

Introduction à l'étude géographique du Beaujolais : tectonique et géologie

Autor(en): **Privat-Deschanel, Paul**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mémoires de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles. Géologie et géographie = Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Freiburg. Geologie und Geographie**

Band (Jahr): **2 (1901-1902)**

Heft 3: **Introduction à l'étude géographique du Beaujolais : tectonique et géologie**

PDF erstellt am: **15.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-306716>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

INTRODUCTION A L'ÉTUDE GÉOGRAPHIQUE DU BEAUJOLAIS

TECTONIQUE ET GÉOLOGIE

PAR PAUL PRIVAT-DESCHANEL

PREMIÈRE PARTIE

Histoire orotectonique.

Les causes d'existence et la formation du pays.

Le Beaujolais ¹⁾ est l'une des régions de la France dont l'histoire géologique est à la fois la plus complète, la plus variée en épisodes et la mieux connue ²⁾. Aussi joue-t-elle un

¹⁾ Cette étude fait partie d'un travail étendu sur le Beaujolais qui paraîtra ultérieurement. Il est indispensable pour la suivre d'avoir sous les yeux la carte géologique détaillée au 1/80,000^m (feuilles de Bourg, Lyon, Roanne, Montbrison, Mâcon, Charolles, les 3 premières surtout). On trouvera des développements plus complets et l'analyse des conséquences dans quelques articles que nous avons déjà publiés sur la région beaujolaise, notamment : L'évolution géologique du Haut-Beaujolais. Ann. Soc. Sc. Nat. Tarare 15 nov. 1899 — Le rôle géographique des tufs porphyriques dans le Beaujolais. Ann. Soc. Sc. Nat. Tarare 15 mars 1901 — Un pays de la vieille France. Ann. Soc. Sc. Nat. Tarare 15 juin 1901 — Hydrologie et hydrographie beaujolaises. Bull. Soc. Géogr. Lyon 1^{er} juillet 1901 — Le relief du Beaujolais. Ann. de Géogr. 15 juillet et 15 novembre 1901 — La végétation du Beaujolais et ses conditions géographiques. Le paysage végétal. Rev. Scient. 13 juillet 1901 — Le climat du Beaujolais (13 juillet) Bull. Soc. Sc. Nat. Tarare 15 juillet et 15 août 1901 — Les conditions géographiques de la vie animale dans le Beaujolais. Rev. Scient. 18 janvier 1902 — Interprétation théorique du relief beaujolais. Bull. Soc. Sc. Nat. Tarare 15 décembre 1901.

²⁾ Gallois. Lyon et la région lyonnaise (Lyon 1894) p. XI.

rôle prépondérant dans l'*explication rationnelle* du pays, dont elle permet seule de comprendre les traits géographiques principaux. Ici comme ailleurs, le présent n'est que la conséquence du passé ; mais ici plus qu'ailleurs la relation qui unit le présent au passé est intelligible et explicable. La géographie beaujolaise n'a été et ne pouvait être élucidée que par les géologues ¹⁾. Une étude géographique sur le Beaujolais doit donc commencer par l'histoire géologique ²⁾, qui en fait comprendre le sol et le relief, c'est-à-dire les deux principaux caractères spécifiques. Mais il ne convient de prendre dans l'histoire du passé que ce qui explique le présent.

L'histoire est de sa nature continue. Cependant, pour qui y cherche, moins l'enchaînement des faits et la suite régulière et ordonnée des événements que la raison d'être de ce que nous voyons sous nos yeux, tous les phénomènes passés ne sont pas sur le même plan ; tous n'ont pas été au même degré des causes ; il y a eu à de certains moments particulièrement importants des actions principales autour desquelles se sont groupées des actions secondaires. On peut ainsi établir des coupures et distinguer des époques saillantes, marquées d'un caractère propre et d'un mode spécial d'activité créatrice.

Dans la longue histoire géologique du Beaujolais, au milieu de nombreux épisodes dont les conséquences ne se font plus sentir actuellement, cinq groupes de faits ont eu, sur la formation du pays, une influence prépondérante et persistante. C'est à eux que la région doit tout à la fois son existence et les traits dominants qui la distinguent des régions voisines. Ce sont :

- A. les dépôts et les produits éruptifs archéens et anté-carbonifères.
- B. les plissements hercyniens, les éruptions carbonifères et les failles permo-triasiques.

¹⁾ Gallois. Ann, de Géographie. III. p. 202.

²⁾ L'Histoire géologique du Beaujolais n'a pas encore été écrite en détail. On en trouve les éléments dans les travaux bien connus de MM. Michel Lévy, Marcel Bertrand, Delafond, Depéret, Gruner. Le Verrier, etc. Il est intéressant de rapprocher cette histoire de celle du Lyonnais écrite par J.-A. Cl. Roux. Etudes géologiques sur les monts Lyonnais (Lyon 1895, 1896, 1899), p. 19-43.

- C. les érosions et les dépôts secondaires.
- D. les mouvements et les effondrements alpins.
- E. les érosions et les alluvionnements pliocènes et quaternaires.

A. Dépôts et produits éruptifs archéens et antécarbonifères.

L'Océan archéen ¹⁾ et l'Océan primaire ont évidemment occupé toute la région beaujolaise. Les gneiss et les mica-schistes, il est vrai, n'affleurent point comme dans le Lyonnais ; mais ils existent sans doute en profondeur, en relation avec les ellipses granitiques d'Odenas et de Fleurie. Quant aux sédiments antécarbonifères, ils abondent sous forme de schistes, primitivement argileux et représentant des argiles de profondeur, mais devenus dans la suite, sous l'action du métamorphisme, chimique et dynamique, plus ou moins cristallins et en général très durs. Ces *phyllades* ont été jadis regardées comme précambriennes ; on incline aujourd'hui à les considérer comme des sédiments antécarbonifères d'âge indéterminé ; elles n'ont pas de fossiles. Soulevées à l'époque carbonifère, puis usées par les érosions et morcelées par les failles, elles forment cependant encore une partie notable du Beaujolais montagneux.

A travers ces dépôts sédimentaires, de nombreuses roches éruptives se sont injectées en grandes masses et en filons ; leur abondance, leur dureté, leur nature chimique leur ont valu un rôle géographique important.

Les plus anciennes paraissent être des *diabases* ²⁾, plus ou moins passées par *ouralitisation* à l'état de *diorites* ³⁾ ; les unes

¹⁾ Il paraît aujourd'hui douteux qu'il y ait dans le Beaujolais un véritable terrain primitif comme dans les pays du Nord. M. Bergeron a en effet constaté dans la Montagne Noire le passage latéral des gneiss aux schistes fossilifères du cambrien. Les gneiss et les mica-schistes sont sans doute des schistes antécarbonifères métamorphisés.

²⁾ Michel Lévy. Bull. Soc. Géol. France. XI [3] p. 299.

³⁾ V. Michel Lévy. Note sur les roches éruptives et cristallines des montagnes du Lyonnais (Bull. Soc. Géol. Franc. XVI [3] p. 216 sqq). — Les diabases sont des roches granitoïdes basiques composées essentielle-

et les autres sont d'ailleurs également composées de feldspaths calciques et de silicates calcico-magnésiens comme le pyroxène et surtout l'amphibole. Puis les *granites*, où dominent la silice et les silicates sodico-potassiques, se formèrent en profondeur, sous l'influence, semble-t-il, de vapeurs minéralisatrices, alcalines et fluorifères, et pénétrèrent dans les sédiments en masses puissantes.

Diabases, diorites et granites ont apparu au jour par suite des érosions postérieures et affleurent aujourd'hui sur d'assez vastes surfaces. Cependant l'importance géographique de ces roches provient moins de l'étendue qu'elles occupent que de leur action sur les terrains encaissants. Elles ont fortement silicifié et par suite durci les phyllades. Les schistes ainsi métamorphisés sont connus sous le nom de *cornes*, que leur ont donné les mineurs de Chessy, à la suite des mineurs allemands (*hornstein*, roche dure et devant à sa silicification une apparence quelque peu cornée et semi-transparente). Les granites y ont surtout développé des feldspaths ; on appelle *cornes rouges* cette variété de schistes, en raison de la couleur fréquemment rose du feldspath orthose ¹⁾. Les roches amphiboliques, diorites plus ou moins parfaites, y ont causé l'apparition de l'amphibole et par suite de la chaux en quantité notable ; les schistes amphibolisés sont dits *cornes vertes*, par suite de la couleur verdâtre que l'amphibole prend par altération. En durcissant les schistes et en certains cas en y introduisant un des éléments du calcaire, les roches éruptives précambriennes les ont amenés à avoir, sur le relief comme sur la végétation, une influence remarquable.

ment de feldspaths, oligoclase ou labrador (silicates d'alumine, de soude et de chaux en proportions variables) ou encore de feldspath anorthite (silicate d'alumine et de chaux) et de pyroxène (silicate de chaux et de magnésie, avec fer et alumine). L'ouraltisation consiste dans la transformation moléculaire du pyroxène en amphibole (même composition chimique). La roche est alors devenue une diorite, roche granitoïde basique composée essentiellement d'oligoclase, de labrador ou d'anorthite et d'amphibole.

¹⁾ Michel Lévy. Bull. Soc. Géol. France. IX [3] p. 181.

**B. Plissements hercyniens. Eruptions carbonifères.
Failles permo-triasiques.**

La région beaujolaise a montré de bonne heure une disposition à l'exhaussement et au plissement, dont le résultat a été d'en faire à diverses reprises et jusqu'à aujourd'hui une haute terre. C'est un des pays les plus anciennement prédestinés à être continentaux et montagneux.

On croyait autrefois, vu l'absence de dépôts cambriens et siluriens caractérisés, que le Beaujolais était émergé dès ces temps reculés. Mais nous avons vu que les schistes pourraient être de ces époques. L'émersion n'est certaine qu'au dévonien. Alors aussi commencent à se manifester les premiers symptômes des plissements hercyniens ; l'apparition de roches internes, qui sont alors les *granulites* ¹⁾, en filons N. E., laisse supposer des mouvements orogéniques déjà de sens hercynien ²⁾ ; et la discordance ³⁾ entre le carbonifère inférieur du Roannais et les schistes anciens vient corroborer cette manière de voir. La mer venant du N. s'avança alors en golfe jusque vers Roanne ⁴⁾, fait important qui montre dès la plus haute antiquité la tendance à l'affaissement de la région ligérienne ; les limites occidentales du haut pays beaujolais s'accusaient ainsi déjà.

Au carbonifère inférieur, l'allure des plis se précise et un grand synclinal commence à se dessiner ; il coupait le Beaujolais du S. W. au N. E. et ouvrait un passage à la mer roannaise qui y déposa des schistes plus ou moins durcis et métamorphisés dans la suite, des quartzites et les lentilles du calcaire de Régny, qui affleurent dans le Roannais et le Tararais.

¹⁾ Michel Lévy. Bull. Soc. Géol. France. VII [3] p. 761.

²⁾ Termier. Etude sur le massif cristallin du Mt Pilat. Bull. Serv. Carte géol. France (Paris 1889) p. 52.

³⁾ Cette discordance, qui avait échappé à Gruner (Description géologique et minéralogique du département de la Loire. Paris 1857) a été signalée par M. Le Verrier. Bull. Soc. Ind. min. 3^e série. III, p. 189.

⁴⁾ Roux. p. 25. — Le Verrier. Note sur les formations géologiques du Forez et du Roannais. Bull. Serv. Carte géol. France (Paris 1890), p. 46-47.

La dépression de la Loire continuait à être bien marquée et la mer s'étendait sur l'emplacement actuel du Forez jusque vers St-Etienne ¹⁾. Les terres émergées qui bordaient le synclinal ne portaient pas encore de hautes montagnes ; elles étaient basses et semées de lagunes, où se sont formés ce que les géologues appellent les schistes du *Culm*, en désignant sous ce nom le facies continental du carbonifère inférieur dont le calcaire de Régny représente le facies marin. Dans ces lagunes aussi ont été entraînées des plantes, en quantité suffisante pour donner les couches d'anhracite du Beaujolais occidental et du Roannais ²⁾.

* * *

C'est après le carbonifère inférieur que les mouvements orogéniques, esquissés dès le dévonien, atteignirent, semble-t-il, leur maximum d'intensité ³⁾ ; c'est l'époque des plissements dits *hercyniens*, parce qu'ils ont affecté en particulier les régions de l'Allemagne du S., auxquelles les géographes anciens donnaient le nom d'Hercynie. Alors une large bande plissée étendue des Alleghanies au Tian-Chan ⁴⁾ prit l'Europe en écharpe, depuis la Cornouaille anglaise jusqu'aux Mts Ourals, en passant par la Bretagne, le Plateau Central français, les Vosges et la Forêt-Noire réunies en une masse unique, la Bohême, et en envoyant des apophyses sur la *Meseta* espagnole, sur tout le bassin occidental de la Méditerranée et sur la région des Balkans.

En France, la zone des plis hercyniens affectait la forme d'un V, dont la pointe était tournée vers le S., et dont les deux branches remontaient, l'une au N.W. vers la Bretagne, l'autre au N. E. vers le massif de la Serre et les Vosges. Il en résulte que dans la région beaujolaise les plis étaient orientés vers le N. E. (exactement N. 55° E.). La région de la basse Saône correspondait à un synclinal, fait remarquable en ce qu'il ma-

¹⁾ Le Verrier. Bull. Soc. Ind. min. 3^e série III, p. 184.

²⁾ Le Verrier. Note sur les formations etc. p. 34-48.

³⁾ Douvillé, C.-R. Acad. Sciences, 28 mai 1872. — Marcel Bertrand. Bull. Soc. Géol. France. XV [3], p. 438.

