Zeitschrift: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 92 (1909)

Artikel: La structure du Jura

Autor: Margeri, Emm. de

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-90172

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: 15.07.2025

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

La structure du Jura.

Par

Emm. de Margerie,

Membre honoraire de la Société,
ancien Président de la Société Géologique de France.

Mesdames,

Messieurs,

Vous avez sans doute été surpris, en recevant le programme de la 92e session de la Société Helvétique des Sciences Naturelles, d'apprendre qu'un étranger viendrait vous parler du Jura, — de ce Jura dont il n'y a qu'à vous retourner pour apercevoir, d'ici même, la silhouette, et dont tant de savants, depuis un siècle, ont étudié sous toutes les faces, pour ainsi dire, la structure et l'histoire.

Malgré cet imposant ensemble de travaux, dont un grand nombre sont dus à plusieurs d'entre vous, et dont l'énumération partielle, dans la *Bibliographie géologique de la Suisse,* récemment publiée par M. le Dr. Rollier, occupe plusieurs centaines de pages, il a semblé à votre Comité d'organisation qu'un retour en arrière, un simple coup d'œil sur le chemin parcouru depuis l'origine de la science, ne serait pas inutile. Je suis heureux de l'occasion qui m'est ainsi offerte pour exposer devant vous les résultats auxquels a conduit l'exploration méthodique de celle des deux moitiés de la chaîne qui vous est probablement le

moins familière: le Jura français. Dans quelques mois, j'en ai l'espoir, vous pourrez retrouver les traits principaux de cette esquisse, appuyés sur l'appareil de preuves et de démonstrations nécessaires, dans un mémoire en cours d'impression, qui va paraître sous les auspices du Service de la Carte géologique de mon pays.

Quand, plus tard, on retracera les étapes parcourues, au cours du XIXe siècle, par la tectonique du Jura français, trois noms, à ce qu'il me semble, résumeront les phases principales de cette évolution. Les hommes qui les ont portés — curieuse coïncidence — se rattachent tous les trois à l'École Polytechnique, fondée à Paris par la Convention, et d'où sont sortis tant d'ingénieurs et de savants illustres: le premier, qui n'appartient à la France que par sa naissance, devint Suisse par la plus grande partie de sa vie et par sa mort: j'ai nommé Jules Thurmann[1]). Ce fut, vous le savez tous, le fondateur de la tectonique jurassienne, et, le premier, il introduisit, avec une admirable netteté, de l'ordre et de la logique là où ses prédécesseurs n'avaient vu que des accidents sans lien et sans loi. Le discours qu'il prononçait en 1853, devant la Société Helvétique réunie à Porrentruy, dans sa 38e session, est resté comme un modèle de concision lucide, faisant à jamais regretter que la synthèse dont ce morceau n'était qu'un résumé préliminaire n'ait pas été achevée.

Le second de ces coryphées a, lui aussi, paru plus d'une fois dans vos réunions annuelles, et quelques-uns d'entre vous s'enorgueillissent à juste titre d'avoir été ses élèves. Mais l'éclat de son œuvre alpine a parfois trop fait oublier la valeur de ses contributions à la connaissance du Jura, moins brillantes, à coup sûr, quoique non moins solides. Ce géologue de génie, trop tôt arraché à une

---

[1]) Jules Thurmann, né à Neuf-Brisach (Haut-Rhin) en 1804, mort à Porrentruy en 1855.

carrière rapide, vous l'avez tous reconnu: il s'appelait Marcel Bertrand[1]).

Le troisième fut un soldat, un topographe, que l'habitude des méthodes rigoureuses et le souci d'une analyse intégrale des formes dont il avait à surveiller la représentation devait bien vite conduire à la géologie. Aussi modeste qu'il était laborieux, le général de La Noë[2]) n'a presque rien fait paraître des travaux qui devraient assurer sa gloire: s'il a beaucoup dessiné, il n'a écrit que fort peu. Et c'est à celui qui vous parle qu'incombe la tâche, délicate autant qu'honorable, de mettre en lumière les matériaux qu'il avait accumulés.

Pour entrer tout de suite en matière, permettez-moi de vous reporter à la plus ancienne esquisse tectonique qui ait été publiée d'une partie de la chaîne dont nous allons nous occuper ensemble. Elle est signée d'un nom célèbre en géologie jurassienne, celui de Gressly. Cette carte, qui représente l'effilement oriental de la chaîne, c'est-à-dire le Jura soleurois, bâlois et bernois, a paru dans les „Nouveaux Mémoires de la Société Helvétique" en 1840[3]); sans nous arrêter aux notations bizarres de „cratères d'explosion", „cratères de soulèvement", „tronc central", etc., qui lui donnent sa date, constatons qu'elle témoigne déjà d'une intelligence remarquablement nette de la structure de nos montagnes, et passons aux tentatives plus récentes.

L'une des dernières[4]) remonte à 1903; M. le chanoine Bourgeat, un des géologues qui connaissent le mieux le

---

[1]) Marcel Bertrand, ingénieur en chef des Mines, professeur à l'École des Mines et membre de l'Institut, né en 1847, mort en 1907.

[2]) Gaston de La Noë, général de brigade, directeur du Service géographique de l'armée, né en 1836, mort en 1902.

[3]) Tome IV, pl. 12.

[4]) *Carte tectonique du Jura*; planche jointe à l'article intitulé: *De l'influence des rides hercyniennes sur le Jura* (Annales de la Société scientifique de Bruxelles, t. XXVIII, 2me partie, 1903).

Sud de la Franche-Comté, en est l'auteur; mais ce n'est qu'un simple croquis, auquel on pourrait facilement donner une précision beaucoup plus grande, ne fût-ce qu'en rapprochant et en coordonnant les trente et quelques cartes tectoniques fragmentaires gravées, depuis moins de vingt ans, tant en France qu'en Suisse, en Allemagne, et jusqu'en Amérique. Je n'entreprendrai pas d'énumérer ici ces documents, dont la valeur est, du reste, fort inégale; mais je m'en voudrais de ne pas citer, au moins, l'esquisse si expressive du Jura oriental due à M. le Prof. F. Mühlberg[1]), qui, depuis tant d'années, et avec tant de succès, s'est attaché à faire connaître la géologie de l'Argovie et des cantons voisins. Cette carte met admirablement en lumière le rôle inverse du massif ancien de la Forêt-Noire et de la plaine tertiaire d'Alsace sur l'amorce du croissant jurassien, le premier semblant arrêter les plis en profondeur, comme l'a depuis longtemps indiqué Albrecht Müller[2]), tandis que la seconde, avec les rides concentriques du Blauen et du Blochmont, produit dans la direction du nord, ainsi que l'a reconnu M. le Prof. Steinmann[3]), l'effet d'une détente.

Les cartes tectoniques ne sont presque toujours qu'une transformation des cartes géologiques ordinaires, figurant les limites d'affleurement, à la surface du sol, des terrains successifs. Or, l'exécution de ces cartes géologiques se trouve fort inégalement avancée, en ce qui concerne le

---

[1]) F. Mühlberg, *Geotektonische Karte der nordwestlichen Schweiz,* Masstab 1 : 250,000 (Eclogæ Geol. Helv., III, Taf. XI); réimprimée dans le *Livret-guide géologique dans le Jura et les Alpes de la Suisse,* dédié au Congrès géologique international, in-8⁰, Lausanne, 1894, pl. VI.

