.-W. de cette ligne, le refoulement paraît avoir agi plutôt de l'est à l'ouest comme l'atteste l'alignement presque exactement N.-S. du Grand-Colombier et de la montagne de Cessens.

Quant aux mouvements verticaux, il n'est pas possible de dire s'il s'agit, pour les parties enfoncées, d'affaissements réels ou relatifs. Pour la région entre Musiège et Léaz, l'affaissement me paraît être relatif; c'est-à-dire le Vuache s'est réellement surélevé sous l'action de la pression venant du S.-E., en laissant la lèvre ouest enfoncée et en partie recouverte de mollasse. Le chaînon primitif devait être symétrique, un pli en forme de voûte peu saillant; mais si peu accusé qu'il paraît avoir été, il a joué un rôle très remarquable. C'est cette ligne de dislocation du Vuache qui séparait à la fin de l'époque miocène le bassin suisse de son prolongement au S.-W, le bassin de Rumilly. En effet, la mollasse marine helvétienne, qui occupe le bassin de Bellegarde-Frangy-Rumilly, ne dépasse sur aucun point cette ligne orographique allant du Vuache à Annecy. La communication avec la formation helvétienne du bassin suisse, si elle a jamais existé, ne paraît pas avoir eu lieu de ce côté-ci.

A cette époque, le Haut-Jura n'était pas encore surélevé. Les Alpes non entrées encore dans la phase du grand bouleversement. C'est à la fin de la période miocène que les grands bouleversements créèrent les dislocations définitives. La région du Haut-Jura, avec ses dépôts miocènes, fut surélevée à 1000 mètres et plus. Le Mont-Salève se renversa et se déplaça vers le N.-W. et le Vuache s'accentuait davantage, mais bien moins que les parties plus au nord, le Crédo et le Reculet. La grande faille, d'abord simple fissure, due à la tension inégale de la pression latérale, subit sur ses deux bords des dénivellations variées. La lèvre E. fut entraînée dans le mouvement de surélévation; la lèvre W. resta affaissée et ne subit que des plissements lo-

caux, tels que le bombement en coupole du Rocher-de-Léaz, la demi-coupole de Musiège.

Au nord de Bellegarde la branche est du golfe miocène, le vallon de la Mantière-Mijoux, fut localement surélevée; la branche ouest resta enfoncée sur ce même point et se trouva séparée de son prolongement nord par l'étrange faille de Champfromier.

Je ne saurais résoudre pour le moment un problème qui se pose encore en dernier lieu. Quelle est l'époque du creusement de la cluse du Fort-de-l'Ecluse? Cette érosion est préglaciaire, ainsi que l'a démontré la découverte faite par M. Renevier, d'un dépôt de sable stratifié dans la partie la plus étroite de la cluse et sous le glaciaire. Le creusement de cette cluse a donc probablement coïncidé avec le mouvement d'exhaussement du chaînon au-dessus du plateau miocène; sinon on s'expliquerait difficilement pourquoi le fleuve aurait choisi ce passage-là; car en reconstituant les parties enlevées par l'eau, il en résulterait une barrière bien plus élevée que le seuil du Mont-de-Sion. C'est donc de front avec les progrès du soulèvement que l'érosion a coupé la chaîne! Malgré cette explication très admissible, il semblerait qu'en un moment donné, le passage du Rhône primitif était ailleurs : à en juger par la forme du bassin d'érosion du Léman, on ferait passer son trop-plein plutôt le long du pied du Salève, dans la direction de Seyssel ou de Rumilly?

Mais il reste néanmoins établi que la ligne du Fort-de-l'Ecluse pouvait présenter des conditions très favorables pour le passage du Rhône à travers le Vuache. L'abaissement brusque de l'axe de la chaîne qui est de plus de 600 mètres, sur moins de deux kilomètres de longueur, pourrait bien avoir produit une fissure profonde et transversale, ayant attiré le passage du Rhône. Il faut si peu de place pour laisser passer toute une rivière! Une fissure une fois ouverte est rapidement élargie en cluse. Même les torrents descendant du Crédo pourraient, de leur côté, avoir usé peu à peu cette barrière, en créant des éboulements dans la paroi reliant primitivement le Plat-des-Roches au Vuache.

