

ÉTUDES

SUR LES

TERRAINS SECONDAIRES

DES ALPES,

DANS LES ENVIRONS DE GRENOBLE.

THÈSE

PRÉSENTÉE A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS, POUR OBTENIR
LE GRADE DE DOCTEUR - ÈS - SCIENCES,

Par CHARLES LORY,

Ancien Élève de l'École Normale, Professeur de Physique au Collège Royal de Poitiers,
et précédemment à celui de Grenoble.

NANTES,

IMPRIMERIE DE VINCENT FOREST,

QUAI DE LA FOSSE, N° 2.

—
1846.

BIBLIOTHÈQUE
SCIENTIFIQUE

ACADÉMIE DE PARIS.

FACULTÉ DES SCIENCES.

MM. DUMAS, doyen ,

BIOT,

FRANCOEUR.

MIRBEL,

PONCELET,

POUILLET,

LIBRI,

STURM,

DELAFOSSÉ ,

LEFÉBURE DE FOURCY,

DE BLAINVILLE,

CONSTANT PREVOST,

AUGUSTE SAINT-HILAIRE,

DESPRETZ,

BALARD,

MILNE EDWARDS.

PROFESSEURS.

DUHAMEL,

VIEILLE,

MASSON,

PELIGOT,

DE JUSSIEU,

AGRÉGÉS.

ÉTUDES

SUR LES TERRAINS SECONDAIRES DES ALPES,

DANS LES ENVIRONS DE GRENOBLE.

INTRODUCTION.

1. — Les divers terrains dont se compose le massif des Alpes ont fixé tour-à-tour l'attention des géologues les plus célèbres. Depuis que la science est en possession de données positives sur la constitution des principales contrées de l'Europe occidentale, on a cherché à en faire l'application à la géologie de ces montagnes, l'un des plus beaux monuments de bouleversements et de violentes révolutions que le globe nous présente. Il faut en convenir cependant, la plupart des tentatives que l'on a faites pour rattacher les diverses formations des Alpes à celles du reste de l'Europe, et les commotions qu'elles

ont éprouvées aux soulèvements reconnus sur d'autres points, ont abouti à montrer que cette région se distingue de toutes les autres, autant par sa constitution géologique que par la hauteur et le désordre apparent des cimes qui la composent. Il en est résulté la nécessité d'étudier les Alpes en quelque sorte comme un monde à part. Des terrains nombreux et variés y forment une série pour ainsi dire parallèle à celles que nous présentent les contrées environnantes; mais entre les termes correspondants de ces séries, on voit toujours des différences considérables, et du côté des Alpes, une puissance généralement plus grande, des caractères propres, soit au point de vue minéralogique, soit sous le rapport des fossiles, soit enfin dans les directions, les époques et l'intensité relative des bouleversements qu'ils ont éprouvés.

Au point donc où se trouve la science relativement à l'étude des Alpes, il semble que les efforts des géologues doivent se porter séparément sur les différentes parties de ce vaste massif, qui est loin de former un tout homogène, et où l'on sentira probablement de plus en plus la nécessité de distinguer un certain nombre de bassins et de centres de formation ou de dislocations, indépendants les uns des autres.

2. — Déjà depuis longtemps on a divisé l'ensemble des Alpes en deux grandes masses, distinctes par la direction de leurs cimes et les révolutions qu'elles ont éprouvées : les Alpes orientales et les Alpes occidentales, qui se rejoignent à l'extrémité N.-E. de la Savoie, près de Martigny en Valais. Mais dans les Alpes occidentales elles-mêmes, dans les Alpes de la Savoie et du Dauphiné, il y a encore probablement de profondes divisions à établir; et diverses parties de cet ensemble présentent, sans contredit, des caractères particuliers fortement prononcés. Nous essaierons, par la suite, d'en faire ressortir quelques traits.

Dès à présent il est nécessaire que nous rappelions en peu de mots la distinction bien connue et depuis longtemps établie, des Alpes centrales et des Alpes extérieures ou secondaires. Cette distinction a été récemment reproduite avec une netteté

parfaite par M. Sc. Gras, (1) et nous ne saurions mieux faire que d'emprunter à son mémoire les principaux traits de ce tableau.

3. — Entre toutes les chaînes de diverse nature dont se composent les Alpes occidentales, il y en a une qui se distingue du premier coup-d'œil « par la hauteur presque constante de » ses cimes, leur alignement régulier et l'uniformité de sa » composition minéralogique. » Cette chaîne, presque entièrement composée de roches cristallines, principalement feldspathiques et talqueuses, commence, comme l'on sait, au N.-E. par la pointe d'Ornex, au S. de Martigny. Se dirigeant vers le S.-O., elle forme le Mont-Blanc et les hautes aiguilles environnantes, comprise entre le col Ferret et le col de la Seigne ; elle continue, avec une hauteur moindre et quelques interruptions transversales jusqu'à la roche de Saint-Hugon, où elle atteint la frontière du Dauphiné et de la Maurienne. Cette première partie de la chaîne *talqueuse* est dirigée à-peu-près du N.-E. au S.-O. Étroite et continue, elle forme une limite naturelle entre le Faucigny et la vallée d'Aoste (Piémont), entre la Haute-Savoie et la Tarentaise, entre la vallée longitudinale de l'Isère au-dessous de Conflans, et les vallées transversales de la Tarentaise et de la Maurienne.

De la roche de Saint-Hugon jusqu'à la cime du roc de Billiau, au S.-E. des Sept-Laux, elle se continue par une série de crêtes aigues, dont la hauteur est d'environ deux mille sept cents mètres, et qui s'alignent suivant la direction N. 26° E.

Au midi des Sept-Laux, la chaîne talqueuse, jusque là simple et étroite, vient se perdre dans le vaste massif de même nature qui constitue l'Oisans et les parties adjacentes du département des Hautes-Alpes. La direction N. 26° E. se reconnaît encore quelque temps dans une série de sommités assez bien

(1) Introduction à un essai sur la constitution géologique des Alpes centrales de la France et de la Savoie ; *Bulletin de la Société Géologique de France, réunion à Chambéry*, 1844.

alignées, depuis le roc de Pindé à l'O des Sept-Laux, jusqu'au mont Taillefer, à onze kilomètres O. du Bourg-d'Oisans. Mais les traits les plus marqués du relief de l'Oisans se coordonnent suivant des directions bien différentes.

A l'E., depuis les Sept-Laux jusqu'au Val-Jouffrey, domine une direction très-rapprochée de la ligne N.-S. et qui est en particulier celle de la haute crête des Rousses.

A l'O., à partir du mont Taillefer, se montre une direction très-marquée des crêtes principales vers le S.-S.-E., et cette orientation finit bientôt par devenir générale dans toute la partie méridionale du massif talqueux.

Les roches cristallines dont il est formé disparaissent, vers la vallée du Drac, sous des formations secondaires; et on ne les retrouve plus qu'après un long intervalle, au-delà des frontières du Piémont. A son extrémité S.-E., le massif d'apparence primitive se termine par le vaste cirque de la Bérarde, dont les bords les plus continus et les plus élevés ont encore la direction générale du N.-N.-O. au S.-S.-E.

Cette rapide analyse des principaux traits que présente la chaîne *primitive* des Alpes, était un préliminaire indispensable pour préciser le rôle qu'elle joue dans la constitution générale de l'ensemble.

4. — La chaîne *primitive* divise en effet sur toute son étendue le massif des Alpes en deux régions distinctes par leur composition géologique.

A l'E. de cette chaîne, ou à l'intérieur de la courbe qu'elle forme, on rencontre une immense série de couches, de nature très-variée, qui constituent en totalité la Tarentaise, la Maurienne, le Briançonnais, et s'étendent même bien au-delà des frontières du Piémont.

La plupart de ces couches sont, comme l'on sait, des schistes argilo-calcaires, souvent quartzeux ou passant à des calcaires grenus, bréchiformes, et renfermant des bélemnites, des ammonites, etc. Ils sont souvent associés à des grès quartzeux ou micacés, avec gîtes d'anhracite, et ces couches anthra-

cifères présentent de nombreuses empreintes végétales, appartenant à la flore houillère.

Les couches inférieures de cette grande formation se lient intimement, du moins par leurs accidents de stratification, avec les schistes talqueux de la chaîne primitive. Elles en partagent toutes les inflexions et les bouleversements, pénètrent dans toutes les vallées intérieures du massif de l'Oisans, et recouvrent souvent de lambeaux isolés et épars les sommités des montagnes talqueuses.

Ces couches inférieures de la grande formation *anthracifère* revêtent également, mais sur une faible largeur, le flanc occidental de la chaîne primitive, le long de laquelle elles forment une rangée de collines ou de montagnes généralement peu élevées. Mais bientôt elles disparaissent vers l'O. sous des terrains plus récents, et dont les caractères, aussi bien que la stratification, sont tout autres.

5. — La ligne de séparation de ces deux ordres de terrains est marquée sur une grande étendue par une série de vallées, parallèles à la grande chaîne talqueuse dont les crêtes les dominent à l'E. ou au S.-E. Telles sont, du N. au S., les vallées de Sixt (au N.-O. de Chamounix), de l'Arly, de l'Isère, entre Conflans et Grenoble, et enfin le large bassin de la plaine de Grenoble elle-même. Mais au-delà, cette délimitation naturelle ne subsiste plus, ou n'est que très-imparfaitement indiquée par la vallée du Drac, creusée dans des couches qui appartiennent déjà aux formations de la zone extérieure.

Tous les géologues ont été frappés du contraste que présentent les deux flancs opposés de ces vallées, ceux par exemple de la vallée de l'Isère. A l'E., derrière les crêtes aigues de la chaîne talqueuse, s'étendent de vastes contrées, exclusivement constituées par le terrain anthracifère; les couches presque toujours verticales, et portées souvent à des hauteurs de trois à quatre mille mètres, y forment « un assem-
» blage confus de pics élancés, de cimes déchiquetées et dis-
» continues, que séparent des vallées étroites, profondes, se
» ramifiant à l'infini, » (M. Gras), et dont la direction ne

correspond presque jamais à l'orientation dominante des couches.

A l'O. au contraire, de longues lignes d'escarpement, parfaitement horizontales en général, s'étagent avec régularité les unes derrière les autres, suivant exactement les contours extérieurs de la chaîne talqueuse, et enfermant comme d'une vaste muraille le massif des Alpes centrales.

6. — Les couches, toujours moyennement inclinées, mais jamais verticales, sont évidemment restées étrangères aux premières commotions de la masse centrale. Tandis que les terrains stratifiés de la Tarentaise, de la Maurienne, de l'Oisans, paraissent avoir partagé toutes les révolutions de la chaîne primitive qu'ils enveloppent et recouvrent en partie; les terrains de la zone extérieure reposent avec indifférence et en discordance de stratification, tantôt sur des schistes talqueux, tantôt sur des schistes argilo-calcaires, ou sur des grès à anthracite. En un mot, ils se présentent sous tous les rapports comme formant un système tout-à-fait distinct, comme appartenant à une période toute nouvelle dans l'histoire géologique des Alpes.

Tandis que les terrains des Alpes centrales ne correspondent, pour ainsi dire, en rien aux formations du reste de l'Europe; qu'ils nous présentent même de nombreuses anomalies aux lois paléontologiques généralement reconnues jusqu'ici dans les autres contrées; — les terrains des Alpes extérieures, se lient au contraire par une continuité certaine aux formations secondaires du Jura. Quoique conservant toujours, comme nous le verrons, des caractères particuliers, ce sont de véritables terrains secondaires ou tertiaires; et ce qu'ils ont surtout de distinctif, de remarquable, ce sont les soulèvements qu'ils ont éprouvés. Mais par cela même que ces révolutions, correspondant à celles de la chaîne centrale, ont été moins intenses, plus régulières dans leurs effets; par cela même qu'elles ont dû affecter différemment et inégalement les diverses formations secondaires ou tertiaires, l'étude des terrains des Alpes extérieures m'a semblé propre à jeter quelque jour sur le chaos

que nous présente encore la constitution de la chaîne des Alpes.

7 — Plus que toute autre, la partie de la zone secondaire comprise dans le département de l'Isère doit offrir de l'intérêt sous ce rapport : occupant le milieu de la longueur de cette bande, elle se trouve placée au point de croisement de toutes les lignes suivant lesquelles nous avons vu se disposer les diverses parties de la chaîne primitive ; et nous devons par conséquent y rencontrer des traces bien marquées de tous ces soulèvements de directions différentes qui ont concouru à produire le relief actuel du massif alpin. Il m'a semblé d'ailleurs reconnaître dans les terrains créacés qui occupent la majeure partie de cette région des caractères spéciaux, qui n'ont pas encore été signalés d'une manière explicite par les divers géologues qui ont étudié cette partie des Alpes.



CHAPITRE PREMIER.

Délimitation et divisions géographiques du massif secondaire qui fait l'objet spécial de ces études — Disposition et caractères généraux des principales chaînes dont il est formé — Principales formations que l'on y a distinguées jusqu'ici.

8. — Le massif de montagnes secondaires qui fait l'objet de ce travail forme à l'O. de la grande chaîne des Alpes occidentales une bande régulière et d'environ deux myriamètres de largeur dans sa partie septentrionale, mais qui va en s'élargissant de plus en plus vers son extrémité méridionale. Elle est limitée à l'E. par les vallées longitudinales de l'Isère, depuis Chapareillan jusqu'à Grenoble, et du Drac, depuis Grenoble jusque vers l'extrémité méridionale du département de l'Isère; au midi, par la vallée de la Drôme, de Die à Crest; à l'O., par la plaine de Valence et de Romans, la vallée de l'Isère, de Romans à Moirans, et les collines de cailloux roulés qui couvrent les environs de Voiron, de Saint-Geoire et du Pont-de-Beauvoisin. Vers le N.-N.-E., les chaînes que nous aurons à étudier se prolongent en Savoie, en conservant à peu près les mêmes directions; mais leurs caractères géologiques, et les révolutions qu'elles ont éprouvées, paraissent offrir dans ce prolongement d'assez notables différences.

9. — Ce qui caractérise essentiellement ce massif, et le distingue encore plus nettement peut-être que les limites naturelles que je viens de tracer, c'est la prédominance à-peu-près exclusive de deux directions, auxquelles se coordonnent toutes les chaînes dont il se compose. L'une N. 26° E. est, comme nous l'avons vu, celle de la chaîne primitive, depuis son entrée

en France à l'E. de Montmeillan, jusqu'au mont Taillefer à l'O. du Bourg-d'Oisans. Telle est la direction de la vallée de Graisivaudan, l'une de nos limites orientales; telle est aussi la direction de la vallée de l'Isère entre Moirans et Saint-Nazaire et celle de la crête de Penet, qui borde la plaine de Romans, entre Saint-Nazaire et Chabeuil. L'autre direction dominante est la direction N.-S. ou plus exactement N. 6° E., qui appartient, comme nous l'avons vu, au prolongement de la chaîne talqueuse dans toute la partie orientale du massif de l'Oisans. C'est celle des vallées du Drac et de ses affluents de Grenoble à Clelles; celle aussi du rivage oriental de la plaine de Valence, formé par la crête de Raye, entre Chabeuil et Crest. Les mêmes directions se retrouvent partout, dans les chaînes intérieures et les nombreuses vallées qu'elles limitent.

Deux autres directions moins fréquentes, mais encore bien marquées sont les directions N. 50° E. et N.-N.-O., qui dominent, ainsi que nous l'avons dit, aux deux extrémités, septentrionale et méridionale, du massif primitif.

Il n'en est plus de même dès que l'on dépasse, vers le midi, les limites que nous avons tracées. A partir de la vallée de la Drôme, les principales chaînes, au lieu de s'aligner vers le N. ou le N.-N.-E., courent dans des directions presque perpendiculaires; et l'on voit prédominer de plus en plus les directions propres aux soulèvements pyrénéens ou à celui des Alpes orientales. Une partie des failles qui ont produit la vallée de dislocation de la Drôme nous offrent déjà des exemples de ces orientations; et ces soulèvements ont eu pour effet de fermer au midi les vallées longitudinales du Vercors, alignées suivant la direction N. 6° E.

La région à laquelle s'étendent nos études s'offre donc comme un ensemble bien caractérisé et nettement détaché du reste des Alpes. Cette conséquence ressortira mieux encore de l'examen de sa composition géologique, qui présente une parfaite uniformité.

10. — Depuis les observations de M. E. de Beaumont, consignées en 1829 dans son *Mémoire sur les principales révo-*

lutions du globe, les géologues ont admis, dans cette partie des Alpes, quatre formations principales distinctes, dont deux appartiennent aux terrains secondaires et constituent exclusivement toutes les chaînes élevées ; deux autres appartiennent aux terrains tertiaires, moyens et supérieurs, et n'apparaissent que sur le contour extérieur du massif ou dans quelques grandes vallées intérieures.

1° La plus récente de ces formations tertiaires, est cet immense dépôt de débris roulés qui, après le dernier soulèvement des Alpes occidentales, paraît s'être accumulé dans un lac dont cette chaîne et les montagnes du Forez constituaient les limites, et qui, du S. au N., s'étendait des environs de Valence jusqu'à Dijon et à Besançon. Ce dépôt existe d'une manière presque continue sur toute la limite occidentale des terrains secondaires, depuis Romans jusqu'au Pont-de-Beauvoisin. A l'intérieur des montagnes, il ne se trouve que dans la grande vallée de Saint-Laurent-du-Pont, qu'il a dû jadis combler en entier, de manière à se déverser en partie par dessus son bord occidental.

Ce terrain, postérieur aux derniers bouleversements des Alpes occidentales, ainsi que l'a établi M. E. de Beaumont, ne doit donc que très-peu nous occuper par la suite. Mais il n'en est pas de même de la formation tertiaire moyenne, ou *molasse*, qui, comme il résulte encore des observations de cet illustre géologue, a participé plus ou moins, sur toute son étendue, aux dernières et peut-être aux plus fortes convulsions du sol secondaire. Cependant, comme nous l'établirons bientôt, tous les grands traits de la configuration actuelle sont antérieurs à son dépôt.

11. — 2° Les montagnes de notre massif sont donc principalement formées par deux classes de terrains secondaires les terrains jurassiques, et les terrains crétacés.

On rapporte à l'étage jurassique cette grande épaisseur de calcaires, compacts ou schisteux, plus ou moins argileux, noirs ou gris foncés, qu'on rencontre à peu près sans interruption sur tout le contour oriental et méridional du massif. Ils

forment le premier gradin des montagnes qui bordent à l'O. les vallées de l'Isère, du Drac et de la Gresse, ainsi que celles qui encaissent la vallée de la Drôme. Partout leurs caractères sont identiques ; et l'on peut admettre qu'ils représentent les différents termes de la série jurassique, depuis le lias jusqu'à l'étage oxfordien.

Au-delà de cette bande jurassique, qui lui sert de base, le massif secondaire est presque exclusivement formé par une masse puissante de calcaires, qui s'écartent des terrains sous-jacents par leurs fossiles, et généralement par une légère discordance de stratification, et que, depuis M. E. de Beaumont, les géologues ont placée dans l'étage crétacé inférieur.

Cette formation atteint une puissance de plus de mille mètres, et on l'a jusqu'ici subdivisée en deux assises principales l'une inférieure, composée de marnes et calcaires marneux d'un gris bleuâtre, souvent jaunâtres ou rosés ; l'autre supérieure, formée d'un calcaire compact, blanc jaunâtre, en couches généralement très-épaisses. L'étage inférieur offre un assez grand nombre de fossiles, des *spatangues*, des *gryphées*, des *nautilus*, des *ammonites*, qui appartiennent en général aux terrains crétacés inférieurs. L'étage supérieur est caractérisé par les fossiles contournés du genre *chama* ; on y trouve encore quelquefois des *hippurites* et autres fossiles crétacés.

D'après ces fossiles, et surtout d'après les liaisons intimes qu'il crut apercevoir entre cette formation et les grès-verts bien connus de la perte du Rhône, de Thônes et de la montagne des Fis, en Savoie, ceux du Villard-de-Lans, au centre même de notre massif ; M. de Beaumont classa aussi ce terrain dans l'étage crétacé inférieur, sans le séparer géologiquement des grès-verts.

12. — Mais, depuis cette époque, des découvertes importantes ont été faites sur cette partie inférieure des formations crétacées : le terrain *néocomien* reconnu d'abord dans le point où il est peut-être le moins développé, s'est retrouvé avec tous ses caractères dans toute la Savoie occidentale. A l'autre extrémité des Alpes, un terrain analogue par sa position

et ses fossiles a été reconnu dans une grande partie de la Provence, et en peu de temps l'étage néocomien a pris dans la science une importance égale à celle des autres étages de la craie.

Comprises entre les terrains secondaires de la Savoie et ceux de la Provence, se liant aux uns et aux autres par des prolongements manifestes, les formations crétacées du Dauphiné devaient, selon toute probabilité, se rapporter aussi au même étage. Leurs deux assises principales, l'assise marneuse à *spatangues*, et l'assise de calcaire blanc compact à *chama ammonia*, coïncidaient précisément avec celles du terrain de Neuchâtel. La Société Géologique, dans sa réunion à Grenoble en 1840, établit formellement cette classification. Dans les couches marneuses fossilifères du Fontanil, elle vit les représentants de l'étage marneux à *spatangus retusus*, et tous les calcaires blancs compacts à *chama* furent regardés par elle comme appartenant à l'assise supérieure du terrain néocomien.

Telle est l'opinion à laquelle paraissent s'être arrêtés les géologues, relativement aux couches secondaires du Dauphiné; nous espérons en montrer par la suite l'insuffisance et tracer une distinction tranchée entre ces terrains et les formations néocomiennes, bien moins puissantes et moins étendues, de la Suisse et de la Savoie.

Les explorations récentes dont le terrain néocomien a été l'objet en Savoie et en Provence nous faciliteront ce travail. Dans ses deux réunions, à Aix en 1842, et à Chambéry en 1844, la Société Géologique a nettement établi les caractères de ce terrain à ces deux extrémités des Alpes occidentales. Dans cette dernière réunion surtout, M. Chamousset a développé de la manière la plus complète la description des terrains jurassiques et néocomiens des environs de Chambéry; et ces observations nous serviront de point de départ et de terme de comparaison pour l'étude des terrains secondaires du Dauphiné.

13.— Je donnerai d'abord, en peu de mots, une idée générale du relief de la région qui nous occupe, en y traçant

quelques divisions orographiques, correspondant aux divisions géologiques que nous pourrons y établir par la suite.

Ces divisions se rapportent principalement à la partie septentrionale du massif, à celle que comprend, à peu de chose près, le département de l'Isère. J'indiquerai plus bas les raisons qui me conduisent à ne m'occuper d'abord que de cette région en particulier.

1° Une ligne à-peu-près droite (et sensiblement N.-N.-E.), tirée de Cognin près Chambéry, par Saint-Laurent-du-Pont et Voreppe, et prolongée jusqu'à Saint-Gervais, détache au N.-O. une région montagneuse ou plutôt un plateau peu élevé, dont la largeur diminue de plus en plus vers le midi, et qui finit par cesser tout-à-fait au-dessus de Saint-Gervais.

Ce qui peut caractériser cette région, que j'appellerai *région* ou *bande du N.-O.*, c'est qu'elle est recouverte en majeure partie par la formation tertiaire de la molasse; et cette formation s'arrête avec elle vers l'E., au pied de la série continue d'escarpements qui, depuis Cognin jusqu'à Saint-Gervais, bordent à l'E. les vallées de Couz, de Saint-Laurent-du-Pont, de Roize et de Varaize.

En Savoie, cette région est occupée par deux chaînes secondaires parallèles, dirigées à-peu-près du N. au S., et auxquelles appartiennent les montagnes qui ferment brusquement au N. la plaine des Echelles. En France, le prolongement de ces chaînes n'est représenté que par les plateaux peu élevés qui bordent cette plaine à l'E. et à l'O., et dont le dernier se prolonge vers le S.-S.-O., jusqu'au-dessus de Saint-Gervais.

14. — 2° Limitée à l'O. par les vallées que je viens d'énumérer ci-dessus; à l'E. par la ligne à-peu-près parallèle des vallées de Lans et de Proveysieux, des vallons de Vallombre, de la Chartreuse, de la Rochère et de Corbet; s'élève une épaisse chaîne de montagnes, coupée transversalement, comme la précédente, par la vallée de l'Isère, entre Grenoble et Voreppe, et qui ne présente dans le sens de sa longueur que des plateaux ou des vallons étroits, très-élevés. Dans sa plus grande hauteur, cette chaîne dépasse dix-neuf cents mètres,

(la *Sure*, au S. de Saint-Laurent-du-Pont, 1925 mètres) ; mais sur toute sa longueur, elle se maintient à une hauteur à-peu-près uniforme d'environ 1700 mètres.

Sur toute sa longueur aussi, les couches plongent à l'E. et se terminent à l'O. par un escarpement jusqu'au-dessus de Saint-Gervais. Mais à partir de ce point, elles plongent aussi vers l'O. sous la vallée de l'Isère, comme on peut remarquer que déjà elles tendaient à le faire sous la plaine de Saint-Laurent-du-Pont.

15. — 3° Enfin, à l'E. des deux bandes précédentes, entre les vallées qui limitent la *bande moyenne*, et la lisière de terrain jurassique qui s'étend de Chapareillan à Grenoble, et de Grenoble au col de la Croix-Haute, s'élève cette belle chaîne dont les escarpements orientaux, taillés à pic, dominent les vallées de l'Isère, du Drac et de la Gresse. Dans toute sa longueur, cette chaîne se maintient à une hauteur de dix-neuf cents à deux mille mètres, dépassée çà et là par des pics plus élevés, interrompue aussi par quelques cols, toujours peu inférieurs au niveau général de la crête. Elle commence au-dessus de Chapareillan par la dent de Granier, et continue rectilignement jusqu'à la dent de Saint-Pancrace, sur une direction S. 26° O. Là elle s'interrompt subitement. par les pics isolés de Chamechaude et du Casque de Néron, elle se relie à la grande chaîne de la vallée du Drac, qui, depuis le roc de Saint-Nizier jusqu'au Mont-Aiguille, court S. 6° O. et du Mont-Aiguille au col de la Croix-Haute, prend la direction S.-S.-E.

Sur toute la longueur de ce grand escarpement, les couches plongent constamment vers l'O., se relèvent vers la chaîne centrale ; mais dans la partie septentrionale, à partir des vallées de Quaix, Sarcenas, le col de Porte, Saint-Pierre-de-Chartreusé et Entremont, les mêmes couches s'infléchissent en sens contraire, se redressent vers l'O., et forment ainsi les crêtes de la Pinée, de Bérard, et surtout celle du Grand-Som, où elles atteignent une hauteur égale à celle des sommités de la chaîne orientale. Les tranches de ces couches relevées bordent à l'E. les vallons de Proveysieux, de Vallombre, de la Chartreuse et

de la Rochère ; elles semblent par conséquent reposer, à stratification à peu près concordante, sur les couches supérieures de la *bande moyenne*, qui forment le flanc opposé des mêmes vallées. Nous examinerons plus tard si cette superposition apparente existe en réalité.

16. — Les divisions que nous venons d'établir s'appliquent surtout, avons-nous dit, à la partie septentrionale du massif secondaire ; elles s'effacent plus ou moins complètement dans la partie méridionale. Au S. de la vallée de Lans, les deux grandes chaînes se soudent en quelque sorte pour fermer cette vallée et constituer les hautes cimes du Veymont. D'autre part, les crêtes parallèles, les vallées longitudinales qu'elles limitent deviennent beaucoup plus nombreuses, et leur niveau en général s'abaisse. Les couches, beaucoup moins inclinées que dans le massif septentrional, éprouvent aussi un plus grand nombre d'inflexions, et de là l'élargissement de la bande secondaire vers le midi, de là ces nombreuses vallées et ces immenses plateaux boisés du Vercors et du Royannais, de là aussi une plus grande uniformité de constitution géologique à la surface du sol. C'est donc surtout dans la partie septentrionale de notre massif, celle précisément que comprend le département de l'Isère, que nous devons chercher à distinguer les nombreuses assises qui composent ces montagnes.



CHAPITRE DEUXIÈME.

TERRAINS JURASSIQUES.

Restriction de ce nom aux terrains secondaires les plus anciens de la zone des Alpes extérieures — Diverses assises du terrain jurassique dans le Dauphiné ; leur classification, leur liaison avec les terrains jurassiques de la Savoie, terrains jurassiques supérieurs des environs de Chambéry

17. — En donnant ici quelques pages à l'étude préliminaire du terrain jurassique, je n'ai point l'intention d'aborder cette question, si vivement débattue dans ces dernières années, et on peut le dire cependant, si peu éclaircie, de l'existence du terrain jurassique dans les Alpes centrales. Depuis les découvertes faites par M. E. de Beaumont à Petit-Cœur et au col du Chardonnet, de nombreuses observations sont venues les confirmer ; les travaux de MM. Sismonda, Fournet, Scipion Gras, et tout récemment les explorations faites par la société géologique pendant sa réunion à Chambéry, ont démontré d'une manière irrécusable l'existence des ammonites et des bélemnites dans les schistes argilo-calcaires des Alpes centrales, et celle des empreintes végétales de l'époque houillère dans des couches subordonnées à la même formation. Ainsi le même terrain renferme bien certainement des fossiles végétaux du terrain houiller et des fossiles animaux analogues à ceux des terrains jurassiques. De là la discussion qui existe encore entre les géologues, et qui subsistera toujours, tant que l'on cherchera à faire reposer principalement la détermination de l'âge de ces terrains sur les fossiles qu'ils renferment. Ce n'est donc

point ici la paléontologie qui peut trancher la question ; mais seulement l'étude des rapports de stratification de ce terrain avec d'autres plus faciles à déterminer , avec les terrains manifestement jurassiques qui bordent les rives droites des vallées de l'Arly , de l'Isère et du Drac. C'est la voie dans laquelle était entré autrefois M. Brochant de Villiers, quand il classa ces derniers terrains dans les terrains secondaires et les couches de la Tarentaise dans les terrains intermédiaires. C'est aussi la voie dans laquelle nous paraît être entré avec raison M. Gras , en établissant une distinction , qui est au fond la même , entre les terrains jurassiques et les terrains anthracifères , et traçant , comme nous l'avons fait avec lui , les limites de ces deux terrains d'après leurs rapports de stratification. Il en résulterait que le terrain vraiment jurassique ne se rencontre point dans les Alpes centrales , qu'il forme seulement une bande assez étroite , mais parfaitement continue , tout le long du versant occidental de la grande chaîne constituée par les schistes talqueux , les grès et schistes argileux à anthracite et les schistes argilo-calcaires à bélemnites. Je renvoie sur ce point au mémoire de M. Gras , que j'ai déjà eu l'occasion de citer bien des fois.

18. — Quelle que soit du reste l'opinion que l'on adopte au sujet du classement géologique des terrains des Alpes centrales, les géologues sont en général bien d'accord sur l'âge de deux terrains qui constituent pour nous les deux extrêmes de la série jurassique dans presque tout le Dauphiné. L'un de ces terrains est le calcaire gris foncé , lamellaire , qui , aux environs de la Mure , au Psychagnard , à Laffrey , recouvre le système des schistes anthracifères . ses nombreux fossiles bien caractérisés , permettent de le classer sûrement dans l'étage du *Lias*. L'autre est le terrain qui constitue la ceinture la plus extérieure de la bande jurassique , celui dont les escarpements dominant à l'O. les vallées de la Grasse et de l'Isère , celui qui à Grenoble même se relève pour former le mont Rachat , sur lequel sont assis les forts qui dominent la ville. Ainsi que l'a encore établi récemment M. Chamousset (*Soc. Géol., réün à Chambéry, 1844*),

il se lie intimement dans son prolongement avec les calcaires qui en Savoie contiennent, intercalés sur certains points, des bancs d'oolite ferrugineuse riches en fossiles, et que ces fossiles classent dans la partie inférieure de l'étage oxfordien.