⁴⁾ Chaîne varicique ou armoricaine de M. Suess.

nifeste déjà un des traits fondamentaux de la géographie actuelle.

Le tracé des bombements ou *anticlinaux* et des creux en fond de bateau ou *synclinaux* de l'époque hercynienne a été bien déterminé par les travaux de MM. Michel Lévy, Marcel Bertrand et Termier. Au N. du Synclinal du Gier et de l'anticlinal du Lyonnais ¹⁾, et sans doute jadis en continuation avec celui-ci, on trouve dans le Beaujolais les restes morcelés d'un anticlinal granito-schisteux, jalonné par les ellipses granitiques d'Odenas et de Fleurie, composé de lambeaux disloqués par les failles et rejetés de plus en plus par compartiments vers le N. W., et affectant ainsi dans l'ensemble une direction N.N.E., parallèle à la Saône, dont il borde la vallée à quelque distance. Au N.W. de cet anticlinal était le grand synclinal du Roannais et du Beaujolais ²⁾, esquissé au carbonifère inférieur, bien dessiné à l'époque hercynienne ; son axe commence au S. de Roanne ; il remonte vers le N. E. par Thizy, puis, morcelé lui aussi par des failles, qui ont rejeté les fragments conservés de plus en plus vers l'W., passe près de Monsols, Tramayes Cluny et disparaît dans le Mâconnais sous le revêtement des terrains secondaires ³⁾. En continuant vers le N., on rencontre encore l'anticlinal du Charolais et le synclinal de la Dheune-Bourbince, de l'autre côté duquel commence le système du Morvan.

Si effacés que ces plis primitifs aient été par les érosions et les mouvements orogéniques postérieurs, ils n'en ont pas

¹⁾ Il se pourrait d'ailleurs que l'anticlinal du Lyonnais ait été composé de plusieurs plis secondaires. Les phénomènes ont sans doute été plus complexes que ne le pensait M. Michel Lévy. Les idées actuelles sur le métamorphisme sont en train de modifier et de compliquer beaucoup les conceptions très simples et par cela même très séduisantes qui avaient cours il n'y a encore que quelques années.

²⁾ Synclinal incontestablement *composé*. V. Le Verrier. Note sur les formations, etc., p. 42.

³⁾ On l'a prolongé hypothétiquement jusqu'en Bretagne et dans les Vosges. Son parcours est marqué par des dépôts marins à Cluny, à Vichy, à Evaux, et par des tufs éruptifs à Cusset, à Gannat et à Guéret. (V. planche I).

moins imprimé au pays des traits qui sont restés, sinon dominants, du moins très importants. Certains chaînons, plusieurs cours d'eau actuels ont gardé la direction hercynienne. De plus, les terrains, très énergiquement relevés, ont conservé cette orientation ; les différentes couches, très disloquées d'ailleurs, forment des bandes dirigées N. E. ; de sorte que la géologie actuelle, avec ses multiples conséquences sur l'orographie et sur l'hydrographie, est dans son ensemble hercynienne. Enfin, en durcissant les schistes par dynamométamorphisme, les plissements hercyniens les ont préservés en partie de l'érosion et leur ont permis de constituer plus tard sous l'influence d'autres mouvements orogéniques, le haut relief qui subsiste encore en partie aujourd'hui.

Les anticlinaux formaient des montagnes de 4 à 5,000 m de hauteur ¹⁾, couvertes, en raison de la température tropicale d'alors, d'une magnifique et gigantesque végétation. Ces végétaux étaient entraînés dans les *lacs de montagnes*, que les rivières, très jeunes encore et n'ayant pas régularisé leurs cours, formaient en grand nombre ; déposés parmi les sédiments des deltas torrentiels, ils y pourrissaient à l'abri de l'air et donnaient la houille ²⁾. Un grand nombre de bassins houillers, notamment celui du Gier et ceux de Saône-et-Loire, sont orientés N. E. et correspondent à des rivières qui suivaient les synclinaux hercyniens. Ceux de la Brevenne, N. E. également, sont des cuvettes d'érosion creusés parallèlement aux tranches des schistes relevés ³⁾. Les bassins proprement beaujolais, ceux de l'Arbresle, de Ste-Paule, de St-Just d'Avray, de St-Nizier d'Azergues, de la Chapelle-sous-Dun, sont aussi des cuvettes d'érosion, mais orientées N. W. et en

¹⁾ Roux, p. 26. — Gallois, Lyon, etc. p. XII. Avec des anticlinaux composés, il faudrait, bien entendu, réduire considérablement ces hauteurs.

²⁾ Depuis les travaux de M. Fayol, à Commentry, l'ancienne théorie de la formation de la houille dans des sortes de tourbières est abandonnée par beaucoup de géologues. Elle est remplacée par celle du charriage et du dépôt dans les deltas torrentiels. L'ancienne théorie est encore défendue par MM. Grand'Eury et Gosselet.

³⁾ Roux, p. 18.

rapport avec le système des failles du houiller, du permien et du trias, dont nous apprécierons plus loin toute l'importance.

* * *

Des mouvements orogéniques aussi intenses que les plissements hercyniens devaient, en disloquant et en fracturant profondément l'écorce terrestre, amener au jour d'abondantes roches éruptives. Ces émissions de produits internes, qui avaient commencé avec les granulites dévoniennes et qui se terminèrent avec les porphyrites du carbonifère supérieur et du permien ¹⁾ et les phénomènes geysériens du trias, furent particulièrement nombreuses et puissantes au carbonifère inférieur et au carbonifère moyen. Il y eut alors, non pas seulement des filons, mais des coulées laviques, parfois très-épaisses.

Dès le culm, les schistes renferment en interstratifications des coulées d'orthophyres ou porphyres feldspathiques, de plus en plus serrées et épaisses et qui finissent par couronner complètement l'étage. A la même époque, des tufs orthophyriques ²⁾, produits de projection certainement liés à la présence de véritables volcans, se déposèrent sur des épaisseurs de 3 à 500 m. Enfin, au-dessus du culm, s'est épandu, sans doute au carbonifère moyen, un véritable déluge de porphyres microgranulitiques et quartzifères, de felsophyres, de porphyres pétrosiliceux ³⁾ sur une épaisseur également considérable. Les cailloux roulés provenant de ces diverses roches constituent une partie des conglomérats qui remplissent les bassins houillers.

Ces terrains d'origine éruptive et volcanique se sont formés principalement, comme il était naturel, dans le fond du synclinal, où ils se sont trouvés relativement à l'abri de l'érosion ; aussi constituent-ils une grande partie du Haut-Beaujolais et notamment sa bordure occidentale presque entière.

¹⁾ Michel Lévy. Bull. Soc. Géol. France. VII [3] p. 763, 873.

²⁾ Michel Lévy. Bull. Soc. Géol. France. VII [3] p. 940. — Le Verrier. Note sur les formations, etc., p. 35-38.

³⁾ Michel Lévy. Bull. Soc. Géol. France. VII [3] p. 763. — Le Verrier. Note sur les formations, etc., p. 48-57.

De la sorte ils ont été conduits à jouer, dans la géographie de cette région, un rôle prépondérant ; ils ont profondément gravé leur empreinte sur l'hydrographie et sur la végétation ; l'orographie surtout a été influencée ; par leur dureté ils ont en effet particulièrement résisté aux actions érosives : déposés dans un fond, ils forment aujourd'hui la plus haute région du pays.

* * *

Les mouvements hercyniens, si actifs après le carbonifère inférieur, continuèrent avec moins d'intensité durant le carbonifère moyen, le carbonifère supérieur, le permien et le trias¹⁾. A cette époque, l'activité orogénique, en voie d'affaiblissement, se manifesta sous une forme nouvelle ; elle se traduisit surtout par la production de failles, qui, comme d'habitude, sont les unes parallèles au sens de la poussée, les autres perpendiculaires. D'innombrables failles N. E. et surtout N.W. datent de cette époque²⁾. Elles découpèrent le pays en compartiments qui, jouant indépendamment les uns des autres, amenèrent l'effondrement des parties orientale et occidentale du massif beaujolais et facilitèrent l'arrivée de la mer triasique dans les dépressions, qui s'indiquaient depuis longtemps déjà, de la Loire et de la Saône.

Dans l'intérieur même du pays resté émergé, les failles, en même temps qu'elles imposaient une direction aux cours

¹⁾ La preuve de la continuation des mouvements hercyniens jusqu'aux trias résulte des faits suivants :

- 1° les éruptions de porphyres et de porphyrites ;
- 2° les phénomènes hydrothermaux ;
- 3° la production de nombreuses failles ;
- 4° la dislocation des bassins houillers ;
- 5° la présence de galets de houille dans certains conglomérats ;
- 6° la constatation directe, faite par M. Le Verrier, dans le Roannais, de mouvements intéressant la microgranulite (Note sur les formations, etc. 42). — Dans le Morvan, il y a discordance angulaire entre le permien et le trias (V. Michel Lévy. B. S. G. F. [3] VII, 765, 904.

²⁾ Michel Lévy. Le Morvan et ses attaches avec le massif central. Ann. de Géog. VII, p. 405. — M. Depéret pense que le phénomène est beaucoup plus compliqué et que ces failles datent d'époques diverses.

d'eau et aux lacs houillers, livraient passage à des produits de l'activité interne. Les filons de porphyrite micacée¹⁾ sont généralement alignés N. E. Quant aux fractures N.W. elles ont permis la sortie, au permien et surtout au trias, de sources geysériennes, fin ordinaire des manifestations volcaniques. Les eaux siliceuses y déposèrent du quartz chargé de matières minérales et métalliques diverses : barytine, fluorine, manganèse, plomb, fer, cuivre, argent.

L'influence des failles permo-triasiques n'est pas négligeable dans la géographie actuelle. Elles ont déterminé, pour la première fois et d'une manière durable, les limites orientales et occidentales du Beaujolais montagneux. De plus elles ont été la cause de la direction prise par certaines rivières et par certains chaînons. Enfin le rôle industriel des filons quartzo-métalliques a été notable.

C. Erosions et dépôts secondaires.

Dans son ensemble, l'ère secondaire, au moins dans nos régions, fut une période de calme. Elle ne vit se produire aucun mouvement orogénique, ni par conséquent aucune apparition de roches éruptives. Quelques lents mouvements de bascule²⁾, en amenant, suivant les lieux, des émergences ou des immersions, changèrent seuls alors les rapports de la terre et de la mer. Mais les masses émergées étaient basses et toujours prêtes à disparaître dans un mouvement en sens inverse. Le relief hercynien ne fut ni renouvelé ni entretenu.

Les causes constructives ayant cessé d'agir, le champ a été libre pour les causes destructrices. L'époque secondaire est une époque de démantèlement pour l'Europe hercynienne, morcelée par les transgressions marines, arasée et peu à peu détruite.

Les grandes érosions avaient commencé au houiller, favorisées par les précipitations abondantes d'un climat tropical.

¹⁾ C'est la *minette* des anciens auteurs. Le nom de porphyrite micacée vient de M. Michel Lévy.

²⁾ Ces fluctuations du sol ont beaucoup favorisé les érosions.

Leurs effets furent sans doute longtemps contrebalancés par la persistance des plissements. Pourtant, dès le trias, le Beaujolais était déjà, semble-t-il, réduit à l'état de pénéplaine basse ; la présence du trias marin au sommet du Mont Avenas, sur les flancs de l'anticlinal hercynien, en est une preuve.

La grande transgression secondaire commençait. Le Plateau Central était séparé désormais de la Bretagne et des Vosges ; la mer, à la faveur des effondrements par failles, avait envahi les régions de la Saône et de la Loire et s'avancait en golfes dans l'intérieur des terres. La basse vallée de l'Azergues avec les cantons d'Anse et du Bois d'Oingt et la basse vallée de l'Ardières sont sur l'emplacement de deux de ces golfes. Ces échancrures étaient relativement profondes : les lambeaux triasiques qui couronnent la Montagne des Eguillettes au-dessus de Vauxrenard sont à 12 kilm. et ceux de la montagne d'Avenas au N. de Beaujeu à 16 kilm. de la Saône ; à la même distance se trouve le trias de Ste-Paule. Ce sont là sans doute d'ailleurs les points extrêmes atteints par la mer triasique ; les sédiments qu'elle y a déposés, formés d'arkoses, de grès, de calcaires dolomitiques, œuvre de sources magnésiennes, ont un facies nettement littoral. Les mêmes constatations peuvent être faites du côté du Roannais.

* * *

Après le trias ¹⁾, l'Océan entame de plus en plus la terre. Le lias inférieur se présente encore sous un facies côtier : le calcaire à gryphées a conservé les restes d'immenses bancs de mollusques littoraux, assez analogues à nos huitres. Mais les épaisses marnes à ammonites du lias moyen et supérieur attestent un régime subpélagique. Puis avec le jurassique la transgression marine continue et atteint son maximum. Il y

¹⁾ La mer triasique a occupé la région du Sornin. Mais dans le Roannais propre la série jurassique ne commence qu'avec le calcaire à gryphées du sinémurien, peut être au grès du rhétien (V. Le Verrier. Note sur les formations, etc., p. 22). Le pays a dû rester émergé du culm au trias inclus. Pour le Beaujolais propre, M. Depéret estime, contrairement à l'opinion classique que nous avons exposée plus haut, que tout le pays a été recouvert par la mer triasique.

eut bien sans doute quelques légères régressions, dont la principale est marquée par l'absence du bajocien moyen ¹⁾. Mais dans l'ensemble les rivages reculaient toujours. Après le dépôt des calcaires bajociens et bathoniens, les marnes et les calcaires marneux du callovien, de l'oxfordien et du kimméridgien, dont on trouve quelques lambeaux le long de la Saône, indiquent des conditions de haute mer. La même transgression se manifeste du côté de la Loire, bien que moins accusée; la série jurassique s'y arrête au bathonien (à Chandon, sur le Chandonnet, affluent de gauche du Sornin ²⁾). Ce sont ces faits qui ont amené Neumayr à supposer qu'aux époques callovienne et oxfordienne tout le Plateau Central était enseveli sous les eaux ³⁾.