[2]) Albr. Müller, *Über die anormalen Lagerungsverhältnisse im westlichen Basler Jura* (Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel, VI, 1877, p. 428—462, 1 Taf.).

[3]) G. Steinmann, *Bemerkungen über die tektonischen Beziehungen der oberrheinischen Tiefebene zu dem nordschweizerischen Kettenjura* (Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. B., VI, 1892, p. 150—159).

Jura, suivant que l'on considère telle ou telle partie de la chaîne. Sans doute, les grandes cartes nationales de la Suisse à 1 : 100,000e et de la France à 1 : 80,000e sont depuis longtemps terminées, en tant du moins que ces collections nous intéressent; mais l'échelle à laquelle elles ont été publiées est devenue tout à fait insuffisante pour les besoins de la science et de la pratique.

De ce côté de la frontière, les documents précis se sont multipliés, depuis quinze ans, grâce aux constants efforts de la Commission Géologique Suisse, opérant sur les bases de l'Atlas Siegfried à 1 : 25,000e: les feuilles dressées successivement par MM. Buxtorf, Mühlberg, Rittener, Rollier, etc., semblent amener la figuration cartographique de la géologie du Jura à un point, en quelque sorte, définitif. Ce niveau n'a guère été dépassé, du moins quant à l'échelle, que dans la carte des gorges de l'Areuse à 1 : 15,000e, coloriée par MM. H. Schardt et Dubois en 1903 [1]).

En France, nous sommes beaucoup moins favorisés sous ce rapport: je ne connais, en fait de documents publiés à une échelle égale ou supérieure à 1 : 25,000e, pour nos départements du Doubs, du Jura et de l'Ain, que trois fragments dont la superficie totale est insignifiante et qui répondent aux environs de Deluz, entre Baume-les-Dames et Besançon [2]), à ceux de Lons-le-Saunier [3]) et au voisinage de la Perte du Rhône [4]).

---

[1]) H. Schardt et Aug. Dubois, *Carte des gorges de l'Areuse* par Mce. Borel et Aug. Dubois, *coloriée géologiquement* (Bull. Soc. Neuchâteloise Sc. Nat., XXX, 1901—1902, pl. II; réimpr. Eclogæ Geol. Helv., VII, 1903, pl. XII).

[2]) A. N. Parandier, *Carte orographique, stratigraphique et géognostique d'un fragment de la chaîne du Lomont, 1 : 10,000* (in: *Topographie stratigraphique et Prodrome de Géologie utilitaire*, in-4⁰, Paris, Dunod, 1882).

[3]) N. Boyé, *Carte géologique des environs de Lons-le-Saunier*, 1 : 20,000 (Mém. Soc. d'Émulation du Jura, 1848—1850; reprod. Mém. Soc. d'Émulation du Doubs, 2me série, I, 1850).

[4]) E. Renevier, *Carte géologique des environs de la Perte du Rhône*, 1 : 20,000 (Nouveaux Mém. Soc. Helv. Sc. Nat., XIV, 1854, pl. I).

D'ailleurs, quelque parfait que l'on suppose le tracé des contours, il faut bien reconnaître que la seule planimétrie, même avec le secours des coupes, donne trop, en un sens, et pas assez, d'un autre côté: la carte géologique d'un pays est fonction de plusieurs variables, dont il s'agit précisément d'isoler les effets si l'on veut parvenir à une analyse exacte des circonstances qui ont déterminé sa configuration actuelle. Dans l'espèce, pour étudier en chaque point le mode de déformation de l'écorce terrestre, il importe d'éliminer l'influence de l'érosion, qui efface presque toujours, suivant des proportions qu'on ne peut fixer *a priori*, l'œuvre directe, primordiale, des mouvements du sol.

Quand le terrain est formé de couches sédimentaires concordantes, — et ce cas est le seul qui nous intéresse ici —, le plus simple est de traiter ces couches comme s'il s'agissait d'une surface topographique, et d'en représenter l'allure au moyen de lignes de niveau équidistantes. Les mineurs, dans les bassins houillers, pratiquent depuis longtemps cette méthode; mais les géologues, effrayés sans doute par les difficultés matérielles de la tâche, ont été longs à l'appliquer aux territoires plus vastes qui font l'objet de leurs études. Le premier qui, en France, l'employa avec succès fut Albert de Lapparent, dans sa monographie du Pays de Bray [1]), sorte de dôme allongé qui fait saillir les couches jurassiques au millieu des plateaux crétacés compris entre la vallée de la Seine et celle de la Somme. L'une des cartes jointes à cet ouvrage fait connaître, à l'aide de courbes de niveau équidistantes de 10 mètres, l'allure de la base du Cénomanien supposé continu. Pour la construire, l'auteur s'est appuyé sur un nivellement direct: ayant lui-même levé la carte géologique de la contrée, et connaissant l'épaisseur des couches comprises, en chaque point, entre le terrain d'affleurement et l'horizon choisi comme repère, il lui suffisait d'ajouter ou de retrancher le

[1]) Mémoires pour servir à l'explication de la Carte géologique détaillée de la France. In-4⁰, Paris 1879, pl. III.

chiffre correspondant à la cote du sol pour obtenir, de proche en proche, les altitudes idéales cherchées. L'aspect si régulier du dessin, malgré le grand nombre de points qui ont servi à l'obtenir, garantit, à ce qu'il semble, l'exactitude du résultat.

Plus tard, M. Gustave Dollfus généralisa le procédé, en l'étendant à la Craie de l'ensemble du Bassin de Paris[1]). Tout récemment, enfin, dans la Lorraine française, M. G. Rolland, puis MM. Nicklès et Joly ont dressé, par les mêmes moyens, des cartes tectoniques pleines d'intérêt[2]).

Mais les opérations de nivellement sur le terrain sont toujours longues et laborieuses; et, généralement, le géologue n'a ni le temps, ni la compétence nécessaires pour les mener à bien. Il faut donc chercher une méthode plus expéditive, susceptible de concilier, dans une mesure suffisante, l'exactitude des tracés et la rapidité de l'exécution. Ce résultat nous sera fourni par l'emploi des cartes hypsométriques à grande échelle, où le relief du sol est représenté au moyen de courbes de niveau très rapprochées. En reportant sur ces cartes les contours géologiques, et en procédant ensuite comme l'avait fait M. de Lapparent, il sera facile de construire, par simple intersection, les *courbes structurales* définissant l'allure de la surface qu'il s'agit de reconstituer.

Prenons un exemple, emprunté au bassin supérieur de la Saône, au sud-ouest de la chaîne des Vosges[3]). La

---

[1]) Gustave F. Dollfus, *Recherches sur les ondulations des couches tertiaires dans le bassin de Paris* (Bull. Service Carte géol. de la France, t. II, No. 14, 1890—1891, pl. I).

[2]) G. Rolland, Congrès géologique international, compte-rendu de la VIIIme session, Paris, 1900, 1er fasc., pl. X et XI; R. Nicklès et H. Joly, *Sur ta tectonique des terrains secondaires du Nord de Meurthe-et-Moselle* (Bull. Soc. Géol. de France, 4me série, VII, 1907, p. 297); H. Joly, *Le Jurassique inférieur et moyen de la bordure nord-est du bassin de Paris,* in-4⁰, Nancy, 1908, pl. VII, 1 : 100,000.