On se rend compte facilement de l'action destructive qu'a exercée ensuite le passage des grands glaciers diluviens qui ont recouvert le Vuache sur toute sa longueur et rempli la cluse jusqu'à 1200 mètres d'altitude.

REMARQUES SUR LES PLANCHES

Pl. I. La topographie de la carte est un report sur pierre de la partie S.W. de la feuille III de la carte générale de la Suisse au $^1/_{250\,000}$. La petite échelle n'a pas permis de mettre une très grande exactitude. Bon nombre d'affleurements peu étendus de terrains ont dû être exagérés pour être marqués sur la carte.

Comme l'indique le titre, les Alpes et le S.W. du Salève ont été coloriés par M. G. Maillard. Les données empruntées à la carte géologique de France sont dues à MM. Lory, Pillet et Benoît.

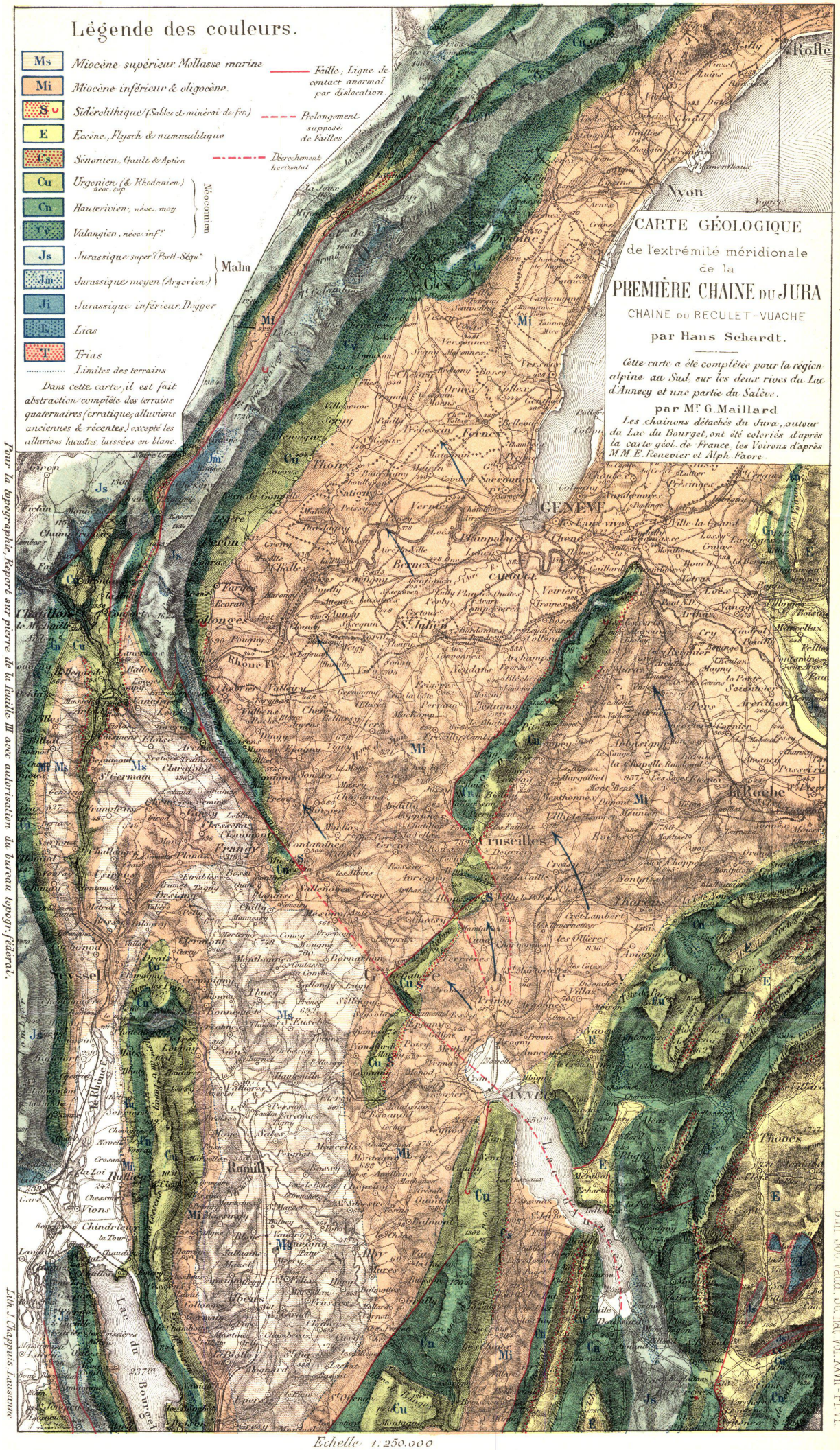
Dans les planches II-IV, l'échelle horizontale et verticale des figures est, fig. 8, 9 et 10, pl. III exceptées, $^1/_{25\,000}$, soit le décuple de celle de la carte. Les détails indiqués sont donc plus nombreux; aussi dans la construction des profils la plus grande exactitude a pu être observée.