* * *

Les temps secondaires ont eu sur la formation du Beaujolais une double influence. Tout d'abord, en effaçant le relief hercynien, ils ont permis aux mouvements orogéniques tertiaires d'édifier le relief qui prédomine aujourd'hui. En outre ils ont laissé des dépôts relativement étendus et bien groupés, qui ont donné à toute une partie du pays des caractères très particuliers.

Ces dépôts sont constitués à la base par des grès, au-dessus par une alternance de marnes et de calcaires, disposition qui a favorisé l'érosion. Seules, les assises dures, grès triasique, calcaire à gryphées, calcaire à entroques sont

¹⁾ Le fait a été constaté, avec une netteté saisissante, au Mont d'Or lyonnais, où le bajocien supérieur repose directement et en transgression évidente sur le bajocien inférieur.

²⁾ Dans le Roannais, les derniers affleurements sont ceux d'un calcaire qui paraît correspondre au *ciret*. Mais le bathonien est supposé d'après la présence de *silex zônés (chailles)*. V. Le Verrier. Note sur les formations, etc., p. 23. On ne sait si le jurassique, moyen et supérieur, a été enlevé ou bien s'il ne s'est pas déposé.

³⁾ Melchior Neumayr, *Erdgeschichte*. 2^e édition. Leipzig et Vienne. II (1895) 264-265. — Cette manière de voir est contestée par M. Le Verrier (Note sur les formations, etc., 34), qui estime que le Lyonnais, le Forez et le Beaujolais tout au moins sont restés émergés durant toute l'ère secondaire.

restées en saillie, en donnant des crêtes et des abrupts parallèles, formes orographiques très différentes de celles du Beaujolais siliceux. En même temps le régime des sources et des cours d'eau, ainsi que la végétation sont modifiés dans un sens d'ailleurs bien connu, par la présence de l'élément calcaire.

D. Mouvements et effondrements alpins.

On ne trouve dans le Beaujolais ni jurassique supérieur ni créacé. Les dépôts de ces époques peuvent avoir été enlevés par les longues érosions tertiaires ; mais il est plus probable que le pays était alors émergé. La présence au jurassique supérieur de polypiers, dans le seuil du Morvan, après les grands affaissements du jurassique moyen, indique un régime de mer côtière. D'autre part il serait étrange que la grande transgression sénonienne n'ait laissé aucune trace en Beaujolais, alors que l'invasion de la mer de la craie blanche dans le Mâconnais se révèle encore aujourd'hui par la présence d'oursins créacés et de rognons quartzeux dans les poches d'argile à silex de l'éocène ¹⁾).

En tout cas le Beaujolais est resté émergé pendant toute l'ère tertiaire. On n'y trouve ni éocène, ni miocène ; les sédiments oligocènes sont lacustres, les dépôts miocènes, très proches du Lyonnais, nettement continentaux. Il y a là une conséquence intéressante, bien que lointaine, des plissements carbonifères. Si effacé que fût l'ancien relief, il subsistait assez pour que le Beaujolais restât terre ferme ; les montagnes avaient disparu, le socle résistant demeurerait. Nous saisissons ici la persistance, sous les aspects les plus variés, d'un dessin géographique primitif ²⁾. Dès une époque très ancienne, le

¹⁾ Delafond et Depéret. Les terrains tertiaires de la Bresse (Paris 1893), p. 13-15.— Nous avons exposé l'opinion classique. Mais plusieurs géologues, et notamment M. Depéret, estiment qu'au moins à l'époque de la grande transgression sénonienne, le Beaujolais et le Lyonnais tout entiers ont été submergés. La découverte d'un oursin créacé à Ecully donne, entre autres arguments, du poids à cette manière de voir.

²⁾ C'est pour cela qu'il faut remonter très haut dans le passé pour expliquer le Beaujolais présent.

Beaujolais nous est apparu comme une masse solide comprise entre deux régions qui tendaient toujours à s'affaisser. Ce caractère a été accentué par les plissements tertiaires, dont le lent soulèvement du jurassique supérieur et du crétacé fut comme le prélude. Les mouvements hercyniens ont créé le pays, les mouvements alpins lui ont donné son aspect définitif.

* * *

Les mouvements alpins ont duré au moins depuis la fin du crétacé jusqu'à la fin du pliocène inférieur ¹⁾, mais avec un maximum d'énergie après le miocène. Pendant tout ce temps le Beaujolais est resté un isthme entre deux cuvettes, alternativement marines et lacustres.

Dès l'éocène, les synclinaux de la Loire et de la Saône commencèrent à se creuser et des lacs s'y établirent sans doute ²⁾. Mais l'existence de grands lacs, en rapport avec une accentuation des synclinaux, n'est certaine qu'à l'oligocène : lac du Forez, lac du Roannais lac de Bresse. Ce dernier, dont l'existence a été mise en lumière par les travaux de MM. Delafond et Depéret, débordait notablement la Saône du côté de l'W. On en trouve des traces à 8 kilom. au moins du fleuve. Les brèches calcaréo-ferrugineuses de Romanèche, de Charentay et de la Chassagne paraissent représenter les sédiments côtiers du lac ³⁾.

Au commencement du miocène les lacs de la Loire se vident et le régime continental et fluvial s'établit définitivement de ce côté ⁴⁾. Au contraire l'histoire de la vallée de la Saône continue de présenter de nombreux et variés épisodes.

Asséché au burdigalien ⁵⁾, puis envahi par les mers tortonienne et helvétique, qui y déposèrent la molasse marine, enfin recouvert par les lagunes du pontique, auxquelles la molasse d'eau douce doit son origine, le synclinal bressan

¹⁾ Delafond et Depéret, p. 15, 16, 176.

²⁾ Delafond et Depéret, p. 16.

³⁾ Delafond et Depéret, p. 16, 20, 22-24. Le lac de Bresse, douteux au tongrien, paraît certain à l'aquitainien.

⁴⁾ Delafond et Depéret, p. 24.

⁵⁾ Delafond et Depéret, p. 24.

continuait dans l'ensemble et par saccades successives, à s'affaisser ¹⁾. Par contre le Beaujolais commençait sans doute à se surélever ; son caractère de terre ferme nous est attesté au miocène par les formations sidérolithiques de Lissieu et de St-Romain de Couzon en Lyonnais. Ce sont des poches d'argile rouge, ferrugineuse, provenant de la décomposition et de l'altération des terrains sous-jacents, notamment des calcaires bathoniens, et contenant la faune terrestre caractéristique de l'époque ²⁾.

Nous ne pouvions séparer l'histoire de la vallée de la Saône de celle du Beaujolais ; car la première explique la seconde. Il faut avoir constaté la prodigieuse mobilité dans le sens vertical, avec tendance générale à l'affaissement, de la région bressanne, pour comprendre la forme particulière qu'ont pris les mouvements alpins sur la bordure orientale du Beaujolais et les énormes effondrements qui ont donné à cette région un caractère si spécial et qui se traduisent encore aujourd'hui par de si importantes conséquences orographiques et hydrographiques.

* * *

C'est à la fin du miocène que les mouvements alpins se manifestèrent avec le plus d'intensité. C'est alors qu'ils firent surgir définitivement l'Atlas, les Alpes, le Jura, les Apennins, les Carpathes, les Balkans, le Caucase, l'Himalaya. L'onde terrestre venu du S. E. détermina dans nos régions une série de vagues successives, de plis à grands rayons ³⁾ : anticlinal alpin, synclinal de la Plaine suisse, anticlinal composé du Jura, synclinal bressan. Puis la vague, venant dès lors de l'E, butait contre le socle anciennement consolidé du Beaujolais, le forçait à se bomber, à prendre la forme d'un large pli surbaissé, dirigé nettement N.S. Au delà se formaient ou s'accroissaient le synclinal de la Loire, l'anticlinal des monts du Forez et de la Madeleine, le synclinal de l'Allier, l'anti-

¹⁾ Delafond et Depéret, p. 27-28, 33-37, 58-60. — Roux, p. 36.

²⁾ Delafond et Depéret, p. 24-27.

³⁾ Michel Lévy, Bull. Soc. Géol. France, XVIII [3] p. 688.

clinal de la chaîne des Puys. Mais alors la force de propagation de l'onde se trouvait épuisée et tout l'W. du Plateau central restait immobile.

Le Beaujolais acquit ainsi pour la deuxième fois un relief montagneux, de direction d'ailleurs tout autre et d'importance moindre qu'à l'époque hercynienne. Des montagnes de près de 1,500 m furent édifiées ; le trias d'Avenas en effet a été porté à 894 m et il faut lui restituer par la pensée son ancienne couverture de lias et de jurassique inférieur, dont l'épaisseur ne peut être évaluée à moins de 400 m ¹⁾).

Le Jura, constitué par des terrains tendres, avait été plissé plusieurs fois. Au contraire, le socle beaujolais, très fortement durci par le dynamométamorphisme et les injections de roches ignées, refusa de se prêter à des torsions aussi intenses ; il ne fut point plissé mais seulement renflé ²⁾). Encore les cassures ont-elles joué dans ce relèvement un rôle important. Au contact des terrains anciens, très résistants, et des terrains secondaires et tertiaires beaucoup plus tendres, des cassures se produisirent ; les failles permo-triasiques N.E. et N.W. jouèrent de nouveau en accentuant le rejet vers l'W. des assises primaires. En même temps des failles nouvelles, perpendiculaires à la direction de la poussée orogénique, c'est-à-dire orientées N.N.E., presque N.S., s'ouvrirent, déterminant des dénivellations de plusieurs centaines de mètres et le long desquelles le Bas-Beaujolais et la Bresse s'effondrèrent définitivement. Il se constitua de la sorte le long du Beaujolais une muraille abrupte.

Du côté de la Loire les phénomènes furent un peu différents. Ici la faille principale se trouve, non du côté du Beaujolais, mais du côté des monts de la Madeleine ³⁾ ; en sorte que la vallée de la Loire en coupe transversale est représentée par un plan incliné à l'W. mais resté en contact à l'E. avec

¹⁾ Michel Lévy. Ann. de Géogr. VII. p. 405.

²⁾ Il faut considérer le Beaujolais comme une voûte surbaissée dont la clef a été surélevée par failles. V. planche III et Michel Lévy. Ann. de Géogr. VII. p. 412.

³⁾ Le Verrier. Note sur les formations, etc. p. 18-21.

le Haut-Beaujolais, comme s'il y était demeuré attaché par une charnière. On peut expliquer de la sorte suivant nous, avec la haute altitude relative de la vallée de la Loire, l'existence des hauts plateaux du Roannais, qui rendent un peu incertaines de ce côté les limites du Beaujolais. L'orographie et, par voie de conséquence, l'hydrographie actuelles portent à un haut degré l'empreinte des actions si opposées qu'ont subies les régions de la Loire et de la Saône.

* * *

Dans le Vivarais, dans le Velay, en Auvergne, les mouvements alpins ont eu pour conséquence, comme d'habitude, la sortie, au miocène et au pliocène, de nombreuses roches éruptives et même nettement volcaniques qui ont ajouté, pour ainsi dire, un deuxième relief, relativement très élevé, au relief dû aux plissements. Il n'en est pas de même en Beaujolais ; inondé de produits internes au carbonifère, ce pays fut à peu près indemne au tertiaire de manifestations éruptives : il n'eut pas de volcans. Cela tient à ce que les mouvements alpins ont été dans le Beaujolais beaucoup moins importants que les mouvements hercyniens et surtout à ce que, suivant la loi constatée et formulée par M. Marcel Bertrand, le centre de l'activité orogénique s'était transporté vers le S. C'est à peine si l'on a à citer quelques filons de basalte ¹⁾ découverte récemment dans les travaux du tunnel des Echarmeaux. Ce demi-sommeil de l'activité interne explique le petit nombre et le peu d'importance des sources thermales et minérales du Beaujolais.

Les mouvements alpins se firent sentir, après le miocène, jusqu'à la fin du pliocène inférieur ²⁾. Pendant ce temps, grâce aux effondrements, la Bresse était de nouveau devenue un lac ³⁾.

¹⁾ C'est l'opinion de M. Michel Lévy. Mais peut-être ces filons sont-ils mélaphyriques et n'y a-t-il pas trace dans le Beaujolais d'éruptions tertiaires.

²⁾ Delafond et Depéret, p. 176.