19. — Du village de Laffrey, où le lias, semblable par la structure et les fossiles au calcaire du Psychagnard, paraît reposer indifféremment sur des schistes talqueux, sur des grès à anthracites, ou sur des schistes calcaires à bélemnites; cette assise inférieure du terrain jurassique peut être suivie presque sans discontinuité vers le midi. C'est du moins à elle que me paraissent appartenir les calcaires foncés, lamellaires, riches en belles ammonites, qui s'étendent, à travers le Rattier et le Beaumont, jusqu'au-delà de Corps. Ils forment la base de la puissante série de couches plus argileuses et plus fissiles dans lesquelles est creusée la vallée du Drac, et qui sont couronnées à leur tour dans la chaîne de l'Obiou, par les assises jurassiques plus récentes, et en dernier lieu par le calcaire oxfordien de Grenoble. Au S. et au S.-O., ces terrains jurassiques disparaissent sous les couches à nummulites du col de Bayard et sous les terrains créacés inférieurs du Dévoluy.

20 — Sur une ligne parallèle, un peu plus reculée vers l'O., le calcaire du Psychagnard disparaît de même sous une grande épaisseur de schistes argilo-calcaires, renfermant des ammonites du lias, et alternant encore avec des couches de calcaires grenus, quelquefois compacts. Dans la vallée du Drac à l'O. de la Mure, succède à ce système une série non moins puissante de schistes argilo-calcaires très-fissiles, qui occupe tout l'intervalle compris entre le Drac et la Gresse et se termine à l'O. par une rangée de collines calcaires plus solides (1).

La vallée de la Gresse elle-même est creusée dans une nouvelle série de couches schisteuses, que les eaux des torrents délayent et ravinent avec la plus grande facilité, et qui sur quelques points, comme à la *Fontaine ardente*, à deux lieues

(1) Voir le Mémoire de M. Sc. Gras, déjà cité dans notre introduction

S. de Vif, présentent une grande quantité de petits fossiles du genre *possidonia*. Au-dessus enfin, les escarpements qui constituent le premier gradin des hautes montagnes de la vallée de la Gresse sont formés par les couches calcaires de l'étage oxfordien, qui se lient avec les précédentes par une grande épaisseur de calcaires marneux, noirs et bitumineux.

Telle est la constitution de toutes les montagnes jurassiques qui servent de base à la grande chaîne crétacée, depuis le col de la Croix-Haute, jusqu'au roc de Saint-Nizier au S.-O. de Grenoble.

21. — Vers l'extrémité septentrionale de cette chaîne, la ligne de faite va en s'abaissant, et le terrain jurassique qui en forme la base ne présente plus que son étage supérieur. C'est ce qui a lieu depuis Varces jusqu'à Seyssins, où cessent les affleurements de ce terrain. Mais à Grenoble, le prolongement des mêmes couches, se relevant subitement sous un angle d'environ 75° constitue le mont Racht, dont les bases présentent du côté de l'E.-S.-E. les assises moyennes et inférieures du terrain jurassique, tandis que son sommet et son versant occidental sont formés par le calcaire oxfordien de la Porte-de-France de Grenoble.

Dans cette montagne et ses voisines au N.-E., le Crey de Berlatin et le Saint-Eynard, qui n'en sont séparées que par d'étroites fentes, le calcaire oxfordien présente un point d'inflexion très-remarquable, qui correspond au brouillage de la chaîne talqueuse dans les environs du pic de Belledonne, et au passage de la direction N. 6° E. des chaînes de la vallée du Drac, à la direction N. 26° E. des chaînes de la vallée de Graisivaudan.

22. — Au-delà de ce croisement de soulèvements qui a donné aux couches du mont Racht une position presque verticale, les assises supérieures du terrain jurassique continuent tout le long de la vallée de Graisivaudan, formant un escarpement dont la hauteur primitive est, dans le Saint-Eynard, d'environ mille trois cent cinquante mètres, mais qui va en s'abaissant vers le N., en même temps que les couches qui le

composent tendent de plus en plus à l'horizontalité. Aussi les couches moyennes et inférieures du terrain jurassique disparaissent bientôt, au niveau de la vallée. on n'en retrouve plus des traces que sous le fort de Barraux, bâti sur une colline de calcaires noirs schisteux, la seule que les évactions aient respectée dans l'étendue de cette vallée. Les couches jurassiques supérieures sont couronnées par un plateau, supportant les villages de Saint-Pancrace, Saint-Hilaire, Bellecombe, etc., que dominant à leur tour les grands escarpements de la chaîne crétacée, depuis la dent de Saint-Pancrace jusqu'à celle de Granier.

23. — A cette dernière montagne, située à la limite de la France et de la Savoie, s'arrête brusquement la chaîne crétacée. Les terrains jurassiques sur lesquels elle repose, ne formant plus déjà, au-dessus de Chapareillan, que des plateaux peu élevés, se prolongent en Savoie, recouverts à peine de quelques vestiges des couches crétacées inférieures de la dent de Granier. C'est ainsi que ces couches jurassiques s'étendent dans les collines d'Aspremont et de Myans, d'où on les rattache bien facilement avec les calcaires semblables qui, de l'autre côté de la plaine de Chambéry, forment la montagne de la Thuile, les bases des montagnes des Bauges et de la dent de Nivolet.

Le calcaire de la colline de Lémenc, près Chambéry, situé à la base de cette dernière montagne, paraît donc le prolongement direct des couches jurassiques les plus élevées de la vallée de l'Isère. Or, M. Chamousset ⁽¹⁾ a établi l'identité de ce calcaire de Lémenc avec les couches qui, à la base du Mont-du-Chat, contiennent intercalées les oolites ferrugineuses, riches en fossiles de l'étage oxfordien. Il en résulte donc que le calcaire jurassique supérieur de la vallée de l'Isère, le calcaire de la Porte-de-France de Grenoble, appartient à l'étage oxfordien inférieur.

24. — En résumé, l'on voit que l'ensemble des formations

(1) *Société Géologique de France, réunion à Chambéry, 1844*

jurassiques sur le contour occidental de la chaîne centrale des Alpes peut être divisé en trois assises principales .

1° Assise du *Lias*, composée à sa partie inférieure des couches de calcaires gris-foncés lamellaires de Laffrey, du Peychagnard, etc., et au-dessus, d'alternances puissantes de couches argilo-calcaires schisteuses et de couches calcaires grenues plus solides ;

2° Assise *moyenne*, représentant d'après sa position les terrains oolitiques inférieurs, et dont la partie la mieux caractérisée est cette épaisse série de schistes argileux très-fissiles, dans lesquels sont creusés le vallon de la Gresse et le bassin tout entier du Trièves, et qui renferment, sur quelques points, une grande abondance de *possidonies* ;

3° Assise *oxfordienne*, composée à sa base de couches marneuses, noires et peu épaisses, et terminée par les couches calcaires, grisâtres et plus massives de la Porté-de-France de Grenoble.

Telle est la constitution uniforme de ce terrain sur toute la limite orientale de notre massif secondaire.

Les couches oxfordiennes, qui ordinairement servent de base aux puissants dépôts crétacés, constituent le plus souvent des escarpements abrupts et arides du côté des Alpes centrales, tandis que leur revers présente des plans inclinés, boisés ou couverts de pâturages, et dont la pente est souvent assez faible. Les couches marneuses inférieures forment les coteaux de la vallée de Graisivaudan et de celle de la Gresse ; et au-dessous, les schistes à *possidonies*, plus ou moins complètement ravinés, servent de lit aux rivières qui longent le pied des chaînes. Une aridité absolue, les dégradations incessantes qu'éprouvent leurs escarpements, la teinte foncée et monotone de leurs couches ravinées, tels sont les caractères presque constants que présentent ces flancs de montagnes jurassiques. Cet aspect imprime en général aux pays où elles dominent une teinte de tristesse et de désolation uniforme, si frappante dans la vallée de la Gresse, et que l'on retrouve complètement dans celle de la Drôme.

25. — Cette vallée en effet fait partie d'un vaste massif jurassique qui comprend les bassins de la Drôme et de la Durance, c'est-à-dire une grande partie des départements de la Drôme, des Hautes et Basses-Alpes.

Cette vaste région, où le terrain jurassique n'a point été recouvert par les formations crétacées inférieures, forme par conséquent une limite naturelle au massif que nous devons étudier. Toutefois, au S. de la gorge étroite où la Drôme est resserrée au-dessous de Pontaix, s'élèvent des montagnes crétacées qui continuent manifestement celles du Vercors; elles s'étendent jusqu'à Nyons et rattachent immédiatement les formations crétacées du Dauphiné à celles de la chaîne du Ventoux et de la Provence en général.

Dans l'intérieur même des bassins jurassiques de la Drôme et de la Durance, les terrains crétacés inférieurs occupent quelques points où les rapports mutuels de ces couches et des montagnes jurassiques sont mis en évidence. Au S. de Die se rencontrent un grand nombre de vallées elliptiques, fermées de toutes parts, et constituées par de hautes crêtes jurassiques qui se croisent de façon que leurs couches plongent toutes vers un point central. L'intérieur de ces vallées est rempli par des lambeaux de terrains crétacés, semblables à ceux que nous aurons à décrire, mais d'une puissance généralement bien moindre: horizontales dans le centre, elles se relèvent médiocrement vers les bords du bassin et reposent en stratification discordante contre les flancs très-inclinés des crêtes jurassiques (1).

Ces dernières d'ailleurs ne présentent point d'autres assises que celles que nous avons signalées dans les vallées de l'Isère et du Drac. On ne trouve non plus aucune assise jurassique intermédiaire entre le calcaire oxfordien de la Porte-de-France et les marnes inférieures des terrains crétacés du Vercors.

26. — Ainsi, dans le Dauphiné en général, la série des

(1) Sc. Gras, *Statistique géologique du département de la Drôme*

terrains jurassiques s'arrête à l'étage oxfordien inférieur. Mais s'il en est ainsi dans les vallées de la Drôme, du Drac et de l'Isère, il n'en est point de même en Savoie. Dans les montagnes situées au N. et à l'O. de Chambéry, le calcaire oxfordien, prolongement de l'étage jurassique le plus élevé de la vallée de l'Isère, ne forme au contraire que la base d'un épais système de couches plus récentes, offrant les caractères et les fossiles de l'étage corallien. C'est ainsi que la plupart des montagnes de la Savoie proprement dite, la dent de Nivolet, le Mont-du-Chat..., sont formées en grande partie par ces couches jurassiques; tandis que les terrains crétacés, si puissants dans le Dauphiné, couvrent seulement ces montagnes d'un revêtement de couches incomparablement moins puissantes, et qui souvent ne s'étendent que sur les flancs des chaînes, sans recouvrir leurs sommets d'un dôme continu. C'est ce qui a lieu dans toutes les chaînes qui encaissent le lac du Bourget, qui limitent les vallées d'Aix et de Rumilly; et cette puissance croissante du terrain jurassique, cette puissance décroissante du terrain *néocomien*, se prononcent de plus en plus, à mesure que l'on se rapproche de l'extrémité méridionale du Jura.

27. — Je n'entrerai point dans une énumération détaillée des formations jurassiques de la Savoie occidentale. La série de ces terrains a été décrite avec soin par M. Chamousset, dans les comptes-rendus de la session de la Société Géologique à Chambéry. Je me bornerai à rappeler en quelques mots, les caractères des diverses assises qui composent, d'après cet habile géologue, la formation jurassique supérieure de la Savoie.

« On peut, dit M. Chamousset, diviser en deux grandes » masses tout le terrain jurassique qui commence à l'oolite » ferrugineuse : la première qui comprend ce minerai à sa » base est essentiellement marneuse, d'un gris foncé; la » deuxième est un calcaire blanc, oolitique dans le bas, géné- » ralement compact dans le haut, et qui acquiert une grande » puissance. Il est recouvert immédiatement par les roches » néocomiennes. »

La dent de Nivolet, le Mont-du-Chat présentent cette série complète. Le calcaire marneux grisâtre auquel est subordonnée l'oolite ferrugineuse (terrain oxfordien inférieur), s'enfonce sous une masse puissante de marnes feuilletées, noires et bitumineuses. Puis viennent des couches minces de calcaires marneux, souvent plissées et ondulées, comme elles le sont d'une manière si remarquable au Mont-du-Chat. Au-dessus, sont des couches marneuses bleuâtres ou jaunâtres qui se terminent au Mont-du-Chat par une assise de dolomie grise et cristalline, sans stratification nette. Enfin, vient la puissante assise de calcaire blanc corallien. d'abord un calcaire compact, en couches épaisses, pénétré de filets et de géodes spathiques, et contenant des *nérinées*, des polypiers, etc., d'espèces coralliennes; puis un calcaire à belles oolites blanches, de la grosseur d'un pois; et enfin une nouvelle assise de calcaire blanc, massif, qui au Mont-du-Chat forme le sommet et le revers oriental de la crête, mais ne présente pas toute son épaisseur habituelle.

28. — Le Mont-du-Chat fait partie d'une chaîne qui, depuis Chanaz, à l'extrémité N. du lac du Bourget, se prolonge jusqu'à la *Grotte des Échelles*. Le flanc O. de cette chaîne est formé par la tranche des couches oxfordiennes; la crête est de calcaire blanc corallien; et ces couches jurassiques plongent fortement vers l'E. Le revers oriental, formé par le calcaire corallien, est recouvert en stratification sensiblement parallèle par la formation néocomienne. Nous devons donc, en suivant cette chaîne, retrouver près des Echelles les prolongements des terrains jurassiques supérieurs et néocomiens de la Savoie.

Une autre chaîne, parallèle à celle du Mont-du-Chat, s'étend avec moins de continuité, des environs d'Yenne jusqu'au défilé de Chaille, et du défilé de Chaille elle continue sans interruption jusqu'à Voreppe, bordant à l'O. la vallée de Saint-Laurent-du-Pont. Elle se prolonge même au-delà de la vallée de l'Isère, par le plateau de Montaud, et disparaît seulement à Saint-Gervais, en venant se confondre avec les chaînes plus élevées, situées à l'E., dont elle était jusque-là restée distincte. Sur

-toute la longueur de cette chaîne nous verrons, comme dans sa partie septentrionale, les couches néocomiennes former un dôme complet par-dessus les couches jurassiques plissées cylindriquement.

Ainsi les deux chaînes principales qui s'élèvent à l'O. de Chambéry paraissent se prolonger, au moins sur une certaine étendue, dans la partie N.-O. du massif secondaire du Dauphiné. Pour les étudier géologiquement dans ce prolongement, je rappellerai d'abord en quelques mots les caractères du terrain néocomien de la Savoie.



CHAPITRE TROISIÈME.

TERRAIN NÉOCOMIÈN DE LA SAVOIE OCCIDENTALE.

Disposition générale de cette formation; assises dont elle se compose; faible développement qu'elle présente relativement aux formations jurassiques.

29. — Les nombreuses observations publiées dans ces dernières années par MM. Itier, Chamousset, Favre et plusieurs autres géologues, ont fait de la Savoie occidentale et des environs de Belley, un pays classique pour l'étude de la formation néocomienne. Il résulte de leurs travaux qu'elle constitue un terrain entièrement indépendant des terrains jurassiques, soit par ses fossiles, soit dans sa stratification. « Dans le Bugey, à » l'extrémité méridionale de la chaîne du Jura, la formation » néocomienne occupe le centre des vallées longitudinales, » dont elle a exhaussé le sol par des dépôts successifs. Ses » diverses couches vont en s'amincissant s'appuyer généralement au N.-O. sur le troisième étage jurassique, tandis » qu'au S.-E. elles buttent contre les couches brisées de l'étage » moyen. » (M. Itier, *bulletin de la Soc. Géol.*, 1842).

A la Perte-du-Rhône au contraire, le gault ou grès-vert inférieur, repose en couches concordantes sur l'assise néocomienne supérieure.

Le terrain néocomien est donc certainement indépendant du terrain jurassique, et il paraît au contraire en liaison intime avec les terrains crétacés. Sa puissance, dans la Savoie en général, est d'environ trois cents mètres. Cette puissance qui paraît même souvent bien moindre est de beaucoup supérieure

à celle du terrain de Neuchâtel ; mais elle est incomparablement plus faible que celle qu'il faut supposer aux terrains néocomiens du Dauphiné, même dans les parties les plus rapprochées de la Savoie.

30. — La formation néocomienne de la Savoie, qui présente, d'après M. Chamousset, une grande constance de caractères, peut s'observer toute entière au Mont-du-Chat, à la cascade de Couz, et en général sur les flancs de toutes les montagnes des environs de Chambéry, où elle repose *sans passage* et à stratification légèrement discordante sur le calcaire blanc de l'étage corallien. Elle présente constamment trois assises nettement caractérisées :

1° L'assise supérieure « est un calcaire blanc, tantôt compact, » tantôt cristallin, tantôt oolitique, quelquefois subcrayeux ; » les couches les plus élevées contiennent de petites *chama*, et sont d'un blanc parfois légèrement verdâtre ; plus bas, séparé par quelques couches plus minces et jaunâtres, paraît le calcaire généralement massif, blanc jaunâtre, à *chama ammonia*. « Les » couches inférieures deviennent peu à peu rougeâtres ou jaunâtres : on y remarque une couche pétrie d'huîtres, que » M. Favre a trouvée aussi au mont Salève (1).

« 2° Elles passent ainsi peu à peu à un grès jaune, ren- » fermant souvent une grande quantité de grains verts. Ce » grès jaune, à ciment calcaire, est la roche qui la première » a été appelée néocomienne ; le calcaire à *chama* manque à » Neuchâtel et ne commence à se montrer qu'à onze lieues » S. de cette ville. » Avec ce grès calcaire, et souvent à sa place, on rencontre une grande épaisseur de calcaires plus ou moins marneux ou compacts, toujours d'un jaune plus ou moins foncé, quelquefois rougeâtre, et presque toujours caractérisés par une grande abondance de matière verte, soit

(1) Dans cette montagne, la puissance totale des couches de cette assise est de cent cinquante mètres, d'après M. de Villeneuve. (*Bulletin de la Société Géologique, réunion à Aix, 1842.*)

en points arrondis, régulièrement disséminés, soit en taches, en nids, ou en veinules irrégulières. La structure de la roche est souvent grenue et presque oolitique; d'autres fois lamellaire avec des teintes très-variées. D'après M. Ilcier, les fossiles qui la caractérisent, sont: *Spatangus retusus*, *pecten quinque-costatus*, *exogyra Couloni*, *exogyra sinuata*, etc.

J'insiste spécialement sur les caractères de cette assise moyenne; car si à Neuchâtel elle est le type du terrain néocomien, elle m'en paraît aussi l'assise la plus facile à distinguer par ses caractères minéralogiques, et celle qui caractérise le mieux les terrains néocomiens dans le voisinage du Jura.

3° Au-dessous viennent des calcaires marneux, gris bleuâtres, des marnes bleues à l'intérieur, et jaunes à l'extérieur, qui se lient aux couches précédentes et souvent alternent avec elles. Elles sont caractérisées par de nombreux *spatangus retusus*, des *gryphées*, des *nautilus*, des *ammonites*, des *trigonies*, etc. Elles se terminent par un calcaire jaunâtre très-dur, souvent bleuâtre, contenant beaucoup de silex blonds ou noirs, tantôt en rognons arrondis, tantôt en couches minces: il renferme des *nérinées*, des *natices*, des *ptéroères*, enfin l'*ostrea carinata*, souvent assez abondante pour caractériser cet étage.

Tels sont les caractères du terrain néocomien en Savoie. J'ai dû les rappeler ici avec quelques détails, pour m'en servir comme terme de comparaison. Avant de chercher leur liaison avec les terrains du Dauphiné, j'insiste encore sur quelques observations qui me paraissent essentielles.

31. — Le calcaire néocomien ne forme point à lui seul des chaînes, même peu élevées, dans les environs de Chambéry. Partout on le voit reposer sur le terrain jurassique de l'étage corallien, et souvent même, comme au Mont-du-Chat, la crête de la montagne est uniquement formée par ce dernier. D'autres fois, les couches néocomiennes, pliées en dôme autour d'un noyau jurassique, se sont brisées au sommet de la courbure et recouvrent seulement les deux flancs de la montagne; c'est ce qui a lieu dans le chaînon qui s'étend de Seyssel à Aix et

borde à l'E. le lac du Bourget. Toutes les coupes données par M. Chamousset dans le *Bulletin de la Société Géologique*, présentent une disposition analogue du terrain néocomien.

Il paraît donc bien constaté que cette formation n'a, en général, qu'une médiocre puissance, dans la Savoie, comme dans le Bugey. La surface jurassique sur laquelle elle repose, sans aucun passage minéralogique, est souvent très-inégaie et sinueuse. Au Mont-du-Chat, elle est couverte de grands *pecten* et percée de trous de coquilles perforantes. Dans le Valromey, M. Itier y a trouvé, avec des fragments de la roche jurassique, des débris de coquilles, de poissons et de polypièrs, habitants des rivages peu profonds, des huîtres adhérentes encore au rocher jurassique et une suite de trous de pholades, au fond desquels se retrouve encore le test de ces mollusques.

Ces observations prouvent évidemment que les terrains néocomiens du Bugey et de la Savoie, se sont déposés dans une mer assez peu profonde, semée d'écueils et de bas-fonds, à la suite du soulèvement des roches du Jura. Depuis, dans les environs de Chambéry, le terrain néocomien a été fortement relevé avec le terrain jurassique qu'il recouvre; mais ces révolutions communes qu'ils ont éprouvées, n'ont point masqué le faible développement et l'importance secondaire du terrain néocomien par rapport aux étages jurassiques oxfordien et corallien.

Or, avec ce que nous avons dit jusqu'ici, on sent combien il est loin d'en être ainsi des terrains *néocomiens* du Dauphiné. Ici, la formation jurassique s'arrête à l'étage oxfordien inférieur; dans les hautes montagnes de la Chartreuse, du Vercors, du Veymont, etc., à peine se montre-t-elle sous une masse crétacée de plus de mille mètres de puissance. On doit donc s'attendre à rencontrer une profonde différence entre les couches néocomiennes de la Savoie et ces terrains du Dauphiné, que l'on a jusqu'ici rapportés à la même formation. Cette différence et les rapports d'âge et de position de ces deux ordres de terrains, nous allons essayer maintenant de les déterminer.

CHAPITRE QUATRIÈME.

Géologie de la région N.-O. ; ou rapports des terrains jurassiques et néocomiens de la Savoie avec les terrains secondaires du Dauphiné.

§ 1. Prolongement des terrains jurassiques supérieurs et néocomiens de la Savoie, à l'E. de la plaine des Échelles et de Saint-Laurent-du-Pont.

32. — Nous étudierons d'abord dans son prolongement vers le midi la chaîne dont fait partie le Mont-du-Chat (28), et qui court en Savoie, à-peu-près du N. au S., depuis Chanaz jusqu'aux Échelles.

Le revers oriental de cette chaîne, formé par le calcaire corallien plongeant de 60° à l'E., est généralement recouvert par les couches néocomiennes, en stratification à-peu-près parallèle. Au-dessus de ces formations secondaires, depuis Cognin jusqu'à Saint-Thibaud-de-Couz, repose la molasse, dont les couches sont souvent aussi fortement relevées que celles des calcaires. Mais en approchant des Échelles, l'inclinaison de ces derniers diminue très-rapidement, descend à 25 ou 30° environ ; la crête de la montagne s'abaisse alors subitement ; elle se transforme en une sorte de plateau peu élevé, sillonné de profondes crevasses, au milieu desquelles serpente la route des Échelles jusqu'au passage de la *Grotte*. Dans ces gorges et dans ce passage lui-même, la route traverse constamment un calcaire blanc compact, identique au calcaire corallien du Mont-du-Chat, et dont l'inclinaison diminue de plus en plus,

à mesure que l'on avance vers le midi, à mesure aussi que le plateau qu'il supporte s'abaisse vers la combe du Guiers-Vif.

De la Grotte des Échelles, le calcaire corallien se suit aisément de l'œil dans le petit escarpement qui borde à l'E. la plaine de Saint-Christophe. Il encaisse le Guiers-Vif à sa sortie des gorges d'Entremont, et se prolonge sous le plateau peu élevé de Berlan. Au-dessus de lui reposent, comme au Mont-du-Chat, des couches qui sont évidemment le prolongement des terrains néocomiens de cette montagne.

33. — « Le chemin, taillé dans le roc, qui mène de Saint-Christophe au hameau de Berlan (E. de Beaumont, *Ann. sc. nat.* 1^{re} série, t. 18), monte le long d'un escarpement formé de couches faiblement inclinées vers l'E.-S.-E. » Les plus basses sont formées d'un calcaire blanc compact, prolongement du calcaire corallien de la Grotte. Puis viennent des couches minces, lamellaires, rougeâtres, plus haut jaunes et plus épaisses; des calcaires compacts, roussâtres, alternant avec des marnes noires feuilletées. Vers la partie supérieure, apparaît un calcaire d'un jaune rougeâtre, traversé de filets d'un blanc verdâtre, et contenant une assez grande abondance de *spatangues*. Des couches analogues, toujours lamellaires, et de mêmes teintes, continuent jusqu'au sommet de l'escarpement, et présentent encore des fossiles (*spatangues*, *térébratules*, etc); enfin elles se terminent par un calcaire compact, d'un blanc jaunâtre ou verdâtre, qui disparaît bientôt en s'enfonçant sous une épaisse formation de molasse, recouvrant tout le plateau de Berlan.

En rapprochant la localité que nous venons de décrire des localités bien connues du Mont-du-Chat, de Couz, de Chaille, etc.; en comparant la position de ces couches à celles des couches néocomiennes du Mont-du-Chat et de la vallée de Couz, il ne peut, ce me semble, rester de doute sur leur identité géologique. Or, en avançant vers l'E., nous allons voir maintenant les couches qui terminent cette formation néocomienne s'enfoncer sous les hautes montagnes qui dominent à l'E. la vallée des Échelles.

34. — En arrivant au hameau du Châtelard, on voit la molasse, horizontale sur le reste du plateau, se relever subitement presque jusqu'à la verticale, en s'appuyant sur des couches, également presque verticales (inclinées d'environ 70°), d'un calcaire blanc compact, sans stratification nette en petit, présentant tous les caractères minéralogiques des calcaires néocomiens à *chama*. D'une part, comme on le voit bien en suivant de l'œil les inflexions de ce calcaire dans la gorge du Guiers-Vif, il recouvre à l'O. les couches néocomiennes de l'escarpement inférieur; d'autre part, il s'enfonce à l'E., sous un angle de 30° , sous les couches concordantes qui forment le haut escarpement de la *Roche de Berlan*. (Voir cette disposition, dans la coupe fig. 4).

Tirons de ces observations les conséquences auxquelles elles conduisent: 1° Le terrain néocomien du plateau de Berlan, prolongement direct des terrains néocomiens de la Savoie, s'enfonce à l'E. sous la puissante formation secondaire qui constitue la roche de Berlan; 2° La formation de l'escarpement qui termine cette montagne vers l'O. et la dénudation du plateau de Berlan, primitivement recouvert par le prolongement de ces couches, ont dû suivre de près le dépôt de ces terrains crétacés inférieurs; et le plateau, resté sous les eaux de la mer, a pu se recouvrir ainsi de formations crétacées plus récentes, comme nous le verrons plus tard (Voir 95, et la coupe en *gg*), et ensuite de molasse; 3° Enfin une dernière secousse, qui a eu lieu à la base de l'escarpement de Berlan depuis le dépôt de la molasse, a d'une part soulevé et incliné plus fortement vers l'E. les couches de la montagne, d'autre part infléchi brusquement les couches à-peu-près horizontales du plateau, le long du pied de l'escarpement.

35. — La roche de Berlan n'est que l'extrémité septentrionale d'un escarpement continu, qui s'étend, du N. au S., depuis la gorge du Guiers-Vif jusqu'à celle du Guiers-Mort. En suivant le chemin de Saint-Laurent-du-Pont à la Grande-Chârtreuse, nous devons donc retrouver une disposition semblable.

En effet, l'entrée du défilé du Guiers-Mort présente d'abord des couches inclinées de 75° environ vers l'O., et recouvertes par des couches, presque verticales aussi, de molasse, comme les a décrites M. E. de Beaumont. Mais bientôt ces couches calcaires diminuent d'inclinaison, s'infléchissent complètement, et plongent au contraire de 35 à 40° vers l'E., comme les couches de la roche de Berlañ. Or ces calcaires qui forment l'entrée du défilé du Guiers-Mort et servent de base aux puissantes formations du massif de la Chartreuse, reproduisent, plus complètement encore peut-être que ceux de Berlan, les caractères des terrains néocomiens de la Savoie, et surtout ceux de l'assise moyenne, jaune rougeâtre; à points verts; ceux qui présentent ici ce dernier type sont en général lamellaires ou oolitiques; très-pauvres du reste en fossiles, ils m'ont offert seulement un *spatangue*.

Il ne peut d'ailleurs rester aucun doute sur l'infériorité de ces calcaires néocomiens par rapport aux autres couches secondaires des montagnes de la Chartreuse. Au S.-S.-O., l'entrée du défilé du Guiers-Mort est dominée par une montagne en couches arquées, dont les assises néocomiennes forment précisément la base, mais où elles disparaissent, enveloppées de toutes parts par des couches plus récentes, celles que l'on rencontre en continuant à longer le Guiers-Mort. Ces couches de nature marneuse, d'une structure compacte et d'une teinte noire qui les a fait confondre jusqu'ici avec les terrains jurassiques de l'étage oxfordien, se replient complètement par-dessus les précédentes; et plongeant à l'E.-S.-E. sous les couches plus récentes qui constituent la crête de la *Sure*, elles plongent aussi brusquement, sous un angle de 70°, sous les collines de molasse et de cailloux roulés de la vallée de Saint-Laurent. La disposition de ces couches se voit aisément à distance, de la plaine des Echelles.

36. — C'est ainsi que disparaissent, à leur entrée dans le Dauphiné, les terrains jurassiques supérieurs et les terrains néocomiens de la chaîne dont le Mont-du-Chat fait partie. Ils s'enfoncent à la base des hautes montagnes qui dominent à l'E.

la vallée de Saint-Laurent-du-Pont ; et ces montagnes s'élargissant vers l'O. au midi de ce village, le prolongement de la chaîne, indiqué jusque-là par le plateau de Berlan, disparaît désormais complètement.

Prouvons maintenant qu'il en est de même pour la chaîne plus occidentale et de même constitution géologique (28), qui s'étend en Savoie, des environs d'Yenne au défilé de Chaille, et se prolonge en France jusqu'à Saint-Gervais.

§ II. Prolongement des terrains jurassiques supérieurs et néocomiens de la Savoie, à l'O. de la vallée de Saint-Laurent-du-Pont et jusqu'à Saint-Gervais.

37. — Sur toute sa longueur, la chaîne dont nous allons nous occuper présente une parfaite uniformité d'aspect, de hauteur et de constitution géologique. Les couches, horizontales au sommet sur une large étendue, forment un plateau continu dont la hauteur ne dépasse pas neuf cents mètres. Vers l'E.-S.-E. elles plongent sous un angle d'au plus 35 ou 40°, et redeviennent presque horizontales au fond des vallées. Vers l'O.-N.-O., elles s'infléchissent plus rapidement, prennent une inclinaison croissante, qui atteint 70 ou 75° au niveau des plaines. De ce côté du reste, elles sont presque toujours coupées par un escarpement plus ou moins abrupt, et l'inflexion n'est visible d'une manière complète que pour les couches inférieures.

La montagne, à proprement parler, est formée par le prolongement des terrains jurassiques et néocomiens de la Savoie; mais elle est bordée sur ses deux flancs de formations tertiaires, qui atteignent le plus souvent le niveau du plateau, et ont dû jadis le recouvrir en totalité. La première de ces formations tertiaires, la molasse, repose sur les calcaires secondaires en stratification à-peu-près parallèle, et paraît avoir participé à toutes leurs inflexions. Quant aux terrains de transport de l'étage tertiaire supérieur et de la période diluvienne, ils n'ont point été bouleversés depuis leur dépôt; et d'après la hauteur

que les premiers atteignent des deux côtés du chaînon secondaire, d'après les nombreux débris que les seconds ont laissés sur toute l'étendue du plateau, on doit regarder ce dernier comme ayant servi de ligne de déversement aux uns et aux autres.

Nous allons étudier successivement cette chaîne sous trois points de vue : 1° la nature des terrains secondaires qui la composent ; 2° les rapports de ces terrains avec la molasse qui les recouvre ; 3° les rapports de ces mêmes terrains secondaires et de la molasse avec les terrains du grand escarpement qui les domine à l'E., depuis Saint-Laurent-du-Pont jusqu'à Saint-Gervais.