[3]) Il n'a malheureusement pas été possible de joindre au texte de cette conférence les nombreuses projections photographiques (cartes, coupes, paysages, schémas) qui servaient à l'illustrer.

carte qui sert de fond est un fragment de la feuille de *Vesoul* de la carte de France du Service géographique de l'Armée, où l'équidistance des lignes de niveau est de 20 mètres. Six étages successifs du Trias et de la série jurassique, dont l'inclinaison est faible et régulière, ont été utilisés pour le tracé des courbes structurales; grâce aux vallons qui découpent le plateau en tous sens, les intersections sont nombreuses, et la part d'incertitude, en raison de cet incessant contrôle des cotes les unes par les autres, devient très minime.

Si nous passons à des régions ondulées et plissées, comme le Jura central, la tâche est sans doute plus délicate, mais la méthode reste la même. Dans la pratique, bien des difficultés surgissent; les principales proviennent des variations d'épaisseur des couches, dont le détail n'est pas suffisamment connu, et de l'incertitude dans la position des axes anticlinaux ou synclinaux, lignes de points hauts ou de points bas des surfaces structurales. Vous pouvez juger, par les deux fragments que voici de la carte précitée[1]), de l'étendue du travail graphique que la transformation suppose; encore les deux épreuves placées sous vos yeux ne correspondent-elles qu'à la première phase du dessin: la superposition des limites d'affleurement aux lignes de niveau. La construction des courbes structurales, faite sur papier transparent, ne viendra qu'ensuite.

Ce travail a été réalisé, en 1893, pour la totalité du Jura français et pour une grande partie du Jura suisse, d'après les documents que l'on possédait alors, par le général de La Noë. La planche à 1 : 400,000^{e}, dont j'ai l'honneur de vous présenter une épreuve du trait, en constitue le fruit ultime. Sur cette *Carte structurale du Jura,* dont les moindres éléments de courbes n'ont été arrêtés

---

[1]) Correspondant aux feuilles de *Saint-Claude* (149) et de *Nantua* (160) de la Carte de l'État-Major et de la Carte géologique détaillée de la France.

qu'après une discussion approfondie entre celui qui tenait le crayon et celui qui vous parle en cet instant, — les horizons variés dont il avait été fait usage pour construire les diverses parties du dessin ont été ramenés à un repère unique, le sommet du Portlandien. Cet étage est donc supposé débarassé des formations plus récentes au fond des cuvettes et des dépressions synclinales, restauré ou prolongé, au contraire, dans les régions anticlinales et suivant les affleurements des assises plus anciennes.

Le commentaire justificatif de notre planche exigerait des développements dans lesquels il m'est tout à fait impossible d'entrer ici. En dépit de ses imperfections, que je connais mieux que personne, cet *essai de tectonique quantitative* se révèle comme étant d'une extrême fécondité. Sans parler de ses applications à l'analyse de l'hydrographie, dont nous dirons deux mots tout à l'heure, j'ai été souvent étonné moi-même, sur le terrain, de la variété des conclusions qu'il suggère. Vous en seriez, je crois, frappés comme moi si je pouvais vous montrer, au lieu de ce graphique un peu sec, le tirage en couleurs, où les aires comprises entre les courbes successives ont été teintées à la façon d'une carte hypsométrique.

Imprimée depuis quatre ans déjà, notre planche ne tardera pas à être distribuée. J'appelle de tous mes vœux les rectifications, qui seront nombreuses, sans doute; mais, d'après l'expérience acquise dans le Jura français, on peut penser qu'elles porteront plutôt sur les détails que sur le fond même des tracés. Ce qu'il faut souhaiter, surtout, c'est que les géologues suisses, qui possédent l'inappréciable avantage d'avoir à leur disposition une topographie détaillée, où le relief du sol est exprimé par les lignes de niveau, — l'Atlas Siegfried, — reprennent à une plus grande échelle, et pour différents étages, le dessin des courbes structurales que nous n'avons pu qu'esquisser: il y a là toute une *géométrie des surfaces de déformation*, propre non seulement à nous éclairer sur le mode d'action

des forces qui ont fait naître les plis du Jura, mais encore à nous renseigner sur tel ou tel de leurs effets indirects, comme la profondeur à laquelle se trouvent certains bancs de roches exploitables, ou l'allure des nappes d'eau souterraines. Ici, comme partout dans l'étude du monde physique, les chiffres et les mesures doivent remplacer peu à peu les évaluations vagues du langage ordinaire et les termes purement qualitatifs du début.

En attendant la réalisation de ce vœu, et pour vous montrer qu'il n'a rien de chimérique, même étendu à de très vastes surfaces, je ferai projeter devant vous une autre esquisse inédite, qui résume l'allure des terrains secondaires dans tout le Nord-Est de la France, de l'Ardenne aux Vosges et au Morvan. Le territoire représenté est bien deux ou trois fois aussi vaste que celui de la Suisse, et l'amplitude des dénivellations tectoniques extrêmes dépasse certainement deux mille cinq cents mètres; les courbes n'en conservent pas moins, dans leur dessin, une incontestable unité.

L'exemple suivant est peut-être plus frappant encore: c'est celui du soulèvement postcrétacé des Black Hills, dans l'Amérique du Nord, dont les courbes structurales ont été tracées par M. N. H. Darton[1]). En examinant cette carte, on voit combien les courbes sont sensibles aux moindres flexures où s'accentue le pendage des couches; on voit aussi, à la partie supérieure de la planche, les perturbations locales qu'apporte dans leur marche la présence d'un essaim de petits laccolithes intrusifs. Il est inutile d'insister, au moment où le Service géologique des États-Unis généralise de plus en plus, dans ses publications sur la houille et sur le pétrole, l'emploi de ce procédé[2]),

---

[1]) U. S. Geological Survey, Twenty-first Annual Report, 1899-1900, part IV, pl. LXXXIX.

[2]) Voir, en particulier, les *folios* du *Geologic Atlas of the United States* relatifs à la Pennsylvanie (Nos. 82, 94, etc.), et les *Bulletins*

et où le Service géologique de l'Alsace-Lorraine commence à faire paraître une carte structurale à 1 : 200,000e de son champ d'études [1]).

Peut-être les géologues alpins vont-ils objecter que l'emploi des courbes structurales suppose implicitement le parallélisme des surfaces qu'il s'agit de représenter, ou, ce qui revient au même, le plissement harmonique des couches successives: dès qu'il y a discontinuité, charriage, ou pli couché, la méthode cesserait donc d'être applicable, ou, du moins, demanderait certaines restrictions. Je répondrai à cela que ce défaut de parallélisme est précisément un objet d'étude, et qu'une surface, quelque compliquée qu'on l'imagine, est toujours susceptible d'être définie par ses intersections avec une série de plans horizontaux équidistants. Rien ne serait plus instructif, au contraire, que cette *stéréotomie* d'un nouveau genre, basée sur la comparaison des formes structurales, parallèles ou non entre elles, d'un même massif. Je n'en veux pour preuve que l'épure, publiée par M. M. Lugeon, représentant la disposition des couches jurassiques aux environs de Faverges, non loin du Lac d'Annecy [2]).

L'élément générateur essentiel de la tectonique du Jura, vous le savez tous, c'est le *pli anticlinal,* plus ou moins allongé, dont la voûte de la citadelle de Besançon, deux fois recoupée par le Doubs, fournit un excellent

---

suivants du même Service: 198, 318, 346 (Ohio, West Virginia, Pennsylvania), par W. T. Griswold et M. J. Munn; 317, 321, 322, 357 (California), par R. Arnold et R. Anderson; in-8°, Washington, 1902—1908.