³⁾ C'est ce lac qui a déposé en Bresse et en Dombes les marnes de Mollon, les marnes et sables de Condal et les marnes d'Auvillars, qui forment, les unes ou les autres suivant les points, les parties profondes

Formen. Kein Fundort entbehrt der *Navicula*, stehende und fließende Gewässer bilden ihre Wohnstätte. Mit Vorliebe aber bewohnt sie Teiche und Altwässer. Die grossen, zartgestreiften Formen kommen nur an solch ruhigen Standorten vor. Durch besondern Reichtum an *Navicula*-Arten zeichnen sich die verschiedenen Fischweiber von Zenaleyre aus. Die meisten Arten verbinden mit der grossen Verbreitung einen grossen Individuenreichtum. Ich verweise nur auf das sehr häufige Auftreten von *Navicula elliptica* und *pygmaea* in den oben erwähnten Teichen von Zenaleyre, von *Navicula lanceolata* im Teiche bei Alterswil, von *Navicula pupula* im Torfmoor zu Rosé. In diese Gattung gehören auch die in unserem Gebiete am weitesten verbreiteten Arten, so vor allem *Navicula radiosa*. Ihr folgen dem Grade der Verbreitung nach *Navicula elliptica*, *lanceolata*, *limosa* etc. Es sind dies die am häufigsten wiederkehrenden Arten. Auch Brun findet dieselben in allen Gewässern gemein. Nur einen Standort haben die Arten: *Navicula ambigua forma craticula brevis var. linearis*, *moralis*, *Reinhardtii*, *rhynchocephala var. amphiceros*, *rostrata*, *mutica var. quinquenodis*. Die auch individuenarmen Vertreter scheinen überhaupt keine grosse Verbreitung zu finden. Zu den in der Schweiz bisher nicht bekannten Arten gehören: *Navicula irridis var. commutata*, *sublinearis*, *Brebissonii var. subproducta*, *Brevissonii var. diminuta*, *molaris*, *stauroptera var. parva*, *bicapitata*, *Braunii*, *peregrina*, *forma upsaliensis*, *cincta*, *gracilis var. schizonemoides*, *radiosa var. tenella*, *viridula var. avenacea*, *costulata*, *digito-radiata*, *elliptica var. minutissima*, *brevis var. elliptica*, *scutum*, *ambigua forma craticula*, *ventricosa*, *ventricosa var. minuta*, *fontinalis*, *iridis var. dubia*, *iridis var. undulata*, *pseudo-bacillum*, *lacunarum*, *atomoides*.

Navicula nobilis.

G. Selten; Teich à la Chassotte, Römerswil.

S. Nach Brun in der Ebene gemein. Rosenlauigletscher, Züricher- und Bodensee.

Navicula major.

- G. In Teichen; öfter.
S. Guttannen, Lukmanier, Grimsel, Simplon, Genfersee,
Bodensee.

Navicula viridis.

- G. Häufig in stehenden Gewässern, selten in Bächen.
S. Nach Brun sehr gemein in allen Gewässern der Ebene,
des Jura und der Alpen. Bodensee.
var. *commutata.*
G. Selten; im stehenden und fliessenden Wasser.

Navicula borealis.

- G. Vereinzelt da und dort.
S. In Granitalpen, Bächen, Wasserfällen ziemlich häufig (Brun),
nicht kalkliebend. Grindelwald, Rhone, Monte Rosa,
Rosenlauigletscher.

Navicula sublinearis.

- G. Sehr selten; Lehmgrube von Lentigny.

Navicula Brebissonii.

- G. In stehendem Wasser öfter; selten in Bächen.
S. Bodensee. Von Brun als gemein in Sümpfen und Gräben
bis hoch in die Alpen angetroffen, während er die beiden
nachfolgenden Varietäten nicht fand.
var. *diminuta.*
G. In Teichen und Sümpfen; nicht häufig.
var. *subproducta.*
G. In Teichen; öfter.

Navicula molaris.

- G. Selten; Torfmoor in Garmiswyl.

Navicula stauroptera.

- G. In Teichen, Sümpfen, Torfmooren; öfter.
S. Nach Brun ebenfalls ziemlich häufig in stehenden und
fliessenden Gewässern der Ebene und der Kalkgebirge.
Genfer- und Bodensee.
var. *parva.*
G. Oft; in Teichen und Torfmooren.

particulièrement visibles près de Lantignié et de Durette, avaient fait admettre l'existence de glaciers beaujolais ¹⁾). Mais MM. Delafond et Depéret ont démontré que cette manière de voir est inexacte. Il n'y a pas eu de glaciers dans le pays ²⁾ ; la masse des blocs ainsi que la conservation des angles s'expliquent par les éboulements dans les cirques montagneux et par un transport peu considérable.

Nous trouvons même la trace de cours d'eau qui ont complètement disparu depuis. Telle est la longue et épaisse traînée d'alluvions qui, partant de près de Villefranche, remonte vers le S.S.W. par Liergues et Pouilly-le-Monial jusque vers Frontenas, à 350 m d'altitude, entre le massif calcaire d'Anse et celui du Bois d'Oingt ³⁾). Ce plan incliné se termine comme ceux de l'Ardières et de la Mauvaise à 250-260 m ; ils correspondent tous trois à l'époque où la Saône coulait à environ 100 m au-dessus de son niveau actuel. La largeur et l'épaisseur de cette bande d'alluvions, la grosseur des matériaux entraînés indiquent l'œuvre d'un cours d'eau très important, qui occupait alors cette vallée aujourd'hui à peu près asséchée et manifestement beaucoup trop large pour les infimes ruisseaux qui la parcourent. Peut-être une branche de la Brevenne ou de l'Azergues pliocènes passait-elle par cette vallée. Il y a là en tout cas la trace très nette d'un changement de cours ou d'une capture.

La Saône a aussi déposé des alluvions, dont l'importance résulte de l'intervention toute nouvelle du phénomène glaciaire ⁴⁾). Les glaciers paraissent s'être établis dans les Alpes au pliocène moyen ⁵⁾, à l'époque où la Saône déposait en

¹⁾ Falsan et Chantre. Monographie géologique des anciens glaciers et du terrain erratique de la partie moyenne du bassin du Rhône (Lyon 1880) p. 384-430 (notamment 404-407).

²⁾ Delafond et Depéret, p. 212. — Michel Lévy. Ann. de géogr. VII, p. 406.

³⁾ Delafond et Depéret, p. 212.

⁴⁾ Delafond et Depéret, p. 224-230 et 296-302.

⁵⁾ Pour MM. Delafond et Depéret, le pliocène moyen correspond à la période de progression des glaciers, le pliocène supérieur à l'époque de

Dombes les sables de Trévoux. Au pliocène supérieur et au quaternaire, ils ont joué dans les phénomènes d'alluvionnement un rôle considérable, en raison de leur vaste extension ; ils ont en effet, à un moment, atteint et dépassé Lyon. Ils donnaient naturellement lieu à un intense ruissellement et à d'abondants transports, dont le résultat a été la constitution du sol du Bas-Beaujolais.

Ces glaciers subissaient en effet de nombreuses fluctuations, avançant ou reculant suivant les époques ; aussi avaient-ils des phases diverses d'activité. A de certains moments, leurs cailloutis comblèrent plus ou moins la vallée de la Saône ; puis, quand les transports devenaient moins importants, la rivière se recreusait un lit dans ses propres alluvions. De ces phénomènes plusieurs fois renouvelés est résultée la formation de *terrasses* étagées d'autant moins élevées qu'elles sont plus récentes. MM. Delafond et Depéret ont retrouvé les restes de huit de ces terrasses ¹⁾ ; les six dernières seulement existent en Beaujolais comme en Dombes ; elles datent du pliocène supérieur et pour les deux ²⁾ dernières du quaternaire. Bien que très morcelées par les érosions ultérieures, elles constituent encore les plateaux inférieurs du Bas-Beaujolais.

* * *

Les époques pliocène et quaternaire, en agissant sur une matière fournie par les époques antérieures et en se contentant de la modifier, ont donné au Beaujolais ses formes définitives.

Les érosions ont été la cause principale du modelé du haut pays. Déterminées en direction par la direction même des mouvements tertiaires, elles ont ouvert ces vallées N. S. et, par voie de conséquence, découpé dans le large anticlinal miocène ces trois grandes chaînes de même sens dont l'en-

leur avancée extrême et de leur stationnement, le quaternaire à celle de leur recul, lequel s'est opéré d'ailleurs d'une manière très saccadée (V. p. 229-230.

¹⁾ V. planche II.

²⁾ Les trois dernières, d'après MM. Delafond et Depéret (V. p. 247-248) sont quaternaires.

semble est si caractéristique du Haut-Beaujolais et l'oppose si bien au Lyonnais. En même temps en abaissant le relief post-miocène, elles ont agi sur le climat, sur le régime des eaux, sur la végétation. Leur action à ces divers points de vue a été essentiellement *modératrice* ; sans elles, les cours d'eau beaujolais seraient aussi redoutables que les torrents du Vivarais.

Si le Haut-Beaujolais doit aux érosions ses caractères, le Bas-Beaujolais est surtout l'œuvre des alluvionnements. Nous verrons les conséquences de la disposition primitive des alluvions en terrasses horizontales. En tout cas, ce sont les alluvionnements qui ont plaqué, sur les flancs et à l'abri de la muraille montagneuse, ces côteaux « *modérés* », dont les pentes douces, la bonne orientation, le sol chimiquement assez varié en raison des origines multiples des matériaux qui le composent, ont donné au pays, en se prêtant admirablement à la culture de la vigne, son trait le plus distinctif et sa richesse.

Aujourd'hui les actions constructives, comme les destructives sont dans une phase de calme. La Saône comble lentement son lit, en recouvrant sans ravinement les graviers de fond quaternaires ¹⁾ ; la montagne, par son abaissement même, se détruit chaque jour moins vite. C'est l'homme qui est devenu le principal élément modificateur du pays.

¹⁾ Delafond et Depéret, p. 286-287.

DEUXIÈME PARTIE

Description géologique. Le sol et le sous-sol.

L'histoire géologique dont nous avons résumé les traits essentiels, a laissé dans le Beaujolais un ensemble de formations, à la fois très nombreuses et très variées. Il convient de les passer en revue parce que c'est le plus souvent par l'intermédiaire du sol que le passé exerce son influence sur le présent.

Pour comprendre la géologie beaujolaise, il faut l'étudier sur une carte dont l'échelle ait permis de figurer l'extrême variété de terrains et d'accidents divers, qui la caractérise et qui l'explique. Si l'on jette les yeux par exemple sur la carte géologique du 1/80,000^e, et notamment sur la feuille de Bourg, qui représente la bordure orientale du pays, la plus disloquée, le Beaujolais apparaît comme un damier de paquets de terrains, aux contours assez rectilignes et formés de toutes sortes de roches. On croirait que l'on a assemblé au hasard des cubes de couleurs différentes.

Cet aspect très particulier tient aux innombrables failles permo-triasiques et miocènes. Par leur action, le sol a été divisé en compartiments, dont chacun a joué pour son propre compte. Il en est résulté une sorte de quadrillage, dont les lignes constitutives, à peu près perpendiculaires les unes sur les autres, sont orientées N.W., N.E., parfois N.N.E.

Les failles sont le trait dominant de la géologie beaujolaise. Plusieurs d'entre elles sont fort longues et ont produit des différences de niveau considérables, grâce auxquelles les montagnes s'abaissent en gradins successifs vers la Saône. La principale correspond à l'effondrement du terrain secon-

daire vers la cuvette bressane. C'est la grande faille bordière de la Saône, remarquablement rectiligne sur plus de 30 kilm.; sa direction est N. 15-20° E.; elle produit une dénivellation de 650 m entre le grès bigarré d'Avenas et de Vauxrenard et le jurassique de Romanèche.

* * *

Malgré cette complication, on arrive vite à voir que les mêmes roches se répètent en formant des bandes parallèles, d'ailleurs très disloquées par les failles qui en ont rejeté les lambeaux d'autant plus vers l'W. qu'ils sont plus septentrionaux, ce qui donne à la carte géologique une disposition en escalier très frappante.

A partir de la Saône est une première bande constituée par les alluvions tertiaires et formant de bas plateaux. Elle est orientée N. N. E. parallèlement à la rivière, parce qu'elle est limitée à l'W. par les failles miocènes, qui ont abaissé le jurassique sur lequel les alluvions se sont déposées. C'est le *Beaujolais alluvial*.

Puis vient une bande de calcaires et de marnes, ruine démantelée des dépôts secondaires, région de collines, qui, bien développée au S. où elle est hachée par des failles N.N.E. et N.W., n'est représentée au N. que par d'infimes fragments. C'est le *Beaujolais calcaire* qui, avec le Beaujolais alluvial, constitue le Bas-Beaujolais.

Enfin la grande masse du pays est le soubassement montagneux, le *Beaujolais cristallin*, formé de roches primitives et paléozoïques, plus ou moins recouvertes en certains points par des coulées éruptives. Ici les affleurements ont typiquement la direction N.E. hercynienne. C'est le Haut-Beaujolais.

Telles sont les trois *régions naturelles géologiques* du pays.

A. Haut-Beaujolais.

On doit y distinguer deux sous-régions :

1° les restes de l'anticlinal hercynien, formé de granite et de schistes précambriens, ou tout au moins antécarbonifères, métamorphisés.

2° le synclinal du Roannais-Beaujolais, où la mer du carbonifère inférieur a laissé des schistes et des calcaires marins, puis les schistes côtiers et lagunaires du *culm*, et où dans la suite se sont accumulés des tufs, produits de projection d'origine volcanique, par dessus lesquels ont coulé des porphyres feldspathiques et des porphyres quartzifères.

Les lambeaux disloqués de ces deux sous-régions constituent dans leur ensemble des alignements N.N.E., à cause des rejets ; les éléments bordés par les failles, pris séparément, sont dirigés N.E.

* * *

Dans l'axe de l'anticlinal, le granite ¹⁾ affleure sur de vastes surfaces, entre lesquelles il disparaît sous les schistes. Ce sont en allant du S.W. au N.E.