38. — La constitution géologique de ce chaînon secondaire, dernier contrefort des Alpes occidentales, s'étudie facilement au moyen des coupes naturelles qu'il présente dans plusieurs défilés transversaux, dont les principaux sont : le défilé de Chaille, entre les Echelles et le Pont-de-Beauvoisin ; le défilé de Crossey, entre Saint-Laurent-du-Pont et Voiron ; et enfin la vallée transversale de l'Isère, entre Voreppe et la Buisse sur la rive droite, entre Veurey et l'Echaillon sur la rive gauche. Je donnerai successivement avec quelques détails les coupes offertes par ces différents défilés.

1° Coupe du défilé de Chaille :

Ce défilé, dans lequel passe la grande route de Chambéry, est une fente étroite, à parois verticales, au fond de laquelle s'engouffre le Guiers, tandis que la route suit à mi-côte le pied des escarpements supérieurs de la rive droite. La direction de cette fente est du S.-E. au N.-O., sur une longueur de deux kilomètres environ. Les couches y présentent un plissement cylindrique très-net, avec une inclinaison de 30° environ vers l'E., et plongent presque verticalement à l'O. sous la plaine du Pont-de-Beauvoisin.

Le noyau de la montagne est formé de calcaire jurassique corallien, semblable à celui du Mont-du-Chât. Sa puissance paraît très-grande. Au milieu du défilé, il forme à lui seul les deux escarpements latéraux, et semble continuer, au-dessous

de la route, jusqu'au fond du ravin. Les couches néocomiennes, moins puissantes, ne le recouvrent qu'aux deux extrémités du défilé, et manquent sur le sommet de la montagne ; il en est de même de la molasse. Mais ce n'est là qu'un accident local : car sur tout le plateau de Saint-Franc, au N.-E. du défilé, la molasse elle-même forme un revêtement complet par-dessus les couches secondaires.

Au niveau de la route, les couches jurassiques les plus basses sont grisâtres et pénétrées de filets spathiques ; au-dessus vient une grande épaisseur d'un calcaire blanc compact, en gros bancs, qui se termine par des couches plus minces, plus cristallines, fissurées et pénétrées de filets rouges d'oxide de fer.

Il ne paraît pas y avoir de limite tranchée entre ce terrain et les couches néocomiennes. Le passage se fait par des calcaires jaunâtres, alternant avec des couches plus minces, sublamellaires, d'un jaune pur.

Au-dessus, viennent des marnes noires feuilletées, qui alternent avec un calcaire grenu, d'un jaune rougeâtre pâle, mélangé de filets et de taches d'un blanc verdâtre, et abondamment pénétré de petits points verts, régulièrement disséminés. Cette roche est le type de l'assise néocomienne moyenne au Mont-du-Chat ; elle présente ici un développement assez grand, tandis que l'assise inférieure manque presque entièrement.

Dans ses couches supérieures, ce calcaire est en grès bancs massifs, et on y trouve beaucoup de fossiles ; des *spatangues*, de petites *térébratules* globuleuses à stries fines, des *peignes*, des *bélemnites*, *polypiers*, etc.

La structure et les teintes variées de cette roche, ses points verts réguliers, ses fossiles, en font une assise vraiment caractéristique.

Vient ensuite une série de couches lamellaires, minces, d'un jaune pur ou d'un jaune rougeâtre, offrant encore beaucoup de points verts et de taches verdâtres, et contenant des entroques circulaires ; en lamelles miroitantes.

Les points verts deviennent rares dans les couches supé-

rieures et quelques-unes sont compactes et siliceuses. En devenant de plus en plus compactes et massives, elles passent enfin à l'assise néocomienne supérieure où calcaire à *chama*.

Celui-ci est blanc verdâtre dans ses couches supérieures, et contient même souvent beaucoup de matière verte. C'est un caractère que présentent tous les calcaires à *chama* des environs des Échelles.

Cette assise n'a ici qu'une faible puissance, et elle est recouverte immédiatement par une molasse grossière et sableuse.

La même succession de couches se présente aux deux extrémités du défilé ; mais elle est moins nette vers l'extrémité N.-O. où les couches sont brisées par l'inflexion brusque qu'elles éprouvent.

J'ai donné avec détail cette coupe du défilé de Chaille, parce que le terrain néocomien, incontestablement reconnu comme tel par les géologues, diffère pourtant déjà sur quelques points du type que nous avons décrit dans le chapitre précédent, et peut à son tour nous servir de type pour les terrains analogues que nous allons retrouver dans d'autres coupes de la même chaîne secondaire.

39. — 2^e Coupe du défilé de Crossey, route de Saint-Laurent-du-Pont à Voiron.

Les escarpements qui encaissent ce défilé sont beaucoup moins élevés que ceux de Chaille, et le niveau de la route elle-même est au contraire un peu supérieur. Aussi n'y voit-on point affleurer le terrain jurassique : on n'y trouve qu'une coupe très-complète du terrain néocomien, qui forme ici toute la partie de la montagne élevée au-dessus du niveau de la vallée.

Le défilé de Crossey est plus oblique encore sur la direction de la chaîne que le défilé de Chaille ; il se dirige N. 35° O., et sa longueur est de deux kilomètres et demi. Les couches y sont horizontales dans presque toute la longueur ; elles plongent graduellement à l'E. sous un angle de 35 à 40° ; à l'O. brusquement et presque verticales. De ce côté, elles ne sont séparées que par le petit vallon de Saint-Aupre, d'une molasse qui a

dû autrefois s'appuyer directement sur elles, et qui plonge aussi sous un angle de 70° vers l'O.-N.-O.

Les couches supérieures du terrain néocomien sont ici de gros bancs de calcaire blanc jaunâtre, remplis de *chama* dans ses couches supérieures, et formant une assise plus puissante que l'assise correspondante de Chaille. Dans sa partie inférieure, il devient jaunâtre, et alterne avec des couches minces, grenues, grisâtres; enfin, de plus en plus marneux, il prend une teinte bleue foncée, ou même noirâtre.

On arrive ainsi à la deuxième assise néocomienne: les couches dominantes présentent les mêmes caractères minéralogiques qu'à Chaille; des points verts réguliers et abondants, des *spatangues* très-nombreux; des *térébratules*, des *trigones*, des *bélemnites*, soit dans le calcaire jaune verdâtre, soit dans les marnes foncées qui alternent avec lui.

La puissance de cette assise moyenne est encore très-grande; car on continue à trouver des couches de calcaire jaunâtre à filets verts et points réguliers, jusqu'au pied des escarpements les plus élevés du défilé; une masse de débris empêche de reconnaître les couches inférieures. Ces calcaires, type de l'assise moyenne du terrain néocomien, alternent avec des couches plus compactes, rougeâtres, et d'autres couches plus minces, dures et très-cristallines, grisâtres ou jaunâtres.

40. — À part l'exception que nous a présentée le défilé de Chaille, le terrain néocomien recouvre entièrement le terrain jurassique, et constitue à lui seul le plateau de Miribel, entre Chaille et Crossey, et le plateau de Raz, entre Crossey et Voreppe. En suivant le pied de la montagne depuis La Rivière, à l'entrée de la plaine de Saint-Laurent, jusqu'à Voreppe, on trouve constamment ce flanc formé par de grosses couches de calcaire blanc, riches en *chama*, toujours inclinées d'environ 35°, au niveau de la vallée de Saint-Laurent-du-Pont.

Mais au-dessus de Voreppe, la chaîne, brisée par la faille qui a produit la grande vallée transversale de l'Isère, s'élève à une hauteur plus grande; les couches qui la constituent présentent un plissement plus compliqué, résultat du croisement

de deux directions de soulèvements. Les couches supérieures du terrain néocomien, plus minces et plus cristallines que celles que nous avons suivies au pied de la montagne, couvrent seulement le sommet d'un chapeau isolé, et sont déchirées par de nombreuses et profondes crevasses. A la base de cette montagne, dans la vallée de l'Isère, dont le niveau est bien inférieur à celui du défilé de Chaille, nous devons retrouver le terrain jurassique; et c'est en effet ce que l'on voit en suivant le pied des escarpements des Balmes, de Voreppe à la Buisse.

44. — 3° Coupe des Balmes de Voreppe.

Les couches néocomiennes les plus élevées, que l'on suit en remontant la vallée de la Roize; sont formées d'un calcaire à *chama* blanc compact, offrant souvent, comme celui de Chaille, des nids de matière verte dans ses fissures. Les *chama* y sont petites et peu abondantes.

Au-dessous, viennent des couches généralement minces, de teintes et de structures très-variées, lamellaires ou grenues, quelques-unes même oolitiques, tantôt d'un jaune pur, tantôt rougeâtres, tantôt grisâtres. Elles présentent, pour la plupart, beaucoup de débris d'entroques et d'autres fossiles indéterminables, et tous les caractères d'une formation littorale ou de mer peu profonde.

A leur base se rencontrent des couches marneuses, formées d'un calcaire gris-noirâtre, de structure grossière, pétri de débris de fossiles, qu'il est du reste difficile de détacher. Les plus abondants et les plus caractéristiques sont des huîtres appartenant, selon toute apparence, à l'*Ostrea carinata*; des gryphées et exogyres (*E. Sinuata?*); des peignes, des térébratules⁽¹⁾, des polypiers, etc...

Ces couches, remarquables par leur structure grossière et comme fragmentaire, par leurs fossiles abondants, reposent immédiatement, sans transition, sur des bancs épais de calcaire blond compact à grandes *chama* très-nettes et nombreuses. Ce

(1) *T. Biflicata acuta*, De Buch

calcaire est en grosses couches inclinées de 30° environ, et sa puissance est assez grande. Il est tout semblable à celui que nous avons trouvé à l'entrée du défilé de Crossey; et probablement les couches néocomiennes qui le recouvrent ici, ne se prolongent pas le long de la vallée.

Dans sa partie inférieure, ce calcaire devient jaunâtre, avec quelques filets spathiques blancs. Au-dessous, on trouve un calcaire grenu, jaune rougeâtre, à petits points verts, renfermant des *spatangues*, et alternant avec des marnes noirâtres ou jaunâtres, remplies de polypiers.

Ces couches appartiennent évidemment à l'assise néocomienne moyenne ou inférieure.

Les couches les plus basses du système néocomien sont formées d'un calcaire lamellaire, bleu et jaune, contenant des rognons de silex noirs et quelques débris de polypiers; il finit par un calcaire grisâtre plus compact, qui repose immédiatement sur l'assise corallienne du terrain jurassique.

Cette assise jurassique offre toujours les mêmes caractères. C'est un calcaire blanc, compact, sans stratification distincte, qui forme en ce point une grande balmie à pic, où sans doute les couches sont devenues horizontales pour plonger à partir de là vers l'O.-N.-O.

A la base de cet escarpement, on trouve, sur une étendue de quelques mètres seulement, un affleurement qui a son correspondant plus développé de l'autre côté de l'Isère, au rocher de l'Échaillon : c'est un calcaire blanc, tendre, mélange de parties lamellaires et de parties finement oolitiques, et contenant beaucoup de débris de fossiles. Mais ce qu'il y a de plus remarquable, c'est qu'il est fortement magnésien. Ici, les principaux fossiles qu'il renferme sont des *térébratules* (voisines de la *T. digona*), des *peignes*, etc.

La position de ce calcaire magnésien est donc analogue à celle du calcaire également magnésien que l'on trouve au sommet du Mont-du-Chat (27).

En approchant de la Buisse, les couches inférieures du calcaire jurassique deviennent grisâtres, quelquefois même tachées

de noir, comme cela se remarque également à Chaille. A la Buisse, elles sont encore presque horizontales ou plongent légèrement vers l'O. Comme la montagne se termine de ce côté par un escarpement on ne peut suivre complètement l'inflexion de ces couches sous la plaine, comme nous l'avons vue à Chaille et à Saint-Étienne-de-Crossey.

Examinons maintenant le prolongement des mêmes couches de l'autre côté de la vallée de l'Isère.

42. — 4^e Coupe de la rive gauche de l'Isère, de Veurey au bac de l'Échaillon.

Elle correspond presque complètement à la coupe des balmes de Voreppe, cependant il y a quelques différences, surtout dans les assises supérieures.

Dans la vallée de la Varaize, et sur tout le plateau de Montaud, le sol est formé par un calcaire blanc, compact, semblable au calcaire à *chama* supérieur de Voreppe. A sa partie inférieure, il offre, au-dessus de Veurey, de belles couches lamellaires, d'une blancheur parfaite, que l'on retrouve également, mais moins épaisses, au fond de la vallée de Roize. Immédiatement au-dessous, viennent des couches minces de calcaires sublamellaires, d'un jaune rougeâtre, à filets blancs, points noirs réguliers, veines et nids irréguliers de matière verte, etc, offrant en un mot tous les caractères habituels de la formation néocomienne moyenne.

Au-dessous, cette formation continue par une assez grande épaisseur de couches d'un calcaire jaune, cristallin, rempli d'entrouques en lamelles miroitantes, avec *peignes*, *térébratules* globuleuses finement striés, *exogyres*, etc. Il alterne avec quelques couches plus foncées et marneuses, et se termine au contraire par des couches plus compactes, qui passent insensiblement à un calcaire blanc à *chama*, ayant la structure habituelle des roches qui contiennent ces fossiles, et comme elles, en grosses couches massives.

Ce calcaire compact passe, lui-même à des couches grisâtres, à une roche grise, cristalline, remplie d'entrouques et autres débris de fossiles.

Cette série de couches, que coupe vers le N.-O. un escarpement vertical, repose sur des calcaires marneux, jaunâtres d'abord, puis gris foncés, renfermant des *spatangues* (1) en abondance. Au-dessous de ces marnes vient un calcaire bleu foncé, grenu, à silex noirs; et enfin de belles couches de calcaire bleu à taches jaunâtres, cristallin, contenant des *exogyres*, des *polypiers* rameux, etc.

Ces couches paraissent donc représenter l'assise inférieure du terrain néocomien; cette assise est même complétée à sa base par des couches qui ont leurs analogues dans la même position au Mont-du-Chat. C'est d'abord un calcaire compact, d'un blanc jaunâtre ou grisâtre, offrant dans sa masse beaucoup de fossiles, qu'il est impossible d'en détacher et qui ne s'y distinguent que par les dessins qu'ils y forment: on y reconnaît des *nérinées*, diverses espèces de radiaires et de polypiers, très-brisés d'ailleurs, et en fragments empâtés dans un ciment calcaire compact ou légèrement oolitique.

Plus bas, vient un calcaire marneux, gris-noirâtre, à veines spathiques blanches, qui contient beaucoup de fossiles bien conservés, et principalement des *térébratules* et de grandes *exogyres* néocomiennes (*E. subsinuata*).

Le terrain jurassique se montre immédiatement au-dessous de ces marnes sans qu'il en soit séparé par un changement brusque de nature ou de stratification; il présente des calcaires compacts, d'un blanc jaunâtre, en grosses couches peu distinctes, qui forment l'escarpement terminal de l'Échaillon et s'étendent jusqu'au coude de l'Isère. Ces calcaires, souvent cristallins, renferment quelques fossiles, qui paraissent tous appartenir à l'étage jurassique: de grands *pecten* plats, des *térébratules*; (2) et un fossile contourné qui appartient au

(1) *Toxaster nicæensis* Ag. — C'est à l'obligeance de M. Agassiz que je dois la détermination de toutes les espèces d'échinides citées dans ce mémoire.

(2) *Terebratula perovatis*. Sow

genre *Diceras* (1). C'est enfin à la base de cette formation puissante que se trouvent les couches magnésiennes du rocher de l'Échaillon, les plus basses que l'on puisse observer dans cette coupe.

Les supérieures sont formées du calcaire blanc, tendre, riche en fossiles, que j'ai déjà décrit aux balmes de Vorèppe, mais qui présente ici bien plus de développement : ses principaux fossiles sont de grands *peignes* plats, à stries écartées, des *térébratules*, des *gryphées*, etc.

Au-dessous, la roche est grise, compacte, avec quelques veinules spathiques ; j'y ai vu quelques *bélemnites* ; et enfin à la base du rocher, sur le bord de l'Isère, est une dolomie grenue, celluleuse, d'un gris foncé ; les vides de la roche sont tapissés de petits cristaux de même nature ; d'après M. Gueymard, elle est encore fossilifère et on y trouve des *peignes* comme dans l'assise magnésienne supérieure.

Tel est l'ordre des couches que l'on rencontre, de Veurey à l'Échaillon. Ces couches, inclinées faiblement, de 10° seulement, sous le vallon de la Varaize, se relèvent ensuite plus fortement sous l'angle de 45° à-peu-près, pour former le flanc N.-O. de cette vallée ; elles deviennent horizontales sous le plateau de Montaud, et s'infléchissent en sens contraire pour plonger sous la vallée de l'Isère.

43. — Du côté de l'O., le plongement des couches sous la vallée de l'Isère n'a pas toujours lieu d'une manière complète. Au Bac de l'Échaillon, la montagne se termine par un écartement, et n'offre à sa base que la tranche des couches jurassiques. Mais à Saint-Quentin, le calcaire blanc du plateau de Montaud, descend avec une inclinaison croissante, à-peu-près jusqu'au niveau de la vallée. De Saint-Quentin à La Rivière, le flanc dégradé de la chaîne est sillonné de profonds ravins, dans

(1) Il paraît être le *Diceras* décrit par M. Favre sous le nom de *D. Lucii*, Defr., et appartenant effectivement au coral-rag. (Voir le Mémoire de M. Favre, sur les *Diceras*, dans les *Mémoires de la Société de Physique de Genève*)

lesquels on trouve les débris des diverses assises néocomiennes qu'ils entament ; des calcaires grenus ou sublamellaires, bleus ou rosés, à silex ; des marnes noirâtres feuilletées ; et surtout des calcaires plus ou moins marneux, grenus, jaunâtres, à petits points verts réguliers, nids et veinules de matière verte, etc. On y trouve, comme dans leurs correspondants sur les autres points, des *spatangues* et de nombreux polypiérs.

Au-delà du village de La Rivière, ces couches néocomiennes disparaissent totalement du flanc de la montagne ; et le calcaire blanc qui les termine est coupé par un petit escarpement qui couronne le talus boisé. Enfin, en arrivant près du château d'Armieu, on voit se détacher de dessous ces couches un calcaire blanc, finement cristallin, traversé ordinairement par de nombreux filets rougés d'oxide de fer, et reproduisant complètement les caractères du calcaire jurassique corallien de la Porte-de-Chaille (58), du Mont-du-Chat, etc. Dans le monticule qui supporte les ruines d'Armieu, on voit très-nettement ces couches plonger avec une inclinaison croissante, et verticales en définitive, sous les alluvions de l'Isère.

Mais au-delà d'Armieu, l'aspect du pays change subitement : le flanc de montagne que nous venons de suivre depuis l'Echaillon cesse brusquement ; et le village de Saint-Gervais se présente environné d'un demi-cercle de hautes montagnes, formées de plusieurs étages d'escarpements et de talus inclinés, alternant entre eux ; le plus élevé de ces escarpements n'est que le prolongement de la crête du roc de la Clef, qui domine au S.-E. le vallon de la Varaize. Nous touchons donc ici au point où une liaison intime s'établit entre les terrains que nous venons d'étudier et ceux des montagnes plus élevées, situées plus à l'E.

44. — Résumons en quelques mots les conséquences qui résultent des observations précédentes :

Le chaînon secondaire que nous venons de suivre depuis la montagne de Saint-Franc, au N.-E. du défilé de Chaille, jusqu'à Saint-Gervais, dans la vallée de l'Isère, présente sur toute sa longueur une composition géologique aussi constante que le

mode de plissement des couches qui le composent : le noyau est formé par le calcaire blanc jurassique de l'étage corallien, recouvert en stratification concordante par le terrain néocomien dont la puissance reste à-peu-près constante, et va même peut-être en augmentant, à mesure que l'on avance vers le Midi. Ce terrain néocomien est exactement le prolongement de celui de la Savoie occidentale (reconnu par tous les géologues au défilé de Chaille), comme il lui est identique par ses caractères minéralogiques et par ses fossiles.

A l'O. de cette dernière chaîne secondaire, on ne rencontre en général que des terrains tertiaires, des collines de molasse, qui bientôt disparaissent sous les épais amas de cailloux roulés tertiaires supérieurs. Toutefois, sur la rive droite de l'Isère, entre Tullins et le pont de Saint-Gervais, le prolongement des mêmes couches se relève de nouveau de dessous les alluvions de la vallée, pour former les rochers de Polienas ; mais ce petit îlot secondaire n'apparaît que comme un écueil à peine visible, au milieu de la mer tertiaire.

§ III. Rapports de la molasse avec les terrains secondaires, sur les deux flancs de la chaîne précédente.

45. — La molasse qui s'étend en couches horizontales entre Belley et le Pont-de-Beauvoisin, peut être suivie d'une manière continue, en allant vers le S., dans la série des collines de Vauserres, Voissant et Saint-Aupre, jusqu'à Voiron. A partir de cette ligne, elle se redresse subitement vers l'E., et participe aux soulèvements des formations secondaires.

C'est ainsi qu'au S.-E. du Pont-de-Beauvoisin, la molasse se relève sous un angle de 70° environ, et couronne d'un dôme continu le plateau de Saint-Franc ; le plissement cylindrique de ses couches et des calcaires secondaires qu'elle recouvre, se dessine, comme nous l'avons vu, avec une netteté parfaite, dans le défilé de Chaille. Aux deux extrémités de ce défilé, la molasse recouvre immédiatement, et en stratification sensiblement parallèle, la formation néocomienne.

Les couches les plus anciennes de cette molasse, que l'on peut étudier au-dessus de Voissant, sont formées de grains quartzeux, souvent assez gros, reliés par un ciment calcaire dur et cristallin, et entremêlés abondamment de petits grains noirâtres ou d'un vert foncé. Elles sont séparées les unes des autres par des lits sableux plus foncés, qui se dégradent facilement, et entre lesquels les bancs plus durs persistent et font saillie.

Ces couches se retrouvent identiquement les mêmes à l'extrémité opposée du défilé, recouvrant encore immédiatement les calcaires, et recouvertes par des couches très-dégradées d'une molasse argileuse et bleuâtre. On suit cette dernière, plongeant vers l'E., jusqu'au confluent des deux Guiers; tandis que, de l'autre côté des Échelles, les couches inférieures apparaissent de nouveau, vers l'entrée de la Grotte.

Ainsi, par dessus la montagne de Saint-Franc, la molasse du Pont-de-Beauvoisin se relie immédiatement avec celle de la vallée des Échelles et de Saint-Laurent-du-Pont, sans que la continuité puisse laisser le moindre doute.

46. — Les couches inférieures de la molasse de Chaille se suivent, sur le flanc occidental de cette vallée, de Chaille jusqu'à la Chartreuse de Villette, où elles plongent environ de 30° à l'E.-S.-E. Elles recouvrent d'autres couches de molasse, plus dure encore, plus grossière et surtout plus riche en fossiles, que M. E. de Beaumont a décrites au hameau de Baboulin, et qui forme tout le flanc des côteaux de Miribel, le long du ruisseau de Morges. Dans une direction parallèle s'étendent, du confluent des deux Guiers jusqu'au village de La Rivière, des collines de molasse plus tendre, tantôt bleuâtre, argileuse et micacée, tantôt grise et sableuse, surtout dans les couches supérieures. Tels sont aussi les caractères avec lesquels elle se présente dans toute la partie méridionale de cette vallée, depuis Saint-Laurent jusqu'à Voreppe.

Sur le versant opposé du chaînon secondaire, depuis Voissant jusqu'aux environs de Voiron, la molasse recouvre presque toujours immédiatement les calcaires; et lors même qu'elle en

est séparée par une étroite vallée d'érosion, comme la vallée de Saint-Aupre, on voit toujours, de l'autre côté de cette vallée, les couches de molasse plonger fortement vers l'O-N.-O., comme les couches calcaires sur lesquelles elles se sont primitivement déposées (39).

Ainsi, depuis le défilé de Chaille jusqu'à celui de Crossey, les deux flancs de la montagne sont recouverts de molasse, en stratification à-peu-près parallèle, et c'est à peine si le plateau présente à nu la surface des terrains secondaires. Si l'on songe à ce que nous avons déjà dit (37), on n'aura pas de peine à admettre que la molasse en a disparu par une dénudation postérieure.

47. — Il en est de même, du défilé de Crossey aux Balmes de Voreppe. L'étroite vallée qui s'étend de La Rivière à Voreppe, est en entier une vallée d'érosion creusée dans la molasse, comblée depuis jusqu'au rebord par les terrains tertiaires supérieurs et creusée de nouveau par les dépôts de transport violent du *diluvium*. C'est ce qu'attestent ces grands escarpements de molasse, adossés aux escarpements secondaires du flanc oriental, et s'élevant jusqu'à la hauteur du plateau de Raz, de l'autre côté de la vallée. Au col de la Placette, un lambeau de molasse a persisté encore à l'O., et il est le prolongement évident du lambeau plaqué en face de lui contre le pied de la montagne de la Sure (*Voir fig. 2*). L'inclinaison des couches, dans ces parties les plus élevées de la vallée, est de 10° vers l'E. pour la molasse aussi bien que pour les calcaires néocomiens sur lesquels elle repose; et la même inclinaison se retrouve plus bas dans le vallon de la Roisè et jusqu'à Voreppe. Ainsi la stratification reste toujours à-peu-près concordante entre les couches tertiaires et les couches secondaires sous-jacentes, qui se relèvent et s'infléchissent cylindriquement, comme on l'a vu, entre Voreppe et la Buisse. Et très-probablement c'est par des érosions ultérieures que cette formation tertiaire a disparu du sommet et du flanc occidental de la montagne de Raz.

48. — La molasse se retrouve encore concordante avec les calcaires dans la vallée de la Varaize, au-dessus de Veurey,

et jusque sur le sommet du plateau de Montaud. En descendant de Montaud sur Saint-Quentin, on rencontre des lambeaux peu puissants d'une molasse dure et grossière, toute semblable à celle de Baboulin, décrite par M. E. de Beaumont et constituant les couches les plus basses de la formation. On y trouve surtout beaucoup de *pecten*, semblables à ceux de Baboulin et de la molasse coquillière de Crest (Drôme), et dont les plus remarquables ont jusqu'à douze ou quinze centimètres de diamètre.

Cette variété de la molasse inférieure, que nous retrouvons ici sur le flanc occidental de la chaîne, à 24 kilomètres de la première localité, semble une preuve frappante de la continuité primitive de cette formation dans tout l'intervalle. Les érosions diluviennes ont seules rompu cette continuité entre Voreppe, Tullins et Saint-Gervais; et à partir de ce dernier point, en suivant la vallée de l'Isère, la molasse constitue une large bande de collines; au pied des montagnes secondaires, depuis Saint-Gervais jusqu'à Romans dans la vallée de l'Isère, et depuis Romans jusqu'à Crest, parallèlement à la vallée du Rhône.

49. — Concluons de tout cet examen, que les terrains secondaires qui constituent notre chaîne la plus reculée vers le N.-O., et en général toute notre région N.-O. (13), s'étendaient en couches à-peu-près horizontales sous la mer où s'est déposée la molasse; et les couches de ce dépôt sont venues butter contre les tranches des couches secondaires, à-peu-près horizontales aussi, qui forment ces grands escarpements bordant à l'E. les vallées de Saint-Laurent-du-Pont, de la Roise et de la Varaize.

§ IV. Rapports des terrains néocomiens de la bande N.-O. avec les terrains secondaires de la haute chaîne moyenne.

50. — Nous avons vu les terrains néocomiens, prolongement de ceux du Mont-du-Chat, s'enfoncer à l'E. sous les montagnes de la Chartreuse et bientôt disparaître à leur base dans la gorge du Guiers-Mort. Nous avons vu même (35), au S. de Saint-

Laurent-du-Pont, une partie des couches qui constituent ces hautes montagnes s'infléchit complètement par-dessus les couches néocomiennes et plonger sous la vallée dans une position presque verticale. De Saint-Laurent-du-Pont à Voreppe, cette inflexion cesse bientôt d'avoir lieu; mais les couches secondaires, prolongement de celles de la gorge du Guiers-Mort, forment à l'E. de la vallée des escarpements étagés, au-devant desquels elles deviennent à-peu-près horizontales. La coupe que présente la vallée, au col de la Placette, par exemple, est indiquée par la *fig. 2*. On y voit les couches néocomiennes du plateau de Raz, devenir à-peu-près horizontales sous les couches également peu inclinées de la molasse, et tendre par conséquent à s'enfoncer sous les assises inférieures de la Sure.

Lorsque l'on descend cette dernière montagne, depuis son sommet jusqu'au point où ses couches cessent d'être visibles, on y reconnaît aisément toute la série des terrains que coupe la gorge du Guiers-Mort, depuis le Pont-Parant jusqu'à Fourvoirie (*Voir 55*); et la dernière assise est le calcaire noir, d'apparence jurassique, qui, dans cette gorge recouvre immédiatement les roches néocomiennes (35). On le voit même finir, et passer inférieurement à des roches grisâtres, puis tout-à-fait blanches et compactes; mais c'est à ce point précisément que les couches cessent d'être visibles.

On est alors à-peu-près au niveau du plateau de Raz, et l'on peut admettre avec vraisemblance, que les couches de ce plateau formeraient dans leur prolongement, la base de l'escarpement que l'on vient de parcourir. Mais les débris nombreux, les puissants dépôts de molasse et de cailloux tertiaires accumulés au pied de la montagne, ne permettent pas de suivre complètement cette continuité.

Au bas de la vallée de Roize, au-dessus de Voreppe, les tranches horizontales des couches de la Sure s'inclinent, dans leur prolongement, vers la vallée de l'Isère; et le calcaire noir, d'apparence jurassique, forme la roche de Lambornay, qui domine à l'E. le bourg de Voreppe. Là on peut suivre, au fond

de la vallée, les couches supérieures de la montagne de Raz, et on les voit partager exactement l'inflexion des couches de la roche de Lambernay et s'étendre presque jusqu'à son pied. Mais les dépôts tertiaires empêchent encore de les voir s'enfoncer complètement sous cette montagne.

51. — C'est de l'autre côté de l'Isère, dans le vallon de la Varaize, où les terrains tertiaires n'ont qu'une puissance beaucoup moindre et ont souvent disparu totalement, que l'on peut se convaincre de la liaison intime qui existe entre les couches néocomiennes du plateau de Montaud et les hautes montagnes dont les escarpements bordent la vallée au S.-E. Le village de Veurey est dominé par une montagne semblable à la roche de Lambernay, le roc de la Valette, formé aussi lui en majeure partie par le calcaire noir d'apparence jurassique. Le même calcaire continue, en tranches horizontales, tout le long de la vallée de la Varaize, et forme le premier gradin des hautes montagnes de la Clef.

Or, au pied même du roc de la Valette, verticalement au-dessous de son sommet, s'observent les couches néocomiennes supérieures que nous avons décrites, dans la coupe de Veurey à l'Échaillon (42); elles sont faiblement inclinées vers l'E.-S.-E., exactement parallèles aux couches de la montagne, sous la base de laquelle elles paraissent donc évidemment s'enfoncer.

Tout le long du plateau de Montaud, le calcaire blanc qui le forme s'étend jusqu'au pied des escarpements du calcaire noir, et on ne cesse de le voir qu'en arrivant aux talus de débris nécessairement entassés au pied de ces escarpements; la concordance la plus complète continue à régner entre ces deux ordres de couches; et il me semble indubitable, en considérant leurs relations mutuelles de position, que le calcaire blanc de Montaud s'enfonce sous le calcaire noir, d'apparence jurassique, prolongement des couches semblables de la gorge du Guiers-Mort. C'est ce que met en évidence la coupe *fig. 3*, montrant les relations mutuelles du plateau de Montaud et des deux étages d'escarpements de la haute chaîne qui le domine au S.-E.

52. — Descendons maintenant à Saint-Gervais, où nous avons vu cesser le plateau néocomien de Montaud. Au fond de la vaste échancrure que présente ici le massif des montagnes, nous voyons toujours se prolonger un premier ordre d'escarpements très-élevés, qui n'est que la suite des escarpements supérieurs de la Sure, du roc de la Clef, etc. Au-dessous, un deuxième rang paraît avec la même évidence, le prolongement des escarpements des roches de Lambornay, de la Valette, etc.; et enfin, un troisième escarpement, inférieur aux précédents, n'est que la suite de celui par lequel se terminait à l'O.-N.-O. le plateau de Montaud, depuis Saint-Joseph-de-la-Rivière jusqu'à Armieu (43); il est formé par le calcaire blanc, néocomien, du plateau de Montaud.