1) *Tektonische Übersichtskarte von Elsass-Lothringen.* Herausgegeben von der Direktion der Geologischen Landesuntersuchung von Elsass-Lothringen. Masstab 1 : 200,000. *Blatt Saarbrücken*, bearbeitet von L. van Werveke, 1904.

2) M. Lugeon, *Recherches sur l'origine des vallées des Alpes Occidentales* (Annales de Géographie, X, 1901, p. 308, fig. 5). Échelle 1 : 50,000; équidistance des courbes 100 m.

exemple. La carte que vous avez sous les yeux[1]) met en lumière les rapports de cet accident avec la géologie de la contrée environnante; ce document vénérable, qui remonte à l'année 1842, est dû à l'inspecteur-général Parandier, et Marcel Bertrand, quarante ans plus tard, s'est borné à y introduire quelques retouches de détail. Nous y reviendrons tout à l'heure.

Il est rare que les plis soient rigoureusement symétriques, comme la dorsale bajocienne et bathonienne contre laquelle s'appuie la petite ville de Treffort, sur le bord occidental du Jura, dans la zone du Revermont. Plus généralement, au contraire, l'un des côtés de la voûte se montre notablement plus incliné que l'autre; c'est le cas pour l'anticlinal de la Chambotte, sur la rive gauche du Rhône, dont la brusque retombée vers l'ouest est mise en évidence par le décapage incomplet des couches, qui s'emboîtent comme des pelures d'oignon les unes dans les autres. Thurmann avait déjà remarqué que cette dissymétrie est *systématique:* presque toujours, en effet, le déjettement se produit vers la partie externe de l'arc jurassien, au nord, au nord-ouest, et à l'ouest; c'est ce qu'il appelait le „regard français" des chaînons. Les travaux récents n'ont fait que confirmer cette conclusion; M. Schardt, en particulier, a fait voir que les plis les plus internes du faisceau, comme celui du Mont-Vuache, qui confine directement à la plaine molassique, obéissent encore à cette règle[2]). La façade du Grand-Colombier, qui domine Culoz, en fournit un exemple remarquable: quand on l'examine du sud, le plongement des assises vers la droite, c'est-à-

---

[1]) Cette carte n'a jamais été gravée. La minute, dont une photographie avait été projetée devant l'assistance, est conservée au Service de la Carte géologique de la France, à Paris.

[2]) H. Schardt, *Études géologiques sur l'extrémité méridionale de la première chaîne du Jura — Chaîne du Reculet et du Vuache* (Bull. Soc. Vaudoise Sc. Nat., XXVII, 1891, p. 69-159, pl. VI-X; réimpr. Eclogæ Geol. Helv., II, 1891, p. 253—344, pl. 4—8).

dire vers l'est, saute aux yeux; or, malgré sa régularité apparente, cette montagne n'a, pour ainsi dire, qu'une moitié, la partie gauche — c'est-à-dire le flanc ouest — manquant presque complètement et étant remplacé par une surface de discontinuité [1]).

Les mêmes faits se retrouvent aussi bien dans l'intérieur du Jura, par exemple dans la région de Saint-Claude, aux environs des Bouchoux, Larrivoire, les Crozets, Moirans, et autour des Planches-en-Montagne, que plus au nord ou plus à l'ouest, dans la basse vallée du Doubs et sur le bord de la plaine Bressanne. Sans s'y présenter avec la même netteté que dans le Jura bâlois ou argovien, puisque leur véritable signification n'a été comprise que beaucoup plus tard, l'existence de failles-inverses, d'écailles isoclinales et de chevauchements, dans ces parties externes du Jura français, n'y apparaît pas aujourd'hui moins évidente.

C'est encore à Marcel Bertrand que l'on doit, si non la découverte, du moins l'interprétation des petits charriages en miniature des environs de Besançon [2]), accidents qui se produisent au sud-est de la voûte si régulière de la citadelle, et qui ne sont, en somme, que des complications de la retombée nord-ouest du grand anticlinal liasique et oolithique qui court d'Arguel à Montfaucon, sur la rive gauche du Doubs.

En suivant vers le sud-ouest cette bande, que je vous proposerai d'appeler *arc bisontin,* nous trouverons, entre Vorges et Byans, une série de plis imbriqués, en échelon, dont les formes topographiques plongeantes, coupées en écharpe par le Doubs, mettent bien en lumière la dissymétrie.

---

[1]) Voir la *Carte géologique détaillée de la France*, feuille de *Nantua* (160), par Em. Benoit, 1887.

[2]) M. Bertrand, *Failles de la lisière du Jura entre Besançon et Salins* (Bull. Soc. Géol. de France, 3me série, X, 1881—1882, p. 114—123, fig. 1—11).

C'est à une zone plus interne qu'appartient, par contre, le chevauchement des environs de Mouthier-Hautepierre, décrit en 1906 par MM. Kilian et Haug[1]), et qui intéresse toute la série des couches jurassiques et infra-crétacées, du Lias inférieur au Gault. Le lien qui rattache la production de cette surface de contact anormal au plissement des assises néocomiennes plongeant sous la masse recouvrante est indéniable; mais sans la coupure de la Loue, qui, seule, permet d'en observer les détails, nous ne saurions rien de cet état de choses. Comme cette superposition, dont l'amplitude transversale est considérable, ne peut pas cesser brusquement, à droite et à gauche du cours d'eau, il est de toute évidence que, dans la direction de l'ouest, par exemple, l'accident doit continuer en profondeur jusqu'aux environs de Nans-sous-Sainte-Anne. Et, de ce côté, de part et d'autre du Lison, le simple examen de la carte géologique montre, effectivement, que nous avons affaire à une série d'écailles empilées les unes sur les autres, venant mourir en biais le long d'une falaise orientée de l'est à l'ouest, qui domine de 200 à 300 mètres le bord des plateaux d'Ornans.

Nous arrivons ainsi au voisinage de la petite ville de Salins, où le Mont-Poupet, avec ses 853 mètres d'altitude, a toujours été regardé, depuis les travaux de Jules Marcou, comme un des points singuliers, comme une des bornes de l'orographie jurassienne. C'est, en effet, sur cette position que la bande de Besançon et la bande de Mouthier convergent, et qu'elles viennent se réunir en laissant entre elles un angle de 60° environ. Mais comment se produit cette jonction? C'est bien à tort que, frappés par ce défaut de parallélisme, certains géologues, à la suite d'une enquête superficielle, ont qualifié la bande de Mouthier

---

[1]) W. Kilian et E. Haug, *Sur les dislocations des environs de Mouthier-Hautepierre* (Bull. Service Carte géol. de la France, t. XVII, No. 112, 1906, p. 1—22, pl. I—IV).

d'„ondulation transversale“: pour peu que l'examen porte sur un territoire plus étendu, il est facile de se convaincre que cette bande n'est que l'extrémité, amincie et déviée vers l'est, du grand massif oolithique formant la façade occidentale du Jura autour de Lons-le-Saunier. En réalité, cet *arc lédonien* déborde vers le nord sur l'extrémité méridionale de l'*arc bisontin,* suite de la chaîne du Lomont, de même que celui-ci chevauche, à son tour, sur les étages supra-jurassiques de son rebord externe.