1° le massif des Olmes, de Bully et de Sarcey, que coupe la Turdine et qui se rattache à la grande masse granitique des Mts de Tarare ;

2° le massif de St-Vérand et de St-Laurent d'Oingt que traverse l'Azergues ;

3° l'ellipse d'Odenas, St-Etienne-la-Varenne, Vaux et Arbussonas, que parcourt la Vauxonne ;

4° l'ellipse de Fleurie, Villié, Chénas, Chiroubles, Lantignié, qui, par Durette et Quincié, se rattache à la précédente par dessous les alluvions de l'Ardières et qui, coupée par la Mauvaise, se continue vers le N.E. par Juliéna jusque dans le Mâconnais, où elle disparaît d'abord sous les schistes, puis sous le secondaire.

Chacune de ces masses dévie un peu vers l'W. par rapport à celle qui la suit immédiatement du côté du S. ; de la sorte, bien que la direction de chacune d'elles soit N.E., la traînée a dans l'ensemble une direction N.N.E. parallèle à la Saône.

¹⁾ Sur le granite V. Michel Lévy. Contribution à l'étude du granite de Flamanville et des granites français en général (1893) — Gruner, p. 90-163 — Roux, p. 51-58 — Risler, Géologie agricole, I, p. 28-39 — Sur l'ensemble des caractères géographiques des roches primitives et paléozoïques, V. Depéret. Résumé géologique sur l'arrondissement de Lyon, p. 45-64.

Le granite du Beaujolais est assez variable. Quelquefois son grain est fin, sa couleur sombre, sa compacité extrême. Le plus souvent il est porphyroïde et renferme de grands cristaux d'orthose rosé qui se détachent facilement. Parfois aussi, au voisinage des roches amphiboliques, il devient calcico-magnésien et se charge lui-même d'amphibole ; c'est le cas de la bordure W. du massif de Fleurie, en face de Vauxrenard et d'Emeringes.

Le granite est loin d'avoir l'indestructibilité que lui prêtent les poètes. Il se désagrège au contraire facilement sous les influences atmosphériques, favorisées par la disposition en tous sens des paillettes de mica et par l'inégal échauffement des minéraux constituants, colorés diversement ; l'eau, les gelées, les racines des plantes, l'acide carbonique contribuent également à cette désagrégation. Le quartz reste intact ; le mica, peroxydé et jauni, est peu attaqué ; mais les feldspaths sont par contre attaqués fortement et passent à l'état d'argile et de carbonates de soude et de potasse qui sont entraînés. Le granite à grain fin (*granite grenu* de Gruner, *microgranite*) résiste dans une certaine mesure à ces actions destructives. Mais le granite porphyroïde est très friable. « *Il se pourrit* », disent les carriers, et devient superficiellement et quelquefois jusqu'à plusieurs mètres de profondeur, une *arène* sablonneuse, de composition silico-potassique. Par dessous cette couche meuble, la roche est compacte, sans fissures profondes, imperméable.

Le granite d'Odenas et de Fleurie, d'après M. Michel Lévy, se serait injecté, entre les gneiss et les schistes ¹⁾. Il recouvrirait ainsi les gneiss d'une manière anormale, en les empêchant d'affleurer comme ils font dans le Lyonnais. Nulle part en effet dans le Beaujolais on ne trouve de gneiss ni de micaschistes francs.

* * *

¹⁾ Cette manière de voir ne paraît plus guère devoir être admise aujourd'hui. Les nouvelles théories sur la formation du granite et sur la gneissification métamorphique des schistes ont modifié considérablement à cet égard les idées des géologues.

Originellement le granite était entièrement recouvert par les schistes rapportés par M. Michel Lévy au précambrien ¹⁾. Mais l'érosion les a fait disparaître en partie et il n'en reste que des lambeaux de chaque côté des massifs granitiques et dans leurs intervalles. Les formations schisteuses sont surtout développées à l'W. du granite ; à l'E. elles disparaissent vite, le long des failles longitudinales, sous le secondaire et le tertiaire.

Les schistes sont particulièrement abondants dans le Tararais, sur la Turdine et le Soanan ; sur la moyenne Azergues, à Létra, Ternand, Légny, les Ponts-Tarrets, le Breuil, Chessy, d'où ils envoient un diverticule au milieu des formations secondaires jusqu'au delà de Moiré ; dans la chaîne orientale du Beaujolais, à Rivolet, St-Cyr-le-Chatoux, Marchampt ; enfin au N. de Beaujeu et autour d'Emeringes. Ils constituent donc la plus grande partie du Haut-Beaujolais oriental.

Originellement argilo-terreux, tendres et bien fissiles, ils ont été durcis, cristallisés, silicifiés par le dynamométamorphisme et par l'action des roches éruptives, granite, granulite, diorite.

Le granite en a fait des schistes feldspathisés, les *cornes rouges*, qu'on trouve à Dareizé, St-Loup, Létra, Légny, Moiré, Rivolet, Villié. Aux Salles la granulite les a transformés en schistes micacés. Schistes feldspathiques et micacés ont gardé d'ailleurs leur nature chimique primitive ; ils sont restés très exclusivement silico-potassiques.

Les diorites et les diabases ont opéré des transformations beaucoup plus importantes. Ces roches sont abondamment intercalées dans la partie supérieure de l'étage précambrien de M. Michel Lévy et présentent des affleurements peu étendus mais nombreux, notamment dans les montagnes du Tararais, entre Rivolet, Denicé et Blacé, au Mt Brouilly, à Quincié,

¹⁾ Michel Lévy. Bull. Soc. Géol. France. IX et XI [3] — Risler. I, p. 45-46 — Nous avons vu plus haut que l'âge de ces schistes est discuté.

Beaujeu, Vauxrenard, Emeringes. Constituées par des feldspaths calciques et des silicates calcico-magnésiens comme le pyroxène et surtout l'amphibole, les diorites et les diabases ont complètement modifié les caractères chimiques des schistes encaissants ; ceux-ci, devenus *cornes vertes*, ont acquis des éléments calciques. Le Haut-Beaujolais est traversé en écharpe, de Tarare à Emeringes, par une large bande de roches dioritiques et de cornes vertes, dont on comprend facilement l'action sur la végétation.

Au S. du Beaujolais existe une formation schisteuse spéciale ¹⁾, dans laquelle la Brevenne a creusé son lit, et que M. Michel Lévy rapporte à l'étage supérieur des micaschistes, tandis que MM. de Lapparent et Roux la considèrent plutôt comme précambrienne ²⁾. Elle forme le rebord N.W. de l'anticlinal du Lyonnais. Ce sont les schistes chlorito-argileux de la Brevenne qui, du côté de Sain-Bel sont durs, compacts et imprégnés de pyrite cuivreuse.

Au point de vue des applications, cet énorme étage précambrien ou précarbonifère manifeste une grande unité d'action, dont toute l'orographie du Beaujolais oriental porte la marque. Les schistes durcis se comportent, non comme des roches *schistoïdes*, mais comme des roches massives. Tous, et particulièrement les cornes vertes, remplies de cristaux très durs d'amphibole, résistent énergiquement à l'érosion ; ils culminent au dessus des surfaces granitiques relativement déprimées ; ce sont eux qui ont maintenu, dans une certaine mesure, l'intégrité de l'arête orientale du Beaujolais. Cependant, comme ils affleurent par leurs tranches, ils se décomposent superficiellement, en donnant une terre argileuse peu épaisse, appelée *morgon* ¹⁾, médiocre pour la végétation en général, affectionnée pourtant par la vigne, lorsque l'altitude n'est pas trop considérable et si l'on prend soin d'augmenter

¹⁾ Roux, p. 95-101.

²⁾ Il vaut mieux dire simplement précarbonifère.

¹⁾ C'est ce mot qu'on retrouve dans les noms de la rivière Morgon et du village de Villié-Morgon.

l'épaisseur de la terre végétale par le *défonçage* à la pioche. Le sous-sol est naturellement très imperméable.

Les diorites et les diabases ne sont pas moins imperméables et sont plus résistantes encore. Leurs affleurements isolés correspondent souvent à des sommets.

* * *

Le synclinal beaujolais occupe une surface beaucoup plus considérable que l'anticlinal ; il constitue toute la partie occidentale du pays ; sa bordure E. est très disloquée.

Il ne formait pas une cuvette unique, comme le pensait Gruner. M. Le Verrier a montré en effet qu'il renfermait des plis secondaires, de plus en plus pressés vers le N., où ils manifestent même une tendance au renversement, comme s'ils s'étaient écrasés sur le massif granitique charolais, contre lequel ils butent au N.W ¹⁾.

Ces plis secondaires ²⁾ se manifestent encore aujourd'hui en certains points où ils font réapparaître entre des failles les diorites et les cornes vertes comme au St-Rigaud ou même le granite comme à Monsols. Le massif granitique des Ardillats a évidemment la même origine et se rattache à la même formation ; mais il a été moins rejeté à l'W.

* * *

Quelques dépôts du carbonifère marin et du culm ont subsisté dans le synclinal ³⁾. Ils affleurent entre Cours et Thizy, près de Mardore, de Thel, de St-Vincent-de-Rhins, de Tarare, de Valsonne, de Létra, de St-Bonnet-le-Troncy, de St-Nizier d'Azergues, de Marchampt, dans le massif du St-Rigaud et

¹⁾ Le Verrier. Note sur les formations, etc., p. 42.

²⁾ Vers Matour, on voit très bien le flanc relevé d'un synclinal (Michel Lévy. Ann. de Géogr. VII, p. 416 et coupe p. 417). Il y avait là un anticlinal hercynien. C'est un des rares points, toujours très localisés, où le soulèvement carbonifère N.E. a laissé des traces, même au point de vue topographique. D'autre part M. Le Verrier (Note sur les formations, etc., p. 42) a trouvé de Neulize à Cublize les traces d'un anticlinal hercynien.

³⁾ V. planche IV.

sur le haut Sornin, depuis St-Germain-la-montagne à l'W. jusqu'au bois de la Farge et au bois d'Ajoux à l'E. Mais c'est surtout dans le Roannais qu'ils sont bien développés ¹⁾).

Les dépôts carbonifères sont constitués par une puissante série de schistes, avec des intercalations de lentilles calcaires d'une épaisseur moyenne de 20 m. Ce calcaire, qu'on exploite à Régny en Roannais et à Thizy en Beaujolais comme pierre à bâtir et comme pierre à chaux, est un calcaire bitumineux noir, veiné de blanc et devenant parfois un véritable marbre ; le peu d'importance de ses affleurements lui interdit tout rôle géographique. Au dessus du calcaire on trouve quelquefois, notamment à Thizy et à Létra, les schistes côtiers du culm, avec empreintes de plantes terrestres.

Les formations carbonifères, médiocrement étendues, ont un rôle peu important et peu original. Les schistes comprimés et durcis par les mouvements orogéniques se comportent à peu de chose près comme des roches massives ; ils sont résistants et imperméables. Cependant comme ils sont redressés et affleurent par leurs tranches, ils se décomposent plus facilement que les roches éruptives ; ils résistent moins aussi que les schistes précambriens, surtout les *cornes*, parce qu'ils n'ont pas subi au même degré le métamorphisme thermo-chimique. La terre qu'ils donnent est argilo-siliceuse ²⁾).

Du carbonifère marin il faut rapprocher le houiller ³⁾), encore moins important. Les bassins houillers du Beaujolais sont assez nombreux mais très peu étendus ; seul celui de la Chapelle-sous-Dun, en dehors du Beaujolais historique, est exploité aujourd'hui. Ceux de l'Arbresle, de Ste-Paule, de St-Just d'Avray, de Grandris, de St-Niziers d'Azergues sont

¹⁾ Sur le carbonifère inférieur, V. Gruner p. 267-284, 324-362 — Le Verrier. Note sur les formations, etc., p. 34-42.

²⁾ Dans le Roannais et dans le Beaujolais occidental, les terres assez profondes, résultant de la décomposition des schistes carbonifères peu métamorphisés, sont dites *béluzes*, par opposition aux *varennnes* sèches et arides, formées par la microgranulite. Le seigle y vient très-bien et même, par le chaulage, le blé. V. Risler. I. p. 182-183.

³⁾ V. Roux p. 101-114.

absolument négligeables. Tous sont orientés N.W. comme conséquence sans doute des premières failles permo-triasiques. Leurs dépôts sont des grès et des poudingues formés de toutes les roches de la région.

* * *

Les principales formations du synclinal beaujolais, les seules qui aient une importance géographique sérieuse, sont les produits éruptifs de la série porphyrique, qui comprennent trois termes :

1° les tufs orthophyriques (tufs porphyriques) ;

2° les orthophyres (porphyres feldspathiques, porphyres noirs) ;

3° les porphyres quartzifères (microgranulites, porphyres microgranulitiques, eurites, felsophyres, porphyres pétrosiliceux ¹⁾).

Bien que les formations orthophyriques et microgranulitiques se pénètrent constamment, cependant les premières prédominent sur le bord E. du synclinal et les secondes sur le bord W., parce qu'étant plus jeunes elles y recouvrent en partie les autres. De plus à l'E. les failles ont brisé la continuité des couches ; au contraire à l'W. les microgranulites sont en grandes masses qui constituent une fraction très importante du pays.

* * *

Les tufs ²⁾ forment le vaste plateau de Neulize, que courent les défilés de la Loire et pénètrent en Beaujolais vers

¹⁾ Les pétographes et les géologues distinguent ces diverses variétés, dont les caractères cristallins révèlent des conditions de formation parfois assez différentes (en profondeur ou à l'air libre). Mais ces distinctions n'ont aucun intérêt géographique, toutes ces roches se comportant sensiblement de même avec plus de résistance pourtant à l'érosion chez celles qui sont franchement fluidales. Quoiqu'il en soit nous les considérerons en bloc en le désignant indifféremment sous le nom de microgranulites ou de porphyres quartzifères.