Le plongement des couches, transversalement au plan des profils, est indiqué, lorsque cela avait de l'intérêt, par le signe **T**, dont la flèche est supposée enfoncée dans le profil dans le sens des strates et opposé à l'observateur, tandis que le trait est supposé dans le plan du profil.

Les abréviations sont toutes indiquées dans la légende, pl. IV, de même que les signes graphiques : *Gl. J.* = glaciaire à matériaux jurassiens. *Gl. A.* = id. à matériaux alpins. *Gl. JA.* = id. à matériaux jurassiens et alpins mêlés.

La lettre B, suivant une indication de hauteur, signifie que celle-ci a été mesurée au baromètre. Les autres cotes ont été prises sur la carte de France au $^1/_{80\,000}$.

Les couches de la coupe stratigraphique, pl. V, ont été mesurées exactement au moyen de la chevillière, perpendiculairement à leur stratification. Les fossiles indiqués ont tous été recueillis sur place et pris dans le terrain même.



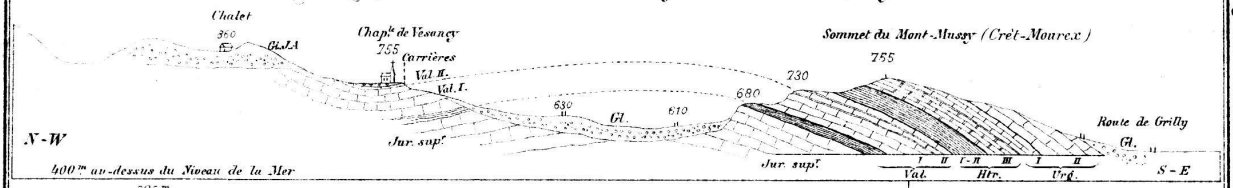
Pour la topographie, Reporté sur pierre de la feuille III avec autorisation du bureau topogr. fédéral.

Lith. J. Chappuis, Lausanne

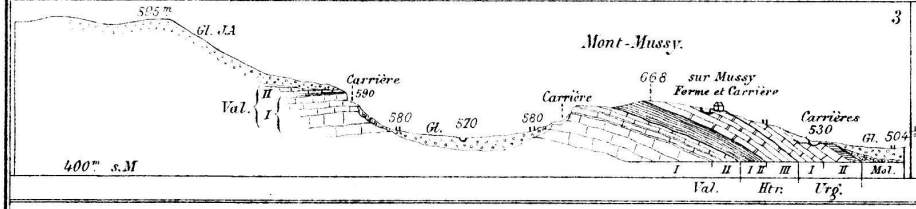
H. Schardt. del.