Si l'on suit de l'œil ces trois étages de calcaires superposés, vers le contour méridional de la courbe qu'ils décrivent, on les voit tous trois en même temps éprouver une légère inflexion vers l'O.; puis, se relever et s'infléchir encore, mais complètement cette fois; et les couches de l'escarpement le plus élevé, plongeant enfin à l'O.-N.-O., sous un angle d'environ 60°, recouvrir complètement toutes les autres, et descendre jusqu'au bord de l'Isère. Dès lors, depuis Rovon jusqu'au fond des vallées du Royannais, on peut suivre le flanc des montagnes, formé par ce grand plan de revers incliné de 60 à 70°, et constant dans son élévation et ses caractères géologiques.

Ainsi, au S. de Saint-Gervais, les couches jurassiques et néocomiennes du plateau de Montaud, présentent absolument le même phénomène que les couches semblables du plateau de Berlan nous ont offert à l'E. de Saint-Laurent-du-Pont (35); elles s'enfoncent sous les puissantes formations des chaînes de Rencurel et de Malleval, prolongement direct des montagnes de la Grande-Chartreuse.

53. — De même que nous avons vu dans la gorge du Guiers-Mort, la superposition directe de ces formations aux couches néocomiennes de la Savoie (35), de même nous retrouverons aussi dans la gorge de la Bourne, qui coupe ce massif dans toute sa largeur, la preuve d'une superposition semblable. En

traversant cette gorge, on coupe d'abord, du Villard-de-Lans à la Balme de Rencurel, des terrains semblables à ceux que coupe l'Isère, de Sassenage à Veurey; près de la Balme, on rencontre les couches jaunes lamellaires à points verts de la formation néoéomienne, avec leurs fossiles et les caractères minéralogiques qui les font si bien reconnaître; puis, de la Balme à Choranche, on s'enfonce dans un étroit couloir, formé de calcaire blanc, en couches horizontales, qui représente (?) le calcaire corallien de Chaille, des Balmes de Voreppe, de l'Echailloz et d'Armieu; et enfin, vers l'extrémité de ce défilé, de part et d'autre duquel s'infléchissent les couches, on retrouve au-dessus de Choranche, et de Choranche au Pont-en-Royans, les mêmes formations que l'on avait traversées avant la Balme, celles que l'on traverse dans la vallée de l'Isère, dans les gorges du Guiers-Mort et du Guiers-Vif, et qui forment, pour ainsi dire, à elles seules, les hautes montagnes de la bande moyenne.



CHAPITRE CINQUIÈME.

Géologie de la bande secondaire moyenne ; ou formations crétacées inférieures propres au Dauphiné.

54. — Nous avons établi dans le chapitre précédent que les terrains jurassiques supérieurs et les terrains néocomiens, qui constituent les chaînes de la Savoie occidentale ; venaient dans leur prolongement s'enfoncer sous les puissantes formations qui composent notre bande moyenne (14). Nous allons maintenant nous occuper de la constitution géologique de cette région, de ces terrains que l'on a regardés comme représentant en Dauphiné les terrains néocomiens, et qui, d'après ce que nous avons vu, doivent au moins être considérés comme une nouvelle formation néocomienne, distincte de celle de la Savoie, plus récente et beaucoup plus puissante.

En indiquant les limites de la région que j'ai appelée *bande moyenne* (14), j'ai fait connaître l'étendue superficielle occupée par ces terrains dans le département de l'Isère. Cette bande, étroite à son extrémité septentrionale, lorsqu'elle est coupée par la gorge du Guiers-Vif, s'élargit de plus en plus vers le S. ; et sur la rive gauche de l'Isère, elle présente, dans le sens de sa longueur, des vallées dont la pente est vers la gorge transversale de la Bourne. Dans le sens de sa largeur, cette bande est coupée par plusieurs gorges étroites, celles de la Bourne, du Guiers-Mort, du Guiers-Vif ; et surtout par la large vallée transversale de l'Isère, entre Grenoble et Voreppe. Ces fentes nombreuses sont dues, comme nous le verrons plus tard, à de grandes failles, dirigées en général vers le N.-N.-O., et qui se montrent sur une plus grande échelle encore dans une partie des Alpes centrales.

Les catastrophes qui ont produit ces vastes fentes n'ont pu manquer d'altérer d'une manière notable la disposition des couches qu'elles ont disloquées ; aussi n'est-ce pas en général dans les vallées transversales de la bande moyenne que l'on peut prendre une idée nette de la stratification, telle qu'elle serait indépendamment de ces bouleversements ; cependant l'un des bords de la vallée de l'Isère, l'escarpement continu qui la domine sur la rive gauche depuis Sassenage jusqu'à Veurey, peut nous donner une idée nette du mode d'inflexion des couches dans les parties où des soulèvements étrangers n'ont pas croisé la direction principale des chaînes. On voit par cette coupe naturelle (*fig. 4*) que les couches de la bande moyenne, faiblement inclinées d'abord vers l'E.-S.-E., se redressent ensuite subitement sous un angle de 65° ou 70°, puis diminuent de nouveau d'inclinaison, et redeviennent presque horizontales au sommet de la chaîne. C'est ainsi qu'elles se terminent aux escarpements qui bordent les vallées de Saint-Laurent-du-Pont, de Roize, de Varaize ; tandis que, plus au midi, elles éprouvent une double inflexion et plongent en définitive à l'O.-N.-O., sous l'angle de 60°, depuis Saint-Gervais jusqu'au fond des vallées du Royannais.

55. — Nous nous occuperons d'abord de déterminer les caractères des diverses assises de cette formation, sans avoir égard à l'inclinaison des couches ; et dès-lors la rive droite de l'Isère, suivie depuis Voreppe jusqu'à Saint-Égrève, nous offrira la coupe la plus complète et les localités les mieux étudiées jusqu'ici dans la série de ces terrains. Nous indiquerons d'ailleurs, assise par assise, les particularités qu'ils peuvent présenter dans le reste de l'étendue de la bande moyenne.

1° Nous avons vu, depuis Saint-Laurent-du-Pont jusqu'à l'extrémité S. du plateau de Montaud, que la première assise bien caractérisée qui recouvre les couches néocomiennes, était un calcaire noir ou brun foncé, souvent marneux et bitumineux, que l'on peut étudier facilement soit à la roche de Lambernay, entre Voreppe et le Chevallon, soit mieux encore entre Veurey et Noyarey, dans le roc de la Valette, soit enfin

dans la gorge du Guiers-Mort, ou en gravissant les escarpements orientaux de la vallée de Roize. Ce calcaire, qui, du reste, ne paraît pas avoir été reconnu jusqu'ici sur toute son étendue, a été confondu par M. E. de Beaumont, et par tous les géologues depuis lui, avec le calcaire de la Porte-de-France de Grenoble, dont il présente en effet les caractères minéralogiques. Comme lui, il est en couches d'épaisseur variable, noir et bitumineux dans les couches minces, brun foncé et traversé en tous sens de filets spathiques d'un blanc laiteux dans les couches plus épaisses. Toutefois, sa structure est en général plus compacte que celle du calcaire de Grenoble; il est plus dur, moins fragile, et sur un fond d'un brun roussâtre, il présente fréquemment des taches noires foncées. De plus, et ceci est une différence minéralogique assez importante par sa constance, il est entremêlé, surtout vers ses deux assises extrêmes, de couches beaucoup plus pâles, à peine roussâtres, et entre cette teinte et le noir foncé des couches minces et marneuses, il présente tous les intermédiaires.

Il faut cependant en convenir; à le considérer seul, à ne point étudier les couches qu'il recouvre, ce calcaire devrait être regardé comme identique avec les calcaires jurassiques oxfordiens. Les fossiles qu'il renferme sont rares et je n'y ai trouvé que des ammonites se rapprochant beaucoup des espèces jurassiques: dans des couches marneuses intercalées au milieu de cette assise dans la gorge du Guiers-Mort et que l'on peut reconnaître à leur forte odeur bitumineuse, on trouve des fossiles bivalves, qui appartiennent, selon toute probabilité, au genre *possidonia*, propre, comme l'on sait, aux terrains jurassiques. C'est donc uniquement d'après des considérations géologiques, d'après l'étude des rapports de stratification de cette roche et des couches néocomiennes, prolongement de celles de la Savoie, que j'ai été forcé d'abandonner l'opinion qui a fait jusqu'ici de cette assise un membre de la formation jurassique.

2° Au-dessus de ce calcaire, que j'appellerai provisoirement calcaire de Lambernay, du nom de la localité connue jusqu'ici,

on trouve une assise parfois assez épaisse de calcaire compact, d'un blanc grisâtre, qui se montre bien surtout à Noyarey, sur le penchant de la montagne de la Valette. Elle est caractérisée par divers fossiles, bélemnites et ammonites surtout, complètement spathisés et fortement empâtés dans la roche. Ces couches se retrouvent les mêmes à la Chartreuse de Chalays, sur le revers de la roche de Lambernay, et plus haut, au-dessus des premiers escarpements de la Sure.

3° Au-dessus de ces premières assises, compactes et solides, vient une grande épaisseur de calcaires marneux, gris-bleuâtres, qui, sur la rive droite de l'Isère au Chevallon, contiennent beaucoup de spatanges et de polypiers; ils se retrouvent dans toutes les autres localités, toujours avec un grand développement; et dans la gorge du Guiers-Mort, ils présentent encore quelques ammonites à côtes simples et serrées, peu différentes des espèces jurassiques.

4° C'est après ces marnes que l'on rencontre, surtout sur la rive droite de l'Isère, une série de calcaires marneux, grenus, sublamellaires, dont le type le plus net est le calcaire bien connu des carrières du Fontanil. C'est sur l'examen de cette localité que la Société Géologique fonda, en 1840, le classement des terrains qui nous occupent dans l'étage néocomien.

Le calcaire du Fontanil est en couches épaisses et d'une régularité parfaite, séparées par des lits marneux plus foncés; il est lui-même grenu; cristallin, bleuâtre; cette teinte devient souvent d'un jaune ocreux dans les parties exposées à l'air et aux joints des couches; mais c'est probablement l'effet d'une altération chimique, produite par le concours de l'air et de l'humidité. On y rencontre beaucoup de fossiles. Les plus abondants sont des *exogyres*, principalement l'*E. Couloni* et l'*E. sinuata*. On y rencontre encore le *spatangus retusus*, la *terebratula bîplicata*, des *nautilus*, et de longs *polypiers* rameux, appartenant probablement aux spongiaires (1).

(1) *Bulletin de la Société Géologique, reunion à Grenoble, 1840*

En suivant le prolongement de ces couches si caractérisées au-dessus des carrières du Fontanil, vers Saint-Martin-de-Cornillon et les pâturages de Vararey, on les trouve toujours aussi fossilifères, et outre les espèces que nous venons de citer, ils offrent encore abondamment l'*exogyra sinuata*, l'*E. columba*, l'*ostrea carinata*, plusieurs espèces de *pecten* à stries fines, des *bélemnites*, etc.

Tous ces fossiles appartiennent, comme l'on sait, à l'assise inférieure de la formation néocomienne, soit en Savoie, soit en Provence.

Le calcaire du Fontanil est loin de présenter toujours le même développement, et des caractères aussi nets que dans la vallée de l'Isère. Dans le défilé du Guiers-Mort, on le retrouve, avec de nombreux polypiers, au-dessus des marnes, correspondant à celles du Chevallon, entre la scierie et le pont Parant. Mais sur d'autres points, dans la montagne de la Sure, par exemple, il paraît remplacé par un calcaire dur, jaune pâle, grenu sublamellaire, entremêlé de marnes bleues-noirâtres, compactes et très-dures elles-mêmes.

5° Dans tous les cas, au-dessus de l'assise de calcaires marneux que nous venons de décrire, vient une longue série de couches calcaires, lamellaires, de teintes très-variées, bleues, rosées, ou d'un jaune pâle, qui alternent entre elles, et tendent à la structure compacte. On suit ces couches, recouvrant celles du Fontanil, lorsque l'on monte de ce village vers Saint-Martin-de-Cornillon; plus haut, elles supportent le plateau de Vararey, les pâturages d'Urtières et de la Grande-Vache; et elles constituent l'étage le plus élevé des crêtes qui dominant le vallon de la Roizé et de la Sure elle-même. Dans le vallon de Vararey, on y trouve intercalées des couches marneuses, d'un gris foncé, fortement bitumineuses, et contenant de belles ammonites.

Une série toute semblable de couches se rencontre, quand on remonte la gorge du Guiers-Mort, en approchant du pont Parant; elle présente aussi les alternances les plus variées, des

couches compactes d'un jaune pâle, des couches noires marno-bitumineuses, toutes semblables aux précédentes.

6° Après cette série de calcaires lamellaires, on arrive à une autre assise qui n'est pas moins caractéristique que celle du Fontanil, et dont la présence est bien plus générale encore. C'est une grande épaisseur de calcaires lamellaires comme les précédents, bleus ou rosés, à teintes vives, en couches minces, remplis de rognons aplatis de silex noirs, qui semblent parfois y former des couches intercalées. Ils alternent avec des marnes friables de teintes plus foncées, et contiennent en général, aux joints de leurs couches, une assez grande abondance de polypiers.

7° Dans leur partie supérieure, ces calcaires à silex noirs perdent leurs rognons siliceux, deviennent jaunâtres, plus compacts, et tendent enfin à un calcaire compact roussâtre, qui sert de passage à l'assise la plus élevée de cette formation.

8° Cette dernière et puissante assise, dont l'épaisseur égale souvent celle de toutes les autres réunies, reproduit par ses caractères minéralogiques et par ses fossiles le type le plus ordinaire du terrain néocomien supérieur. C'est un calcaire d'un blanc légèrement jaunâtre, en grosses couches massives, de structure compacte ou finement cristalline, d'une dureté très-grande, et caractérisée par une grande abondance de *chama* si fortement empâtés dans la roche que l'on ne peut les en détacher, et qu'ils n'y sont visibles que par les contournements qu'y dessinent leurs tests spathisés.

Dans ce type ordinaire du calcaire, ce sont à-peu-près les seuls fossiles que l'on rencontre; mais vers le milieu de l'épaisseur de cette puissante assise, on trouve constamment intercalée une série peu épaisse de couches plus foncées, souvent noirâtres, marneuses et riches en fossiles. Ces couches se voient, par exemple, dans la vallée de l'Isère, à Roche-Pleine près Saint-Egrève, et renferment beaucoup d'*hippurites*; vis-à-vis, aux côtes de Sassenage, les nombreux débris qui tombent du flanc des montagnes offrent, dans un calcaire marneux bleuâtre, beaucoup d'*hippurites* aussi et d'*orbitolites*.

Dans la gorge du Guiers-Mort, entre le pont Parant et la Grande-Chartreuse, un peu au-delà de la porte OÛillette, ces couches, toujours marneuses et noirâtres, sont pétries de fossiles très-variés, parmi lesquels on distingue des *spatangues* (1), des *térébratules*, des *nérinées*, des *hippurites*, et surtout une grande abondance de petites *orbitolites* (2). A l'autre extrémité de la chaîne, dans la gorge de la Bourne, les mêmes couches se retrouvent, intercalées dans la grande assise de calcaire à *chama* : à la base du rocher des Rages, entre le Villard-de-Lans et la Balme de Rencurel, elles contiennent encore des *hippurites* et des *orbitolites*; et de l'autre côté de la gorge, le prolongement des mêmes couches à l'O. du hameau de Bois-Barbu, offre une grande variété d'espèces : *spatangues*, *térébratules* diverses, *peignes*, *orbitolites*, un polypier remarquable appartenant au genre *astrées*, et des fragments nombreux d'autres polypiers.

56. — Telle est la série complète des assises dont se composent nos montagnes de la bande moyenne. Dans la vallée transversale de l'Isère et dans la gorge du Guiers-Mort, la puissance totale de cette formation atteint au moins 1000 mètres. Elle se conserve pour le moins aussi grande, en avançant vers le midi, sinon pour les assises inférieures, qui deviennent en général beaucoup plus uniformes et moins nombreuses, du moins pour l'assise supérieure du calcaire à *chama*. Vers le N. elle diminue très-sensiblement : ainsi, dans la gorge du Guiers-Vif, la coupe de la roche de Berlan (fig. 4), qui sépare le vallon de la Rôchère de la vallée des Echelles, ne nous présente que les assises supérieures de la gorge du Guiers-Mort, le calcaire à *chama*, le calcaire bleu rosé à silex noirs, et les calcaires

(1) *Toxaster oblongus*, Ag.

(2) *Orbitolites lenticulata* Lmk. de la pente du Rhône; elles s'en rapprochent du moins beaucoup.

Les *hippurites* ont été déjà signalées dans cette assise (et probablement dans cette couche ?) par M. E. Dumas, *Bulletin de la Société Géologique, réunion à Grenoble*, 1840, p. 22.

lamellaires de teintes variées du pont Parant, reposant immédiatement sur les roches proprement néocomiennes que j'ai décrites ci-dessus au Châtelard (34).

Ainsi vers le N., à mesure que l'on se rapproche de la Savoie, la puissance de ces terrains diminue de plus en plus, et ils finissent par cesser complètement, à mesure que les terrains jurassiques et néocomiens de la Savoie se montrent plus à découvert dans les montagnes des environs de Chambéry.

Au midi au contraire, comme dans la vallée de la Drôme, ces terrains, moins puissants quant à leurs assises inférieures, reposent toujours immédiatement sur les calcaires jurassiques de l'étage oxfordien; on ne retrouve plus les assises jurassiques supérieures et les assises néocomiennes, prolongement des terrains de la Savoie. La même chose a lieu dans tout le massif secondaire du département de la Drôme.

57. — Les terrains de la bande moyenne forment une chaîne épaisse et uniforme, de laquelle ne s'élève aucun pic élané, et qui porte l'empreinte de soulèvements beaucoup moins violents que ceux qui se sont fait sentir plus à l'E. dans le voisinage des Alpes centrales. Ces montagnes présentent souvent à leur sommet de larges plateaux, horizontaux ou peu inclinés, et les couches supérieures (le calcaire à *chama*), se prolongent toujours sur tout le flanc de la chaîne, jusqu'au fond des vallées qui la limitent. Ainsi ce calcaire forme d'une manière continue le flanc oriental de la chaîne, depuis la gorge du Guiers-Vif, jusqu'au fond des vallées du Vercors. Il en est de même depuis Saint-Gervais jusqu'au fond des vallées du Royannais, sur ce revers incliné de 60° environ par lequel la chaîne se termine vers l'O. : sur toute cette ligne on retrouve le calcaire à *chama* avec ses caractères minéralogiques et ses fossiles habituels.

Il est donc bien probable que l'escarpement par lequel se termine vers l'O. la bande moyenne, depuis la frontière de Savoie jusqu'à Saint-Gervais, n'a pas été produit par une faille subite; il est probable que le prolongement de ces couches, que nous voyons ainsi coupées brusquement à l'O., existait,

ainsi que leur inflexion vers l'O.-N.-O.; et c'est ce que paraît bien démontrer l'inflexion qui se voit encore aujourd'hui pour les couches inférieures au S. de Saint-Laurent-du-Pont (35):

58. — Sur les plateaux qui couronnent cette chaîne, et sur la plus grande partie de la surface du plan incliné par lequel elle se termine, soit à l'E., soit à l'O., on ne reconnaît que les terrains dont nous venons de parler, ou plutôt que leur assise supérieure, le calcaire à *chama*. Mais toutefois on trouve presque toujours sur les deux flancs de la chaîne, reposant sur ce calcaire en stratification presque concordante, des terrains plus récents et de diverses époques de formation. Le plus moderne et le plus généralement répandu, la molasse, forme un dépôt puissant sur le versant occidental au S. de Saint-Gervais, et constitue les plateaux et les collines du Royannais. L'inclinaison de ses couches est parfois presque aussi considérable que celle des calcaires secondaires, comme au Pont-en-Royans; cependant il est toujours facile de voir que cette formation tertiaire ne les a point recouverts, qu'elle s'est déposée le long d'un rivage déjà formé par eux. Seulement on peut en conclure que les soulèvements qui ont le plus fortement redressé les assises secondaires dans ces régions sont en effet postérieurs au dépôt de la molasse.

Au S. du Royannais, dans la vallée de Saint-Jean, la molasse s'élève sur le flanc des montagnes et dépasse le village de Saint-Martin-le-Colonel. Elle partage l'inflexion nouvelle des couches secondaires à l'O. de cette vallée pour former la crête de Penet, et se retrouve également sur le versant opposé de cette nouvelle chaîne. De là on la suit sans discontinuité vers le midi jusqu'à Crest; mais, quoique fortement inclinée quelquefois, elle ne forme jamais que des collines peu élevées; et souvent son inclinaison est en sens contraire de celle des couches secondaires, par exemple le long du pied de la montagne de Raye, de Barcelonne à Crest. (1) L'abondance de coquilles qu'elle

(1) Voir la coupe, fig 9

présente alors montre qu'elle a dû effectivement s'y déposer contre un rivage déjà formé ; et comme nous le verrons plus tard (100), certaines formations intercalées entre elle et le pied des montagnes crétacées peuvent fournir des preuves décisives à cet égard.

59. — Sur une partie du versant occidental de la *chaîne moyenne*, dans les vallées de Lans et de Prévysieux, on retrouve aussi une formation de molasse bien caractérisée, qui paraît s'être déposée dans un lac ou un bassin ne communiquant avec la mer que par une gorge étroite. Nous reviendrons plus tard sur ce terrain, pour l'étudier dans ses rapports avec les terrains secondaires. Car il se trouve, dans ces vallées, associé en quelque sorte à un terrain plus ancien, que ses caractères et ses fossiles classent dans l'étage du grès-vert, et dont la molasse a partagé complètement les bouleversements. En établissant, comme nous le ferons, que ce terrain de grès-vert lui-même est en discordance avec les terrains crétacés inférieurs des grandes chaînes ; qu'il s'est déposé à leur pied, dans un bassin enclos de toutes parts, et sans recouvrir les cimes : nous établissons par là même que la molasse qui lui est postérieure est restée également étrangère aux premiers bouleversements du sol secondaire. (*Voir chap. VII.*)

Enfin la vallée principale du Vercors, qui peut être considérée comme une vallée longitudinale de dislocation dans la zone secondaire moyenne, nous offre un dépôt qui, selon toute apparence, doit encore être rapporté à l'étage de la molasse. Dans ce bassin fermé de toutes parts, et qui contenait peut-être à cette époque un lac salé, sans communication avec la mer, se sont déposées des couches de sables plus ou moins grossiers, reliés par un ciment calcaire cristallin, qui souvent forme à lui seul la couche. On n'y remarque ni rognons siliceux, ni points verts régulièrement disséminés ; et souvent la structure est absolument celle de la molasse coquillière, avec une grande quantité de peignes et autres fossiles tertiaires. Les couches, horizontales au fond de la vallée, près de Saint-Martin-en-Vercors et sur les bords du Vernaisson, se redressent

légèrement vers les flancs des montagnes, mais en s'arrêtant à une faible hauteur; dans la vallée de Saint-Martin, elles buttent des deux côtés contre les escarpements verticaux qui l'encaissent; dans le vallon du Vernaison, elles occupent le fond d'un plissement du terrain crétacé inférieur. Elles nous montrent donc qu'à l'intérieur de la bande secondaire moyenne, aussi bien que sur ses bords, tous les grands accidents, toutes les sinuosités marquées que présentent les terrains crétacés inférieurs, sont antérieurs à la période tertiaire; et que les révolutions qui ont suivi le dépôt de la molasse, n'ont fait qu'exhausser considérablement et en masse les chaînes secondaires, sans ajouter d'ailleurs aux sinuosités déjà dessinées par des bouleversements plus anciens.



CHAPITRE SIXIÈME.

Géologie de la bande secondaire orientale, ou rapports des formations crétacées inférieures avec les terrains jurassiques alpins.

60. — Nous arrivons enfin à l'étude de la partie du massif secondaire qui se rapproche le plus de la chaîne centrale des Alpes, et dans laquelle l'influence de ce voisinage se fait sentir par une élévation plus grande des crêtes, par des soulèvements plus violents, qui ont donné à ces montagnes un aspect différent en général de celui des chaînes précédentes.

J'ai déjà indiqué sommairement (15) l'étendue et les caractères les plus saillants de cette haute chaîne calcaire, dont les escarpements dominant les vallées de l'Isère, du Drac et de la Gresse, depuis Chapareillan jusqu'à Grenoble, et de Grenoble au col de la Croix-Haute. J'ai même indiqué comment, dans la moitié septentrionale de cette chaîne, au nord de Grenoble, les couches qui montent vers l'E.-S.-E. s'infléchissent et se relèvent en sens contraire pour former les montagnes qui dominant à l'E. les vallons de Proveysieux, de la Chartreuse, etc.; c'est ainsi que j'ai rapporté à la *bande orientale* cette série de crêtes dont fait partie le Grand-Som, et dont les couches paraissent, au premier abord, recouvrir en stratification presque concordante les terrains de la bande moyenne.

61. — Ce qui distingue tout d'abord les montagnes qui appartiennent à la bande secondaire orientale, ce n'est pas la nature des terrains qui les composent; car elles présentent à très-peu de chose près, la même série de couches que les

précédentes. Mais on les distingue à leur aspect escarpé de toutes parts, leurs crêtes étroites et élancées, tranchantes pour ainsi dire, qui contrastent avec la physionomie générale des larges plateaux de la *bande moyenne*. L'assise qui termine ces formations, et qui présente un plus grand développement encore que dans la chaîne moyenne, le calcaire blanc-jaunâtre à *chama*, constitue ces crêtes escarpées; mais il ne se trouve que dans ces parties les plus élevées de la chaîne; ses couches, coupées verticalement de part et d'autre, ne descendent point jusqu'au fond des vallées vers lesquelles elles plongent. Les assises marneuses inférieures, les couches calcaires sublambellaires de teintes bleuâtres en général, sont les seules que l'on trouve à la base de la chaîne, soit sur son flanc oriental, soit sur son versant occidental, soit même au fond de la courbure par laquelle les couches passent de l'inclinaison vers l'O. à l'inclinaison vers l'E.; dans les vallées de Quaix, de Saint-Pierre-de-Chartreuse et d'Entremont. C'est à cette disposition du calcaire à *chama* en *chapeaux* abrupts, en crêtes escarpées, qu'est dû l'aspect général de ces chaînes; et c'est ce qui les caractérise surtout dans les points où des soulèvements multiples en se croisant ont découpé de toutes parts des lambeaux du terrain secondaire. C'est ce que l'on voit par exemple au nord de Grenoble, dans les pics isolés de Chamchaude, de la Pinée, du Casque de Néron; ce qui, plus au S., se reproduit d'une manière plus remarquable encore dans le Mont-Aiguille, que l'on peut se représenter complètement en imaginant un gros bloc, en forme de prisme tronqué, de calcaire à *chama*, posé sur un piédestal conique de couches marneuses.

62. — Les terrains dont se composent ces montagnes ont été moins étudiés encore jusqu'ici que ceux des montagnes de la Chartreuse ou de la vallée de l'Isère, appartenant à la chaîne moyenne. Du reste ils ne diffèrent pas de ces derniers, et appartiennent évidemment à la même formation. Pour le prouver par un seul exemple, je décrirai rapidement les diverses assises qui, au N.-O. de Grenoble, reposent sur le

calcaire jurassique du mont Rachet (21) et constituent le *Casque de Néron*.

Nous avons vu que le calcaire jurassique oxfordien de la Porte-de-France, qui forme la crête et le flanc occidental du Rachet, se trouvait, dans cette montagne, relevé presque jusqu'à la position verticale. Sur lui, avec une inclinaison sensiblement moindre, qui ne dépasse pas 50°, reposent des couches qui correspondent entièrement à celles des montagnes de la bande moyenne (*fig. 5*).

1° Un calcaire grisâtre, dur, de structure finement cristalline ou compacte, contenant des fossiles (*Ammonites* et *bélemnites*, différentes de celles du calcaire oxfordien), convertis en spath blanc ou jaunâtre; — c'est le calcaire que nous avons signalé à Noyarey et à Chalays (55,2°), immédiatement au-dessus du calcaire noir des roches de la Valette et de Lambornay.

2° Une épaisse série de marnes bleuâtres ou grises, très-friables, dans lesquelles est creusée la vallée qui sépare le Rachet du Casque de Néron. — Elles correspondent aux marnes de Noyarey et du Chevallon (55,3°), mais présentent un développement plus grand, une plus grande friabilité.

3° Un calcaire marneux, grenu lamellaire, d'un bleu pur, passant au jaune ocreux dans les parties exposées à l'air; en couches minces en général, régulières, et d'épaisseur à-peu-près égale. Il se rapproche beaucoup par conséquent des calcaires du Fontanil, et n'en diffère guère que par une proportion plus forte d'argile, qui le rend plus altérable encore. Ce calcaire se voit le long de la grande route de Grenoble à Voireppe, aux approches de la Buisserate. Au-dessus, le prolongement des mêmes couches forme le sol des coteaux et des collines de Narbonne, où on l'exploite comme pierre à ciment.

Vers la partie supérieure de cette assise, au-dessus de la Buisserate, et au pied même de la crête abrupte du Néron, ce calcaire prend une teinte foncée, et est entremêlé de couches noirâtres d'une marne très-friable. Dans les couches calcaires, en montant de la Buisserate au lieu dit l'*Hermitage*, on trouve des *ammonites*, des *bélemnites*, des *polypiers*, et surtout des

sputangues; mais ces derniers fossiles deviennent d'une abondance extraordinaire dans les marnes désagrégées qui forment le sol des vignes de l'*Hermitage*. Je ne connais point dans les Alpes du Dauphiné un gisement plus riche et plus abondant de ces fossiles (1).

La base de la crête du Néron est formée elle-même de couches épaisses d'un calcaire bleu foncé, abondant en longs polypiers rameux, semblables à ceux du Fontanil.

4° Au-dessus viennent des couchés sublamellaires plus durs, jaunâtres ou rosés, qu'il serait difficile de suivre ici dans une crête escarpée de toutes parts, mais qui, d'après les débris qui en tombent, paraissent offrir tous les types des couches semblables que nous avons signalées au-dessus du calcaire du Fontanil et de ses analogues (55,5°).

Plusieurs de ces couches paraissent très-ferrugineuses et contiennent même de petites géodes remplies d'une limonite mamelonnée ou pulvérulente.

5° Au-dessus vient l'assise de calcaire dur, bleu ou rosé, à silex noirs, semblable à celui de la chaîne moyenne (55,6°).

6° Puis le calcaire roussâtre compact, et enfin le calcaire à *chama*, qui forme le chapeau ou la crête escarpée du Néron, et qui est remarquable par son épaisseur, ses *chama* nombreux mais très-fortement empâtés, etc.; et qui ne diffère par aucun caractère essentiel du calcaire à *chama* de Roche-Pleine (55,8°), et de tout le flanc oriental de la chaîne moyenne.

Ainsi la série des couches qui constituent les montagnes de la bande orientale, ne diffère en rien d'essentiel de celle que nous avons trouvée dans la bande moyenne; car la coupe que nous a offerte le Casque de Néron se retrouverait presque sans modification sur toute l'étendue de la grande chaîne des vallées de l'Isère et du Drac, comme à la Dent de Saint-Pan-crace, au col de l'Arc, etc.

(1) Ces fossiles appartiennent à l'espèce *Toxaster nicæensis*, que nous avons déjà trouvée dans les couches néocènes inférieures des Balmes de l'Échaillon (42)

63. — Ce n'est qu'en étudiant de près ces terrains que l'on peut y saisir quelques faibles différences, qui ne sont que des nuances légères des mêmes assises. Les calcaires de la chaîne orientale présentent en général, avec une puissance au moins aussi grande, une uniformité plus constante, une variété moins prononcée; l'ensemble des assises marneuses, jusqu'à celles qui servent de base au calcaire à *chama*, est d'une structure plus compacte, moins grenue que dans la chaîne occidentale; les calcaires, plus argileux peut-être, sont plus altérables encore par les influences atmosphériques que leurs correspondants du Fontanil par exemple. Ils éprouvent presque tous un mode d'altération caractéristique. Leurs couches, d'un à deux décimètres d'épaisseur, se divisent d'abord par des fissures en fragments prismatiques; puis l'action de l'air et de l'humidité arrondissant les angles et les arêtes de ces fragments, il en résulte des sphéroïdes assez réguliers, dans leurs formes et leurs dimensions, qui au premier coup d'œil ressemblent à des géodes ou à des rognons tels qu'on en voit souvent dans les couches marneuses. L'intérieur de ces sphéroïdes est bleuâtre, et a conservé sa dureté et sa cohésion primitive; la surface au contraire est jaunâtre ou grisâtre, et bien moins consistante. Souvent, à mesure que l'altération fait des progrès, ces parties superficielles se détachent peu à peu, et les couches paraissent formées d'une réunion de gros nodules elliptiques, à couches concentriques, dont la dureté et la teinte foncée vont en augmentant de la surface au centre. Ce mode de décomposition *en boules* est du reste commun à tous les calcaires marneux qui offrent une structure analogue, et se retrouve par exemple dans les couches néocomiennes inférieures du Mont-du-Chat. Mais la constance avec laquelle on le remarque dans les couches qui forment toutes les bases des montagnes de la chaîne orientale peut être donnée comme un caractère presque distinctif de ces terrains.