²⁾ V. les planches I et IV. Sur les tufs porphyriques, on peut consulter : Michel Lévy, *passim*, notamment Bull. Soc. Géol. France, III et VII [3] — Gruner, p. 291-303 — Le Verrier. Note sur les formations, etc., p. 34-42.

St-Victor, Amplepuis et les Sauvages. Ils affleurent le long de la vallée du Rhins, de Cublize à St Tinent et à Ranchal; dans la vallée de la Trambouze à Cours; au Bois d'Ajoux, vers Azolette, Propières, Belleroche; de Tarare à Chamelet; dans toute la chaîne orientale où ils sont mélangés avec les *cornes*; dans les montagnes d'Avenas et des Eguillettes qu'ils constituent presque entièrement. Leur bande disloquée a en Beaujolais une largeur moyenne de 10 kilomètres et une puissance de 3 à 500 m.

Composés de fragments brisés de quartz, d'orthose, d'oligoclase, de mica noir, que cimente une pâte calcédonieuse, ils ressemblent étrangement à des grès; Gruner les appelait *grès à anthracite, grès anthracifères, grès anthraxifères*. Mais M. Michel Lévy a montré que ce sont de véritables brèches de projection, de grossières cinérites, rejetées par les volcans, déposées et consolidées à l'air libre ou sous l'eau des lagunes; parfois même elles sont vaguement stratifiées. En certains points, des différences sensibles de grain racontent les diverses phases des éruptions. Leur couleur est verdâtre, car la chlorite épigénise presque entièrement le mica. Dans le pays on les nomme *roches vertes*.

Les tufs commencent par des bancs interstratifiés dans les schistes du culm; les passages des uns aux autres sont répétés et insensibles. C'est dans ces parties douteuses, mais que M. Le Verrier croit nettement élastiques, que se rencontrent les veines moniliformes d'anthracite d'Amplepuis, de Lay et de St-Victor, épaisses de 1 à 2 m mais renflées parfois jusqu'à 10. Au dessus les tufs prédominent entièrement.

Ils sont couronnés en divers points par des coulées d'orthophyres, dont les lambeaux, très durs¹⁾ et pour cela excellents protecteurs pour les terrains sous-jacents, garnissent les sommets des montagnes du Crochet, de Montclair, de Thyon. Ces porphyres, colorés en brun par le fer, sont de véritables

¹⁾ A Cours, on les exploite comme matériaux d'empierrement et même comme pierre de taille. V. Le Verrier. Note sur les formations, etc. p. 37.

laves carbonifères, avec une pâte fluidale et semi-amorphe très compacte.

Quant aux tufs, ils sont sans doute très résistants et agissent à la manière des roches massives et imperméables. Il nous paraît pourtant qu'on a exagéré leur dureté¹⁾. Leur origine à demi-clastique les empêche d'avoir partout la même compacité; en certains points au moins ils se désagrègent assez facilement. Aussi l'érosion les a fortement rabotés, partout où ils n'ont pas été protégés par les orthophyres ou consolidés par des filons de microgranulite. C'est le cas de la plus grande partie du plateau de Neulize, d'altitude médiocre et si largement ondulé. La terre qu'ils donnent en se décomposant est assez épaisse, silico-potassique, très ferrugineuse.

* * *

Les porphyres quartzifères²⁾ se trouvent dans l'ensemble un peu à l'W. des roches orthophyriques, peut-être par suite de l'exhaussement du flanc S.E. du synclinal après le carbonifère inférieur. Ils recouvrent d'ailleurs au moins en partie les tufs.

La microgranulite se montre en très nombreux filons dans tous les terrains anciens; le carbonifère du plateau de Neulize en est littéralement lardé. Ils sont le plus souvent alignés N.W. et leur puissance varie de 10 à 30 m. Comprimée dans les fentes de l'écorce, la roche est très dure; elle résiste énergiquement à l'érosion, reste fréquemment en saillie et détermine ainsi des sommets. Ces filons, dont le rôle est si net, sont formés de microgranulite franche; leurs cristaux réguliers indiquent qu'ils se sont formés en profondeur.

Au contraire les grands massifs de porphyre de la partie W. du Beaujolais révèlent des conditions de formation sub-aérienne ou même tout à fait aérienne; leur cristaux tendent

¹⁾ V. la discussion de cette question dans notre travail. Le rôle géographique des tufs porphyriques dans le Beaujolais, Ann. Soc. Sc. Nat. Tarare. 15 mars 1901.

²⁾ V. Gruner, p. 303-311 — Michel Lévy, Bull. Soc. Géol. France. VII et XVI [3] — Le Verrier. Note sur les formations, p. 48-68. — Depéret. Résumé, *passim*. — Roux, p. 61-71 — Risler, I, p. 43.

à l'état microlithique et leur pâte devient amorphe au moins dans certaines parties. En beaucoup de points on a affaire à de véritables laves qui ont coulé sur le fond du Synclinal ou sur ses flancs redressés : les porphyres pétrosiliceux ou felsophyres, qui terminent les éruptions porphyriques, sont les meilleurs types de ce dernier groupe.

Si on néglige les filons et quelques affleurements médiocres, les porphyres forment une seule masse, très étendue, déchiquetée au S., massive au N. Elle constitue la chaîne comprise entre l'Azergues et le Rhins et le large plateau montueux de Belmont, Chauffailles, la Chapelle-sous-Dun, d'où elle domine les granites du Roannais et du Charolais, au milieu desquels elle envoie même des prolongements saillants, des caps avancés, comme la butte de Montmélard. En cette région, éloignée des lieux prédisposés aux effondrements, les failles sont rares ; le relief est dû à l'érosion.

Quelquefois la microgranulite *se gorifie* et donne du sable. Mais le plus souvent elle doit à sa pâte homogène, compacte, quelquefois amorphe, une imperméabilité, une dureté, une résistance à l'érosion considérables. C'est le type même des roches massives. Son rôle géographique est extrêmement important. La terre qui résulte de sa décomposition est un mélange de sable et de cailloux, peu épais, très sec, très siliceux.

* * *

Tout le sol du Haut-Beaujolais est criblé de filons ¹⁾ dont un grand nombre sont métallifères. Ils ont eu et ils ont encore une valeur notable pour l'industrie.

On peut négliger ceux de granulite et de porphyrite micacée, peu nombreux et peu importants.

Les principaux filons sont ceux du permien et du trias, en rapport avec les fractures de cette époque et alignés comme elles N.W. Beaucoup doivent leur origine à des sources thermales chargées de silice. Le quartz qui s'est déposé est très dur et il forme souvent de longues bandes en saillie.

¹⁾ V. Gruner, p. 166-260 — Michel Lévy. Bull. Soc. Géol. France. VII [3] — Roux, p. 125-127.

Les principaux filons, minéraux ou métallifères, sont ceux de :

- 1° Romanèche (quartz, barytine, fluorine, manganèse) ;
- 2° Croix-Rosier (quartz, barytine) ;
- 3° Ste-Paule (quartz) ;
- 4° St-Etienne-la-Varenne (fluorine) ;
- 5° Les Ardillats (galène, cuivre, argent) ;
- 6° St-Julien, Légny, Blacé (manganèse) ;
- 7° Claveisolles (cuivre) ;
- 8° Arbuissonas (pyrite) ;
- 9° Monsols, Chênelette, la Nuiserie, Poule, Propières, St-Didier-sur-Beaujeu (plomb argentifère).

B. Bas-Beaujolais.

Le Bas-Beaujolais peut se diviser, nous l'avons vu, en deux sous-régions, géologiquement bien naturelles : le Beaujolais calcaire et le Beaujolais alluvial.

a. Beaujolais calcaire ¹⁾.

Il forme trois masses séparées, très superficiellement, par les alluvions pliocènes et quaternaires. La première s'étend au Sud de l'Azergues, sur les territoires de Belmont, d'Oncin, de l'Arbresle. Les deux autres forment, de chaque côté de l'ancienne vallée tertiaire d'Alix, deux larges collines allongées N.S., dont l'une occupe en partie le canton du Bois d'Oingt et domine la rive gauche de l'Azergues, et dont l'autre borde la Saône au Sud de Villefranche et d'Anse.

Les deux massifs septentrionaux sont hachés par un faisceau en éventail de longues failles bien rectilignes et orientées du N.W. au N.N.E. sans compter quelques failles transversales. Il résulte de cette disposition que les mêmes

¹⁾ En dehors de nos constatations personnelles sur le terrain, nous nous sommes utilement servis d'un travail manuscrit de M. C. Michaud, qui se trouve à la bibliothèque de la Société des Sciences naturelles de Tarare. Sur le secondaire on peut consulter Depéret. Résumé, p. 65-70 — Risler, I, p. 243-252.

terrains réapparaissent par bandes grossièrement parallèles et plusieurs fois répétées. C'est ainsi que de Légny à Ville-sur-Jarnioux le lias reparaît 5 fois et de Châtillon à la Saône le calcaire à entroques 4 fois.

La complication est beaucoup plus grande dans le massif méridional. Les failles s'alignent dans toutes les directions et s'entrecroisent en tous sens. Certains paquets de terrains ont peut-être subi des mouvements de rotation. Aussi les diverses assises réapparaissent-elles d'une manière inattendue et inintelligible.

En dehors de ces trois grandes masses et plus au Nord, quelques lambeaux de secondaire, très peu importants, ont été épargnés par l'érosion le long de la Saône. Au Sud toutes ces formations se rattachent, par dessous les alluvions de l'Azergues, aux massifs secondaires du Lyonnais : Civrieux, Dardilly, Mt d'Or.

Les dépôts secondaires du Beaujolais, qui reposent directement sur le granite ou les schistes et exceptionnellement à l'Arbresle et à Ste-Paule sur le houiller comprennent tous les étages du trias au kimméridgien sur une épaisseur d'environ 400 m. Mais seuls le trias, le lias et, dans le jurassique, le bajocien et le bathonien ont de l'importance.

Toutes les assises, en parfaite concordance, plongent du côté de la Saône, vers laquelle elles ont basculé sans se plisser lors des mouvements alpins, en se décollant par failles du socle ancien qui se soulevait.

* * *

Le trias a 80 à 90 m d'épaisseur moyenne. En raison du plongement vers l'E., il affleure le plus souvent à l'W. des collines, immédiatement au dessus des schistes, qui constituent un premier niveau d'eau.

Il comprend d'abord 30 à 40 m de grès siliceux ou calcaires, rapportés au grès bigarré, d'une coloration vive qui varie du vert au rouge brique. Les grès calcaires se désagrègent facilement en sable ; au contraire les grès siliceux sont très durs et résistants et forment des escarpements. A Chessy les grès du trias sont imprégnés de pyrite avec azurite ;

ils renferment de magnifiques amas de carbonate de cuivre, connus sous le nom de *mine bleue* et dont l'origine doit être cherchée dans l'action de l'oxygène et de l'acide carbonique sur les pyrites des schistes anciens ¹⁾.

Au dessus des grès une alternance de marnes colorées et de calcaires dolomitiques, produits de sources magnésiennes, et souvent caverneux (*cargneules*), représentent le *muschelkalk* et le *keuper*.

Par suite des bancs marneux, le trias, à l'exception des grès siliceux de la base, s'éboule facilement. Il donne une terre végétale épaisse, colorée, de composition mixte.

Le lias est épais d'environ 160 à 170 m. Les 5 étages sont représentés : rhétien et hettangien, peu importants, sinémurien, liasien, toarcien.

Le rhétien et l'hettangien sont formés de marnes, de calcaires et de grès calcaires. Le calcaire de l'hettangien est le *choin-bâtard* des carriers. Tous deux produisent un sol mixte.

Le sinémurien est surtout représenté par le calcaire à gryphées, épais de 20 m et que les carriers appellent *Pierre grise*. Ce calcaire est formé de bancs réguliers de 0,15 m à 0,20 m d'épaisseur qui donnent de grandes dalles à la surface bosselée, à la coloration gris bleuâtre, due au sulfure de fer, parfois même noire par suite d'imprégnations bitumineuses, quelquefois aussi jaune sous l'action du feu, oxydé et passé à l'état de limonite. Le calcaire à gryphées est exploité comme pierre à bâtir et comme pierre à chaux. Il est dur et forme plus haut que les grès triasiques un deuxième ressaut sur le flanc W. des collines. Il donne une terre très calcaire mais corrigée par les éboulis des marnes supra-jacentes.

Au dessus vient la puissante formation, épaisse d'au moins 100 m, des marnes liasiennes et toarciennes, dont le rôle orographique, hydrologique et agricole est si important. C'est le grand niveau d'eau du pays. Facilement érodables, elles forment des pentes douces ou des vallées à concavité

¹⁾ Depéret. Résumé, p. 66.

molle, dont le sol argileux, ferrugineux surtout au sommet de l'étage, et en même temps calcaire et siliceux grâce aux éboulements des calcaires supérieurs et de leurs *chailles* est un des plus profonds et des meilleurs du pays et convient particulièrement aux prairies et à la vigne.

* * *

Le jurassique inférieur, seul bien développé, est nettement calcaire. Il comprend 3 termes, épais chacun d'environ 60 m ; le *calcaire à entroques* et le *ciret* du bajocien, la *grande oolithe* du bathonien.

Le calcaire à entroques ou *Pierre jaune* est la principale pierre à bâtir du Bas-Beaujolais, où sa couleur fait des constructions un élément très caractéristique du paysage. Des sections de crinoïdes, transformées en calcite, lui donnent un aspect miroitant. Il renferme des rubans alignés de rognons siliceux, *chailles* ou *charveyrons*, qui une fois tombés donnent aux terres calcaires la silice qui leur manque. Il est très perméable, comme tous les calcaires ni marneux ni siliceux ; sa perméabilité naturelle est même exagérée par des fentes verticales ou *plataïrons*, causées par le froid et ayant souvent plusieurs mètres de profondeur. Le calcaire à entroques est relativement très dur ; au dessus des surfaces déprimées des marnes liaso-toarciennes, il forme le 3^{me} ressaut des collines secondaires et le plus important. Les abrupts regardent l'W. et couronnent les crêtes, tandis qu'il incline doucement du côté opposé en constituant en grande partie la pente orientale des collines.