Il est surprenant que Marcel Bertrand, à qui l'on doit le levé des feuilles de Besançon et de Lons-le-Saunier de la Carte géologique française, feuilles dont les contours sont d'une grande exactitude, n'ait pas aperçu ces relations, qui sont cependant si manifestes; et cela, d'autant plus qu'il avait fort bien observé certaines conséquences secondaires du phénomène, comme les recouvrements d'Ivrey et de Saint-Thiébaud[1]). S'il ne l'a pas fait, c'est sans doute qu'il était alors au début de sa carrière, et qu'il ne soupçonnait même pas les grands charriages de la Provence, auxquels son nom devait rester à jamais associé dans la suite. Nous étions arrivés à cette interprétation il y a près de quinze ans, le général de La Noë et moi; mais je reconnais bien volontiers que, sous le rapport de la publication, la priorité revient à M. le Dr. L. Rollier, dans ses articles des *Annales de Géographie*[2]) et du *Dictionnaire géographique de la Suisse*[3]). La quasi-identité de nos résultats est, pour moi, une précieuse confirmation de leur exactitude.

Je ne puis songer à pousser plus loin, ici, quelqu'en soit l'intérêt, l'analyse tectonique de ce curieux pays de

---

[1]) M. Bertrand, Mémoire cité, p. 123—126, fig. 12 et 13.

[2]) L. Rollier, *Le plissement de la chaîne du Jura* (Annales de Géographie, XII, 1903, p. 405).

[3]) L. Rollier, article: *Jura, Monts Jura ou Montagnes du Jura,* du *Dictionnaire géographique de la Suisse,* t. II, in-8⁰, Neuchâtel, Attinger frères, 1903, p. 641.

Salins, dont l'étude à grande échelle serait bien désirable, et où, d'ailleurs, la science est encore loin d'avoir dit son dernier mot.

Dans l'intérieur du Jura, le haut bassin du Doubs, en amont de Pontarlier, nous offre un régime de plis très différent. Il y a là une grande dépression, de forme triangulaire, dont les côtés seraient indiqués, au nord-ouest, par les plis en échelons du Laveron, de Bonnevaux et de Saint-Sorlin; au sud-est par la haute falaise rectiligne du Noir-Mont; au nord-est, enfin, par la façade du massif composite que longe la cluse méridienne des Hôpitaux. Au point de vue stratigraphique, tous les étages y sont représentés, du Séquanien au Cénomanien. Au point de vue tectonique, autant les discontinuités s'y montrent rares dans le sens vertical, autant elles y sont fréquentes dans le sens horizontal: les cuvettes néocomiennes et les bombements portlandiens y alternent, en effet, d'une façon capricieuse; d'où résultent, pour les lignes d'affleurement des étages successifs, „des sinuosités, dit Marcel Bertrand, qui dissimulent presque l'allure générale des plis parallèles“ [1]). En même temps qu'ils s'infléchissent au sud-ouest, on voit s'abaisser vers cette *aire d'ennoyage* les anticlinaux venant de la frontière suisse, à l'est. Dans la partie nord-est, où sa largeur est plus considérable, grâce au coude que décrit la voûte du Laveron vers l'ouest, la cuvette s'accidente de deux saillies jumelles, le dôme de Pierre-qui-tourne et celui de Montperreux, entre lesquelles s'aligne le couloir médian du Lac de Saint-Point. Dans la partie centrale, au-delà du Lac de Remoray, il n'y a plus qu'un pli unique, séparant les deux synclinaux accouplés de Mouthe et de Boujeons, dont la direction, parallèle à celle du Noir-Mont, est beaucoup moins redressée vers le nord. Enfin au sud-ouest, au-delà du décrochement de

---

[1]) *Carte géologique détaillée de la France,* feuille de *Pontarlier* (139), Notice explicative, 1887.

Rondefontaine, une dilatation subite du synclinal externe donne lieu à la formation du petit bassin elliptique des Pontets; cette cuvette annexe se ferme si bien, vers l'ouest, qu'on ne trouve plus désormais, entre la cloison marginale et le bord de l'épais massif du Risoux, qu'un étroit couloir infra-crétacé.

Le décrochement que je viens de signaler aux environs de Mouthe est loin d'être le seul accident de cette espèce dont l'existence ait été reconnue dans le Jura français. Le plus important, celui des Hôpitaux et de Pontarlier, décrit pour la première fois par Auguste Jaccard, il y a quarante ans[1]), mériterait, à coup sûr, une étude attentive, comme celle que Mme. Brockmann-Jerosch a consacrée naguère aux fractures qui morcèlent en tronçons successifs les plis de la nappe crétacée du Säntis[2]). Quand on examine l'amorce méridionale de cet accident, par exemple entre Jougne et Vallorbe, on constate qu'aux déviations que subit, en plan, le tracé des anticlinaux et des synclinaux s'ajoutent de brusques dénivellations dans le sens transversal. C'est ainsi que le double cirque oxfordien et bathonien du Mont d'Or et du Mont-Rond est tranché sur toute sa largeur, à l'est, par une cassure aussi droite qu'un trait de scie, qui abaisse de 300 à 400 mètres les couches kimeridgiennes formant le petit plateau triangulaire de Vaubillon et du Mont-Rame. — On a remarqué que ces décrochements, dont l'étendue peut être considérable, sont généralement dirigés du sud au nord.

Un type de structure bien différent nous est offert, sur le bord externe du Jura méridional, par l'arc d'Am-

---

[1]) Aug. Jaccard, *Description géologique du Jura vaudois et neuchâtelois* (Matériaux pour la Carte géol. de la Suisse, livr. VI, 1869, p. 263—265).

[2]) Marie Jerosch, *Die Querstörungen im mittleren Teil des Säntisgebirges* (in: Alb. Heim, *Das Säntisgebiet*, Beitr. zur geol. Karte der Schweiz, Neue Folge, XVI. Lief., 1905, p. 123—267).

bérieu et de Saint-Rambert[1]). Le faisceau lédonien, dont nous avons signalé l'entrée dans l'intérieur de la chaîne, à une centaine de kilomètres plus au nord, disparaît par digitations successives vers la latitude de Pont-d'Ain, et est relayé par une coulisse qui forme désormais la façade du massif tout entier. Il serait difficile de trouver un cas plus frappant de la variabilité des directions qu'un même ensemble d'accidents est susceptible de prendre sur de petites distances: pour un développement de 25 kilomètres environ, l'écart angulaire que laissent entre eux les axes prolongés des anticlinaux atteint, en effet, 120°, sans qu'une continuité parfaite cesse un seul instant d'être réalisée dans l'intervalle. Ce croissant si remarquable, qui tourne sa convexité vers l'ouest, résulte de l'épanouissement progressif d'un fuseau d'abord étroit et rectiligne; le phénomène ne se produit que quand la bande du Revermont et les plis qui lui servent de cortège ont disparu, comme si la présence de cet obstacle avait empêché, jusque là, la libre propagation des ondes orogéniques. Une série de voûtes bathoniennes et de synclinaux oxfordiens ou suprajurassiques y forment comme une *famille de plis,* dont les caractères particuliers semblent liés à l'épaisseur et à la résistance des calcaires oolithiques. D'ordinaire, ces rides sont symétriques, sauf à l'est, sur l'Albarine, et au sud, entre ce cours d'eau et le Rhône, où la structure imbriquée devient fréquente, le regard des failles-inverses étant toujours tourné du même côté que la courbure du faisceau. On ne peut manquer d'être frappé du rapport qui existe entre la présence de ces accidents, attestant une striction énergique, et le changement de direction que les plis subissent au midi, tout en augmentant d'altitude: ces témoignages, concordant avec la diminution de largeur de la zone plissée, nous mettent sur la voie des causes auxquelles on doit attribuer la grande inflexion du Jura