1/25000

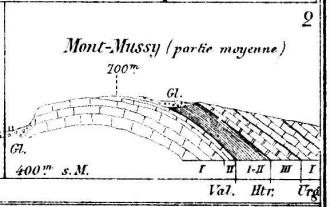
1 — Profils géologiques de la colline de Vesancy et du Mont-Mussy ou Mont de Mourex.



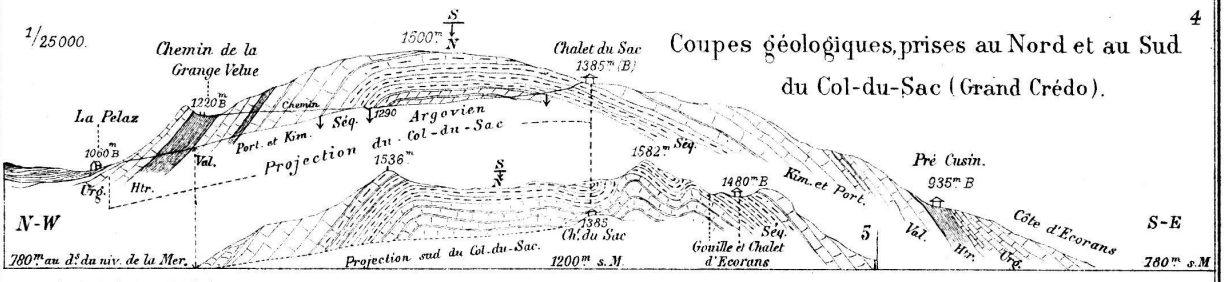
3 — Mont-Mussy.



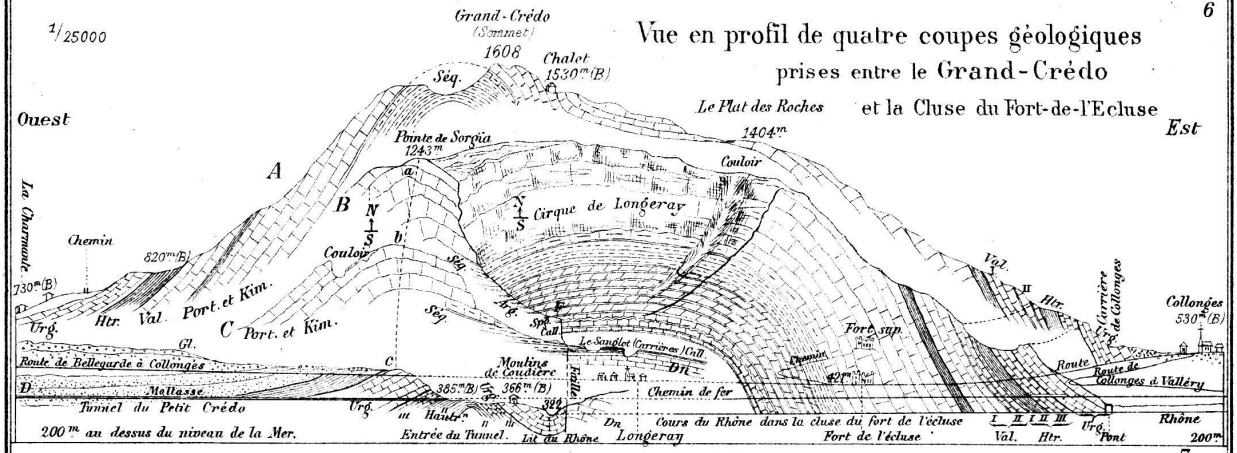
2 — Mont-Mussy (partie moyenne)