Le *ciret* est un calcaire marno-siliceux, gris bleu ou rose, moins résistant que le calcaire à entroques, très gélif, s'exfoliant facilement à l'air. Les érosions l'ont beaucoup entamé ; rarement il couronne des sommets ; il est plutôt à l'état de plaquage sur le versant doucement incliné du calcaire à entroques. Sa nature marneuse en fait un niveau d'eau, en même temps que la silice qu'il contient donne au sol formé par sa décomposition des propriétés mixtes.

La grande oolithe ou *Pierre blanche de Lucenay*, très employée pour les constructions et pour la fabrication de la

chaux, est un calcaire blanc, oolithique, semé de *chailles* siliceuses. Sa nature oolithique le rend friable et facile à décomposer. Aussi, sauf le cas où il est ramené au jour entre deux failles, il affleure à l'E. sur la pente douce des collines, en s'étalant au dessus du calcaire à entroques ¹⁾.

Le jurassique moyen est à peine représenté et n'a aucun rôle géographique. Le callovien se trouve à l'W. de La Chasagne et de Pommiers, l'oxfordien à St-Cyprien et à Lancié, le kimméridgien à Charentay. Tous trois sont calcaires, avec des alternances de marnes qui produisent des niveaux d'eau constants.

* * *

Au point de vue des applications, les différents étages secondaires peuvent être groupés en trois ensembles ²⁾ :

- 1° la masse grésocalcaire inférieure ;
- 2° la série marneuse ;
- 3° la masse calcaire supérieure.

Mais, dans chacun de ces groupes, l'alternance des marnes et des calcaires et la présence des nappes d'infiltration a favorisé les éboulements. Les calcaires les plus durs eux-mêmes se désagrègent par la chaleur, l'eau, la gelée, le travail des plantes, lichens, mousses, *sedums*, potentilles, fétuques, et encombrant de leurs débris le pied de leurs escarpements et les champs marneux qui dévalent de là en pente douce.

L'érosion a, en conséquence, été à la fois très variée, à cause de la résistance très différente des diverses roches, et très régulière par suite de la succession des assises en bandes parallèles. Ces circonstances ont donné au relief, comme nous le verrons, un type tout à fait à part.

Les éboulements ont en outre mélangé les terrains. Les marnes du lias ont été entraînées par les eaux sur les calcaires de l'hettangien et du sinémurien, ainsi que sur les grès du

¹⁾ C'est aussi dans cette position, mais à l'W. que l'oolithe se trouve sur la rive droite du Sornin. V. Le Verrier. Note sur les formations, etc., p. 25.

²⁾ Depéret. Résumé, p. 68-69.

trias ; les débris de la pierre jaune parsèment les terres argileuses du lias ; les *chailles* siliceuses se mêlent avantageusement avec les calcaires supérieurs. Il en résulte un sol mixte, à prédominance calcaire sans doute, mais où les éléments argileux et siliceux ne font pas défaut.

b. **Beaujolais alluvial** ¹⁾.

Les alluvions forment une bande ininterrompue le long de la Saône, sur une longueur moyenne de 8 à 10 kilomètres, et se continuent par les formations similaires du Mâconnais et du Lyonnais. Elles pénètrent profondément, plus ou moins morcelées, jusqu'à plus de 20 kilom dans les vallées de la Mauvaise, de l'Ardières, de l'Azergues et dans la *vallée morte* du Bois d'Alix. Des lambeaux isolés se trouvent même au dessus de la Brevenne et de la Turdine, à des distances encore plus considérables.

Ces alluvions constituent une plaine bien régulière et horizontale, d'où s'élèvent insensiblement de bas plateaux, puis de faibles collines, qui viennent buter contre la barrière montagneuse ancienne. En général la hauteur ne dépasse pas une centaine de mètres au dessus de la Saône, qui coule à environ 170 m, ce qui donne aux plateaux et aux collines une altitude maxima de 250 à 275 m. Mais en certains points des apports torrentiels ont porté les alluvions à 350 m (Bois d'Alix) et même à 450 (près de Beaujeu).

Plaine, plateaux et collines sont les restes entamés par les érosions d'une série de terrasses correspondant, ainsi que nous l'avons vu, aux niveaux successifs occupés par la Saône depuis le pliocène supérieur. MM. Delafond et Depéret en donnent la liste suivante ²⁾ :

I.	Terrasse de 140 m.	Altitude :	310-320 m.
II.	»	110 »	» 275-280 »
III.	»	90 »	» 260-265 »

¹⁾ Sur le tertiaire, il faut surtout consulter Delafond et Depéret, *passim*.

²⁾ Delafond et Depéret, p. 300-301. — V. planche II.

IV.	Terrasse	de 60 m.	Altitude :	230-235 m.
V.	»	40 »	»	210-215 »
VI.	»	25 »	»	190-195 »
VII.	»	10 »	»	182 »

En général les 6 premières sont rapportées au pliocène supérieur et la septième au quaternaire ¹).

Au dessous est le lit majeur de la Saône, envahi par les eaux à chaque inondation et où se déposent alors des alluvions modernes. Le niveau VIII correspondrait soit à la Saône, soit aux graviers de fond de la fin du quaternaire, qui sont recouverts par des dépôts plus récents ²).

Les terrasses I et II n'existent qu'en Dombes ; toutes les autres se trouvent en Dombes et en Beaujolais.

On peut réunir les terrasses III, IV et V sous le nom de terrasses de Chagny, bien que ce nom s'applique en propre à la plus récente qui correspond au niveau général de la Bresse. Elles ont été en Beaujolais très morcelées par l'érosion et ne sont jamais continues sur de grandes étendues. Elles forment les collines et les plateaux et s'avancent plus ou moins profondément dans les vallées de la Mauvaise, de l'Ardières et de l'Azergues ³).

Les terrasses VI et VII constituent la plaine de la Saône dans sa partie insubmersible.

La première est dite terrasse de Châlon St-Cosme ⁴). Elle est continue et fort peu entamée ; elle s'étend de St-Romain près Romanèche jusqu'un peu au N. d'Anse, au dessus de Dracé, St-Jean d'Ardières, Taponas, Belleville, St-Georges de Reneins, et porte Arnas et Villefranche. Elle butte constamment contre les diverses formations du niveau de Chagny et ne s'engage pas comme les précédentes dans les vallées des rivières.

La terrasse VII ⁵), continue tout le long du Beaujolais et,

¹) Nous rappelons que MM. Delafond et Depéret inclinent à placer la terrasse de 25 m dans le quaternaire (p. 247-248).

²) Delafond et Depéret, p. 284-287.

³) Delafond et Depéret, p. 202, 214, 218-220.

⁴) Delafond et Depéret, p. 241-244.

⁵) Delafond et Depéret, p. 277-278.

pénétrant même un peu dans la basse vallée de l'Azergues, date de l'époque du recul des glaciers quaternaires. On l'appelle terrasse de St-Marcel-lès-Châlon et même quelquefois assez improprement terrasse de Villefranche. Elle est le pendant, suivant MM. Delafond et Depéret, de la terrasse de Villeurbanne sur le Rhône. Elle porte les localités de St-Symphorien, Dracé, St-Jean d'Ardières, Belleville, St-Georges de Reneins.

Ces terrasses ont été formées par la Saône. Mais, de l'œuvre propre des torrents locaux, il reste aussi des traces notables ; au pliocène supérieur en effet ils étaient incomparablement plus puissants que ceux d'aujourd'hui par l'abondance de leurs eaux et par la raideur de leurs pentes. Aussi leurs alluvions forment des plans très inclinés, sont surtout formées de cailloux et renferment même souvent de gros blocs.

Nous nous contenterons de signaler ces formations ; qui n'ont pas un rôle géographique bien spécial et qui ne font que prolonger jusque dans les vallées affluentes le régime alluvial de la vallée principale, L'une d'entre elles accompagne la Mauvaise de Vauxrenard jusqu'un peu en amont de la Chapelle de Guinchay. Une autre longe la vallée de l'Ardières du hameau de St-Joseph (440 m) à l'W. de Villié jusqu'à Cerrières au N. de Cercié ; cette grande traînée est rejointe à Quincié par la traînée secondaire de Lantignié et de Durette. Enfin de Frontenas (350 m) jusqu'au dessus de Villefranche une terrasse inclinée de cailloutis alluviaux marque la fausse vallée de Liergues et de Pouilly-le-Monial. En général ces formations d'origine locale se terminent à 260 m, au dessus du niveau de Chagny ¹⁾.

* * *

Les alluvions de la Saône consistent surtout en sables et en graviers, avec d'assez nombreuses lentilles argileuses ou marneuses correspondant peut-être à la place d'anciennes *lônes*. Leur origine est diverse et leur composition assez variée.

Les alluvions beaujolaises sont formées de roches locales ;

¹⁾ Delafond et Depéret, p. 209-212.

granites porphyroïdes, microgranulites, orthophyres, tufs orthophyriques, *cornes* vertes et rouges, quartz, grès du trias, *chailles* du bajocien et du bathonien ¹⁾. En raison de la pente elles ne consistent guère qu'en cailloutis ; les galets sont en général mal arrondis, le transport ayant été court ; on y trouve d'assez nombreux blocs de forte taille. Suivant leur ancienneté, elles sont plus ou moins consolidées en poudingue par un ciment de composition variable et plus ou moins colorées en jaune brun par l'oxyde de fer.

Quant aux alluvions modernes de la Saône, ce sont des limons argileux. Les rivières affluentes déposent surtout des cailloux et des graviers, comme tous les cours d'eau de montagne ; les sables et les argiles sont en effet entraînés par le courant.

* * *

Les terrains tertiaires ²⁾ du Beaujolais sont dans l'ensemble assez meubles ; l'érosion a eu beaucoup de prise sur eux, bien qu'elle ne s'exerce pas depuis très longtemps. Ils se sont laissé facilement découper en bloc isolés, auxquels la platitude primitive des terrasses a donné la forme de plateaux ou de collines à pentes très douces. Plus près de la Saône la plaine originelle est demeurée intacte.

Le sol est le plus souvent perméable ; ce n'est qu'en des points très localisés que les lentilles argileuses retiennent les eaux.

Le terrain, sablonneux, graveleux ou caillouteux, est *chaud* et toujours un peu sec. La terre végétale, en raison de l'origine très variable des éléments qui ont servi à la former, est chimiquement assez mixte, bien que la silice prédomine.

¹⁾ Delafond et Depéret, p. 219-220. V. planche V.

²⁾ V. Depéret. Résumé, p. 76-79.



PLANCHE I.

*Carte des affleurements des tufs porphyriques jalonnant
le synclinal roannais beaujolais.*