---

[1]) *Carte géologique détaillée de la France*, feuille de *Nantua* (160).

méridional: ce ne peut être que le môle souterrain de roches anciennes, prolongeant vers l'est, à une faible profondeur au-dessous de la surface, le Massif Central de la France. Et n'oublions pas que les effets de ce mouvement tournant se font sentir jusqu'au voisinage de la plaine suisse: le chaînon du Grand-Colombier, puis celui du Crédo et du Vuache, sont affectés par une déviation concentrique. C'est ce que met en évidence, à côté d'un grand nombre de faits du même genre, l'épreuve de notre carte structurale du Jura sur laquelle j'ai fait ombrer les rides successives conformément à la valeur des pentes, au lieu de teinter les zones d'après leur altitude. C'est donc un essai de représentation du relief du Jura d'après le système de la lumière oblique, et en supposant les formes actuelles remplacées par les formes structurales dont elles dérivent. — Mais l'heure s'avance, et il nous faut passer à un autre sujet.

Dans les grandes lignes, comme on peut s'en convaincre par l'examen de cette planche, la configuration orographique du Jura diffère peu, en somme, de ce qu'elle a dû être à l'origine. Si la date récente du plissement de notre chaîne est bien pour quelque chose dans la conservation de son modelé primitif, force est de reconnaître toutefois que cette cause ne suffit pas à rendre compte d'une permanence aussi singulière: les Alpes prochaines, qui sont nées de la même révolution, ne sont elles pas, dans le même temps, devenues un monceau de ruines? Outre l'inégalité d'écart vertical, relativement au niveau de base, qui a toujours été beaucoup plus faible pour les croupes jurassiennes que pour les cimes alpines, — et l'on sait que cette différence entre les altitudes extrêmes donne la mesure, en quelque sorte, du *potentiel* de l'érosion, — une circonstance paraît avoir joué un rôle très important pour le maintien des formes en question: c'est la perméabilité des roches calcaires qui constituent comme l'ossature du Jura tout entier. Cette perméabilité réduit, en effet, le

travail mécanique des eaux pluviales au minimum, en les absorbant à l'instant même où elles tombent sur le sol. Il en résulte que, par exception à une loi qui, ailleurs, n'en comporte presque aucune, la continuité des pentes n'est réalisée qu'assez rarement, dans l'intérieur du Jura.

Aux environs de Besançon, où ces *bassins fermés* sont particulièrement nombreux, le terrain apparaît, en certains endroits, comme criblé de trous arrondis, répondant à autant de cuvettes sans écoulement superficiel[1]). L'érosion fluviale n'en acquiert, du reste, quand elle est active, que plus d'énergie, grâce aux sources abondantes qui suintent au contact des formations imperméables ou sur les flancs des vallées, témoins ces gorges profondes, comme les canyons du Dessoubre et de la Réverotte, qui découpent les plateaux kimeridgiens des environs de Pierrefontaine, dans le département du Doubs[2]).

Il faut ajouter qu'on aurait tort de prendre trop au pied de la lettre ce que je disais tout à l'heure sur la faible importance de l'œuvre accomplie par la dénudation dans le Jura: dans telle région, au contraire, comme aux environs de Lons-le-Saunier, où la zone liasique et keupérienne du Vignoble fait place à la zone oolithique du Revermont, ce travail est si avancé qu'il ne subsiste presque plus rien, dans la topographie, des formes primitives. La situation est analogue à ce qu'elle est, en Suisse, pour une grande partie du Jura oriental. Cette dégradation plus énergique du faisceau lédonien est un des problèmes non encore résolus de la morphogénie locale; peut-être doit-on la mettre en rapport avec l'émersion précoce de l'arc correspondant, attestée par des discordances tertiaires incontestables[3]).

---

[1]) G. de La Noë et Emm. de Margerie, *Les formes du terrain.* In-4⁰, Paris, Impr. Nationale, 1888, Atlas, pl. I.

[2]) Voir la feuille d'*Ornans* (127) de la *Carte géologique détaillée de la France.*

[3]) Grusse, lac de Narlay, etc.

Un autre problème, bien souvent agité, et qui se pose périodiquement d'un bout de la chaîne à l'autre, est celui de l'origine des coupures transversales ou *cluses*, si caractéristiques des montagnes jurassiennes. La vallée du Doubs présente plusieurs exemples de ce genre d'accidents, depuis la cluse qui donne son nom au village du même nom, près du Fort de Joux, et qui n'est en réalité qu'une moitié de cluse, jusqu'à celle de Clerval, entre Montbéliard et Baume-les-Dames, où le fleuve franchit, du nord au sud, l'anticlinal oolithique de la Côte d'Armont.

Il n'y a aucun mystère dans la régularité d'aspect, parfois géométrique, de leurs versants, régularité dont la cluse d'Undervelier, dans le Jura Bernois, fournit un exemple célèbre: vous avez tous remarqué, sur la Carte Siegfried, cet *œil* qui s'ouvre dans l'épaisseur des terrains, au sommet de la voûte traversée par la Sorne. Voilà plus d'un demi-siècle que le géologue américain H. D. Rogers, analysant les éléments du relief des Appalaches, faisait remarquer que la symétrie plus ou moins parfaite qui caractérise les cluses s'explique par la seule considération des variations du profil en travers [1]). Plus près de nous, le général de La Noë a pu reproduire en miniature, automatiquement pour ainsi dire, avec du sable et du plâtre fin, toutes leurs particularités essentielles [2]). Mais il reste beaucoup de mystère quant aux causes qui, dans chacun des cas observés, ont déterminé l'emplacement des rivières auxquelles on doit leur modelé actuel.

L'un des exemples qui ont provoqué le plus de spéculations est celui des cluses alignées de la Birse, dans le canton de Berne; leur histoire a été reconstituée en dernier lieu par un géographe des États-Unis, M. A. F.

---

[1]) H. D. Rogers, *Classification of the several types of orographic structure visible in the Appalachians and other undulated Mountain-Chains* (in: *The Geology of Pennsylvania*, 3 vol. in-4⁰, 1858, vol. II, part 2, p. 933—936, fig. 761—764).

[2]) *Les formes du terrain*, p. 30, 31.

Foerste[1]), et par un géologue de Bâle, M. le Dr. F. Jenny[2]); elle est d'autant plus aisée à suivre que la partie la plus caractéristique du bassin de la Birse a fait l'objet, de la part de M. le professeur Albert Heim, d'un de ces reliefs dont il a le secret, et qui sont de véritables portraits du terrain représenté. Il est certain que si l'on suppose les parois de ces cluses redevenant continues, sans que la topographie du pays subisse d'autre modification, un cours d'eau ne s'établirait pas suivant l'emplacement actuel de ces coupures : la Birse, par exemple, au lieu de percer la voûte du Graitery dans la cluse de Court, en contournerait l'extrémité à gauche, par le col de Champoz ; de même qu'en aval de Moutier, elle éviterait le Raimeux en profitant du couloir qui s'amorce, au nord de cette ville, dans les Pâturages du Droit.