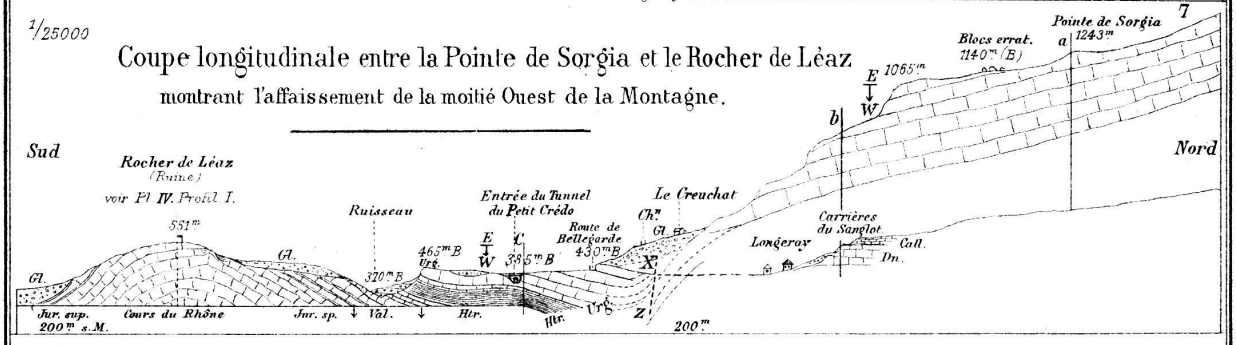
4 — Coupes géologiques, prises au Nord et au Sud du Col-du-Sac (Grand Crédo).



6 — Vue en profil de quatre coupes géologiques prises entre le Grand-Crédo et la Cluse du Fort-de-l'Ecluse

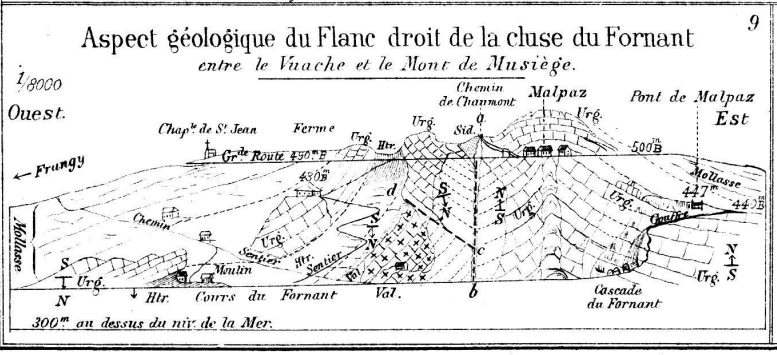


7 — Coupe longitudinale entre la Pointe de Sorgia et le Rocher de Léaz montrant l'affaissement de la moitié Ouest de la Montagne.



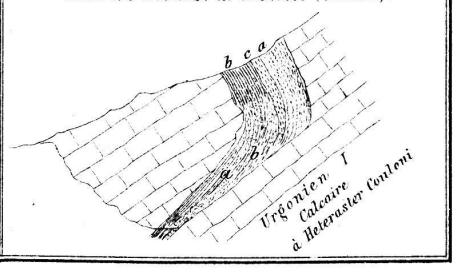
8 — Coupe du lambeau Néocomien près d'Arcine (Vuache)

9 — Aspect géologique du Flanc droit de la cluse du Fornant entre le Vuache et le Mont de Musiège.



10 — Crevasse Sidérolithique ejective

Carrière à l'ouest de Chévrier (Vuache).