64. — Les fossiles y sont, en général, moins abondants et moins répandus que dans les montagnes de la bande moyenne; ils offrent aussi une variété moins grande d'espèces. Les ammo-

nites et les bélemnites dominant, et ce n'est què sur des points particuliers que l'on trouve une assez grande abondance de polypiers, de spatangues, accompagnés de quelques mollusques acéphales. Cette prédominance des céphalopodes, comparée à la puissance et à l'uniformité des couches sur une grande épaisseur, peut nous amener à conclure que les terrains de la bande orientale ne diffèrent de ceux de la bande moyenne que par les circonstances de leur dépôt, qui a eu lieu sans doute dans une mer plus profonde, plus loin des rivages sur lesquels s'amoncelaient principalement les dépôts crétacés inférieurs. C'est ainsi que je n'ai jamais rencontré dans les montagnes de la bande orientale ces gryphées, ces exogyres, ces huîtres, etc., en un mot ces coquilles éminemment littorales, si communes dans les calcaires du Fontanil par exemple, et plus encore dans les formations néocomiennes proprement dites de la Savoie.

Ainsi, quant à la puissance totale, quant aux couches inférieures et moyennes, il n'y a point de différences essentielles entre les terrains de la chaîne orientale et ceux de la bande moyenne. L'identité est encore plus complète pour la grande assise supérieure de calcaire blanc à *chama*. Rien ne s'oppose donc à ce que l'on admette une identité parfaite, et la continuité primitive de la grande formation crétacée inférieure du Dauphiné, dans tout l'espace occupé aujourd'hui par ces deux grandes chaînes.

65. — J'insiste pour prouver que toutes ces montagnes appartiennent à un même terrain (quoique tous les géologues aient admis ce point jusqu'à présent), parce que sur une certaine étendue l'on pourrait croire à la superposition des couches de la chaîne orientale aux couches supérieures de la chaîne moyenne. C'est, comme je l'ai dit plus haut (15 et 60), dans la partie septentrionale de notre massif, où les couches de la chaîne orientale s'infléchissent et se redressent vers l'O., pour former la chaîne du Grand-Som.

Ce redressement commence à se faire sentir dans la montagne isolée du Casque de Néron, dont les couches, fortement inclinées

dans le haut , et montant vers l'E.-S.-E. sous un angle de 50°, éprouvent ensuite un plissement compliqué, et deviennent presque horizontales, ou même légèrement inclinées en sens opposé sur le revers Θ . de la montagne. Nous avons essayé de représenter cette disposition des couches, dans la coupe déjà citée, *fig. 5*.

Au N.-N.-E. du Casque de Nérou, cette inflexion se montre en grand dans les deux beaux pics correspondants de Chamechaude et de la Pinée, entre lesquels est le col de Porte. (*Voir fig. 6*).

A la Pinée fait suite une crête dirigée vers le N.-N.-E., qui se prolonge à l'E. de la vallée de Proveysieux, forme les sommets escarpés du Charmant-Som, à l'E. du col de la Charmette, et descend sur la gorge du Guiers-Mort à la porte du *Grand-Logis*, en se contournant légèrement par une inflexion vers le N.-E. De là cette chaîne se relève pour former la cime du Grand-Som, s'abaisse de nouveau vers la combe du Guiers-Vif, où elle supporte le château d'Entremont, et va enfin se terminer en Savoie, avec la chaîne moyenne, au N. du vallon de Corbet.

66. — Il résulte de cette disposition, dans les gorges du Guiers-Mort et du Guiers-Vif, l'apparence d'une superposition des couches de cette chaîne à l'assise de calcaire à *chama* qui forme le revers oriental de la bande moyenne. Lorsque l'on traverse la gorge du Guiers-Mort, de la porte OÉillette, où nous avons signalé le calcaire à *chama* (55, 8°), jusqu'au vallon de la Chartreuse, on trouve, au-dessus de la grande assise qui termine les formations de la bande moyenne, des couches très-brisées et d'inclinaison très-variable de calcaires noirs, entremêlés de lits marno-bitumineux, et rappelant par ces caractères le calcaire noir, d'apparence jurassique, que nous avons signalé à l'entrée de la gorge, entre Fourvoirie et le pont Parant (55, 1°). Ils sont surmontés aussi de quelques bancs de calcaires compacts, d'un blanc grisâtre, et d'une grande épaisseur de marnes friables, d'un gris foncé, dans lesquelles sont creusés les vallons de la Chartreuse, de la Rochère, etc.

Au-dessus vient la longue série de couches qui forment les escarpements étagés du Grand-Som, et se terminent, au sommet de cette montagne par un chapeau escarpé de calcaire à *chama*. Cette série, que l'on peut étudier aussi dans la gorge du Guiers-Vif, en montant de la vallée de la Rochère au château d'Entremont, correspond par ses caractères et sa puissance à la série que nous avons décrite en détail dans les montagnes de la bande moyenne.

67. — L'identité dans la série des formations conduit donc à attribuer à une faille puissante la superposition apparente des couches du Grand-Som à celles de la chaîne occidentale. Les inclinaisons si variables que présentent les couches inférieures, le désordre subit qu'elles montrent après que l'on a traversé les assises bien nettement stratifiées de la bande moyenne, sont encore des preuves en faveur de cette hypothèse. Ce désordre est, par exemple, frappant dans les crêtes qui ferment au midi le vallon de Vallombre, et qui sont formées par le prolongement des premières assises solides du Grand-Som, venant butter contre les couches du calcaire à *chama* de la chaîne moyenne. La confusion extrême qui semble régner en ce point, les nombreux ravins qui rayonnent à partir du col de la Charmette, les uns vers la gorge du Guiers-Mort, les autres vers la vallée de l'Isère, ont eu pour causes l'exhaussement simultané de ces deux ordres de couches, brisées déjà par une faille violente, et d'autre part la révolution bien différente, qui a ouvert dans la direction N.-N.-O. le défilé du Guiers-Mort, entre le pont Parant et Saint-Laurent-du-Pont.

Si nous descendons maintenant du col de la Charmette vers la vallée de l'Isère, par le vallon de Proveysieux, nous aurons à notre gauche la crête de la Pinée, prolongement de celle du Grand-Som, mais séparée de la chaîne moyenne par un épais dépôt de grès-vert et de molasse qui recouvre le calcaire à *chama* dans cette dernière chaîne. L'inclinaison des couches de la Pinée est beaucoup moindre que celle du calcaire à *chama* de la chaîne occidentale, et même que l'inclinaison de la molasse qui le recouvre. Il ne peut donc rester de doute sur

l'indépendance des soulèvements de ces deux chaînes et sur l'existence de la faille profonde qui a dû tout d'abord séparer violemment ces deux masses, identiques par leur nature géologique.

68. — Au-dessous de Proveysieux, jusqu'à la vallée de l'Isère, et vis-à-vis, dans la vallée de Lans, on ne voit plus de rapport apparent entre les couches des deux grandes chaînes secondaires, séparées dès-lors par un large intervalle. Mais au S. de la vallée de Lans, on peut saisir d'une manière complète le vrai rapport qui les unit. Là les couches supérieures de la chaîne orientale, descendant de la cime de la Moucherolle, plongent à l'O. sous les grès-verts de la gorge de Corançon et viennent se relier immédiatement aux couches supérieures de la chaîne occidentale. La vallée de Lans se trouve ainsi fermée par la soudure et la réunion en une seule des deux chaînes qui la bordaient de part et d'autre; et la grande faille qui les séparait depuis la gorge de Guiers-Vif, cesse brusquement en ce point. La formation crétacée inférieure, devenue plus puissante en quelque sorte par le raccordement de ses deux grands lambeaux, forme les hautes cimes et les vastes plateaux du Veymont, dont la direction reste encore la même que celle de la chaîne orientale de la vallée de la Gresse, ou N. 6^o. E., mais suit une ligne parallèle un peu plus reculée vers l'O. C'est alors que l'on voit le terrain crétacé inférieur atteindre sa plus grande altitude en s'élevant dans le Grand-Veymont à la hauteur de 2346 mètres.

CONCLUSION DES DEUX CHAPITRES PRÉCÉDENTS.

69. — Le massif secondaire du département de l'Isère est presque exclusivement formé par un terrain unique, reposant à l'E. sur la bande de calcaire jurassique oxfordien des vallées de l'Isère et du Drac; au N.-O. sur le prolongement des terrains jurassiques supérieurs et néocomiens de la Savoie.

Cette formation, dont la puissance habituelle est de 1000 à 1200 mètres, se compose de deux grandes assises nettement caractérisées : 1° l'assise inférieure ou marneuse, composée d'une longue série de calcaires compacts plus ou moins foncés, de marnes friables à teintes ardoisées, et de calcaires lamellaires bleus, rosés ou jaunâtres ; 2° l'assise supérieure, ou calcaire à *chama*, formée d'un calcaire blanc jaunâtre, compact, dur et massif, reproduisant, sur une plus grande échelle, les caractères minéralogiques du calcaire à *chama* néocomien de la Savoie.

Malgré la grande analogie de ses deux assises avec celles du terrain néocomien, malgré l'identité des fossiles, ce terrain se distingue du terrain néocomien tant par sa puissance que par sa formation plus récente ; et pour lui donner désormais une dénomination propre, nous pourrions l'appeler par exemple *Terrain Cartusien*, empruntant cette dénomination à ce beau massif des montagnes de la Chartreuse, qu'il constitue tout entier à lui seul.

70. — La puissance de ce terrain s'affaiblit rapidement vers l'extrémité septentrionale du Dauphiné, sur la frontière de Savoie (56) ; s'il n'a pas été confondu jusqu'ici, dans certaines parties de la Savoie, avec le terrain néocomien, on doit admettre qu'il cesse au S. de la vallée de Chambéry, lorsque les terrains jurassiques supérieurs et néocomiens plus fortement relevés doivent opposer en effet une barrière à son extension.

Vers le midi au contraire, sa puissance se maintient et semble même devenir plus grande dans les chaînes de la vallée de la Gresse. Au S.-O. ses couches se prolongent pour former les hautes montagnes et les plateaux multipliés du Vercors ; et il constitue encore à lui seul toutes les montagnes du département de la Drôme, jusqu'à la vallée de ce nom. Dans cette vallée, et sur tous les autres points où l'on peut voir percer sous lui le terrain jurassique, on le trouve reposant sur les couches de l'étage oxfordien, comme à l'E., en regard des Alpes centrales.

71. — Il n'est pas entré dans notre plan de suivre ce terrain

au-delà de la vallée de la Drôme ; et nous avons assigné les raisons qui nous permettaient de fixer cette limite (9). Toutefois, comme il résulte des explorations des géologues qui ont étudié ces contrées, les mêmes formations continuent au S. de la Drôme (25), et se rattachent aux chaînes crétacées de la Provence. Peut-être le terrain décrit jusqu'ici comme néocomien, dans cette dernière contrée, n'est-il que le prolongement affaibli du grand terrain crétacé inférieur du Dauphiné ; et il serait alors d'un âge plus récent que le terrain néocomien de la Savoie.

72. — Quoiqu'il en soit, revenons à la partie de ce massif secondaire qui nous a particulièrement occupés, et résumons en quelques mots la constitution des chaînes qui la composent.

1° Sur la limite orientale du massif secondaire, le terrain jurassique, dont les couches sont en général plus inclinées que celles des terrains crétacés inférieurs, dut subir, avant le dépôt de ces derniers, un premier soulèvement, avec la masse toute entière des terrains plus anciens des Alpes centrales. Il servit ainsi de limite au dépôt des formations crétacées.

2° Sur les confins N.-N.-O., les terrains jurassiques supérieurs et néocomiens de la Savoie, durent également être soulevés au-dessus des mers où se déposa le terrain *cartusien*. Les montagnes qui entourent Chambéry, le Mont-du-Chat, les Bauges, etc., soulevées immédiatement après le dépôt du terrain néocomien, limitèrent vers le N. le bassin crétacé du Dauphiné ; et le prolongement affaibli des chaînes occidentales à l'O. de la vallée de Saint-Laurent-du-Pont, dut former au moins une ligne de hauts-fonds qui borna encore de ce côté l'étendue du dépôt *cartusien*.

3° Toutefois, depuis les Échelles jusqu'à Saint-Gervais, il est incontestable que ce dépôt dut s'étendre primitivement un peu plus loin vers l'O. qu'il ne le fait aujourd'hui ; qu'il dut recouvrir, peut-être complètement, les plateaux néocomiens de Berlan, de Raz et de Montaud (34, 57). Mais une grande dénudation, suite naturelle du soulèvement, a effacé les limites primitives du dépôt ; et aujourd'hui il se termine brus-

quement, sur toute cette ligne, par un grand écartement formé par les tranches de couches à-peu-près horizontales.

Ce n'est qu'au-delà de Saint-Gervais que ce terrain, conservant encore son étendue première, plonge sous les formations tertiaires de la vallée de l'Isère; et dès-lors, jusqu'à la vallée de la Drôme, il constitue toutes les chaînes qui s'élèvent à l'E. des plaines de Romans et de Valence.

73. — 4° Les montagnes constituées par le terrain cartusien lui-même, dans le département de l'Isère, peuvent être partagées en deux grandes masses ou chaînes principales: l'une, orientale, formée de crêtes hautes et escarpées de toutes parts, a dû être soulevée la première, et séparée de la bande occidentale par une faille profonde, s'étendant de la gorge du Guiers-Vif, sur la frontière de Savoie, jusqu'au fond de la vallée de Lans. — L'autre, occidentale, a dû rester étrangère à cette révolution, ou du moins n'en éprouver qu'un soulèvement général peu violent, qui n'a fait émerger que ses plateaux les plus élevés; et son principal exhaussement n'a eu lieu qu'après les dépôts du grès-vert et de la molasse sur la plus grande partie de ses deux flancs, oriental et occidental. L'inclinaison des couches secondaires avant ce dernier soulèvement est donnée par la différence actuelle d'inclinaison de la molasse et du calcaire à *chama*, sur lequel elle repose dans le Royannais par exemple (58), ou dans le vallon de Proveysieux (59,91); la trace en est encore conservée dans la faible inclinaison que présentent, au niveau de la vallée transversale de l'Isère, les couches des escarpements de Noyarcy (54 et fig. 4). La mesure approximative de l'élévation à laquelle elle se trouvait déjà portée au-dessus du fond de la mer tertiaire est donnée par la différence de niveau entre les escarpements de la Sure et les couches de molasse qui buttent à leur pied, dans la vallée de Saint-Laurent-du-Pont (Fig. 2).

74. — Cette bande occidentale, composée de montagnes moins élevées et surtout moins escarpées que celles de la précédente, offre à son extrémité méridionale, et surtout dans son prolongement dans le département de la Drôme, des

plissements nombreux, d'où résultent les vallées et les plateaux élevés du Vercors et du Royannais. Ces plissements ont dû se dessiner complètement avant le dépôt de la molasse et probablement même avant celui du grès-vert. Car, comme nous l'avons vu (39) et comme nous allons en voir encore des preuves, lorsque dans ces vallées intérieures se rencontrent la molasse ou des formations tertiaires plus anciennes, elles n'en occupent que le fond et sont toujours discordantes avec les couches qui forment le flanc des chaînes. Mais l'exhaussement *principal* du massif n'en est pas moins postérieur au dépôt de la molasse.



CHAPITRE SEPTIÈME.

Du terrain de grès-vert dans les vallées intérieures du massif secondaire des Alpes Dauphinoises

75. — Nous avons étudié jusqu'ici les terrains qui constituent, à proprement parler, toutes les hautes chaînes du massif secondaire des Alpes Dauphinoises. Les terrains qu'il nous reste à examiner n'ont ni la même puissance, ni la même étendue. ils n'occupent que les vallées intérieures et les flancs de quelques chaînes; et leur dépôt est postérieur aux révolutions qui ont façonné la plupart des grands traits du massif secondaire.

Au premier rang parmi ces terrains se montre la formation du grès-vert. Elle présente à l'intérieur des Alpes des caractères particuliers qu'il importe de bien définir.

Le bassin le plus étendu où se soit déposée la formation du grès-vert, est l'intervalle compris, dans le département de l'Isère, entre les deux grandes chaînes du terrain cartusien. Ce bassin qui comprend les deux vallées correspondantes de Lans et de Proveysieux, de part et d'autre de la vallée transversale de l'Isère, est fermé au N. par le col de la Charmette et les crêtes transversales qui encaissent le défilé du Guiers-Mort; et au S., par la crête non moins caractérisée qui s'élève brusquement au S. du Villard-de-Lans, et sépare la vallée de Lans de la vallée supérieure de la Gresse.

C'est dans la vallée de Lans surtout que le terrain de grès-vert présente un grand développement. Nous allons donc l'étudier d'abord, aux environs du Villard-de-Lans, dans quelques

localités qui ont déjà plusieurs fois excité l'attention des géologues.

76. — À l'E. du Villard-de-Lans, au pied de la grande chaîne si escarpée que forme le terrain cartusien, s'étendent des couches de grès-vert qui sont les plus anciennes que l'on puisse observer dans le bassin de Lans. Elles sont surtout intéressantes par leurs fossiles, reconnus pour la première fois par M. Eug. Bertrand.

Le vallon de la Fauge, où s'observent ces couches, est limité à l'E. par les escarpements supérieurs de la grande chaîne, depuis la pointe de Cornéfiou jusqu'au Col-Vert, au pied de la Moucherolle. Les couches de calcaire à *chama* qui couronnent ces montagnes plongent généralement de 45° vers l'O. ; mais jusqu'au fond du vallon, elles sont coupées verticalement et ne forment que la crête de la grande chaîne. Cependant le prolongement de ces mêmes couches, inclinées de la même manière, se retrouve dans le chaînon parallèle qui limite à l'O. le vallon de la Fauge ; et enfin au midi, ce vallon est fermé par la continuité qui s'établit entre les couches de ce chaînon et celles du Col-Vert.

C'est dans ce bassin fermé de toutes parts, excepté au N., que se sont déposées les assises inférieures de la formation du grès-vert. (*Fig. 7*).

Contre les escarpements orientaux de la grande chaîne, repose immédiatement une épaisse assise de couches minces, noires, dont la couleur s'aperçoit de loin dans les ravins profonds qui sillonnent ce dépôt. Ces couches, dont l'épaisseur est d'un ou deux décimètres, sont formées d'un sable vert foncé, qui doit sa couleur à une grande abondance de silicates ferreux ; leur consistance est faible, et elles s'éboulent très-facilement. Elles sont entremêlées de couches plus dures, où le sable, moins foncé, est plus fortement relié par le ciment calcaire, et qui, moins facilement désagrégées, font saillie sur les autres ; autant qu'elles s'en distinguent de loin par leur teinte.

C'est dans les couches sableuses surtout que l'on rencontre

une abondance extrême de fossiles : les plus caractéristiques sont diverses espèces d'échinides, de *turritiles*, des *ammonites*, des polypiers mal conservés, etc. (1)

77. — Au pied de l'escarpement de Cornefion, ces couches sableuses sont inclinées d'environ 25° ; mais leur inclinaison va en diminuant vers le fond du vallon, où elles deviennent exactement horizontales.

Les couches supérieures de cette assise, qui forment le fond du vallon de la Fauge, appartiennent spécialement à la variété dure, grisâtre, dont je parlais tout-à-l'heure. Elles passent ainsi à des couches calcaires grisâtres, compactes, puis rougeâtres, et enfin à des couches minces, sublamellaires, rougeâtres, que nous retrouverons dans d'autres localités et qui seront pour nous la deuxième assise du terrain de grès-vert.

Au-dessus apparaissent des couches sableuses, à ciment calcaire cristallin et très-dur, abondamment pénétrées de points verts réguliers. Ces couches, non moins bien caractérisées que les précédentes, sont le type de la troisième assise du grès-vert, la plus répandue dans toute l'étendue du bassin.

Ces deux assises de couches calcaires, superposées aux grès-verts fossilifères inférieurs, buttent en couches parfaitement horizontales contre la tranche du calcaire à *chama*, incliné de 45° dans le chaînon qui limite à l'O. le vallon de la Fauge. (Voir la coupe, fig. 7).

La discordance de stratification entre les terrains de la grande chaîne orientale et la formation du grès-vert, est donc ici bien manifeste ; et c'est ce qui sera confirmé bientôt par des observations plus générales.

En sortant du vallon de la Fauge et marchant vers le Villard-de-Lans, on voit que la formation du grès-vert est loin de se

(1) *Discordea cylindrica* (Ag.)

Holaster nouveau (Ag.)

Turritiles castatus (Lmk.)

Turritiles undulatus (Sow.), ou *scheuchzerianus* (Bosc.)

Borner aux couches que nous venons de décrire; les couches calcaires sableuses à points verts s'enfoncent sous une série nombreuse d'autres couches, qui se termine par un calcaire blanc, compact, rempli de rognons siliceux et en couches horizontales sous les débris et les dépôts modernes de la plaine du Villard.

78. — On pourrait aisément suivre dans ce trajet toute la série des assises du grès-vert; mais je préfère la faire connaître en étudiant le prolongement des mêmes couches de l'autre côté de la vallée, où elles se relèvent pour recouvrir le flanc de la grande chaîne occidentale.

Suivons à cet effet le défilé de la Bourne, depuis le Villard-de-Lans jusqu'au passage des Rages, où le terrain de grès-vert cesse de recouvrir les calcaires crétacés inférieurs. Nous traverserons ainsi toute la série des couches, en commençant par les plus élevées.

1° Celles-ci sont des calcaires blancs grisâtres, durs et grenus, bien stratifiés, et remplis de grandes huîtres. Cette assise peu épaisse, que nous retrouverons avec des caractères semblables dans d'autres bassins, manque souvent sur les autres points de la vallée de Lans.

2° Vient ensuite une grande épaisseur de couches formées d'un calcaire blanc, compact, souvent massif et sans stratification distincte, qui constitue en général, dans toute l'étendue du bassin, l'assise supérieure du grès-vert et prend souvent un développement plus grand que celui qu'il possède ici. La structure de cette roche ressemble souvent à s'y méprendre, à celle du calcaire à *chama*; mais il est toujours facile de l'en distinguer; 1° Par l'absence des *chama* et même de toute espèce de fossiles, sauf quelques polypiers rameux que l'on trouve quelquefois aux joints des couches; 2° Mais bien mieux encore par la présence constante d'une grande abondance de rognons siliceux jaunâtres, qui ne se trouvent jamais dans les calcaires à *chama*.

3° Vers sa partie inférieure, ce calcaire siliceux compact, devient sublamellaire, plus nettement stratifié; et ses couches

plus minces alternent quelque temps avec les couches d'une nouvelle assise.

Celle-ci est formée de couches, toujours minces et très-nettes, d'un calcaire cristallin, un peu jaunâtre, entremêlé de filets spathiques diaphanes et parsemé régulièrement d'un grand nombre de petits grains verts ou noirs qui sont caractéristiques. C'est à ces couches que s'applique particulièrement le nom de *Lauzes*, étendu d'ailleurs communément à tous les calcaires durs en couches minces, susceptibles d'être extraits en grandes dalles.

Au-dessous des lauzes cristallines à points verts, qui sont souvent un peu sableuses, surtout vers leur partie inférieure; on rencontre d'autres lauzes, compactes, argileuses, grises ou bleuâtres, où les points noirs sont bien moins nombreux; et une série de couches minces analogues, très-dures, compactes aussi, mais jaunâtres ou rougeâtres, et où les points noirs réguliers redeviennent assez abondants.

Toutes ces couches, dont nous retrouverons ailleurs les analogues, paraissent reposer sur des lits sableux, affectant même souvent l'aspect d'un grès grossier sans consistance, et entremêlés encore de strates lamellaires, jaunâtres ou rougeâtres, qui forment le passage aux couches de l'assise suivante.

79. — Voilà ce que l'on peut appeler *l'étage supérieur de la formation du grès-vert*, lequel pourrait être subdivisé en deux assises principales, *l'assise siliceuse*, et *l'assise des lauzes ou des points verts*.

Toutes ces couches se rencontrent en suivant la Bourne, depuis le Villard-de-Lans jusqu'au point où elle tourne brusquement pour remonter vers le N. et aller rejoindre le ruisseau de Méandre. A ce détour, son lit est creusé dans les couches sableuses inférieures dont je viens de parler.

Les couches, inclinées dans le haut de 45° environ, augmentent d'inclinaison en descendant, jusqu'à 70 ou 75°, puis s'infléchissent et deviennent à-peu-près horizontales à l'E., dans la vallée de Lans. Cette disposition est exactement, comme

nous l'avons vu, celle que présentent les couches du calcaire à *chama* sur le flanc oriental de la *bande moyenne* (54 et fig. 4).

Elles forment la chaîne de collines qui sépare sur toute sa longueur la vallée de Lans de la vallée parallèle de Méaudre et d'Autrans et qui, au fond de cette dernière, vient se confondre avec les hautes montagnes qui séparent Autrans de la gorge d'Engins, prolongement de la vallée de Lans

80. — La vallée de Méaudre et d'Autrans est donc creusée principalement dans les assises inférieures du grès-vert, dont nous allons maintenant parler.

En face de cette vallée, vis-à-vis le point où le ruisseau qui la parcourt vient se jeter dans la Bourne, cette rivière, décrivant un demi-cercle, contourne un monticule où les couches ont absolument la même stratification que les précédentes. Cet étage inférieur du grès-vert rappelle entièrement celui que nous avons décrit au fond du vallon de la Fauge le type général est un calcaire lamellaire, rosé, en couches minces, remplies de débris de fossiles, et surtout de baguettes d'oursins, de térébratules, etc. Au milieu d'elles sont intercalées diverses assises friables, argileuses ou sableuses, où les fossiles sont bien plus abondants et mieux caractérisés.

C'est dans des couches de cette nature, formant la partie supérieure du monticule contourné par la Bourne, que se trouve ce gîte si abondant de fossiles, le premier que l'on ait connu aux environs du Villard-de-Lans. Il est au lieu dit *Les Ravix*, à un kilomètre et demi O. du Villard, sur la gauche de la Bourne. On y trouve d'abord des couches marneuses, très-chloriteuses, surtout dans la partie supérieure, où elles présentent de petites ammonites unies, divers échinides (1), des térébratules lisses, etc ; au-dessous, elles sont encore marneuses, grises, très-friables, et contiennent à profusion de

(1) *Discoidea couica* (Des)
Micraster minimus (Ag.)

petits oursins⁽¹⁾, et ces petites térébratules plissées, si connues dans cette localité.

Les fossiles sont peut-être plus abondants encore de l'autre côté du vallon de Méandre, lorsque l'on monte vers le hameau du Haut-Méaudret. Là se trouvent des couches marno-sableuses, quelquefois sableuses seulement, et formées même de sables purement quartzeux, qui sont intercalées à la partie inférieure du même étage du grès-vert. Ces couches, qui se désagrègent facilement, laissent à nu des térébratules très-variées, des gryphées, de petits oursins, etc. (2).

81. — En suivant ces dernières traces de la formation du grès-vert le long du sentier qui conduit de Méaudret au col des Rages, et qui longe la gorge de la Bourne à une grande hauteur au-dessus de cette rivière; on voit percer à chaque pas, sous les couches du grès-vert, la surface inégale et évidemment *sinueuse* du calcaire à *chama*, sur lequel elles reposent. On trouve encore pendant assez longtemps des lambeaux du calcaire lamellaire, rougeâtre, qui forme le type de ces couches; mais en approchant du point le plus élevé de ce passage, il cesse complètement, et toutes les hauteurs environnantes présentent la surface nue du calcaire à *chama*, qui a dû évidemment servir de rivage au bassin dans lequel s'est déposé le grès-vert.

Aucun passage minéralogique n'existe entre ces deux formations: le calcaire rougeâtre et lamellaire, appartenant à la dernière, repose immédiatement sur le calcaire à *chama*, avec tous ses caractères habituels. Sur d'autres points, le grès-vert se termine par des couches sableuses dont la matière remplit une foule de cavités irrégulières à la surface du calcaire à *chama*. En un mot, il ne peut rester aucun doute sur la discordance de stratification et la différence complète qui existe entre le terrain de grès-vert et le terrain cartusien ou crétacé inférieur; il y a

(1) *Diadema inaequale*.

Discoidea subuculus

(2) *Terebratula bispicata*,

Inoceramus concentricus, etc

entre eux tout ce qui distingue deux *formations* entièrement indépendantes.

82. — Des observations analogues peuvent être faites en traversant directement, sur la rive gauche de la Bourne, les crêtes qui séparent la vallée de Lans de celle du Vercors.

83. — Le grès-vert est donc limité, à l'O. du Villard-de-Lans, par le revers de la grande chaîne occidentale; il en recouvre le flanc jusqu'à une certaine hauteur, présente la même disposition de couches et une inclinaison presque égale, mais n'en atteint point les sommités; il repose sur la surface inégale, déjà sillonnée, crevassée et bouleversée du calcaire à *chama*; en sorte qu'il est indubitable que le premier soulèvement de cette chaîne, comme celui de la chaîne orientale (77), est antérieur au dépôt du grès-vert.

Au S. de la vallée de Lans, les deux grandes chaînes secondaires viennent se souder pour former les plateaux élevés et la chaîne massive du Veymont (68); la chaîne orientale, déviée un moment, comme nous le verrons bientôt, par le croisement d'un soulèvement de direction différente, forme le chaînon dirigé du N.-E. au S.-O., qui sépare la vallée de Lans de celle de Grèsse. Le grès-vert s'étend horizontalement au pied de ce chaînon, dans les gorges et les collines qu'il forme autour de Corançon; mais il ne s'élève point sur la sommité de la crête. De même que les deux grandes chaînes secondaires ont limité ce dépôt à l'O. et à l'E., de même en se réunissant elles ferment complètement le bassin où il s'est produit.

84. — Suivons maintenant le grès-vert vers l'entrée septentrionale de la vallée de Lans.

Nous avons vu que l'*étage supérieur* (79), formé de ses deux assises principales, le calcaire siliceux et les *tauxes* à points verts, constituait la chaîne de collines qui sépare de la vallée de Lans le vallon parallèle de Méandre et d'Autrans, creusé dans les couches de l'*étage inférieur* (80). A 2 lieues au N. du Villard, la vallée de Lans est subitement fermée par ces couches supérieures du grès-vert qui deviennent horizontales, et au milieu desquelles est creusée l'étroite gorge d'Engins.

A mesure que l'on descend ce défilé, on traverse les diverses assises de la formation, depuis le calcaire blanc siliceux qui en forme l'entrée et en couronne tous les escarpements, jusqu'aux lauzes argileuses bleuâtres ou grises qui affleurent à Engins, et y reposent immédiatement sur le calcaire à *chama*. De part et d'autre du défilé d'Engins, entièrement creusé par les érosions de la période tertiaire supérieure et des périodes plus récentes, le grès-vert se relève, à l'O. sur les flancs de la grande chaîne occidentale, à l'E. pour former le plateau de Saint-Nizier, et redescendre ensuite vers la plaine de Grenoble.

En effet, la grande chaîne orientale qui s'étend sans discontinuité de la Moucherolle au col de l'Arc, et du col de l'Arc au roc de Saint-Nizier, à l'E. de la vallée de Laas, cesse brusquement à cette dernière cime; et le plateau qui semble la prolonger, depuis le village de Saint-Nizier jusqu'au-dessus de Sassenage, appartient à une autre époque de soulèvements, à des soulèvements postérieurs au dépôt du grès-vert qui le revêt dans toute son étendue.