Mais il n'en demeure pas moins vrai que le tracé général de la rivière, à voir les choses de haut, diffère très peu de ce qu'il devrait être en admettant qu'il soit exclusivement commandé par les conditions tectoniques. L'examen de la carte géologique et l'étude de nos courbes structurales, quelque imparfaites qu'elles soient dans cette région, — ayant été tracées d'après les contours de la première édition de la feuille VII[3]) — ne laissent aucun doute sur la réalité du fait. Et la même conclusion s'impose avec une égale force dans toutes les parties du Jura, pour peu qu'on prenne la peine d'en analyser avec soin l'hydrographie. Dès lors, n'est-il pas infiniment probable que cette relation constante entre l'allure des couches et le tracé des cours d'eau est l'indice d'une dépendance

---

[1]) Aug. F. Foerste, *The Drainage of the Bernese Jura* (Proceedings Boston Soc. of Nat. Hist., XXV, 1892, p. 392—420, pl. X, XI).

[2]) Dr. Fr. Jenny, *Das Birsthal. Ein Beitrag zur Kenntnis der Thalbildung im Faltengebirge.* In-4⁰, 31 p., 2 pl., Basel, Em. Birkhäuser, 1897.

[3]) La 2me édition de cette feuille de la Carte géologique fédérale, dressée par M. le Dr. L. Rollier, n'a paru qu'en 1904.

directe de l'un vis-à-vis de l'autre, et que l'hypothèse d'une origine *antécédente,* par exemple, imaginée pour rendre compte de ces anomalies de détail, porte à faux?

Je vous disais que cette coïncidence, d'ailleurs si naturelle, entre les points bas des surfaces structurales et les lignes d'eau, c'est à dire les vallées, se retrouve partout dans notre chaîne. Le cours du Doubs en présente de nombreux exemples, non seulement dans la section qui relie les plaines tertiaires de l'Alsace à celles de la Bresse, comme entre Baume-les-Dames et Besançon, mais aussi plus en amont, et au voisinage d'accidents bien localisés, tels que la faille méridienne de Pont-de-Roide, dont le fleuve utilise la présence pour couper la chaîne du Lomont du sud au nord. Cette cassure [1]) paraît être franche, et résulter, comme les failles rhénanes, d'une simple dénivellation de ses deux lèvres.

Ailleurs, les vallées jalonnent de véritables lignes de décrochement, attestant une progression inégale des voussoirs contigus qu'elles délimitent, dans la marche en avant du Jura à la conquête de l'avant-pays. C'est ainsi qu'en amont de Champagnole, le secteur triangulaire compris entre le cours de la Saine et celui de la Laime est isolé par „deux surfaces de glissement entre lesquelles les terrains ont subi un mouvement général de translation vers le nord-ouest“ [2]). Le relief du sol met bien le fait en évidence, par le défaut de symétrie des crêtes rocheuses qui se succèdent de part et d'autre de ces deux vallées.

Parfois, le mouvement différentiel n'a pas été jusqu'à la production d'une rupture : il n'y a eu qu'étranglement des plis successifs, serrés, comme les épis d'une gerbe, suivant une arête de rebroussement transversale ; c'est le

---

[1]) Reconnue et très exactement figurée par Le Blanc dès 1838 (Bull. Soc. Géol. de France, 1re série, IX, p. 374, pl. IX, fig. 3 et 4).

[2]) Marcel Bertrand, Notice explicative de la feuille de *Pontarlier* (139) de la *Carte géologique détaillée de la France.*

phénomène que M. Suess a désigné, dans les grandes chaînes de montagnes, sous le nom de *Schaarung*. La dépression qui s'étend du lac de Silan à la Valserine, entre Bellegarde et Nantua, en fournit un exemple excellent: les quatre ou cinq plis parallèles qu'on observe au nord de cette coupure, de Champfromier à Charix, sont *en retard*, pour ainsi dire, sur les tronçons qui en forment le prolongement du côté du sud [1]). Le raccord des deux parties coïncidant, d'ailleurs, avec un ensellement transversal, il est tout naturel qu'une ligne d'eau se soit établie entre l'une et l'autre ; et c'est ainsi qu'a pris naissance, le long de la Semine, la cluse de Saint-Germain-de-Joux.

C'est encore à un accident complexe du même genre, combiné avec une torsion oblique des anticlinaux et des synclinaux, qu'est due la formation de la cluse de la Bienne, au milieu de laquelle est bâtie la petite ville de Morez. De la hauteur du Béchet, au sud, on voit très bien comment la large dépression oxfordienne qui correspond à la vallée de Bellefontaine, au centre, se ferme à mi-pente, sur la rive gauche, et comment en même temps les bancs rauraciens verticaux des Entreroches, sur la rive droite, s'infléchissent au midi, vers le spectateur ; c'est l'amorce d'une déviation qui règne ensuite sur plusieurs kilomètres, le long de la Bienne, en troublant profondément l'allure, jusque-là si régulière, des plis de cette partie du haut Jura. Leur torsion se complique, en outre, d'un relèvement très notable de la rive droite, qui est bien pour quelque chose dans la fière apparence que la silhouette du Mont Risoux prend tout à coup, de ce côté de l'horizon. J'ajouterai que les détails de la tectonique locale, aux environs de Morez, sont à peu près inconnus : il y a là, comme en tant d'autres parties du Jura français, du reste, ample matière à étude monographique.

---

[1]) Attale Riche, Bull. Service Carte géol. de la France, t. XVIII, No. 119, 1907—1908, p. 177, fig. 2.

Les auteurs qui ont décrit le Jura, les géographes, surtout, ont, à maintes reprises, comparé la chaîne franco-suisse à un grand système montagneux de l'Amérique du Nord, la chaîne des Appalaches. A vrai dire, les analogies entre les deux groupes sont assez superficielles : elles se bornent, comme l'ont reconnu depuis longtemps les Neuchâtelois Arnold Guyot, Édouard Desor et Ernest Sandoz [1]), à une similitude d'orientation générale — du nord-est au sud-ouest — et à l'existence, d'un côté comme de l'autre, d'un grand nombre de crêtes parallèles. Tout diffère, d'ailleurs, dans leurs caractères : étendue de la zone disloquée, âge des terrains qui la constituent, date des mouvements orogéniques, allure et dimensions des accidents individuels, formes du relief, tracé des cours d'eau. Il est bien vrai qu'en deçà comme au-delà de l'Atlantique, les phénomènes de striction, de refoulement horizontal, sont, en dernière analyse, responsables des structures produites; mais, après avoir constaté que le Jura et les Appalaches représentent deux exemples-types de chaînes plissées, au lieu de masquer leurs divergences réelles sous le vague d'une formule unique, il importe, au contraire, de les mettre en lumière pour en mieux saisir la portée.

J'ai fait dessiner, à la même échelle, l'ensemble de notre Jura et la plus grande partie de la chaîne des Appalaches. Cette planche montre immédiatement combien la superficie relative du premier est modeste: il tiendrait tout entier dans la cuvette du lac Erié, ou dans celle du lac Ontario. Les limites des Appalaches sont, il est vrai,

---

[1]) Voir, notamment, l'article non-signé : *Neue Forschungen und Messungen im Gebirgssystem der Alleghanies* (Petermann's Geogr. Mittheilungen, Jahrg. 1860, p. 263–272); une très belle carte, due à Ernest Sandoz et intitulée : *Physikalische Karte des Alleghany-Systems*, est jointe à ce travail (1 : 6,000,000, Taf. 12). Pour une synthèse plus récente, voir la carte de V. Huot : *Monts Appalaches et Grands Lacs Canadiens* (1 : 3,000,000) avec notice par Emm. de Margerie, dans *L'Année cartographique* de F. Schrader, XVme année, Paris, 1904.

assez difficiles à saisir, la zone plissée s'appuyant directement, au sud-est, contre les roches cristallines, tandis qu'à l'opposite, ses ondulations extrêmes se fondent peu à peu dans l'épaisseur des terrains de l'avant-pays. Le contraste n'en est pas moins évident, et se passe de commentaires.