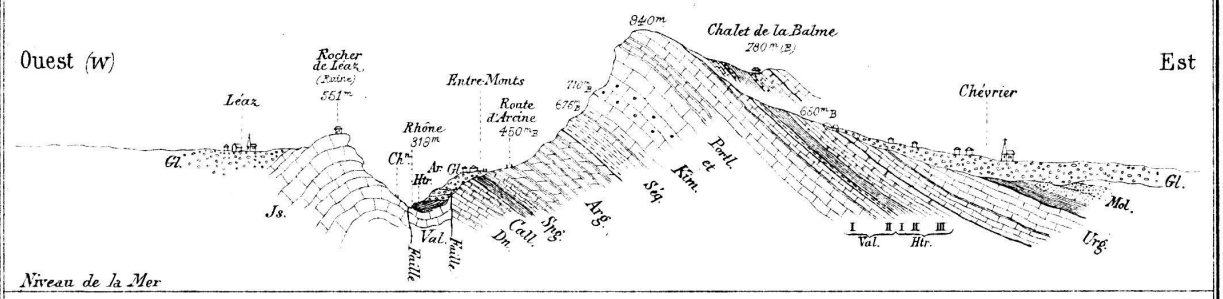


Lith. J. Chappuis, Lausanne

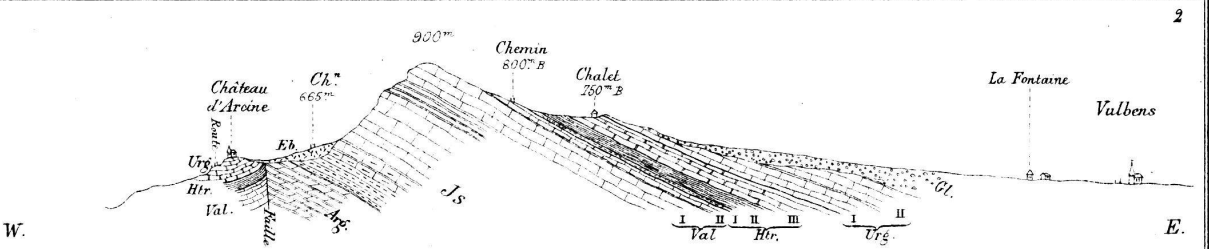
H. Schardt, del.