85. — Il n'y a point de preuve plus frappante de l'indépendance des soulèvements du grès-vert et du terrain crétacé inférieur, que cette subite interruption de la grande chaîne orientale au roc de Saint-Nizier, et la différence complète d'aspect et de constitution qu'offre avec elle le plateau qui semble la prolonger. La *fig. 8* montre cette subite différence, telle qu'elle apparaît de la plaine de Grenoble. Dans la *fig. 4*, qui représente la coupé transversale fait par la vallée de l'Isère, on voit le sommet du roc de Saint-Nizier, s'élever à une grande hauteur (600 mètres environ) au-dessus du plateau, et la disposition des couches de l'un et de l'autre est mise en évidence dans les escarpements qui les terminent au N. Tandis que les couches de la grande chaîne crétacée plongent uniformément de 50 à 70° vers l'O., les couches du grès-vert qui forment le plateau, offrent un plissement demi-elliptique presque complet, et surtout plongent complètement à l'E. sous la plaine de Grenoble. La direction même des axes des deux soulèvements est évidemment différente. tandis que la grande chaîne qui

aboutit au roc de Saint-Nizier court N. 6° E., la ligne de faite du plateau, depuis Saint-Nizier jusqu'au-dessus de Sassenage, est dirigée N. 26° E., parallèlement à la grande chaîne occidentale dont le plateau n'est séparé que par l'étroit vallon d'Engins.

86. — La coupe naturelle que présente au N.-N.-E. ce plateau, entre le Drac et l'entrée de la gorge d'Engins, met en évidence la disposition arquée de ses couches et permet en même temps de les étudier dans le plus grand détail. Il suffit pour cela de suivre le pied de cet escarpement le long des Balmes de Fontaine jusqu'à Sassenage.

L'assise supérieure du grès-vert, très-puissante dans cette montagne, est toujours un calcaire blanc compact, abondamment pénétré de rognons de silex, tantôt en couches minces très-nettes, tantôt en strates plus épaisses et moins distinctes, qui simulent au premier coup-d'œil les couches toujours massives du calcaire à *chama*; c'est principalement à la partie supérieure qu'elles offrent ces derniers caractères.

A leur base, ces couches de calcaires siliceux deviennent plus minces, sublamellaires et moins riches en silex; la matière verte se montre aux joints des couches; mais elle n'apparaît en points réguliers disséminés dans la roche que quand celle-ci devient tout-à-fait lamellaire et ne présente plus de rognons siliceux.

Aux carrières de Fontaine, se rencontrent les couches lamellaires, jaunâtres, riches en points verts réguliers et en filets spathiques, souvent sableuses et passant même dans quelques couches à l'état de conglomérats.

Au-dessous se montrent les lauzes argileuses, compactes, bleuâtres ou jaunâtres, offrant toujours des points réguliers et très-peu, pour ainsi dire point, de silex.

Vers leur partie inférieure, les lauzes argileuses des carrières de Fontaine alternent encore avec des lauzes saccharoïdes, sableuses, à points verts puis vient un véritable grès sableux à gros grains, et enfin quelques couches d'un calcaire très-lamellaire, jaunâtre, entremêlé de lamelles vertes, par lequel se termine la formation du grès-vert.

On reconnaît ici complètement l'étage supérieur des environs de Villard-de-Lans, tandis que l'étage fossilifère, si caractérisé au S. de ce bassin, ne paraît pas s'être développé dans le reste de son étendue. En revanche, l'étage supérieur possède ici une puissance plus grande que dans la gorge de la Bourne.

Il repose en stratification concordante sur d'épaisses couches de calcaire à *chama*, qui forment tout le noyau central du plateau de Saint-Nizier. Depuis Fontaine jusqu'à Sassenage, ces couches de calcaire à *chama* se suivent avec tous leurs caractères habituels; on y trouve intercalés comme d'ordinaire quelques bancs marneux noirâtres et fossilifères (55,8°).

87. — Mais si dans le noyau central du plateau de Saint-Nizier le grès-vert repose en concordance sur le calcaire à *chama*, le fait est exceptionnel et se lie à des catastrophes violentes et compliquées qui ont dû précéder le soulèvement principal de ce plateau et de la chaîne occidentale. Au-dessus de Sassenage en effet, les couches du plateau de Saint-Nizier et celles qui forment l'entrée de la gorge d'Engins présentent une disposition inextricable au premier coup-d'œil, et qui ne peut s'expliquer qu'en supposant une faille verticale profonde produite avant le plissement des couches du grès-vert (*fig. 4*).

88. — Le calcaire siliceux, étage supérieur du grès-vert, forme à-peu-près tout le sol du riant amphithéâtre que présente le plateau de Saint-Nizier du côté de Grenoble. Mais ce grès-vert, sillonné d'érosions et de fissures profondes, laisse à nu sur plusieurs points les couches inférieures, les lauzes à points verts: c'est ainsi que celles-ci se montrent parfaitement caractérisées à Beuregard au-dessus de Seyssinet.

En descendant ce cotéau, on voit succéder sans intermédiaire aux lauzes à points verts les couches bleuâtres, lamellaires, qui appartiennent à la partie moyenne du terrain cartusien, et représentent ici les calcaires supérieurs à celui du Fontanil (55,5°).

Ces couches, très-brisées et très-indistinctes, plongent toutefois évidemment vers l'O., comme les couches de la grande chaîne, dont elles ne sont que l'extrémité tandis que les

lauzes qui les recouvrent plongent médiocrement vers l'E.-S.-E. Le seul fait, d'ailleurs, de la superposition du grès-vert aux couches moyennes du terrain cartusien suffit pour établir l'indépendance complète de ces formations.

89. — Résumons en trois mots les caractères du grès-vert dans le bassin de Lans :

1° Indépendance complète par rapport aux terrains et aux soulèvements principaux de la grande chaîne orientale de la vallée du Drac, contre le pied de laquelle il se termine brusquement et toujours en discordance très-prononcée (77,85,88).

2° Indépendance non moins certaine par rapport aux terrains de la grande chaîne occidentale, dont le flanc a évidemment servi de rivage à ce dépôt (81 à 85); mais dont il a partagé ensuite les soulèvements les plus considérables, ceux qui ont le plus influé sur l'inclinaison actuelle des couches (73,83, etc.)

3° Deux étages principaux, bien distincts: l'un inférieur, principalement sableux, fossilifère, développé seulement à l'extrémité méridionale du bassin de Lans (76,77,80); l'autre presque entièrement calcaire, à points verts ou à silex, sans fossiles, et le seul qui se soit étendu jusqu'à la vallée de l'Isère (78,84,86).

C'est aussi le seul que nous allons rencontrer dans la vallée de Proveysieux, prolongement du bassin de Lans sur la rive droite de l'Isère.

90. — La vallée de Proveysieux correspond complètement par sa constitution à la vallée de Lans; mais elle est bien plus étroite et par suite l'étendue de la formation du grès-vert y est bien moindre.

Le flanc occidental de cette vallée est formé, comme l'on sait, par le calcaire à *chama*, qui, commençant à Roche-Pleine près Saint-Égrève (55,8°), se prolonge sans discontinuité jusqu'au col de la Charmette, et de là dans la gorge du Guiers-Mort; l'inclinaison est constamment de 50 à 65°.

Le flanc oriental est formé par les tranches des couches, relevées vers l'O., du Casqué de Néron, de la Pinée et du Char-

mant-Som , qui dépendent , comme on l'a vu , de la grande chaîne orientale.

Nous devons donc nous attendre à retrouver sur les deux côtés de la vallée une disposition du grès-vert analogue à celle du bassin de Lans.

1° Grès-vert sur le flanc de la chaîne occidentale :

Les couches de calcaire à *chama* de Roche-Pleine , inclinées de 65° environ au niveau de la plaine , sont recouvertes en stratification presque concordante par des couches de grès-vert dont la coupe est exactement la même que celle du grès-vert de Fontaine (86). La comparaison peut même se faire d'une manière si complète qu'il n'y a pas une seule variété de couches dans l'une de ces localités qui n'ait sa correspondante à la même place que l'autre.

Le grès-vert , revêtant le penchant de la montagne , s'élève à Roche-Pleine à-peu-près à mi-côte (*voir fig. 6*) , mais plus haut encore dans le prolongement septentrional des mêmes couches ; on le suit aisément jusqu'au-delà de Proveysieux , et l'on pourrait sans doute le suivre plus loin et bien plus facilement , s'il n'était recouvert par une formation plus récente , dont je parlerai tout-à-l'heure.

2° Grès-vert au pied de la chaîne orientale :

En montant de Proveysieux au col de la Charmette , depuis le hameau de Pomarey , on rencontre presque constamment sur la droite des rochers indistinctement stratifiés , formés d'un calcaire blanc siliceux , qui s'étend jusqu'au pied des crêtes orientales. On suit ce calcaire jusqu'au col de la Charmette ; et on en trouve même des débris (sans doute hors de place) , dans les ravins qui descendent de ce col vers la gorge du Guiers-Mort.

Dans le bas de la vallée de Proveysieux , le grès-vert est en général caché sous les épais amas de terrains tertiaires dont nous allons parler ; mais il reparaît au pied du Casque de Néron , à la faveur de l'élargissement que présente la vallée à son extrémité méridionale.

Le Casque de Néron présente des couches coupées à pic de

toutes parts, comme on l'a vu (61). Le grès-vert forme à son pied, du côté de l'O., un plateau incliné, d'où les couches descendent presque verticalement vers l'O., ainsi que le montre la coupe *fig. 12*. Cette disposition indique que le grès-vert est postérieur au principal soulèvement de la montagne, mais qu'il a participé au soulèvement subséquent qui a eu pour effet de la relever vers l'O., probablement celui qui a imprimé aux couches de la Pinée, du Grand-Som, etc., leur inclinaison actuelle.

Ce grès-vert est peu facile à étudier à cause des bois qui le recouvrent; cependant on y distingue aisément sur divers points

1° Des couches épaisses, lamellaires, jaunâtres, mélangées de paillettes vertes, toutes semblables aux couches les plus anciennes de Fontaine (86) et de Saint-Egrève.

2° Des lauzes lamellaires à points verts, supérieures aux précédentes.

3° Enfin le calcaire blanc siliceux, entièrement semblable à l'assise supérieure du grès-vert à Saint-Egrève et dans le bassin de Lans.

Ces couches de grès-vert., plongeant presque verticalement sous la plaine, doivent redevenir horizontales pour se relier avec celles qui revêtent, de l'autre côté de la vallée; le calcaire à *chama* de Roche Pleine.

Ainsi en résumé, avec une étendue plus restreinte, des inclinaisons plus fortes, les caractères et la disposition du grès-vert sont les mêmes dans la vallée de Proveysieux que dans celle de Lans.

91. — Mais dans cette vallée le grès-vert est recouvert en grande partie par un terrain plus récent, qui offre un intérêt d'autant plus grand qu'il peut servir à jeter beaucoup de lumière sur l'époque du soulèvement principal de la grande chaîne occidentale

La vallée de Proveysieux est remplie toute entière d'un dépôt de cailloux parfaitement arrondis, ne dépassant pas dix centimètres de diamètre, et qui rappellent complètement au

premier coup-d'œil les dépôts tertiaires supérieurs répandus sur le contour extérieur des Alpes. Mais le ciment calcaire qui les réunit est généralement d'une solidité bien plus grande, surtout à mesure que l'on examine ces dépôts plus près du flanc occidental de la vallée. D'ailleurs, et c'est la différence capitale, ce terrain présente une stratification d'une netteté parfaite, concordant sensiblement avec celle du grès-vert et du calcaire à *chama* qu'il recouvre, c'est-à-dire inclinée de 65° environ vers l'E. Les couches les plus basses sont entièrement formées de sable, contenant seulement de petits graviers, et ressemblent parfaitement à la molasse; on y trouve même les fossiles de cette formation tertiaire, des *peignes*, des *dents de squales*, etc. Au-dessus viennent des couches sableuses, remplies de graviers de la grosseur d'une noisette, cimentées par un calcaire très-dur, lamellaire, qui donne à la roche une tenacité extrême. C'est une variété que l'on a longtemps exploitée comme pierre meulière; elle est du reste entièrement semblable aux couches supérieures de la molasse qui recouvre le plateau de Berlan, à l'E. de la plaine des Echelles, et qui sont aussi exploitées pour le même usage au hameau de Molière.

Les couches inférieures des poudingues de Proveysieux présentent donc tous les caractères d'une véritable molasse. A mesure que l'on s'éloigne du flanc de la montagne, on voit les cailloux devenir plus gros, plus prédominants; le ciment moins dur, plus compact, plus argileux; et l'on arrive ainsi insensiblement aux poudingues grossiers, sans stratification distincte, qui occupent le centre de la vallée. Mais il est impossible de méconnaître la liaison complète de ces poudingues avec les couches mieux stratifiées qui s'appuient sur le flanc de la chaîne occidentale.

De là il faut conclure que le soulèvement principal de la grande chaîne occidentale dans la vallée de Proveysieux, et sans doute aussi sur tout son flanc oriental, est postérieur non seulement au dépôt du grès-vert, mais même à celui de la molasse, et que cette chaîne n'éprouva même aucune commotion bien sensible, depuis celle qui précéda la période du grès-

vert jusqu'à celle qui suivit la période tertiaire moyenne. Ce résultat est d'accord avec celui que nous a donné le flanc occidental de cette même chaîne, où nous avons vu, depuis la frontière de Savoie jusqu'au fond des vallées du Royannais, les couches de la molasse fortement relevées au pied des escarpements, ou sur les revers inclinés du terrain crétacé inférieur.

92. — La molasse qui s'est déposée dans la vallée de Proveysieux au-dessus de la formation du grès-vert, se retrouve aussi sur quelques points du bassin de Lans. Elle existe particulièrement au pied de l'extrémité N. de la grande chaîne orientale, et jusque sur le sommet du plateau de Saint-Nizier. On la suit par exemple d'une manière continue en montant de Lans à Saint-Nizier.

Les couches inférieures, recouvrant le plateau de grès-vert au milieu duquel est creusé le défilé d'Engins, ressemblent entièrement à la molasse par leur aspect et leurs fossiles; elles passent insensiblement à des poudingues formés de cailloux quartzeux parfaitement arrondis, reliés par un ciment dur et cristallin; et enfin à des poudingues plus grossiers, à ciment compact et moins nettement stratifiés. Les couches sont légèrement inclinées vers l'O., comme le grès-vert qu'elles recouvrent; elles buttent à l'E. contre les escarpements de la grande chaîne et s'y montrent souvent plaquées en lambeaux isolés à de grandes hauteurs. On les suit jusque sur le sommet du plateau de Saint-Nizier, où elles forment le sol des prairies qui s'étendent autour de ce village jusqu'au pied des rocs du Bec-d'Ane, extrémités de la grande chaîne, et descendent même quelque temps vers l'E. avec les couches du grès-vert.

Il est donc bien probable que le grès-vert du plateau de Saint-Nizier a été recouvert sur presque toute son étendue, par une formation de molasse semblable à celle de Proveysieux, et que le soulèvement de ce plateau, comme le soulèvement principal de la grande chaîne occidentale, ne date que de la fin de la période tertiaire.

93. — Cependant il est une révolution à laquelle ont pris

part les couches du grès-vert, et à laquelle au contraire la molasse paraît être restée étrangère. C'est celle qui a produit la grande vallée de dislocation transversale de l'Isère, et que sa direction N.-N.-O. rattache à un grand nombre de dislocations semblables dans les Alpes. C'est à cette révolution qu'il faut attribuer la formation des escarpements verticaux de Sassenage et de Noyarey, par lesquels se terminent, sur la gauche de l'Isère, le plateau de Saint-Nizier et la grande chaîne occidentale (fig. 4); et la barrière de grès-vert qui sépare la vallée de Lans de celle de l'Isère. C'est peut-être ce qui explique comment la molasse ne se trouve que dans le fond de la vallée de Lans et à l'extrémité méridionale du plateau de Saint-Nizier; déjà peut-être, à l'époque de ce dépôt, les couches de grès-vert se trouvaient soulevées autour d'Engins et au-dessus de Sassenage, et formaient une barrière entre le bassin de Lans et celui de Proveysieux.

Ce qui semblerait confirmer cette idée, c'est que, à Sassenage même, au pied de l'escarpement formé par le calcaire à *chama* et le grès-vert qui le recouvre, existe encore une colline de poudingues tertiaires, sans stratification nette, qui ressemblent entièrement à ceux du bas de la vallée de Proveysieux, séparés d'eux seulement par les alluvions de l'Isère. Il semble donc probable que l'effet de la faille N.-N.-O., antérieure à l'époque tertiaire, fut d'élever une barrière escarpée entre le bassin de Proveysieux et celui de Lans; la molasse se forma isolément dans l'un et l'autre de ces bassins; et tandis qu'elle se déposait au S., à Lans et à Saint-Nizier, elle se déposait aussi à un niveau différent; au N. de la même barrière, à Sassenage, à Saint-Égrève et dans toute la vallée de Proveysieux.

94. — A la suite du dernier bouleversement qui souleva la molasse en formant le plateau de Saint-Nizier, le bassin de Lans se trouva fermé de toutes parts: sous les eaux qui le remplissaient se sont formés des amas de débris, résultant principalement de la désagrégation du grès-vert supérieur, et les eaux, en se frayant une issue vers la vallée de l'Isère, ont creusé la gorge d'Engins, où se montre si bien, comme l'a

décrit M. Rozet (1), l'action érosive des vagues sur des roches résistantes qu'elles entament.

95. — Le grès-vert, si bien caractérisé dans le bassin de Lans et de Proveysieux, se retrouve encore sur plusieurs autres points, avec des caractères plus ou moins analogues. On le rencontre principalement en lambeaux épars sur le bord occidental de notre *bande moyenne*, depuis les environs des Échelles jusqu'à la vallée de la Drôme. Ainsi aux environs des Échelles, on rencontre en plusieurs points des couches peu épaisses, gisant sous la molasse et au pied des escarpements occidentaux de la bande moyenne, et qui se rapprochent par leurs caractères minéralogiques autant que par leur position, des *lauzes* de la vallée de Lans. On peut très-bien saisir ce rapport dans une localité où nous avons déjà étudié la disposition de la molasse, sur le plateau de Berlan, au hameau du Châtelard. Dans la coupe *fig. 1*, on voit les couches de molasse redressées au pied de la roche de Berlan, reposer en stratification concordante sur une assise peu épaisse de *lauzes cristallines*, à points verts réguliers, toutes semblables à celles de Fontaine. Ce grès-vert, partageant exactement la stratification de la molasse qui le recouvre, est comme elle en discordance avec les couches crétacées inférieures de la roche de Berlan, et postérieur à la grande dénudation qui a fait disparaître les prolongements des couches de cet escarpement (34).

Telle est la position des divers lambeaux de grès-vert que l'on peut rencontrer plus au N. entre le Guiers-Vif et Chambéry; plus au S., des lambeaux semblables se rencontrent dans la même position entre le pied de la Sure et le plateau de Saint-Julien-de-Raz. Plus loin, au-delà de Saint-Gervais, des dépôts isolés fossilifères, que leurs fossiles rapprochent encore du grès-vert, gisent entre la molasse et le calcaire à *chama*, à

(1) Note sur les Alpes Dauphinoises, *Bulletin de la Société Géologique*, 1844

Saint-Pierre-de-Cherence, au-dessus de Beauvoir. Enfin, d'autres lambeaux de lauzes cristallines à points verts se montrent au pied des dernières ondulations des calcaires crétacés inférieurs à Saint-Nazaire-en-Royans, et se relient avec un calcaire blanc, siliceux, massif, que l'on peut suivre depuis Saint-Nazaire jusque vers Crest, le long du pied des crêtes de Penet et de Raye. Je reviendrai tout-à-l'heure sur ce calcaire qui probablement se rapporte encore à l'étage du grès-vert.

Que ces divers lambeaux, peu puissants et peu étendus, appartiennent ou non à une même formation, ce qu'ils ont tous de remarquable, c'est que leur stratification offre toujours beaucoup plus de rapport avec celle de la molasse qui les recouvre qu'avec celle des terrains crétacés inférieurs sur lesquels ils s'appuient. Ils confirment donc l'indépendance complète que nous avons reconnue dans les vallées de Lans et de Proveysieux, entre le terrain cartusien et la formation de grès-vert: c'est en effet le résultat essentiel que nous avons essayé de mettre hors de doute dans ce chapitre.

96. — Au-delà des limites méridionales auxquelles s'arrêtent nos études, le grès-vert se retrouve, bien plus nettement caractérisé, formé de sables et de grès friables, verts et très-riches en fossiles; dans la vallée du Rhône, autour de la localité si connue de Saint-Paul-Trois-Châteaux, il forme une bande étroite, dirigée à-peu-près du N. au S., et qui se relie aux divers dépôts de grès-vert des départements de Vaucluse et des Basses-Alpes. Cette bande, et le bassin isolé de Dieule-Fit, sont les seuls points du Dauphiné où ce terrain se rencontre avec ces caractères, analogues à ceux qu'il possède loin du massif des Alpes.

Dans sa *statistique géologique du département de la Drôme*, M. Gras a établi, comme nous l'avons fait pour les grès-verts du Villard-de-Lans, l'indépendance de cette formation par rapport aux terrains crétacés inférieurs; de telle sorte que, soit dans les vallées intérieures des Alpes, soit aux limites les plus reculées de leur contour, il paraît bien constamment établi qu'il y a une discordance profonde entre les puissantes for-

mations crétacées inférieures qui forment presque tout le massif secondaire des Alpes, et la formation du grès-vert qui n'a participé qu'aux derniers bouleversements de cette chaîne, et présente dans son étendue et sa stratification beaucoup plus de rapports avec la molasse qu'avec les anciennes formations secondaires.

Pour compléter le tableau de ces dépôts isolés qui se sont produits dans les vallées intérieures des Alpes, à la suite des soulèvements généraux des terrains secondaires, il nous reste à dire quelques mots d'une formation plus importante par le nombre que par la puissance des dépôts isolés qu'elle comprend, car elle se retrouve dans presque toutes les vallées intérieures du massif secondaire du Dauphiné.

APPENDICE AU CHAPITRE VII.

*Formation des sables réfractaires et des argiles plastiques
(terrains tertiaires inférieurs?)
dans les vallées intérieures du massif secondaire*

97. — Les dépôts de grès-vert se lient fréquemment avec une autre formation non moins remarquable, intercalée entre eux et la molasse, et qui souvent même existe seule et repose immédiatement dans les inégalités des calcaires crétacés inférieurs. Cette formation, sur l'âge de laquelle les géologues se sont montrés jusqu'ici peu d'accord, peut être désignée provisoirement par le nom de formation des sables réfractaires et des argiles plastiques.

Ce terrain se distingue tout d'abord par son peu de continuité, et par l'indifférence avec laquelle il repose soit sur le terrain néocomien, soit sur le terrain cartusien, soit enfin sur le grès-vert. Il ne forme point une bande continue, mais une série d'amas isolés, de taches en quelque sorte, irrégulièrement semées dans les grandes vallées de dislocation et sur les

bords des chaînes secondaires. On peut remarquer du reste qu'il repose toujours sur des calcaires secondaires durs et compacts, dont il remplit jusqu'aux moindres fissures, et avec lesquels il semble quelquefois se lier intimement.

La partie inférieure de ce terrain consiste en sables ou grès peu cohérents, généralement très-purs, ou colorés seulement en rouge, en jaune, en vert, par de petites quantités d'oxide ou de silicates de fer. Ces sables, entièrement quartzeux, à grains fins et égaux, reposent dans des inégalités des calcaires compacts secondaires, pénètrent dans toutes leurs fissures, et semblent même se lier avec eux par un passage minéralogique. Presque toujours en effet, le calcaire se trouve pénétré de grains de quartz, jusqu'à une profondeur d'un ou deux décimètres, et passe même à une sorte de brèche quartzéuse à la surface de jonction. Souvent on croirait les sables intercalés dans les calcaires mêmes.

Viennent ensuite en général des argiles, tantôt pures, blanches, jaunes ou rouges, à teintes vives, tantôt noires et bitumineuses avec lignites.

Et enfin, dans certaines localités, des marnes foncées, alternant avec un calcaire blond ou violacé, compact, siliceux; ce calcaire est pétri de rognons de silex et de grains de quartz, au point de passer souvent à une brèche meulière il renferme ordinairement quelques coquilles d'eau douce.

De ces trois assises on ne trouve souvent que la première, et pour donner une idée exacte de la position et des allures de ce terrain, il faut examiner séparément quelques-unes des localités où il se présente.

98. — 1° *Vallée de la Roize*: *Malossane*, au-dessus de Voreppe.

Dans cette localité on exploite un dépôt de sables quartzeux purs, quelquefois colorés en jaune ou en rouge, et gisant dans les inégalités du calcaire néocomien supérieur, qui forme le fond de la vallée (50). Sur quelques points, ils passent à un grès bleuâtre ou rougeâtre, traversé par des veines sablonneuses et des lits de rognons siliceux. Les sables sont recouverts

en partie par une sorte de brèche, à fragments de calcaire compact et de silex agglutinés.

Ces sables semblent d'abord intercalés entre le calcaire néocomien supérieur et des lambeaux de couches minces, lamellaires, souvent siliceuses, qui peut-être (?) appartiennent à la formation du grès-vert. En admettant cette intercalation, M. Coquand, lors de la réunion de la Société Géologique à Grenoble en 1840, a cru pouvoir regarder ces sables comme une dépendance du terrain néocomien supérieur. Mais une observation attentive montre qu'il n'en est point ainsi dans tout le vallon de Roize, on trouve fréquemment des veines de sables semblables, injectées en quelque sorte dans toutes les fissures irrégulières, dans tous les joints des couches du calcaire néocomien à *chama*; et leur intercalation apparente entre ce calcaire et des couches qui peut-être représentent le grès-vert paraît dépendre absolument de la même cause. L'explication que nous admettrons plus loin nous semble rendre parfaitement compte de ces intercalations apparentes et irrégulières, que l'on peut comparer aux injections des roches ignées entre les diverses couches d'un dépôt ou entre deux dépôts de sédiment distincts.

Près de la Grotte des Échelles se trouve aussi un dépôt de sables analogues, intercalés aussi en apparence dans les calcaires néocomiens supérieurs, où ils forment une couche de deux mètres de puissance.

99. — 2° *Royannais*. — Ces sables sont très-abondants dans le Royannais, sur les flancs des diverses inflexions du terrain crétacé inférieur. Le revers du calcaire à *chama*, incliné de 60°, qui domine à l'E. le Pont-en-Royans, est recouvert de masses puissantes de sables, d'un blanc éblouissant, qui, plaquées çà et là à des hauteurs de plus de 100 mètres au-dessus de la plaine, semblent autant de taches irrégulièrement disposées. Ces sables, intercalés entre les calcaires secondaires et la molasse, ont dû constituer jadis une masse unique, et on les retrouve en abondance au fond de la vallée du Royannais, près d'Orjol. Là ils s'appliquent sur le flanc oriental de la

chaîne de Penet, produite par une nouvelle inflexion du terrain crétacé inférieur (58), et on les suit de proche en proche sur le contour septentrional de cette chaîne depuis Oriol jusqu'à Saint-Nazaire. Là, comme au Pont-en-Royans, ils recouvrent le flanc des montagnes de taches irrégulières, situées à des niveaux très-différents, et descendent avec les calcaires à *chama* jusque dans le lit de la Bourne, entre Saint-Nazaire et Rochebrune.

Ces sables de Saint-Nazaire sont généralement colorés de teintes vives, blancs, rouges ou jaunes. Ils recouvrent la surface très-inégale du calcaire à *chama*, pénètrent dans ses plus petites fissures et semblent se fondre avec lui, comme on le voit bien sur les rochers de calcaire à *chama* où est assis le pont de Saint-Nazaire.

Au bac de Rochebrune, ils forment, sur la rive droite de l'Isère, un escarpement d'une vingtaine de mètres, dont la base est le calcaire à *chama*, et vers le milieu duquel on trouve intercalées quelques couches marneuses, dures et compactes, où M. Élie de Beaumont a signalé des coquilles d'eau douce.

Les couches de cet escarpement sont légèrement inclinées et plongent vers le S.-E. Leur direction, à-peu-près du S.-O. au N.-E., se rattache, comme nous le verrons, à une longue ligne de dislocation très-marquée dans cette partie du massif secondaire (119).

3° Du bac de Rochebrune, on suit la même formation dans une série de collines constamment intercalées entre la molasse et les crêtes secondaires de Penet et de Raye, jusqu'aux environs de Crest.

100. — La constitution de ces collines peut être étudiée d'une manière bien nette, ainsi que leurs rapports avec les terrains crétacés inférieurs, le long du pied de la montagne de Raye, entre Barcelonne et Vaunaveys. Nous en donnerons, par exemple, la coupe à la hauteur de la Beaume-Cornillane. (Fig. 9.)

Sous la molasse, dont les couches inférieures sont très-

coquillières, repose en stratification sensiblement parallèle une formation composée des assises suivantes :

F. Calcaire argileux, roussâtre ou violacé, en bancs épais, de structure compacte Il renferme beaucoup de fossiles d'eau douce, paludines, lymnées, planorbes, etc. ;

E. Marnes et argiles grisâtres, sans fossiles ;

D. Argiles pures, de teintes variées, blanches, vertes ou rouges, nuancées par grandes veines ; entremêlées parfois de couches de grès sableux et de poudingues peu consistants ;

C. Argiles sableuses, d'un gris foncé ou noirâtres ;

B. Sorte de molasse argileuse où est creusé le ravin qui descend du roc de la Beaume, dont je vais parler tout-à-l'heure, et qui paraît continuer jusqu'à son pied.

Telle est la série des couches que l'on peut regarder comme représentant ici les assises supérieures et moyennes de la formation des sables réfractaires et argiles plastiques (97).

Le roc de la Beaume, sur lequel s'appuient ces couches inclinées de 50 à 60° vers l'O., est formé lui-même d'un calcaire A, massif, blanc-jaunâtre, mal stratifié, mais plongeant toujours aussi lui de 50 à 60° vers l'O., quand sa stratification est visible, il prend souvent l'aspect d'un *conglomérat* de fragments calcaires de toute grosseur, arrondis ou non, unis par un ciment de même nature, parfois sableux. Il est fortement siliceux et contient même beaucoup de rognons de silex corné blond Ainsi que le montre la coupe, il n'offre aucun rapport avec les marnes crétacées inférieures qu'il recouvre transgressivement ; il plonge sous les assises de la formation précédente, mais sans qu'il y ait de passage minéralogique et de liaison sensible entre lui et les couches B.

Tout le long du pied de la montagne de Raye, ce calcaire constitue une file de rochers bizarrement taillés, reposant toujours sur la tranchée des marnes cartusiennes, et toujours recouverts par les argiles plastiques et les calcaires d'eau douce. Il est donc certainement indépendant de la première de ces formations, et probablement aussi de la seconde Et quoique nul fossile, nulle liaison géologique bien apparente ne permette

de le classer sûrement, selon toute probabilité c'est à l'étage supérieur du grès-vert qu'il convient de le rapporter. Les considérations que nous exposerons dans le paragraphe suivant confirmeront, je le crois, cette manière de voir.

101. — 4° Nous venons de suivre, sur toute la limite occidentale des chaînes secondaires, les divers dépôts isolés que l'on peut rapporter à la formation tertiaire des sables et argiles plastiques. Des traces de la même formation se rencontrent aussi dans la grande vallée de dislocation où s'est produit principalement le grès-vert, sur divers points des bassins de Proveysieux et de Lans. Au S. du Villard-de-Lans par exemple, au hameau de la Balmette, les couches supérieures du grès-vert (calcaire blanc siliceux), sont recouvertes d'un dépôt de grès et sables bigarrés, associés à des argiles rouges, qui renferment quelques veines de lignite.

Mais de tous les bassins fermés de l'intérieur des Alpes secondaires, il n'en est point qui présente cette formation mieux développée, mieux caractérisée dans ses rapports géologiques que le bassin de Lus-la-Croix-Haute (Drôme), à 13 lieues S. de Grenoble.

102. — 5° *Bassin de Lus-la-Croix-Haute.* — Ce bassin est une vallée elliptique, fermée par de hautes chaînes crétacées dont les couches plongent de toutes parts vers son intérieur. Les principales sont dirigées du N.-N.-O. au S.-S.-E.; et telle est aussi la direction du grand axe de ce bassin, occupé par la route de Grenoble à Sisteron, depuis le col de la Croix-Haute, jusqu'au village de Lus. Sa longueur est d'environ six kilomètres sur deux de largeur moyenne.