En outre, la portion du grand système de montagnes américain à laquelle est réservé plus spécialement le nom d'Appalaches, de l'Hudson à l'Alabama, n'est qu'un tronçon d'une zone immense, édifiée vers la fin de l'ère paléozoïque, et dont nous ne voyons, grâce à la mer et aux terrains de sédiment récents, ni le bord interne, ni le commencement, ni la fin. Marcel Bertrand y a vu la suite déviée de la chaîne hercynienne [1]; et les recherches entreprises depuis sa mort n'ont fait que confirmer cette intuition [2]. Notre petit Jura, au contraire, simple apophyse du puissant faisceau tertiaire des Alpes, égarée dans l'avant-pays, est limité sur les bords, d'une façon très nette, par les plaines néogènes de la Suisse, de l'Alsace et de la Bresse; et, de plus, nous le voyons réellement finir au nord-est, dans le musoir terminal de la Lägern.

Je n'insiste pas sur la différence d'âge relatif des deux séries de terrains affectés: c'est, à prendre les choses en gros, la série primaire ou paléozoïque dans l'exemple américain, et la série secondaire ou mésozoïque dans l'exemple européen. La crise orogénique qui mit fin à la sédimentation date, en conséquence, du milieu ou de la fin des temps carbonifères, dans le premier cas — c'est ce que Dana a appelé la *révolution appalachienne*[3]), — du milieu ou de la

---

[1]) Marcel Bertrand, *La chaîne des Alpes et la formation du continent européen* (Bull. Soc. Géol. de France, 3me série, XV, 1886–1887, p. 442).

[2]) Voir aussi E. Suess, *Ueber die Asymmetrie der nördlichen Halbkugel* (Sitzungsber. k. Akad. d. Wiss. Wien, mathem.-naturwiss. Kl., CVII, Abth. 1, 1898, p. 89—102).

[3]) J. D. Dana, *Manual of Geology*, 4th ed., New York, 1895, p. 728 et suiv.

fin des temps tertiaires, dans le second — et l'on pourrait parler ici de *révolution alpine*. Le temps me manque pour pousser plus loin ce parallèle, en comparant les motifs tectoniques dominants qui prévalent dans les deux systèmes. Je me bornerai à vous renvoyer à la photographie d'un modèle en relief, dû à J. P. Lesley, et représentant les rides concentriques de la Pennsylvanie centrale [1]: rarement, il faut en convenir, la comparaison des plis solides de l'écorce terrestre avec les vagues d'un liquide en mouvement a pu paraître mieux justifiée, ni l'hypothèse de la plasticité des roches, en grand, plus irrésistible.

Arrivons à la morphologie externe. Ici, tout est antithèse, comme on pouvait le pressentir en raison de la vieillesse des Appalaches, que M. le professeur W. M. Davis croit même avoir été ramenés naguère à l'état de „pénéplaine", et de la jeunesse du Jura, dont les formes, malgré l'effort de l'érosion, ont conservé en grande partie leur fraîcheur primitive.

L'un des traits les plus fréquents du relief du sol, en Pennsylvanie, en Virginie et dans les régions voisines, c'est la coïncidence entre les vallées et les plis anticlinaux, et, inversement, entre les crêtes et les cuvettes synclinales. Cette situation, qui est en rapport avec le mode d'alternance et le niveau des couches tendres ou résistantes, ne se montre au contraire réalisée que très rarement, et d'une manière imparfaite, dans le Jura, en particulier dans le Jura français. On peut citer, aux environs du Russey, au milieu des plateaux kimeridgiens du Doubs, l'exemple des vallées anticlinales qui, grâce à l'affleurement des marnes oxfordiennes, sont en train de s'amorcer suivant l'axe de la voûte du Mont-Repentir. Dans une autre partie du Jura, je signalerai le double alvéole anticlinal des Arcets, dans lequel la Bienne prend naissance, avec le bastion

---

[1]) J. P. Lesley, Geological Survey of Pennsylvania, Summary Final Report, vol. I, p. 702, Harrisburg, 1892.

carré du Mont-Fier dans l'intervalle, simple languette de calcaires rauraciens conservée entre les pieds-droits de deux voûtes adjacentes [1]). Ces exemples sont, je le répète, plutôt rares dans notre chaîne ; et le plus marquant est probablement celui du Mont Châtelu, entre Morteau et le lac des Taillères, où le Ptérocérien atteint l'altitude de 1303 mètres.

Quant au tracé des cours d'eau, on ne saurait imaginer un contraste plus radical : la chaîne franco-suisse, comme j'ai essayé de vous le montrer tout à l'heure, est caractérisée par une harmonie presque parfaite entre l'allure du réseau hydrographique et celle des plis sur lesquels il se moule ; les adaptations sont locales et sans importance et les choses se passent à peu près comme si la structure, acquise tout d'une pièce, avait guidé dès l'origine l'écoulement des pluies superficielles. Dans la chaîne américaine, au contraire, l'*inconséquence* des voies fluviales devient la règle : il y a près d'un siècle, Bory de St-Vincent, le continuateur de Desmarest, insistait déjà sur la singularité de ce paradoxe géographique [2]). C'est ici que les amateurs d'*antécédence*, de *surimposition*, de *régression* et autres processus explicatifs ont beau jeu pour faire rentrer dans la théorie ces exceptions un peu déconcertantes : M. Davis, dans une série d'études magistrales [3]), a lui-même ouvert une voie qui paraît devoir être extrêmement féconde. Mais, en ce qui me concerne, je ne crois pas aux épisodes de pénéplanation et de plissement alternés que M. le professeur Ed. Brückner a cru pouvoir déduire d'une analyse approfondie de l'hydrographie jurassienne [4]) ;

---

[1]) Voir la feuille de *Saint-Claude* (149) de la *Carte géologique détaillée de la France*.

[2]) *Atlas Encyclopédique*, contenant les cartes et les planches relatives à la Géographie Physique. In-4°, Paris, 1827, p. 52, pl. 14.

[3]) W. M. Davis, *The Rivers and Valleys of Pennsylvania* (National Geogr. Magazine, Washington, I, 1889, No. 3), etc.

[4]) A. Penck und E. Brückner, *Die Alpen im Eiszeitalter*. In-8°, Leipzig, Tauchnitz, 1901—1909, p. 441—496.

vous n'attendez pas de moi d'entrer ici en discussion avec notre savant collègue de Vienne. Je me bornerai à dire qu'un observateur très consciencieux, M. l'abbé J. B. Martin, à la suite d'une enquête encore inédite sur l'évolution du Jura méridional, est arrivé, d'une manière indépendante, à des résultats identiques à ceux que j'énonce simplement ici.

Je m'arrête, mesdames et messieurs, ayant à peine effleuré devant vous quelques-unes des faces d'un vaste et beau sujet. Puissé-je, seulement, ne pas m'être montré trop indigne des deux maîtres sous le patronage desquels je me suis souvent placé au cours de cette conférence: Marcel Bertrand et le général de La Noë.