Profils géologiques de la Montagne du Vuache

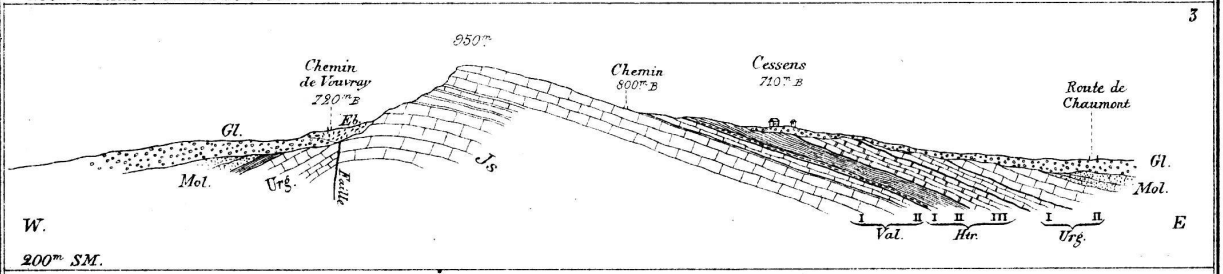
1



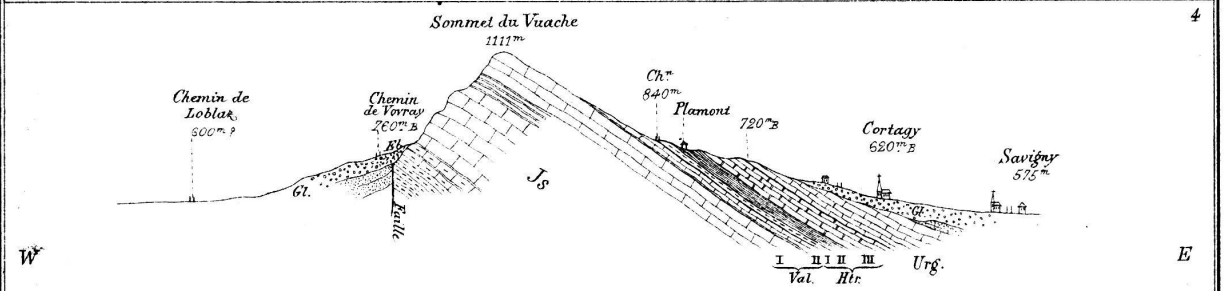
2



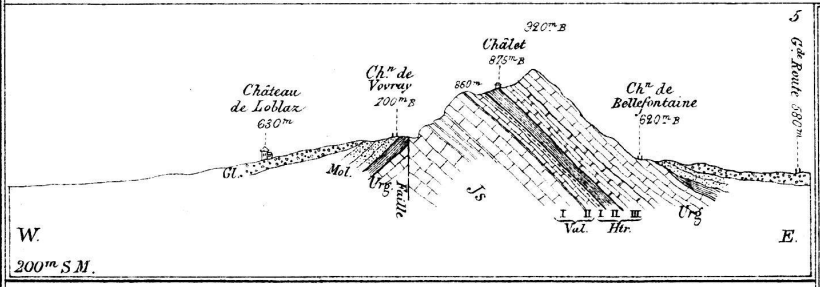
3



4

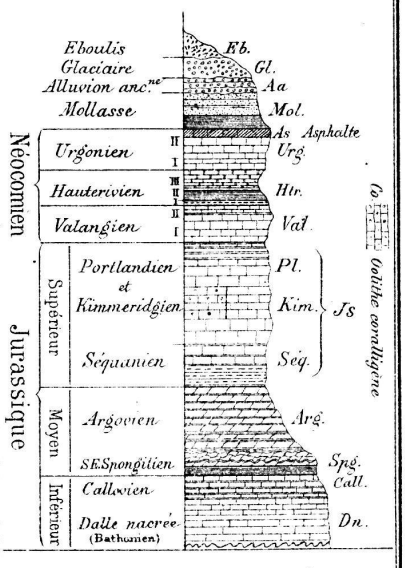


5



LÉGENDE
DES
Abréviations et signes graphiques

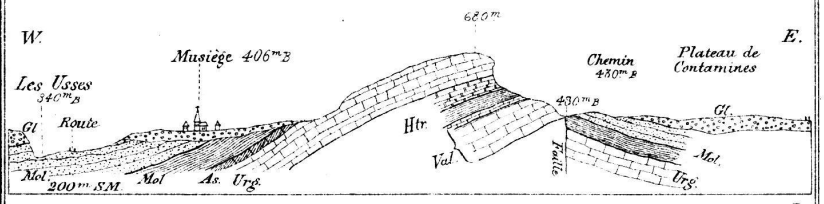
- Graviers et terrains de transport
- Mollasses, grés et sables
- Marnes et Argiles
- Calcaires massifs
- Calcaires en dalles
- Alternances de marnes et calcaires



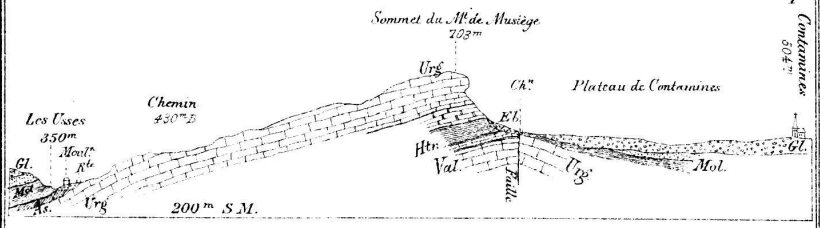
Echelle de toutes les figures 1/25000
B = Hauteurs mesurées au Baromètre.

6

Profils géologiques du Mont de Musiège



7



Imp. Chapuis Lausanne