Les parois de ce bassin sont formées de couches minces d'un calcaire compact, très-dur, blanc ou légèrement jaunâtre, contenant beaucoup de rognons siliceux; il repose en stratification sensiblement concordante sur la formation crétacée inférieure, qu'il recouvre entièrement. Cette superposition peut se voir facilement au col de la Croix-Haute. en quittant le bassin jurassique du Trièves, la route coupe successivement les diverses assises marneuses et calcaires du terrain cartusien, et

en définitive le calcaire blanc à *chama*, sur lequel reposent immédiatement les couches dont nous venons de parler.

Les couches du calcaire siliceux se terminent elles-mêmes par une assise de calcaire grenu, rosé, rempli de grandes huîtres, identique à l'assise la plus élevée du grès-vert dans le bassin de Lans (78,1°).

Ainsi les chaînes, dirigées vers le N.-N.-O., qui enclavent le bassin de Lus, nous offrent le grès-vert (?) concordant avec les terrains erétacés inférieurs; et ce fait confirme la supposition que nous avons énoncée (95) sur l'époque des principales dislocations N.-N.-O. du massif secondaire.

La vallée elle-même est occupée par une formation tertiaire d'eau douce, qui présente très-complète la série d'assises que nous avons indiquée au commencement de cet article (97) La *fig. 10* représente la coupe faite dans ce terrain par le ravin de *Merdarie*, qui descend du flanc E.-N.-E. de la vallée.

Sur les couches du calcaire à huîtres, inclinées de 60° environ, repose immédiatement un grès fin *g*, blanc ou peu coloré, dont l'inclinaison augmente à mesure qu'il se relève vers le flanc de la montagne, et atteint jusqu'à 50°. Ce grès règne sur tout le contour oriental, en s'élevant à 30 ou 40 mètres au moins. On le retrouve également relevé sur le flanc occidental, mais plus fortement coloré quelquefois, vert foncé par exemple.

Au-dessus de ce grès, vient une argile plastique *a*, rouge, violette ou bleuâtre, puis un calcaire *c*, gris, siliceux, en gros bancs qui alternent avec des couches minces, marneuses, d'un roux foncé; elles deviennent surtout prédominantes à la partie supérieure.

Les couches de ce terrain ne se relèvent pas seulement en approchant des flancs de la vallée; à son centre même elles éprouvent, comme le montre la coupe, une inflexion très-prononcée, dont la direction est encore sensiblement du N.-N.-O. au S.-S.-E., et indique par conséquent l'existence d'une secousse plus récente, mais de même orientation que

celle qui a soulevé les couches secondaires sur les deux flancs les mieux marqués du bassin de Lus.

103. — L'examen que nous venons de faire des principales localités où se présente la formation des *sables et argiles réfractaires*, nous montre que son développement y est aussi inégal que son étendue est restreinte. Tantôt, comme dans la vallée de Roize, dans le Royannais, nous ne trouvons que les sables de la partie inférieure ; tantôt, comme au Villard-de-Lans, ce sont les argiles pures de la partie moyenne qui dominent, tantôt enfin, comme dans les collines qui bordent le pied de la montagne de Raye, dominent des formations plus nettement stratifiées, des marnes et des calcaires d'eau douce fossilifères. Le bassin de Lus nous a seul présenté l'ensemble à-peu-près complet des assises développées dans les autres points.

Toutefois, la constance que l'on remarque dans les caractères de ces diverses assises, dans l'ordre de leur succession, dans les circonstances de leur gisement et dans leurs rapports avec les terrains secondaires, rend infiniment probable le rapprochement que nous établissons entre elles pour n'en former qu'un même terrain. Son intercalation entre le grès-vert et la molasse, son indépendance ou le défaut de liaison qu'il présente avec l'une et l'autre de ces formations, permettent de le regarder, comme nous l'avons fait, comme représentant des terrains tertiaires inférieurs.

104. — Les mêmes motifs autorisent le rapprochement que nous avons établi entre le grès-vert du bassin de Lans et de Proveysieux et divers lambeaux isolés qui reproduisent, chacun en particulier, les caractères de l'une ou l'autre des assises développées autour du Villard-de-Lans. Lorsque dans l'étendue même du bassin principal (89,3^o), le grès-vert n'a point un développement uniforme, il n'est pas étonnant que l'on ne retrouve que l'une ou l'autre de ses assises caractéristiques dans des bassins qui n'ont eu aucune communication avec le premier, celui de Lus par exemple ; ou sur les divers points du bord occidental du massif cartusien, depuis les Échelles jusqu'à

Crest (95), où tantôt on retrouve les analogues des assises à points verts, tantôt ceux du calcaire blanc siliceux supérieur (100). L'identité de position et de rapports géologiques, jointe à la ressemblance des caractères minéralogiques distinctifs du grès-vert, établit la contemporanéité de ces dépôts, qui n'ont point de continuité évidente les uns avec les autres, et qui paraissent s'être produits chacun isolément, sous l'influence de circonstances locales semblables.

Considérations sur l'origine et le mode de formation du grès-vert et des terrains tertiaires inférieurs, dans les vallées intérieures du massif secondaire

105. — Nous nous sommes attachés à faire ressortir autant que possible la ligne de démarcation qu'il convient de tracer entre le grès-vert et les terrains crétacés inférieurs, dans les Alpes occidentales du Dauphiné.

Tandis que la formation cartusienne, à peine séparée des terrains jurassiques par une légère discordance de stratification, a couvert d'une manière continue et avec une puissance à peu-près uniforme toute l'étendue de ce massif; les soulèvements qui ont suivi immédiatement son dépôt ont fait émerger presque complètement toute la surface qu'elle présente aujourd'hui. Le grès-vert n'a pu se former que dans d'étroits bras de mer, dans de petits bassins circonscrits de toutes parts, où il a pris bien plutôt les allures d'une formation lacustre tertiaire que celles des terrains secondaires en général.

La brusque différence qui existe, pour l'étendue, la continuité, les caractères de tout genre, entre les terrains crétacés inférieurs et celui du grès-vert, peut être comparée au passage également si brusque de la craie aux formations tertiaires, dans le bassin de Paris. De l'époque du grès-vert, date pour les Alpes occidentales du Dauphiné une longue interruption des grands dépôts stratifiés, qui sont représentés seulement par des dépôts locaux, restreints, et de caractères particuliers,

comme ceux du grès-vert, ceux des sables et argiles réfractaires, etc. Ce n'est que bien plus tard, à l'époque de la molasse, que nous voyons se répandre, sur leur contour extérieur seulement, un dépôt de vaste étendue et qui leur est commun avec d'autres centres de formation.

106. — On peut dire, en un mot, que les soulèvements qui ont suivi la période crétacée inférieure (ou cartusienne) ont été, pour cette partie des Alpes, le terme des grandes formations marines, l'origine des dépôts qui se produisent dans les golfes ou les lacs intérieurs : transition que l'on observe, à une époque ou à une autre, dans tous les grands bassins de formation, lorsque les soulèvements successifs ont fait émerger la majeure partie de leur étendue et diminué beaucoup la profondeur des eaux.

Les dépôts qui s'y forment alors n'ont ni la généralité ni la constance des grandes formations pélagiennes; et c'est ce que nous remarquons dans les divers lambeaux que nous avons rapportés au grès-vert. La nature de ces dépôts est le plus souvent distincte par quelque particularité de celle des grandes formations marines; et c'est ce que nous voyons encore ici : tandis que les terrains crétacés inférieurs sont exclusivement calcaires ou marneux, ne contiennent de silex que dans une seule de leurs assises (55,6°); l'élément siliceux domine plus ou moins dans les diverses assises du grès-vert.

C'est ainsi qu'il s'y rencontre, soit à l'état de grains quartzeux, formant des sables souvent exclusivement siliceux (80), soit à l'état de silex en rognons ou en veines, soit enfin à l'état de silicate ferrugineux dans les grains verts si abondants des assises inférieures et moyennes. Cette abondance de la silice à divers états, dans des dépôts situés au milieu des montagnes purement calcaires, ne peut guère s'expliquer qu'en attribuant son origine à des sources siliceuses, sorties de terre en grande abondance, à la suite des soulèvements du terrain cartusien. Ces sources, nécessairement thermales et acides, auraient dissous les débris des calcaires, et plus tard déposé à la fois et leur silice et le calcaire.

S'il est vrai que de pareilles sources aient été pour beaucoup dans la production des dépôts du grès-vert, on comprend pourquoi ceux-ci présentent en général si peu d'étendue, d'uniformité dans leur puissance, dans le nombre et la nature de leurs assises ; pourquoi ils sont si discontinus sur le bord occidental du massif cartusien, où chaque lambeau paraît devoir son origine à des circonstances locales.

107. — La même hypothèse et les mêmes remarques s'appliquent, plus clairement encore peut-être, au terrain des sables et argiles réfractaires. Plus restreinte encore que le grès-vert, plus localisée dans les différents points où elle se rencontre, cette formation ne saurait guère être expliquée autrement

« Le peu d'étendue de ces sables et de ces argiles, dit » M. Gras, les niveaux si variables auxquels ils se rencontrent, » leur pureté extraordinaire, la difficulté à les concevoir » amenés de loin, lorsqu'ils occupent le fond de hautes vallées » calcaires fermées de tous côtés, conduisent à l'idée qu'ils se » sont formés à l'endroit même ou près de l'endroit où on les » trouve aujourd'hui. » C'est en admettant cette origine, en quelque sorte éruptive, que l'on peut s'expliquer leur injection, leur intercalation apparente dans les fissures et entre les couches des calcaires compacts, et cette espèce de pénétration par laquelle ils semblent se fondre insensiblement avec eux.

108. — Cette hypothèse sur la production abondante de sources acides et siliceuses, à la suite des soulèvements du terrain crétacé inférieur, est confirmée par des faits d'un autre ordre, qui présentent encore beaucoup d'intérêt ; ils ont été signalés par M. Rozet, dans une *Note sur les Alpes Dauphinoises* (*Bulletin de la Société Géologique de France*, 1844).

Sur les pentes inclinées de la plupart des montagnes crétacées inférieures, et principalement de celles qui appartiennent à la grande chaîne moyenne, comme les montagnes du Vercors, « on remarque de nombreux sillons se croisant » sous différents angles, et dont la profondeur très-mégale » dépasse rarement deux mètres. » Ces sillons sont très-marqués sur tous les plans moyennement inclinés de calcaire à *chama*,

qu'ils appartiennent à la formation cartusienne ou à la formation néocomienne. Les plus profonds sont dans le sens de la pente, les autres convergent vers eux de toutes les directions. « Ils sont évidemment le résultat de l'action d'eaux acides, » sorties du sein de la terre par des ouvertures profondes qui » se voient encore de distance en distance ; les travertins enve- » loppant des fragments anguleux de calcaire, qui gisent au » pied de ces pentes, ont dû être formés par ces mêmes eaux, » qui, perdant une partie de leur acide, laissaient déposer le » calcaire qu'elles tenaient en dissolution. »

C'est ainsi probablement que l'on doit s'expliquer la formation du grès-vert et les caractères particuliers qu'il présente dans les vallées intérieures des Alpes ; et c'est probablement à lui que se rapportent la plupart de ces travertins siliceux dont parle M. Rozet, et dont on peut citer comme type le calcaire blanc siliceux des collines de Raye (100). On en rencontre en effet des traces dans la plupart des bassins fermés intérieurs : dans le bassin de Lus, où nous les avons vus (102) présenter la plus grande analogie avec le grès-vert supérieur ; dans le bassin elliptique, complètement fermé aussi, de Vascieux, au sud du Vercors, etc.

109. — M. Rozet a signalé encore un autre genre de crevasses du calcaire à *chama*, que l'on peut aussi fréquemment observer. Elles se rencontrent principalement sur les grands plateaux et dans le fond des bassins elliptiques du Vercors, tels que les bassins de Vascieux, de Lente, etc..... « Ce sont des » trous coniques semblables à des cratères, souvent de » 100 mètres de large, et dont la profondeur varie entre 10 » et 50 mètres. Les strates calcaires se relèvent souvent autour » du trou ; mais quelquefois elles plongent au contraire vers » son intérieur ; de nombreux débris de la roche se trouvent » accumulés autour, enfin ces trous coniques offrent les caractères des cratères d'explosion de l'Auvergne et de l'Italie. » Le fond de plusieurs de ces ouvertures a un gouffre où les » eaux se précipitent ; dans ceux qui n'ont point de gouffre, il » doit exister des fentes au-dessous de la pelouse du fond,

» car l'eau ne s'accumule dans aucun d'eux. Ces ouvertures
» cratériformes paraissent devoir leur origine à l'explosion de
» masses gazeuses accumulées près de la surface du sol. »

110. — Ces accidents remarquables, que présente la surface des terrains crétacés inférieurs, sur les parois et au fond des vallées intérieures du massif secondaire, confirment l'hypothèse que nous avons émise sur la production des terrains qui les remplissent. Ils nous offrent, avec les preuves d'un soulèvement violent et général, les indices de l'influence que ces révolutions ont exercées sur la nature et le mode de précipitation des dépôts qui se sont formés à leur suite. Nouveau motif pour considérer comme contemporains ces lambeaux isolés de terrains qui paraissent s'être formés par le concours de circonstances analogues.

Le grès-vert, formation marine, appartient à une période où les eaux de la mer étaient restées encore dans les vallées intérieures les plus basses et les plus profondes; soit qu'elles fussent encore des golfes ou des détroits, soit qu'elles formassent seulement des lacs salés sans communication apparente avec les mers.

La formation tertiaire des sables et argiles, qui ne présente que des fossiles d'eau douce, a dû être séparée de la précédente par des bouleversements qui ont fait disparaître les eaux salées et les ont remplacées par des eaux douces, auxquelles se sont jointes abondamment les sources siliceuses éruptives. Nous avons vu en effet la limite et la distinction de ces deux formations indiquée tantôt par une discordance (bassin de Lus, 102), tantôt par l'indifférence de la superposition, et même, on peut le dire, par cette intercalation apparente, soit au milieu des roches du grès-vert, soit dans les roches crétacées inférieures (98).



CHAPITRE HUITIÈME.

Des diverses révolutions que l'on peut reconnaître dans le massif secondaire du Dauphiné et de l'influence qu'elles ont eue sur les caractères spéciaux des formations.

111. — Nous venons d'étudier successivement, dans les chapitres qui précèdent, les divers terrains dont se compose le massif secondaire du département de l'Isère et la partie septentrionale de celui de la Drôme. Nous nous sommes attachés à montrer combien ils nous paraissaient différer, sur plusieurs points, des formations auxquelles on les a assimilés jusqu'ici. C'est ainsi que nous avons indiqué les différences que présente la série jurassique des Alpes secondaires, comparée à celle du Jura et de la Savoie occidentale; que nous avons distingué entièrement la grande formation crétacée inférieure du Dauphiné d'avec la formation néocomienne; que nous avons enfin montré les caractères spéciaux du terrain de grès-vert dans les vallées intérieures de notre massif, et la séparation géologique qui existe entre ce dépôt et les grandes formations antérieures. Parvenus au terme de ces études, nous croirions les laisser incomplètes, si nous ne cherchions pas à découvrir, dans les révolutions diverses qui ont affecté les Alpes secondaires du Dauphiné et de la Savoie, l'explication des différences profondes que nous venons de signaler. Puissent les conjectures que nous allons présenter, en nous appuyant autant que possible sur l'observation directe des faits, atteindre le but que nous nous sommes proposé dans ce travail, rattacher à ces études locales une confirmation des principes généraux qui nous ont guidés dans ces recherches

§ 1. Période jurassique.

112. — Nous avons pris pour point de départ la distinction absolue des Alpes centrales et des Alpes secondaires, nous avons admis qu'à partir du commencement de la période jurassique, les premières ont constamment formé un massif émergé, dont les limites occidentales étaient à-peu-près celles qu'il a encore aujourd'hui. Cela posé, étudiant les terrains jurassiques des Alpes, nous avons décrit leurs diverses assises, dont la plus élevée paraît se continuer intimement avec l'assise oxfordienne de la Savoie et du Jura. De là une première question qui se présente d'elle-même : d'où viennent les différences si notables qui existent entre ces dépôts et les assises contemporaines du Jura, et pourquoi, sur la limite des Alpes centrales, ne rencontrons-nous point les assises supérieures, l'étage corallien par exemple, si développé encore dans la Basse-Savoie, la Provence, etc. ?

La solution de cette question est, je crois, dans l'origine différente qu'il faut attribuer aux formations jurassiques qui se sont produites, d'une part sur le rivage des Alpes centrales, d'autre part au milieu des mers moins profondes qui couvraient l'emplacement actuel du Jura et de la plus grande partie de la France. Les formations jurassiques alpines rentrent, selon nous, dans la classe des formations *fluvio-pélagiennes*, et leurs matériaux ont été principalement apportés par les grands courants qui devaient rayonner de toutes parts vers les bords du massif des Alpes centrales. De là sans doute la similitude de nature minéralogique qu'elles présentent avec les couches argilo-calcaires des Alpes centrales ; leur teinte constamment foncée ; la forte proportion d'argile que l'on trouve dans toutes leurs assises, principalement dans les assises inférieures et moyennes. De là, d'un autre côté, l'absence de toute structure oolitique, de tout banc de polypiers, etc. ; tandis que ces mêmes terrains renferment assez souvent des débris végétaux (dans les Basses-Alpes, par exemple), et que l'on pourrait

attribuer à la décomposition de semblables débris l'abondance constante de principes charbonneux et bitumineux dont ces calcaires sont pénétrés.

On comprendrait ainsi pourquoi les terrains jurassiques des Alpes diffèrent des terrains oolitiques, leurs contemporains; et pourquoi les dépôts coralliens, qui couronnent ceux-ci et qui sont essentiellement du genre des formations *marines* et de mers peu profondes, n'ont pas pu s'étendre jusqu'aux rivages du massif alpin. Une légère inclinaison des strates fluvio-marins le long de ces rivages où leurs éléments avaient été charriés, suffisait évidemment pour limiter et contenir à une certaine distance les dépôts *marins* supérieurs à l'assise oxfordienne.

S'il est possible de concevoir ainsi comment les formations jurassiques supérieures n'apparaissent qu'aux contours les plus extérieurs du massif alpin (Basse-Savoie, vallée de Saint-Laurent-du-Pont, etc., Provence); quelles sont d'autre part les causes qui ont limité aux mêmes régions l'étendue de la formation néocomienne, tandis que le Dauphiné nous présente un autre terrain crétacé inférieur, bien plus puissant, plus moderne et cependant caractérisé par les mêmes fossiles?

Il suffira, je crois, pour les entrevoir, de rechercher quelles furent à la fin de la période jurassique les révolutions qui eurent lieu dans la zone secondaire des Alpes, en Savoie et en Dauphiné.

§ II. Révolutions qui ont suivi la période jurassique; influence qu'elles ont exercée sur la distribution et les caractères des formations crétacées inférieures.

113. — Sur tout le bord de la chaîne centrale, les formations crétacées inférieures sont aujourd'hui en discordance sensible avec les couches jurassiques. Celles-ci durent donc éprouver, à la suite de leur dépôt, un soulèvement général, qui en fit émerger une zone étroite, mais continue, mais les

principaux bouleversements eurent lieu d'une part au midi de notre massif dans les bassins de la Drôme et de la Durancè (25), d'autre part en Savoie ; et c'est entre les limites créées par ces révolutions que se trouva compris le bassin où devait se produire la formation crétacée inférieure.

Nous avons vu (3) que la chaîne centrale talqueuse qui aboutit au Mont-Blanc, courait en Savoie à-peu-près du S.-O. au N.-E. ou N. 50° E. C'est parallèlement à cette direction que se sont produits les principaux soulèvements du terrain jurassique de cette contrée ; et par là ils se rattachent intimement aux soulèvements du Jura (système de la Côte-d'Or de M. Élie de Beaumont).

Les vallées de l'Isère, depuis Montmeillan jusqu'à Albertville, de l'Arly, depuis Albertville jusqu'à Sallanche, et le vallon de Sixt, depuis Sallanche jusqu'au col de Taneyverge à l'O. de Martigny, forment la ligne séparative des terrains secondaires et des formations de la chaîne centrale des Alpes. Creusées dans les assises inférieures du terrain jurassique, elles sont dominées au N.-O. par les escarpements du calcaire oxfordien, prolongements directs de ceux de la vallée de Graisivaudan, mais formant une ligne dirigée sensiblement N. 50° E. Sur cette ligne, qui commence à la montagne de la Thuile, au N. de Montmeillan, se rencontrent les sommités élevées de l'aiguille de Varens et de la Dent-du-Midi ; et la chaîne jurassique se prolonge dans cette direction jusqu'à Saint-Maurice, pour tourner ensuite et suivre la direction E.-N.-E. des Alpes orientales.

Derrière elle et parallèlement, s'élèvent toutes les chaînes jurassiques supérieures et néocomiennes, s'étendant entre la plaine de Chambéry et le lac de Genève. Ce massif, où les formations crétacées n'ont en général qu'une médiocre puissance par rapport aux terrains jurassiques, est coupé transversalement par de nombreuses vallées, formant autant de bassins, dans plusieurs desquels se sont déposées depuis les formations crétacées supérieures. (Bassins du Cheran et du Fier, du lac d'Annecy, etc.)

La discordance généralement prononcée qui existe entre les formations jurassiques de la Savoie et les dépôts crétacés les plus anciens, la puissance relativement faible de ces derniers, tendent à prouver que les soulèvements de ces montagnes ont eu lieu sur une grande échelle dès la fin de la période jurassique. Toutefois leur action a dû se reproduire depuis suivant les mêmes directions, et sans doute à plusieurs reprises, après le dépôt des formations crétacées des divers étages, et jusqu'après le dépôt de la molasse.

Dans le massif secondaire du Dauphiné au contraire, il est évident que les grandes révolutions n'ont pu commencer qu'après le dépôt du terrain crétacé inférieur ou *cartusien*. Cette région est donc restée jusqu'à cette dernière époque sous les eaux d'une mer profonde, tandis que plusieurs des chaînons jurassiques de la Savoie occidentale formaient déjà des îles émergées au-dessus de la mer crétacée.

114. — C'est sans doute dans ces différences de conditions physiques, analogues à celles qui avaient subsisté durant la période jurassique, qu'il faut chercher la raison des différences que présentent sur ces deux points les formations crétacées inférieures.

Le dépôt néocomien, essentiellement littoral et de mer peu profonde, s'est produit *seulement* sur les points où la mer jurassique avait déposé déjà le calcaire corallien. Quoiqu'il ne paraisse y avoir aucune liaison entre ces deux formations, c'est presque toujours sur cette dernière que nous voyons reposer les couches néocomiennes, en Savoie et en Provence. Dans le Dauphiné, nous les rencontrons exclusivement sur la limite N.-O. du massif secondaire (*chapitre IV*), là seulement où affleurent sur quelques points des dépôts jurassiques supérieurs analogues à ceux de la Savoie.

Ainsi les révolutions qui suivirent la période jurassique ne détruisirent point cependant les causes, quelles qu'elles soient, qui avaient empêché les dépôts proprement *jurassiques* de s'étendre jusqu'au pied des Alpes centrales. Le terrain néocomien resta, lui aussi, confiné aux limites les plus extérieures

de la zone secondaire actuelle, et ne s'éloigna point des rivages ou des bas-fonds constitués par le calcaire corallien.

La période néocomienne ne paraît correspondre, dans les Alpes du Dauphiné, à aucune formation particulière : il est impossible de préciser l'époque géologique à laquelle les dépôts crétacés inférieurs y commencèrent à succéder aux dépôts jurassiques. Tout ce que nous pouvons affirmer d'après ce travail, c'est que la majeure partie des assises de la formation *cartusienne*, sinon leur totalité, est supérieure aux couches néocomiennes les plus élevées de la Savoie.

115. — Il reste à expliquer comment cette formation si puissante s'arrête brusquement au N. et au N.-O., sur la frontière de Savoie, et le long de la vallée de Saint-Laurent-du-Pont; comment il se fait qu'elle n'ait pas recouvert ou du moins ne paraisse pas avoir recouvert les dépôts néocomiens sur la majeure partie de leur étendue. Il me semble impossible de le concevoir, sans admettre que des révolutions très-étendues dans la configuration du bassin crétacé eurent lieu à la fin de la période néocomienne. Toute la Savoie occidentale dut prendre part à ces bouleversements; les uns, suivant sans doute les lignes de fracture des soulèvements jurassiques, exhausserent les chaînes déjà dessinées au N.-E. de Chambéry; d'autres, dirigés N. ou N.-N.-E., élevèrent la plupart des chaînes de la Savoie occidentale, voisines du Rhône, et particulièrement les deux chaînes du Mont-du-Chat et de Chaille, dont nous avons suivi les prolongements en Dauphiné.

C'est sur le prolongement des chaînes jurassiques et néocomiennes des Bauges, au N.-E. de Chambéry, que s'élèvent les montagnes de même nature comprises entre Chambéry et les Echelles, et fermant vers le N.-O. les vallons d'Eperney et de Corbet. C'est sur cette même ligne que se rencontrent plus loin les plateaux de Berlan, de Raz et de Montaud, formés encore de couches identiques à celles de la Savoie.

En un mot, c'est sur le prolongement de la bande secondaire principale de la Savoie, dirigée du N.-E. au S.-O., entre le lac de Genève et Chambéry, que les mêmes terrains se ren-

contrent en Dauphiné, entre Chambéry et Saint-Gervais-sur-Isère; tandis qu'au S.-E. de cette ligne se montrent immédiatement les puissantes assises du massif *cartusien*.

Tout porte donc à croire, comme nous l'avons déjà supposé (72), que cette zone secondaire, recouverte par le dépôt néocomien, fut, sinon complètement soulevée au-dessus des mers, du moins notablement exhaussée, et put ainsi échapper en majeure partie au dépôt qui se produisit dès lors dans les profondeurs du bassin *cartusien*.

116. — La distinction chronologique que nous avons établie entre le dépôt néocomien de la Savoie et le terrain *cartusien* du Dauphiné; les révolutions qui ont dû, selon nous, séparer les époques de ces deux formations, tout cela tendrait à reculer encore les limites de la durée des dépôts crétacés. C'est qu'en effet, de toutes les grandes divisions établies jusqu'ici dans les terrains de sédiment; il n'y en a point qui paraisse composée d'assises aussi diverses, de formations aussi distinctes les unes des autres, que l'étage crétacé. La durée déjà si grande de cette période peut donc être supposée plus longue encore, sans que rien s'y oppose; et dans le voisinage des Alpes, où toutes les formations ont une puissance colossale, où le terrain jurassique, restreint à l'étendue que nous lui avons assignée, a encore bien plus de mille mètres d'épaisseur; dans ce bassin où par conséquent il semble que les formations ont eu lieu de tout temps, avec une rapidité relative vraiment sans exemple; il ne sera point extraordinaire de rencontrer un étage crétacé de plus de mille mètres aussi de puissance, dont il serait peut-être difficile de trouver sur d'autres points le correspondant géologique.

Abstraction faite de sa puissance, et comparée au dépôt néocomien de la Suisse, de la Savoie et de la Provence, la formation crétacée inférieure du Dauphiné nous offre l'exemple remarquable d'une reproduction presque identique des mêmes fossiles, dans une série d'assises qui est aussi presque la même, et cela, malgré la différence d'âge de ces deux terrains, dont l'un a succédé à l'autre, et paraît même en avoir été séparé

par des révolutions très-étendues. Il peut donc arriver que dans une partie de l'étendue d'un bassin où se dépose une formation stratifiée, des bouleversements se produisent, sans que pour cela les animaux qui le peuplent et les caractères du dépôt qui s'y produit soient essentiellement modifiés; et les mêmes fossiles pourront encore se reproduire tour-à-tour dans les diverses assises, lorsque reviendront à leur tour des circonstances analogues de dépôt. C'est ainsi que nous retrouvons dans les deux assises principales de l'étage cartusien, les caractères minéralogiques et presque tous les fossiles des deux assises de l'étage néocomien.

§ III. Révolutions qui ont eu lieu dans le massif secondaire du Daupiné à la suite de la période crétacée inférieure ou cartusienne.

117. — Ainsi que nous nous sommes attachés constamment à le faire voir, d'immenses révolutions ont eu lieu en Dauphiné à la suite de la période cartusienne. A part les grands dépôts crétacés des Hautes et Basses-Alpes, qui sont en dehors des limites de ce travail, nous ne rencontrons plus que les dépôts isolés de grès-vert, etc., dont nous nous sommes occupés dans le chapitre VII. La fin de la période cartusienne est donc, comme nous l'avons déjà dit (105), l'époque de l'émergence presque générale de la zone secondaire du Dauphiné; et comme nous l'avons montré en mille endroits, en étudiant les rapports du grès-vert ou de la molasse avec les couches crétacées inférieures, c'est alors que se sont dessinées d'une manière à-peu-près complète toutes les grandes chaînes, tous les traits les plus saillants et les plus continus du relief de ce massif.

Mais les soulèvements du sol crétacé inférieur n'ont point eu lieu dans une direction unique; suivant parallèlement des lignes de fractures déjà bien prononcées sans doute dans la chaîne centrale, les dislocations du terrain cartusien ont eu lieu, comme celles de la chaîne talqueuse (3), suivant quatre directions bien marquées N. 50° E., N. 6° E., N. 26° E., et enfin N.-N.-O.,

et le parallélisme, la correspondance constante que présentent les chaînes secondaires comparées aux différentes parties de la chaîne talqueuse, montrent évidemment que celle-ci fut encore le siège principal de l'action soulevante.

118. — 1^o Direction N. 50° E., dans le massif secondaire du Dauphiné. — Cette direction, parallèle au système de la Côte-d'Or de M. de Beaumont, est, comme nous l'avons vu, celle des principaux soulèvements qui paraissent avoir eu lieu en Savoie à la suite de la période jurassique, et probablement aussi de la période néocomienne. Mais elle se retrouve en Dauphiné sur une longue zone de dislocation qui traverse obliquement tout le massif secondaire.

L'origine de ces dislocations est dans la chaîne centrale talqueuse : au point où cette chaîne, dirigée N. 26° E. vient se perdre en quelque sorte dans le vaste massif primitif de l'Oisans, il s'en détache une crête très-marquée, dont la direction est sensiblement N. 50° E. Cette crête commence à la cime du Glézin, au S.-S.-E. d'Allevard, ferme au midi la vallée des Sept-Laux, et continue par le pic de Belledonne, jusqu'au coude de la Romanche au-dessus de Vizille. Le prolongement de cette chaîne est indiqué vers le S.-O. par les montagnes de Vaux et de Conesse, formées de schistes argilo-calcaires et de grès à anthracite, reposant sur une base talqueuse, et recouverts par les couches du lias de Laffrey et de la vallée du Drac.

Parallèlement à cette ligne et des deux côtés de son prolongement, le massif secondaire présente des lignes de dislocation très-marquées. La plus méridionale est indiquée par la série transversale de collines qui sépare le bassin de la Gresse de celui du Trièves, au S. du Monestier-de-Clermont. Plus loin, elle coupe la grande chaîne crétacée au pic du Grand-Veymont, sa sommité la plus élevée, suit la gorge transversale qui conduit à Die, et se trouve même au-delà de cette ville dans les montagnes qui encaissent la vallée de la Drôme. Cette ligne de dislocation trace dans la zone secondaire une limite importante : c'est le passage de la direction N. 6° E., qui domine exclusivement dans le bassin de la Gresse, le Vercors et la plus grande

partie du massif crétacé de la Drôme, à la direction N.-N.-O. qui lui succède brusquement, au S.-E. de cette ligne, dans la configuration de toutes les crêtes principales ; par exemple, dans la grande chaîne crétacée qui sépare les départements de la Drôme et de l'Isère, depuis le Mont-Aiguille jusqu'au col de la Croix-Haute.