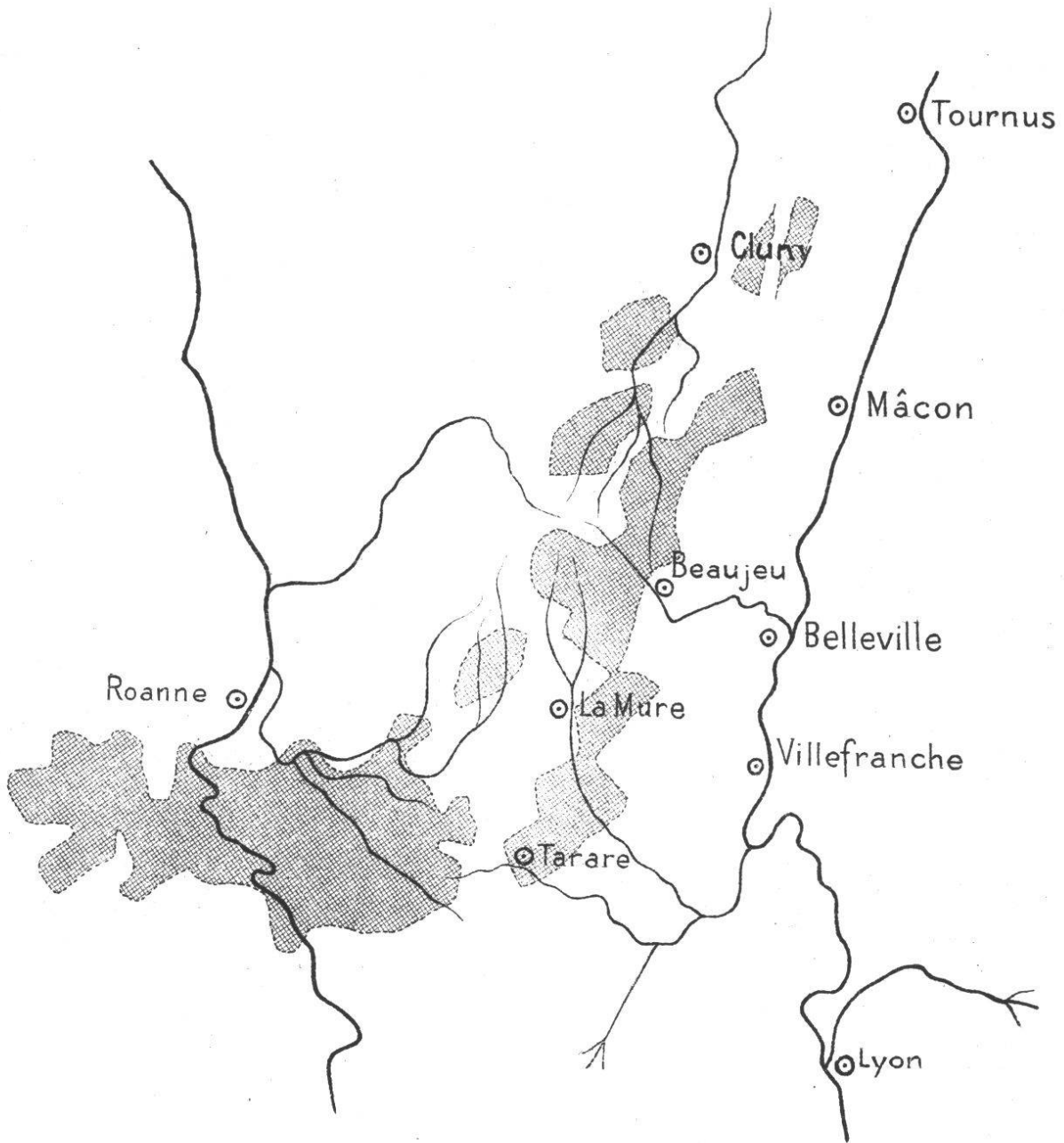
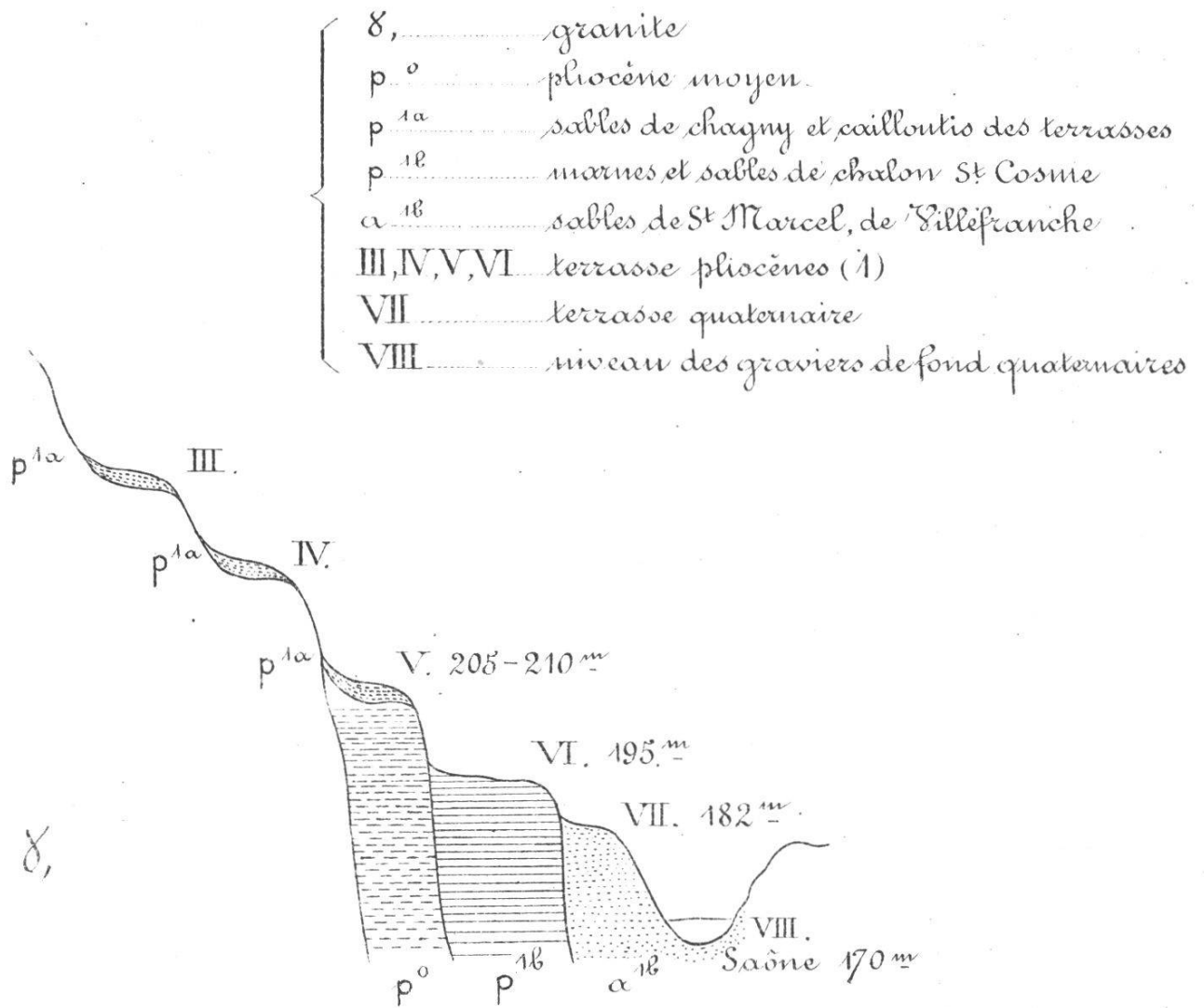


PLANCHE II.

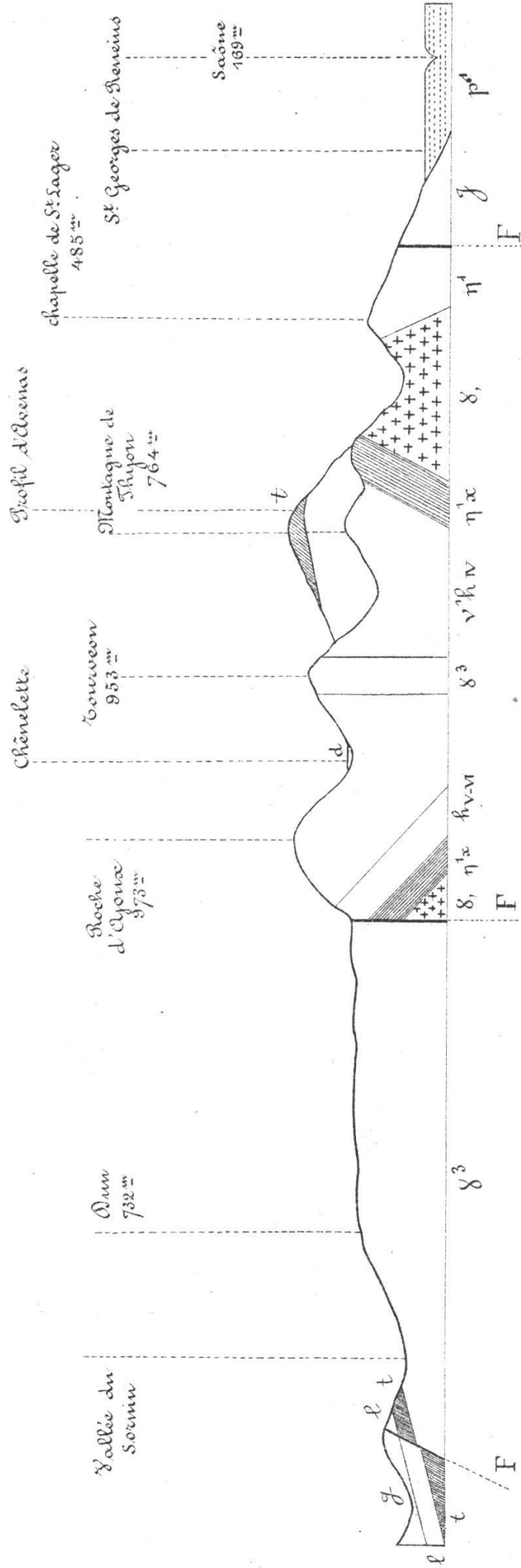
Coupe schématique des terrasses pliocènes et quaternaires du Beaujolais (d'après M. M. Delafond et Depéret)



1. M. M. Delafond et Depéret ne rangent plus la terrasse VI (terrasse de Chalon St Cosme, 190-195^m) dans le pliocène supérieur; ils en font la première du quaternaire (V. p. 247.)

PLANCHE III.

Coupe géologique du Beaujolais de la chapelle-sous-Orun à St Georges de Reneins.
(d'après M. Michel Lévy) (1)



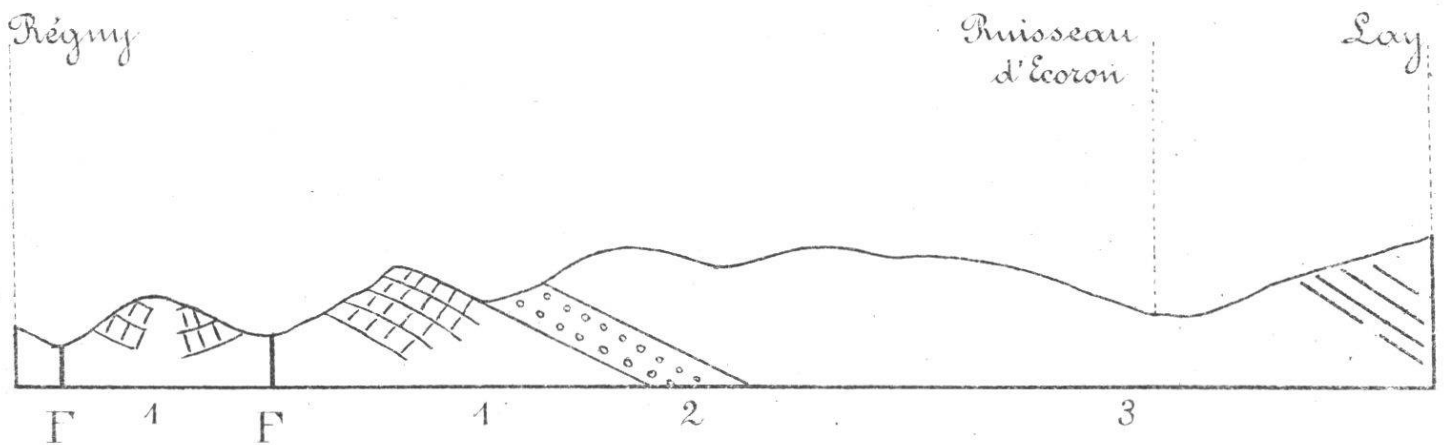
- η' stovites et diabases
- δ, granite
- η' x schistes amphibolitiques
- h v VI carbonifère marin
- v¹ h N tufs orthopyriques
- δ³ microgrammite

- t trias
- l lias
- J jurassique
- p' phocène supérieur
- d alluvions
- F failles

1 Les hauteurs représentent
8 fois les longueurs

PLANCHE IV.

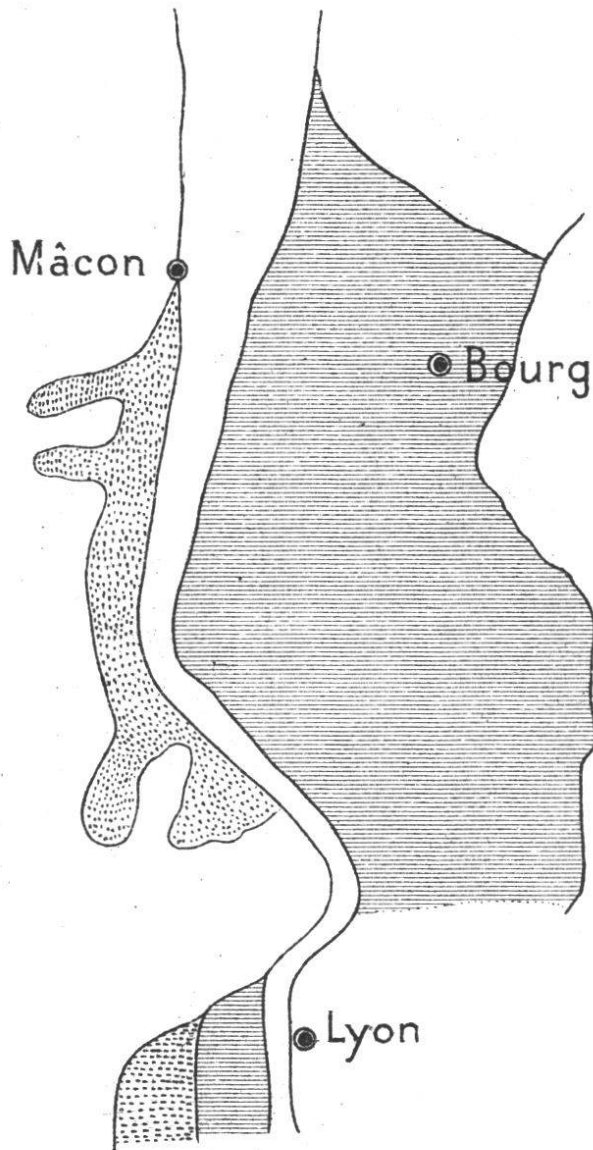
Coupe du carbonifère inférieur entre Lay et Régny.

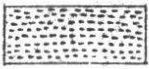
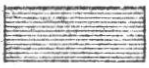
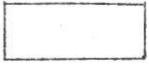


- 1— granwacke calcaire-schisteuse avec lentilles de calcaire à Régny.
- 2— poudingue couronnant le carbonifère marin et le culm
- 3— lufs orthophyriques avec bancs d'anthracite à Lay

PLANCHE V.

Répartition des alluvions pliocènes dans la vallée inférieure de la Saône (d'après M. M. Delafont et Deperet)



- | | | |
|---|---|--|
| } |  | Galets du Beaujolais et du Lyonnais (granites, porphyres, arkoses) |
| |  | Galets alpins |
| |  | alluvions de la Saône |