Une autre ligne de dislocation N. 50° E. limite au contraire vers le N. les chaînes et les vallées alignées suivant la direction N. 6° E. L'origine de cette ligne est dans la vallée de Graisivaudan, en face de la haute crête talqueuse dont nous avons parlé. C'est la direction des couches jurassiques de la montagne de Saint-Eynard (21), derrière laquelle s'élève l'aiguille crétacée de Chamechaude. Le prolongement de cette ligne trace la séparation du plateau de grès-vert et de la grande chaîne crétacée inférieure à Saint-Nizier (85), traverse les vallées de Lans et de Méaudre, détermine les fentes les plus remarquées de la gorge de la Bourne ; et depuis l'entrée de cette gorge jusqu'à la pointe N. de la chaîne de Raye, à la Beaume-Cornillane, elle suit une série de crêtes transversales qui séparent constamment les bassins du Vercors des vallées du Royannais, où les chaînes prennent immédiatement la direction N. 26° E.

Limitée au N.-O. et au S.-E. par ces deux lignes de dislocation, la région des soulèvements N. 6° E. est encore traversée par une autre ligne parallèle, sur laquelle se placent en général les sommités les plus élevées de ce massif. Cette ligne est indiquée, au S.-O. de Grenoble, par les collines de schistes argilo-calcaires de Revel, d'Uriage, de Champagnier, puis par les crêtes jurassiques de Saint-Paul-de-Varces. Elle coupe la grande chaîne crétacée près de la Moucherolle, dessine la crête transversale qui ferme au midi le bassin de Lans (83) ; puis traversant le Vercors, elle suit les escarpements qui s'élèvent brusquement au S. de la Chapelle et ferment l'entrée du bassin de Vascieux. La même ligne rencontre ensuite les sommités élevées de Fondeurle et d'Embel, suit la crête des Birches et reste nettement marquée jusqu'à Crest.

149. — Cette zone du massif secondaire, de 21 kilomètres

de largeur, comprise entre les deux premières lignes de dislocation N. 50° E. que nous venons d'indiquer, est à la fois la région des accidents produits, suivant cette direction et celle des chaînes N. 6° E., qui ne s'étendent pas au-delà et sont immédiatement remplacées, au N.-O., par des chaînes N. 26° E., au S.-E., par des chaînes principalement N.-N.-O. Les dislocations N. 50° E. ont ceci de bien remarquable qu'elles forment des lignes parfaitement droites et d'une étendue considérable, traversant tout le massif des Alpes Dauphinoises, et servant de limites aux chaînes N. 6° E., qui tantôt s'interrompent subitement à leur intersection, tantôt du moins s'y contournent, soit pour suivre une direction différente, soit pour reprendre bientôt une course parallèle. Si l'on considère d'une part cette continuité des accidents N. 50° E., ces interruptions brusques qu'ils occasionnent dans la direction et l'altitude des crêtes les plus saillantes; d'autre part, si l'on remarque que la zone qu'ils ont affectée, renferme les bassins les plus élevés et les chaînes les plus uniformes dans leur constitution, on admettra, je crois, sans peine, que ces accidents du sol sont les plus anciens qui se soient produits dans le massif secondaire. Le grès-vert dans le bassin de Lans (83), la molasse dans celui du Vercors (59), s'arrêtent brusquement à leur pied sans paraître en avoir été sensiblement affectés; tandis qu'ils ont participé plus ou moins aux dislocations produites suivant les autres directions. Ce n'est que dans la vallée de l'Isère, aux environs de Saint-Nazaire-en-Royans, les terrains tertiaires présentent quelques accidents peu marqués (99), situés sur le prolongement des soulèvements N. 50° E. de la Savoie (113).

Il résulterait donc des considérations exposées dans ce chapitre, que, si dans le Jura les soulèvements N. 50° E. ont eu lieu après la période jurassique; en Savoie ils se sont produits en partie à la même époque, en partie après le dépôt néocomien (113, 115); et en Dauphiné, sur une ligne parallèle, principalement à la fin de la période crétacée inférieure, sans se remonter sensiblement dans des époques plus récentes.

120 — 2° *Direction N. 6° E., dans le massif secondaire du*

Dauphiné. — Nous avons précisé rigoureusement, par la position des lignes de dislocation N. 50° E., les limites de la zone où domine exclusivement, dans les chaînes nombreuses qu'elle comprend, la direction N. 6° E. Cette direction ne se retrouve plus en effet en dehors des limites de cette bande.

Ce qu'offrent de remarquable les diverses chaînes N. 6° E., c'est que, formées toutes par le terrain crétacé inférieur, elles nous le montrent en discordance complète avec les terrains plus récents qui se sont déposés à leur pied. C'est ce que nous avons vu dans la vallée de Lans pour le grès-vert, au pied de la grande chaîne orientale (77); pour les terrains qui gisent au pied de la chaîne de Raye (100); pour la molasse qui remplit le fond de la vallée du Vercors (59), etc. D'où il faut conclure que la configuration des chaînes N. 6° E. et l'inclinaison actuelle de leurs couches, sont dues à des soulèvements qui suivirent immédiatement le dépôt des terrains *cartusiens*, qui sont du moins peu postérieurs aux grandes dislocations N. 50° E. dont nous venons de parler.

Toutefois, les terrains qui s'étendent au pied de ces chaînes ont en général éprouvé les effets de soulèvements postérieurs, coïncidant en direction avec ceux des chaînes elles-mêmes (77, 100, etc.); ce qui montre qu'à des époques plus récentes, d'autres révolutions, influencées sans doute par la direction qui dominait déjà dans toute la région, ont donné aux chaînes N. 6° E. un exhaussement considérable, qui en fait aujourd'hui les crêtes et les plateaux les plus saillants du massif secondaire.

121. — 3° *Direction N.-N.-O.* — De même que les deux directions de soulèvements N. 50° E. et N. 6° E. s'accompagnent et se croisent dans une même partie du massif secondaire du Dauphiné, de même aussi les failles N.-N.-O. et les chaînes N. 26° E. s'entrecroisent et dominent dans sa partie septentrionale.

La direction N.-N.-O. est l'orientation générale des chaînes vers l'extrémité S. du département de l'Isère et dans les parties contigues des Hautes-Alpes et de la Drôme. Ainsi, de même

que cette direction se prononce de plus en plus vers l'extrémité S. du massif talqueux de l'Oisans, et se rattache aux plus grandes dislocations des Alpes centrales jusqu'au Mont-Viso; de même elle se montre dans la grande chaîne crétacée inférieure, depuis le Mont-Aiguille jusqu'au col de la Croix-Haute; et c'est à elle qu'appartiennent, comme on l'a vu, les chaînes qui renferment le bassin de Lus (102). Mais en outre cette direction se reconnaît plus au N.-E. dans un grand nombre de fentes, de failles à parois généralement verticales, qui traversent tous les terrains secondaires du département de l'Isère.

La plus marquée de toutes ces grandes lignes de dislocation est la longue fente continue qui s'étend depuis Gap jusqu'à Voreppe, en passant à Grenoble. Elle comprend donc, du N.-O. au S.-E. : 1° La vallée de l'Isère, transversale entre Voreppe et Grenoble; 2° La vallée de la Romanche à Vizille; 3° La limite du massif talqueux et des schistes argilo-calcaires, de Vizille au Valbonnais; 4° La vallée du Drac, de Corps à Saint-Bonnet, ligne séparative des terrains secondaires et des terrains de la chaîne centrale.

Une seconde ligne de dislocation, parallèle et non moins marquée, prend naissance au centre du massif talqueux de l'Oisans: elle suit d'abord le flanc occidental des vallées du Vénéon et du Bourg-d'Oisans, depuis le col de la Muzelle jusqu'à la pointe de l'Infernet; elle se prolonge à travers la chaîne talqueuse par les combes de Vaudeine et de Lancey, en passant au pied du pic de Belledonne. Dans le massif secondaire de la Chartreuse, elle n'est pas moins marquée: son prolongement comprend la gorge de Manival, le col du Coq, où s'interrompt subitement la grande chaîne crétacée de la vallée de Graisivaudan; la vallée de Chartreuse et la porte orientale du défilé du Guiers-Mort. Enfin, après avoir déterminé au N.-O. de la Grande Chartreuse divers accidents très-sensibles, cette ligne de dislocation devient la direction du Guiers, depuis les Échelles jusqu'au Rhône, et celle du Rhône, depuis Cordon jusqu'à Saint-Sorlin.

Parallèlement à cette ligne et à une petite distance, des accidents moins continus, mais aussi nets, se présentent, soit dans le massif talqueux de l'Oisans, soit dans les montagnes secondaires. Tels sont dans ces dernières la gorge du Guiers-Mort entre le pont Parant et Saint-Laurent; le défilé de Crossey; et plus loin un grand nombre de failles dans les terrains oolitiques de l'arrondissement de la Tour-du-Pin.

122. — A quelle époque géologique remontent ces diverses dislocations, dirigées vers le N.-N.-O. ? Il n'est nullement probable qu'elles appartiennent à une époque unique; car elles traversent dans les différents points de leur étendue les terrains les plus divers; et si quelques-uns semblent n'en avoir pas été affectés sur certains points, ils en montrent sur d'autres des traces évidentes. Dans le Dévoluy et toute la partie méridionale du département de l'Isère, cette direction est celle du soulèvement des couches crétacées inférieures; et nous avons vu dans le bassin de Lus (102), le grès-vert y prendre part en stratification sensiblement concordante. Au contraire, d'après les observations de M. Élie de Beaumont, les terrains crétacés supérieurs des Hautes-Alpes (terrains à *nummulites*, etc.), seraient restés étrangers à ces révolutions. Il résulterait de là que la principale époque de ces soulèvements serait entre la période du grès-vert et la période crétacée supérieure. Mais si l'on considère la direction générale de la limite des terrains jurassiques depuis Laffrey jusqu'à Saint-Bonnet (19), il sera difficile de ne pas admettre que le massif talqueux de l'Oisans et du Valgodemard était déjà soulevé suivant cette direction avant le dépôt du lias; et qu'ainsi les soulèvements postérieurs à l'époque crétacée-inférieure ne sont probablement que les effets les plus marqués d'un système de révolutions qui ont commencé beaucoup plus tôt.

D'un autre côté, si les terrains crétacés supérieurs des Hautes-Alpes sont restés étrangers aux diverses révolutions N.-N.-O., nous avons vu les terrains tertiaires du bassin de Lus offrir les traces d'un soulèvement parallèle et postérieur à celui des couches crétacées sur lesquels ils s'appuient. Le

système des révolutions N.-N.-O. paraît donc s'être continué jusque dans la période tertiaire.

Les mêmes remarques s'étendent aux grandes lignes de dislocation N.-N.-O. qui traversent le massif secondaire aux environs de Grenoble. La vallée transversale de l'Isère, dont les escarpements sont si remarquables, surtout sur la rive gauche, nous montre une large faille produite après le dépôt du grès-vert qui domine Sassenage, et avant la période de la molasse, qui s'étend au pied de ces escarpements à Sassenage et à Voreppe (93). Mais d'autre part la concordance de la molasse et des couches néocomiennes du défilé de Chaille, la manière identique dont elles se trouvent interrompues par cette fente étroite, et la direction des vallées du Guiers et du Rhône au milieu des couches, peu inclinées il est vrai, de cette même molasse, semblent prouver que les effets des soulèvements dirigés vers le N.-N.-O. se sont fait sentir encore jusque dans la période tertiaire supérieure.

123. — 4° *Direction N. 26° E.* — Elle se montre exclusivement dans toutes les chaînes crétacées inférieures de l'Isère et de la Drôme, situées au N.-O. de la ligne N. 50° E. que nous avons indiquée s'étendre de l'extrémité de la chaîne de Raye, à l'O. de Valencé, jusque dans la vallée de Graisivaudan (118). Vers leur extrémité méridionale, comme aux approches du Vercors, les chaînes passent quelquefois par une inflexion ménagée à la direction N. 6° E.; c'est ce que l'on voit par exemple dans la crête qui domine à l'E. le vallon de Rencurel et qui se continue avec la grande ligne de la vallée du Vernaison. Sur d'autres points, comme le long de la vallée de l'Isère entre Voreppe et Iseron, elles se rapprochent de la direction N. 50° E. d'un soulèvement probablement antérieur. Enfin les failles N.-N.-O. qui ont ouvert les vallées de l'Isère et du Guiers-Mort ont modifié dans leur voisinage la direction et l'altitude des chaînes; mais à part ces accidents locaux, on reconnaît toujours aisément la direction dominante de la vallée de Graisivaudan.

124 — Aussi bien que les précédents, et d'une manière plus

évidente encore peut-être, le système de soulèvements N. 26° E. n'appartient point à une période unique. Son action a dû se faire sentir à des époques très-différentes, dont deux surtout sont nettement indiquées. 1° A la fin de la période crétacée-inférieure, ou après le dépôt de la formation cartusienne; 2° A la fin de la période tertiaire moyenne, ou après le dépôt de la molasse.

C'est à la première époque que se rapporte tout d'abord cette vaste faille sur laquelle nous avons insisté dans le chapitre VI (n^{os} 65 à 75), et qui, depuis la gorge du Guiers-Vif jusqu'au fond de la vallée de Lans, sépare en deux masses bien distinctes les chaînes crétacées du département de l'Isère. Malgré la différence de direction qu'affecte cette ligne de dislocation de part et d'autre de l'Isère, dans la vallée de Lans et dans le massif de la Chartreuse, sa continuité est démontrée par la disposition semblable que présentent de part et d'autre de l'Isère les couches du grès-vert (77,90), qui viennent se terminer brusquement au pied des escarpements produits par cette faille.

125. — Cette ligne de dislocation, l'un des traits fondamentaux du massif secondaire du Dauphiné, sépare, comme nous l'avons vu, deux zones montagneuses bien distinctes : 1° La zone orientale est formée de crêtes hautes et abruptes, dont les couches plongent de toutes parts vers la vallée de Saint-Pierre-de-Chartreuse. Aucun dépôt postérieur à la formation cartusienne n'a pu pénétrer au centre de ce bassin : le grès-vert et la molasse se sont arrêtés brusquement sur son bord occidental dans la vallée de Proveysieux.

2° La zone occidentale se compose au contraire de chaînes moins hautes et moins escarpées, de plateaux figurant de grandes ondulations parallèles et de hauteur décroissante, à mesure qu'elles s'éloignent des Alpes centrales. La constitution des diverses parties de ce vaste ensemble nous a trop longuement occupés pour que nous ayons besoin d'y revenir; et nous avons montré par une foule de faits qu'il présentait deux époques de révolutions bien marquées : les unes, qui suivirent

la période cartusienne, en firent émerger la presque totalité, dessinèrent toutes les inflexions marquées de couches secondaires, mais en ne leur imprimant en général qu'une faible inclinaison. De vastes dégradations suivirent ces bouleversements et produisirent sur la limite occidentale de cette zone de montagnes, des escarpements presque continus; tel est celui qui s'étend sans interruption des Echelles à Saint-Gervais. Mais ce ne fut que bien plus tard, après les périodes du grès-vert et de la molasse, qui sont venus se déposer sur les deux flancs de la chaîne, qu'éclatèrent les révolutions qui ont donné à cette partie des Alpes secondaires, sa hauteur actuelle. Ces derniers bouleversements, sans augmenter beaucoup l'étendue déjà émergée du massif secondaire, sans créer aucune grande chaîne nouvelle, ont agi d'une manière si puissante cependant, que l'inclinaison actuelle des couches doit leur être presque entièrement attribuée. (N^{os} 72 — 75, etc...).

§ IV. Résumé et conclusions sur la constitution des Alpes secondaires du Dauphiné

126. — Telles sont, dans le massif secondaire du Dauphiné, l'étendue et la distribution des divers systèmes de soulèvements que l'on peut y reconnaître; telles sont les conjectures que l'observation nous conduit à former sur les époques géologiques de ces différentes révolutions.

Des conséquences importantes nous semblent découler de cet examen :

1^o Les diverses directions suivant lesquelles ont été soulevées les couches secondaires paraissent avoir été déjà bien marquées dans les Alpes centrales, avant le dépôt de ces terrains. C'est ce que l'on peut conclure de la direction qu'affecte, depuis Saint-Maurice-en-Valais jusqu'à Gap, la ligne séparative des terrains proprement jurassiques et des terrains qui appartiennent à la chaîne centrale. Dirigée N. 50° E. en Savoie, elle prend ensuite la direction N. 26° E. de la vallée de l'Isère, et

au-delà de Grenoble, les directions N.-S., puis N.-N.-O. de la vallée du Drac. Quoique sans contredit d'immenses révolutions aient eu lieu depuis l'époque jurassique, si elles n'avaient pas à-peu-près coïncidé en direction avec des soulèvements antérieurs, la limite du massif central des Alpes et de la zone secondaire, ne serait point nettement tracée comme elle l'est aujourd'hui. Mais dans le point même où cette séparation est la moins tranchée, dans le canton de la Mure au S. de Grenoble, ce n'est que sur une très-faible largeur que le lias recouvre les dernières ondulations visibles des couches anthracifères et des schistes talqueux, propres à la chaîne centrale. Encore n'est-il pas de point où la discordance soit plus sensible entre ces deux ordres de terrains; et il est indubitable par conséquent que, dans cette partie même des Alpes, les couches anthracifères étaient fortement relevées à l'époque jurassique. Les caractères mêmes que le lias y présente, les nombreux fossiles qu'il contient, montrent une formation littorale et de mer peu profonde, et confirment l'hypothèse de l'existence antérieure de la limite du massif central, telle à-peu-près qu'elle se présente encore aujourd'hui.

2° Les premières grandes révolutions qui ont affecté la zone secondaire ont agi, dans les différentes parties de la Savoie et du Dauphiné, parallèlement aux directions déjà marquées dans les parties correspondantes de la chaîne talqueuse. C'est ainsi qu'en suivant les chaînes secondaires, du N.-E. au S.-O., nous voyons tour-à-tour dominer exclusivement les directions N. 50° E. en Savoie, N. 26° E. dans la vallée de l'Isère, etc.

127. — Ainsi, sous le rapport de la direction dominante des chaînes, on peut distinguer dans les Alpes secondaires de la Savoie et du Dauphiné, quatre régions, dont nous avons nettement tracé les limites, et qui correspondent aux quatre parties que nous avons distinguées dans la chaîne talqueuse.

Dans l'une de ces régions, celle qui s'étend entre Chambéry et le lac de Genève, les révolutions les plus étendues paraissent avoir eu lieu après les périodes jurassique et néocomienne; et c'est ce qui peut expliquer l'absence de la grande formation

crétacée inférieure du Dauphiné, plus récente que le dépôt néocomien.

Mais dans tout le Dauphiné, c'est à une même époque géologique, à la suite du dépôt des terrains crétacés inférieurs, que se sont dessinées *toutes* les chaînes du massif secondaire. Ainsi les trois directions différentes qui dominent chacune dans une partie de cette vaste région, ne caractérisent point des soulèvements indépendants les uns des autres, mais bien simultanés.

Est-il de cette assertion une preuve plus frappante que la continuité et l'uniformité parfaite d'aspect, de hauteur et de nature, qu'offre ce grand escarpement par lequel la zone crétacée se termine, en regard des Alpes centrales ? (15)

128. — On peut dire en effet que s'il y a une division à établir dans le massif secondaire du Dauphiné, au lieu de l'établir transversalement, d'après la différence de direction des crêtes, c'est dans le sens de la longueur que l'on doit plutôt la faire; et l'on pourra alors y distinguer deux zones: l'une *intérieure* ou *orientale*, qui a éprouvé directement l'effet des soulèvements de la chaîne centrale, et dont les couches se relèvent constamment vers cette chaîne; l'autre *extérieure* ou *occidentale*, où se sont propagés parallèlement à eux-mêmes, les ébranlements partis du massif talqueux, et dont les couches, plissées à plusieurs reprises, offrent une série de grandes ondulations décroissantes, où les plans inclinés les plus continus et les mieux marqués descendent vers l'intérieur. Ces zones concentriques, enveloppant le massif central des Alpes, pourraient peut-être sans trop de hardiesse se comparer aux ondes décroissantes que fait naître autour de lui l'ébranlement produit en un point de la surface d'une masse liquide.

129. — C'est à la fin de la période crétacée-inférieure que se sont dessinées toutes les chaînes secondaires du Dauphiné, et que leur massif a émergé en majeure partie. Mais c'est à des révolutions plus récentes qu'elles doivent sans contredit leur hauteur actuelle et la forte inclinaison de leurs couches. Les effets de ces révolutions, qui se sont fait sentir à diverses

reprises, mais enfin et surtout après le dépôt de la molasse, peuvent se classer sous deux titres bien distincts :

1° Exhaussement successif des chaînes déjà formées, par des soulèvements de même direction que ceux qui les avaient produites; — accusé par l'inclinaison que présentent sur leurs flancs ou au pied de leurs escarpements, le grès-vert ou les couches tertiaires.

2° Failles et discontinuités transversales, produites dans les diverses parties du massif secondaire par des secousses d'une direction différente de celle que les chaînes y présentent. — Dans la partie des départements de l'Isère et de la Drôme dont nous nous sommes spécialement occupés, nous avons vu les chaînes N. 6° E. et N. 26° E. interrompues par des accidents très-marqués, dirigés N. 50° E. et N.-N.-O., c'est-à-dire parallèles aux directions dominantes des chaînes en Savoie et dans les Hautes-Alpes. Les lignes suivant lesquelles ces accidents se manifestent sont à très-peu de chose près les prolongements des axes de soulèvement de la chaîne talqueuse. C'est ainsi que des trois lignes N. 50° E. que nous avons indiquées (118), l'une, la plus septentrionale, comprend dans son prolongement le Mont-Blanc; tandis que les deux autres comprennent entre elles la direction prolongée du chaînon talqueux passant au pic de Belledonne (118). De même, des deux lignes N.-N.-O. tracées plus haut (121), l'une part du bord occidental des cirques de la Bérarde et du Bourg-d'Oisans, et l'autre la suit parallèlement à une faible distance, en traçant les limites du massif talqueux à l'E. de la Mure.

150. — Ces deux ordres d'accidents, dont les premiers paraissent au moins aussi anciens, et les seconds au contraire plus modernes que les soulèvements principaux du massif crétacé-inférieur, doivent pourtant probablement leur origine à une même cause. car ils auraient ceci de commun, d'offrir la reproduction de grands soulèvements *antérieurs* (voir §. 2 et n° 122), sur les prolongements des lignes principales de leur ancienne action.

Or c'est une loi que l'on peut constater, en étudiant, par

exemple, les dislocations de la molasse sur le bord extérieur des Alpes secondaires · les actions des anciens soulèvements de la chaîne des Alpes se sont reproduites et propagées à des époques plus récentes de deux manières, soit parallèlement à elles-mêmes, de l'intérieur vers l'extérieur, soit en se prolongeant sur les directions qu'elles avaient déjà affectées. Cette loi, appliquée d'une manière générale à toute la zone des Alpes secondaires, nous semble résumer dans son énoncé la constitution de cette région, et les rapports qui ont existé à toutes les périodes entre ses bouleversements et ceux de la chaîne centrale.

Vu et approuvé,

Paris, le 14 Août 1846

LE DOYEN DE LA FACULTÉ DES SCIENCES,
DUMAS.

Permis d'imprimer,

L'INSPECTEUR GÉNÉRAL DE L'UNIVERSITÉ,
Vice-Recteur de l'Académie de Paris,
ROUSSELLE.

EXPLICATION DES PLANCHES.

- Fig. 1.* — Coupe de la roche et du plateau de Berlan, à l'E. des Echelles. — Les hauteurs sont supposées prises au-dessus du niveau de la plaine; éch. $\frac{1}{28000}$ environ.
- Fig. 2.* — Coupe du col de la Placette, entre Voreppe et Saint-Laurent-du-Pont. — Hauteurs au-dessus du niveau des environs de Voiron; éch. $\frac{1}{40000}$; celle des distances horizontales moitié moindre.
- Fig. 3.* — Coupe du plateau de Montaud. — Hauteurs au-dessus de la vallée de l'Isère; éch. $\frac{1}{40000}$.
- Fig. 4.* — Esquisse des escarpements de la rive gauche de l'Isère, entre Fontaine et l'Echaillon; éch. $\frac{1}{54000}$.
- Fig. 5.* — Coupe des montagnes de Rachet et du Casque de Néron, au N. de Grenoble. — Hauteurs au-dessus de la vallée de l'Isère; éch. $\frac{1}{40000}$.
- Fig. 6.* — Esquisse des montagnes du vallon de Quaix, prise des côtes de Sassenage.
- Fig. 7.* — Coupe du vallon de la Fauge, près Villard-de-Lans. — Hauteurs au-dessus du fond de la vallée de Lans; éch. $\frac{1}{19000}$ environ.
- Fig. 8.* — Esquisse du plateau de Saint-Nizier et de la grande chaîne crétacée de la vallée du Drac, entre Claix et Fontaine; éch. de Cassini.
- Fig. 9.* — Coupe des terrains tertiaires et crétacés, à l'E. de la Beaume-Cornillane (Drôme).
- Fig. 10.* — Coupe des terrains tertiaires du bassin de Lus-la-Croix-Haute (Drôme.)

LÉGENDE DES HUIT PREMIÈRES FIGURES :

- m*, molasse;
g, grès-vert;
C, terrain crétacé inférieur;
C', calcaire à *chama*;
n, terrain néocomien;
J, terrain jurassique supérieur (corallien);
O, terrain jurassique oxfordien.

L'explication des *fig. 9 et 10* est dans le texte aux numéros 100 et 102.

La Sure. Mont^{ne}

Fig. 2.

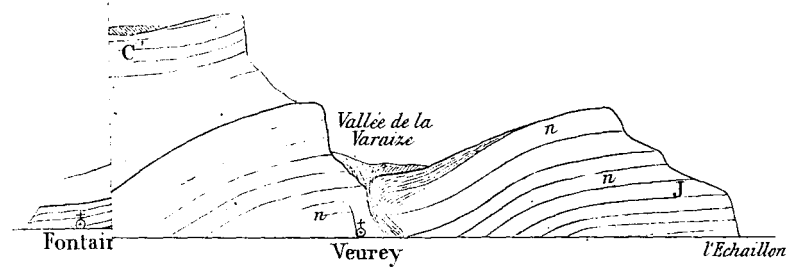
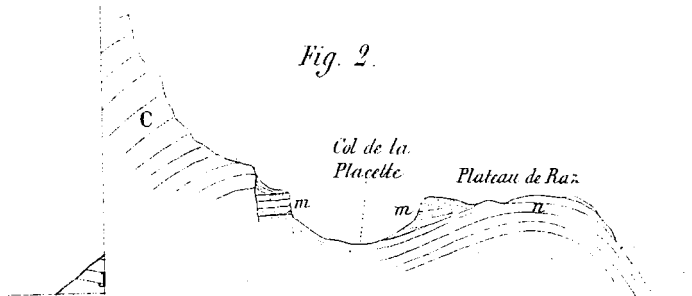
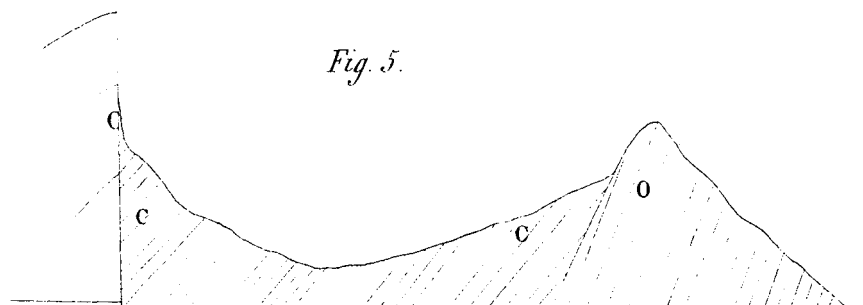
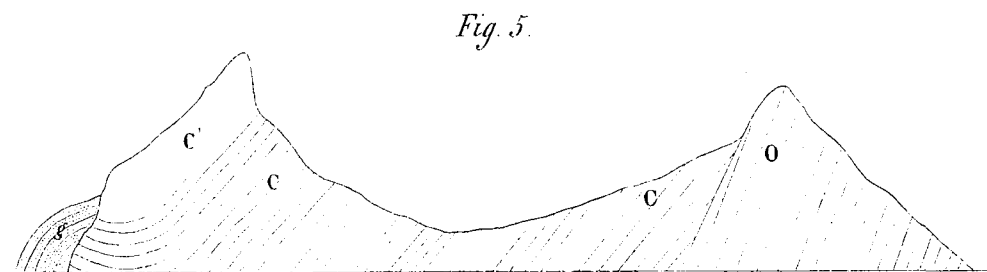
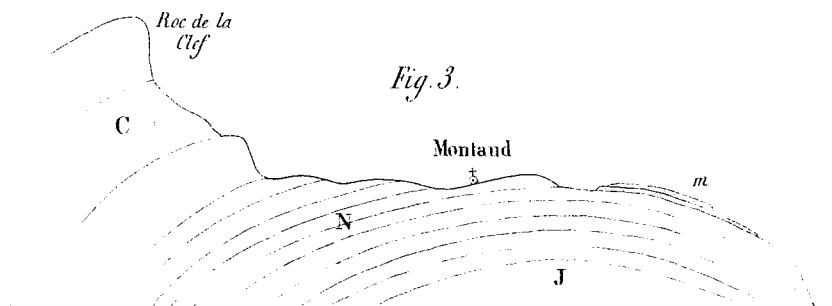
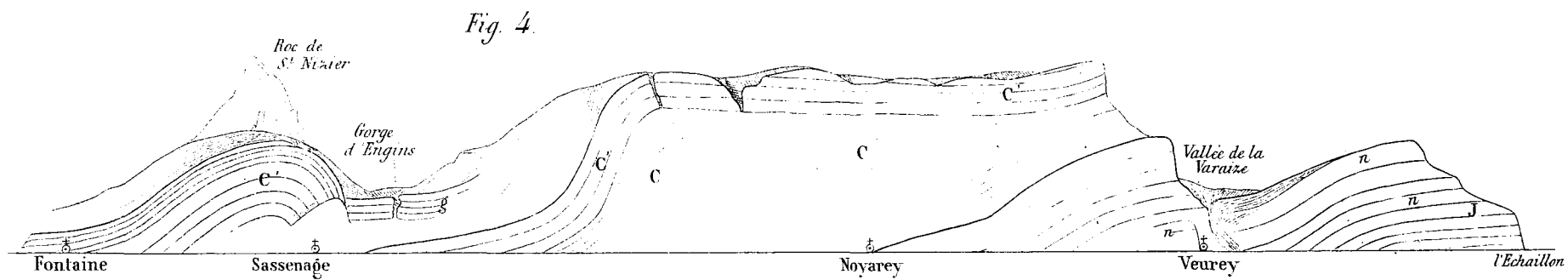
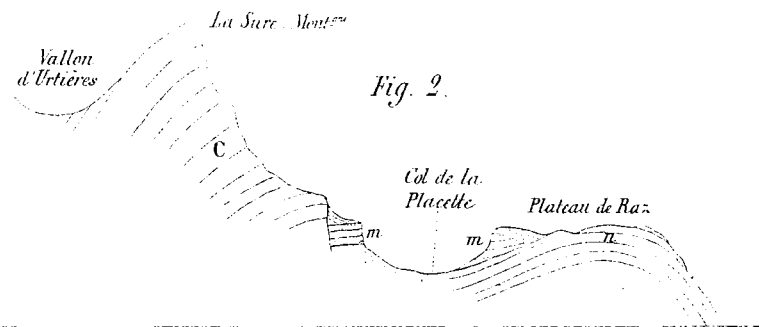
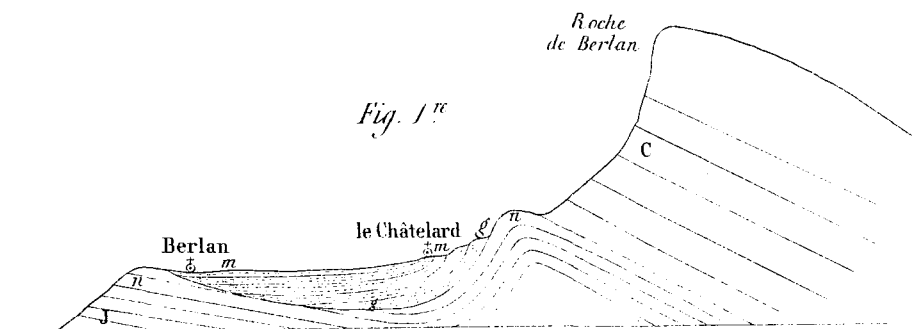


Fig. 5.



FAUCETÉ DE
GÉOL.



FACILITÉ DE
 GÉOL.

